



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO AMBIENTAL

CLAUDIO ALMEIDA RIBEIRO

SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIAS SOCIAIS: UM ESTUDO DOS ODS
EM AGROECOSSISTEMAS DE BIOMAS BRASILEIROS

Recife, 2023

CLAUDIO ALMEIDA RIBEIRO

**SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIAS SOCIAIS: UM ESTUDO DOS ODS
EM AGROECOSSISTEMAS DE BIOMAS BRASILEIROS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental como requisito para obtenção do grau de Mestre em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco.

Profa. Dra. Marília Regina Costa Castro Lyra
Orientadora

Prof. Dr. José Aleixo da Silva
Coorientador

Recife, 2023

R484s Ribeiro, Cláudio Almeida.
Sustentabilidade e tecnologias sociais: um estudo dos ODS em agroecossistemas de Biomas Brasileiros. / Cláudio Almeida Ribeiro. – Recife, PE: O autor, 2023.
100 f.: color. ; il. ; 30 cm.

Orientadora: Profª. Drª. Marília Regina Costa Castro Lyra.
Coorientador: Prof. Dr. José Aleixo da Silva.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE, Campus Recife, Coordenação de Pós-Graduação - Mestrado Profissional em Gestão Ambiental, 2023.

Inclui referências e apêndices.

1. Agroecologia. 2. ODS – Agenda 2030. 3. Gestão Ambiental. I. Lyra, Marília Regina Costa Castro. (Orientadora). II. Silva, José Aleixo da. (Coorientador). III. Título.

631.58 CDD (22 Ed.)

CLAUDIO ALMEIDA RIBEIRO

**SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIAS SOCIAIS: UM ESTUDO DOS
ODS EM AGROECOSSISTEMAS DE BIOMAS BRASILEIROS**

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco como parte integrante dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão Ambiental.

Data da aprovação: 24/11/2023

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Marília Regina Costa Castro Lyra
Orientadora – MPGA IFPE

Prof. Dr. José Antônio Aleixo Silva
Coorientador – MPGA IFPE /UFRPE

Profa. Dra. Rogéria Mendes do Nascimento
Examinadora interna - MPGA IFPE

Prof. Dr. João Batista Barros de Amorim
Examinador Externo - UAST UFRPE

APRESENTAÇÃO

O autor possui graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco no ano de 2004; Graduação em Licenciatura em Ciências Agrícolas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco no ano de 2008; Especialização em Agroecologia pela Universidade Federal de Santa (UFSC), no Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, em 2010.

Atuou em programas que promovem ações de formação e mobilização de famílias agricultoras para convivência com o Semiárido. No Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2) da Articulação no Semiárido (ASA), foram implementadas mais de 100 mil Tecnologias Sociais de Captação e Armazenamento de Águas para Produção de Alimentos (Cisternas calçadão ou de enxurrada, Barreiros trincheiras, Barragens subterrâneas, Tanques de pedras, Bomba d'água popular etc.). No Programa de Sementes Crioulas do Semiárido, foram implementadas mais de 800 Bancos comunitários de sementes (BCS) envolvendo diretamente 16.000 famílias guardiãs da agrobiodiversidade no Semiárido.

Entre 2010 e 2012, assumiu a função no Centro Sabiá, no território do Pajeú – Pernambuco, coordenando equipes locais de Assessoria Técnica de mais de 600 famílias do território, organizando para o acesso de mercados institucionais (PAA) e locais (feiras agroecológicas), fomentando agroindústrias, certificação orgânica de algodão consorciado, implantando agroflorestas em assentamentos, comunidades tradicionais, remanescentes de quilombolas e territórios indígenas no semiárido, recuperando matas ciliares, manejo da caatinga, criação animal, artesanato, mobilizando jovens e mulheres para inclusão social e produtiva.

Como Pesquisador, atuou nas seguintes iniciativas: Avaliação de Impactos do Programa de Combate à Pobreza Rural (IICA/PCPR II/Fadurpe); Mapeamento da Economia Solidária em Pernambuco (Incubacoop/MTE/FBB); Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio Mamucaba (CHESF/Ibama/Fadurpe); Consulta global sobre os desafios dos agricultores familiares e pequenos produtores no contexto da COVID-19: insumos para estratégias de recuperação (FAO/ASA); Zoneamento Agroecológico de Solos para implantação de Barragens Subterrânea (Embrapa Solos - ZonBarragens); Avaliação de Tecnologias Sociais (CNPq/ Grupo de Pesquisa em Tecnologias Ambientais e Bioprocessamento, do IFPE. Em 2022, participou da Missão da FAO em Guiné-Bissau – África para consultoria em relação a segurança alimentar e nutricional.

A motivação para o ingresso no Mestrado Profissional em Gestão Ambiental (MPGA) do IFPE, foi utilizar a experiência acadêmica, as novas vivências de campo, a aplicação de instrumentos de diagnóstico, gestão e monitoramento de agroecossistema em diversas regiões do país, contribuindo para o aperfeiçoamento da prestação de assessoria técnica e metodológica junto às famílias agricultoras em processo de transição agroecológica.

Agradeço à Deus por todas as oportunidades que tem me concedido e condições para contribuir com as causas mais justas em defesa dos povos necessitados.

Dedico este trabalho às famílias guardiãs da agrobiodiversidade e todo seus conhecimentos associados que, de forma integrada, desenvolvem estratégias para manejar sistemas agroalimentares ricos, saudáveis e resilientes.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco e ao Programa de Mestrado Profissional em Gestão Ambiental pela possibilidade de mais um processo de aprendizagem, num ambiente tão acolhedor, dedicado e qualificado.

À minha orientadora Profa. Dra. Marília Regina Costa Castro Lyra pela paciência, ensinamentos e incentivos.

Ao meu coorientador Prof. Dr. José Antônio Aleixo da Silva pelo apoio e ensinamento.

A banca avaliadora, Profa. Dra. Rogéria Mendes do Nascimento e Prof. Dr. João Batista Barros de Amorim, pelas valorosas contribuições e pela compreensão.

Ao CNPq pelo financiamento do projeto por meio da chamada CNPq/MCTIC/MDS N° 36/2018, Linha C – Avaliação de Tecnologia Social.

Aos colegas de trabalho na ASA, universidades e centros de pesquisas pelo apoio, ideias e fornecimentos de dados que qualificaram o presente estudo.

Aos colegas do MPGA, pela amizade e companheirismo durante o processo de formação.

Às organizações parceiras pelo apoio e acolhimento. Além da ousadia de acreditar e apoiar as iniciativas dos movimentos populares.

Às famílias agricultoras pela criatividade, resistência, humildade e pela grandiosidade dos frutos de seu trabalho.

À família, por toda paciência e dedicação para apoiar meus estudos.

RESUMO

O desenvolvimento de tecnologias sociais apropriadas para superar os desafios de famílias em seus territórios, como a captação e o armazenamento de água de chuva em cisternas, produção de biogás a partir dos biodigestores e dinâmicas sociais para conservação e manejo da agrobiodiversidade através de bancos comunitários de sementes crioulas, por exemplo, tem promovido um importante movimento de convivência sustentável nos territórios e para o desenvolvimento de sistemas agrícolas mais autônomos e resilientes, permitindo a manutenção de fluxos e serviços ecossistêmicos. O presente estudo, buscou analisar as características de agroecossistemas familiares, tradicionais e agroecológicos que contribuem para o alcance dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), através de estratégias locais de adaptação e mitigação às mudanças climáticas. Por meio da Ferramenta de Análise de Desempenho de Agroecossistemas da FAO (Tool for Agroecology Performance Evaluation - TAPE), foi possível interpretar algumas dimensões da vida e do trabalho no meio rural, que são relevantes para o desenvolvimento sustentável e para a formulação de políticas públicas de apoio aos modelos de produção de alimentos agroecológicos, de base familiar e comunidades tradicionais. Desta forma, verificou-se que as práticas de manejos de agroecossistemas, desenvolvidas pelo grupo em estudo, vêm proporcionando diversos serviços ambientais para toda a população, promovendo fortemente o ODS 2, e um impacto adicional em vários outros ODS (1, 3, 5, 7, 8, 10, 13 e 15), apontando caminhos para atender as demandas da Agenda 2030. Ao final, foi elaborado Boletim Técnico, direcionado para agentes de assessoria técnica, indicando os resultados encontrados, de forma a facilitar ações de diagnóstico em agroecossistemas familiares e tradicionais, demonstrando os potenciais e desafios desses sistemas agrícolas para alcançar a sustentabilidade e, apontar caminhos e pautar, a formulação de novas políticas públicas fomentem os sistemas agrícolas de base agroecológicas.

Palavras-chave: agroecologia; convivência sustentável nos territórios; metodologia de avaliação de agroecossistema.

ABSTRACT

The development of appropriate social technologies to overcome the challenges faced by families in their respective territories, such as the capture and storage of rainwater in cisterns, the production of biogas from biodigesters and the implementation of social strategies for the conservation and management of agrobiodiversity through community seed banks, it has fostered a significant movement towards sustainability. This study aimed to analyze the characteristics of family, traditional and agroecological agroecosystems that contribute to achieving the Sustainable Development Goals (SDGs) through local climate change adaptation and mitigation strategies. Using FAO's Agroecosystem Performance Analysis Tool (TAPE), we assess different aspects of rural life and work relevant to sustainable development and new public policy formulations that support agroecological, family and traditional community food production models. This shift towards sustainability has helped sustain ecosystem functions and services, providing broad environmental benefits for the entire population. The conclusions indicate a strong alignment with SDG 2 and an additional impact on several other SDGs (1, 3, 5, 7, 8, 10, 13 and 15), therefore offering paths to address the objectives outlined in the 2030 Agenda. In the end, a Technical Bulletin was prepared, aimed at technical advisory agents, indicating the results found, in order to facilitate diagnostic actions in family and traditional agroecosystems, demonstrating the potentials and challenges of these agricultural systems to achieve sustainability and, pointing out paths and guideline, the formulation of new public policies that promote agroecological-based agricultural systems.

Keywords: agroecology; sustainable coexistence in the territories; agroecosystem assessment methodology.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	20
Quadro 2 - Relação de alguns Marcos Analíticos da Agroecologia já testados, seus atributos incorporados pelo TAPE e suas principais diferenças	30
Quadro 3 - Dimensões e critérios básicos de desempenho da agroecologia e sua relação com os indicadores dos ODS.....	32
Quadro 4 - Cálculo da renda líquida familiar	36
Quadro 5 - Cálculo do valor agregado bruto	38
Quadro 6 - Indicadores, ponderações e pontuações para o cálculo dos critérios sobre oportunidades de emprego para jovens	43
Quadro 7 - Índice de biodiversidade natural em agroecossistemas.....	45
Quadro 8 - Grupo de 10 alimentos consumidos pelas famílias.	58
Quadro 9 - Pontuações dos indicadores para avaliar o Índice de Empoderamento das Mulheres na Agricultura (WEAI)	60
Quadro 10 - Indicadores para avaliação de oportunidades para jovens camponeses	63
Quadro 11 - Índice de vegetação natural, árvores e polinizadores em percentual de agroecossistemas que atende os indicadores	67
Quadro 12 - Indicadores para observação qualitativa da saúde do solo.....	71
Quadro 13 - Consolidação da análise dos critérios de desempenho para as dimensões chaves e sua correlação com o alcance dos ODS nos agroecossistemas analisados.....	73
Quadro 14 - Tipos de Tecnologias Sociais e Serviços Ecossistêmicos por Biomas.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Condição em relação à posse da terra.....	49
Tabela 2 - Disparidade entre tamanhos de terra disponível.....	50
Tabela 3 - Médias de produtividade por hectare e por pessoa ao ano e faixa de renda per capita	52
Tabela 4 - Valor médio anual da renda líquida, despesas referentes à produção e reprodução familiar e receita bruta das famílias estudadas	54
Tabela 5 - Frequência de animais por espécies presentes nos agroecossistemas visitados	66
Tabela 6 - Percentual do biofertilizante utilizado nas principais culturas desenvolvidas pelas famílias entrevistadas	72

LISTA DE SIGLAS

ABC	Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono
AGROPARISTECH	Instituto des Sciences et Industries du Vivant et de l'environnement
ASA	Articulação no Semiárido
ASPTA	Assessoria de Projetos de Tecnologias Alternativas
ATES	Assistência Técnica e Social
BCS	Bancos Comunitários de Sementes
BPBS	Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos
BTS	Banco de Tecnologias Sociais
CELIA	Latin American Agroecology Research Centre
CHESF	Companhia Hidroelétrica do São Francisco
CIRAD	Centro de Cooperação Internacional em Pesquisa Agrônômica para o Desenvolvimento
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CO ₂	Dióxido de Carbono
COP27	27ª reunião anual da Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima
FADURPE	Fundação Apolônio de Carvalho
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
MDD-W	Minimum Dietary Diversity For Women
GEE	Gases de Efeito Estufa
GT	Giga Toneladas
GTAE	Grupo de Trabalho Sobre Transições Agroecológicas
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IFPE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco
IICA	Instituto Interamericano de Cooperação Agrícola
IPCC	Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LUME	Avaliação Econômica-Ecológica de Agroecossistemas
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MDS	Ministério do Desenvolvimento Social e da Cidadania
MEA	Avaliação Ecossistêmica do Milênio

MESMIS	Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo dos Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade
MST	Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
P1+2	Programam Uma Terra e Duas Águas
PAA	Programa de Aquisição de Alimentos
PCPR II	Programa de Combate à Pobreza Rural II
PIB	Produto Interno Bruto
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PSA	Pagamento de Serviços Ambientais
REDAGRES	Rede Iberoamericana de Agroecologia para o Desenvolvimento de Sistemas Agrícolas Resilientes as Mudanças Climáticas
RULIS	Sistema de Informação Sobre Meios de Subsistência Rural
AS	Serviços Ambientais
SAF'S	Sistemas Agroflorestais
SE	Serviços Ecosistêmicos
SOCLA	Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología
TAPE	Ferramenta de Avaliação do Desempenho da Agroecologia
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UGC	Unidade Gestora Central
UGT	Unidades Gestoras Territoriais
USP	Universidade de São Paulo
WEAI	Women's Empowerment in Agriculture Index

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1. SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	17
2.2. AGROECOSSISTEMAS FAMILIARES E TECNOLOGIAS SOCIAIS DE MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	21
2.3. SERVIÇOS AMBIENTAIS EM SISTEMAS AGROECOLÓGICOS	24
3. METODOLOGIA.....	26
3.1 ABRANGÊNCIA DA ÁREA DE ESTUDO	26
3.1.1. DESCRIÇÃO DO UNIVERSO AMOSTRAL NO BIOMA CAATINGA	27
3.1.2. DESCRIÇÃO DO UNIVERSO AMOSTRAL NO BIOMA MATA ATLÂNTICA.....	27
3.1.3. DESCRIÇÃO DO UNIVERSO AMOSTRAL NO BIOMA CERRADO	28
3.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	29
3.2.1. CRITÉRIOS DE DESEMPENHO DA DIMENSÃO-CHAVE GOVERNANÇA	33
3.2.1.1. ACESSO SEGURO À TERRA.....	33
3.2.2. CRITÉRIOS DE DESEMPENHO DA DIMENSÃO-CHAVE ECONOMIA.....	34
3.2.2.1. PRODUTIVIDADE.....	34
3.2.2.2. RENDA	36
3.2.2.3. VALOR AGREGADO	38
3.2.3. CRITÉRIOS DE DESEMPENHO DA DIMENSÃO-CHAVE SAÚDE E NUTRIÇÃO	39
3.2.3.1. EXPOSIÇÃO AOS AGROTÓXICOS	39
3.2.3.2. DIVERSIDADE ALIMENTAR.....	40
3.2.4. CRITÉRIOS DE DESEMPENHO DA DIMENSÃO-CHAVE SOCIEDADE E CULTURA	42
3.2.4.1. EMPODERAMENTO DAS MULHERES	42
3.2.4.2. OPORTUNIDADE DE EMPREGO PARA JOVENS.....	43
3.2.5. CRITÉRIOS DE DESEMPENHO DA DIMENSÃO-CHAVE MEIO AMBIENTE	44
3.2.5.1. BIODIVERSIDADE AGRÍCOLAS	44
3.2.5.2. SAÚDE DO SOLO.....	46
3.2.6. RELAÇÃO DE TECNOLOGIAS SOCIAIS COM OS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS NA REGIÕES	47
3.2.7. ELABORAÇÃO DE BOLETIM TÉCNICO	47
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	48

4.1. GOVERNANÇA SOBRE RECURSOS DO AGROECOSSISTEMA	48
4.1.1. ACESSO SEGURO À TERRA.....	48
4.2. ECONOMIA NO AGROECOSSISTEMA	51
4.2.1. PRODUTIVIDADE DO SISTEMA.....	51
4.2.2. RENDA LÍQUIDA FAMILIAR	53
4.2.3. VALOR AGREGADO	55
4.3. SAÚDE E NUTRIÇÃO.....	55
4.3.1. EXPOSIÇÃO AOS AGROTÓXICOS	55
4.3.2. DIVERSIDADE ALIMENTAR.....	57
4.4. SOCIEDADE E CULTURA	59
4.4.1. EMPODERAMENTO DAS MULHERES	59
4.4.2. OPORTUNIDADES DE EMPREGO NO CAMPO PARA JOVENS.....	62
4.5. MEIO AMBIENTE	64
4.5.1. AGROBIODIVERSIDADE	64
4.5.2. SAÚDE DO SOLO.....	69
4.6. AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS AGROECOLÓGICOS DE DESEMPENHO.....	73
4.7. AVALIAÇÃO DAS TECNOLOGIAS SOCIAIS E SUA RELAÇÃO COM OS SEVIÇOS ECOSISTÊMICOS	74
REFERÊNCIAS	78
APÊNDICE	86

1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas têm sido percebidas pelos diversos setores da sociedade em todas as regiões do planeta e manifestam-se no aquecimento global, no efeito estufa e em eventos climáticos extremos que impactam a economia, a produção, o consumo e a distribuição de alimentos.

Nesse contexto, a agricultura, por ser uma das atividades mais sensíveis às condições ambientais, vem sendo desafiada fortemente ao longo das últimas décadas, visto que produtores e comunidades rurais enfrentam quedas de safras por conta de secas severas, chuvas intensas, ataques de pragas e doenças. No modelo convencional de produção agropecuária, as grandes corporações buscam combater tais ameaças com o uso desordenado de matrizes e sementes transgênicas, agrotóxicos, fertilizantes químicos, maquinário, etc.

No Brasil, a insustentabilidade da agricultura convencional revela-se a partir de estudos recentes, uma vez que é uma das principais fontes de emissão de gases de efeito estufa (devido à prática de supressão de florestas nativas para implantação de monoculturas e pastagens), degradação de terras com agroquímicos, desperdício e contaminação de água, compactação, esgotamento e erosão de solos, poluição da atmosfera e dos reservatórios de água. Tais condições levam à dependência crescente de subsídios financeiros, quebra de safras e diminuição na qualidade biológica dos alimentos.

No meio rural brasileiro não existe apenas um modelo de agricultura em vigência, e sim, um grande mosaico de sistemas, dimensões, experiências, conhecimentos, necessidades, opções e estágios de transições agroecológicas. Os sistemas agrícolas tradicionais (SAT – espaços, práticas alimentares e agroecossistemas manejados por agricultores familiares pertencentes a povos e comunidades tradicionais), apesar dos desafios que enfrentam, vem promovendo a sustentabilidade dos seus agroecossistemas, através do manejo da agrobiodiversidade, promovendo diversos serviços ecossistêmicos como, conservação dos solos, gestão das águas, manutenção de biodiversidade, polinizadores e suprimento de alimento.

O Brasil possui grandes áreas ocupadas por sistemas agropecuários e o manejo sustentável desses territórios poderia fortalecer as vias de alcance das metas da Agenda 2030 da ONU, pautada pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

É importante salientar que agroecossistemas conduzidos por agricultores familiares, tradicionais e/ou agroecológicos se configuram por uma relação mais próxima com a natureza

e necessitam de olhares integradores, capazes de propor modelos de desenvolvimento, em relações igualitárias. Considerando as potencialidades e os desafios enfrentados pelas famílias agricultoras e comunidades tradicionais, os instrumentos políticos devem reconhecer a contribuição desses segmentos na preservação dos ecossistemas, da biodiversidade e conhecimentos associados, com estratégias e técnicas desenvolvidas para os distintos biomas.

A partir da observação e sistematização de conhecimentos, estratégias e inovações populares, realizadas para superação de demandas e desafios locais, muitos conhecimentos tradicionais podem ser identificados e replicados em condições semelhantes de vulnerabilidade, promovendo trocas de experiências, alcançando resultados eficientes e de baixo custo, possibilitando a convivência sustentável nos territórios e organizando agroecossistemas resilientes aos efeitos das mudanças climáticas e aquecimento global.

Nessa perspectiva, os saberes tradicionais ressignificados e vinculados a tecnologias sociais, poderão contribuir para a preservação ambiental, o que implica a participação, o empoderamento e a autogestão dos usuários, condição inerente à inclusão social, já que os problemas ambientais têm origens nas questões econômicas, culturais, sociais e políticas.

As tecnologias sociais nascem da sabedoria popular, do conhecimento científico ou da combinação de ambos e por serem muitas vezes tão inovadoras e tão simples, nem sempre se atribui a elas o status de tecnologia. Nesse contexto, a agroecologia apresenta-se como um campo de possibilidades para o desenvolvimento de tecnologias sociais, como assinala Casemiro *et al.* (2017).

Partindo de tais premissas, essa pesquisa analisou o aporte de sustentabilidade promovido pelas tecnologias sociais em agroecossistemas familiares de base agroecológica, capazes de gerar mais autonomia, mitigação e adaptação aos efeitos das mudanças climáticas. Buscou-se compreender como os conhecimentos tradicionais e técnicos são capazes de reconhecer os Serviços Ecossistêmicos gerados em agroecossistemas familiares de base agroecológica e como tais serviços contribuem para o alcance de alguns Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030.

Como resultado do estudo, foi elaborado Boletim Técnico, direcionado para agentes de assessoria técnica, indicando os resultados encontrados, de forma a facilitar ações de diagnóstico em agroecossistemas familiares e tradicionais

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção apresentamos conceitos e pontos de vistas presentes em estudos acerca das relações entre a preservação de processos ecológicos e o alcance de metas globais dos ODS, previstos na Agenda 2030. Foram considerados os serviços ambientais ou Serviços Ecossistêmicos presentes em comunidades rurais e práticas sustentáveis de agroecossistemas integrados a tecnologias sociais, geridos por famílias com saberes tradicionais.

2.1. SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A atividade humana e os hábitos das sociedades mantêm dependência direta ou indireta dos recursos naturais e dos fluxos e serviços ecossistêmicos. Os Serviços Ecossistêmicos (SE) são os benefícios prestados pela natureza para manter a vida no planeta, como regulação do clima, proteção contra desastres naturais, fornecimento de água limpa, ar puro, alimentos, energia, polinização e até bens não materiais - culturais, lazer, pesquisa, beleza cênica, dentre outros (Watanabe e Ortega, 2011; Farley, 2012; Mea, 2003; Costanza *et al.* 1997).

Para a Avaliação Ecossistêmica do Milênio, os Serviços Ecossistêmicos estão divididos nessas quatro categorias, de acordo com Ferraz (2019) e a Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES, 2019):

- Provisão: se relacionam com o benefício dos ecossistemas e agroecossistemas em fornecer produtos de origem bióticas ou abióticas, para a manutenção das populações humanas, como água, alimento, fibra, biocombustível, minerais, essências florestais e medicinais;
- Regulação: relacionados com processos ecológicos que ocorrem na biosfera terrestre, como a fotossíntese, os ciclos biogeoquímicos, a regulação climática e o ciclo hidrológico;
- Suporte: são caracterizados como condições ecológicas, estruturais e funcionais que dão suporte para que outras funções ecossistêmicas, como: formação do solo, produção de oxigênio, ciclagem de nutrientes e produção primária;
- Culturais: ecossistemas naturais ou seminaturais que contribuem para a manutenção do bem-estar dos seres humanos, através de experiências subjetivas relacionadas à pesquisa, reflexão, espiritualidade, lazer e estética.

A segurança alimentar, hídrica, energética, climática e saúde depende da manutenção de processos naturais como os Serviços Ecossistêmicos, porém, as mudanças no uso dos solos, as mudanças climáticas, a poluição, as crises econômicas, guerras etc. têm ameaçado os ecossistemas, causando perda de habitats, mudança na temperatura e precipitação, perda na produtividade agrícola e distribuição de espécies, disseminação de doenças e vetores. Tais problemas ilustram como o bem-estar humano depende desses serviços, fundamentais ao enfrentamento das crises socioambientais e econômicas, do desenvolvimento social, à redução de pobreza e das desigualdades, como sugere a Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES, 2019).

Nessa direção, registra-se que a Década da Restauração dos Ecossistemas foi aprovada pela Assembleia Geral da ONU, em março de 2019, vista como um apelo global para a proteção e revitalização dos ecossistemas em todo o mundo, para benefício das pessoas e da natureza e busca acelerar a restauração e colocar o mundo no caminho para um futuro sustentável, integrando esforços políticos e iniciativas locais para a restauração (PNUMA, 2021).

Estudos de Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2005) alertam que nos últimos cinquenta anos, esses serviços vêm sendo impactados mais rápido e profundamente pela supressão de ecossistemas inteiros e que em algumas situações, já atingiram estágios irreversíveis de degradação (FERRAZ, 2019).

Joly *et al.* (2019) resgatam o que Norman Myers já alertava em 1979, que a perda de espécies estava acima do esperado no processo evolutivo, sobretudo com a modificação das florestas tropicais. Para alguns estudiosos, foi o alerta fundamental para adquirir e ampliar os conhecimentos, visando o uso mais sábio e respeitoso da natureza, balizado por políticas de conservação e desenvolvimento. No cenário internacional, entre os anos 1960 e 1980 e no Brasil principalmente a partir de 1990, o debate sobre a crise ambiental ganhou popularidade e ultrapassou os limites acadêmicos e diferentes segmentos da sociedade percebem que as ameaças às diversas formas de vida demandam conhecimentos e ações.

Um dos aspectos estudados é a transformação dos habitats, particularmente para conversão em agricultura, proposta na Avaliação Ecossistêmica do Milênio (2005), cujos dados indicam que entre 10 e 20% das pradarias e áreas florestadas sejam convertidas entre 2000 e 2050 (primariamente em zona agrícola) e a projeção é de que a conversão do solo se concentre em países de baixa renda e regiões de zonas secas. Por outro lado, Rodrigues (2012) destaca que especificidades da agricultura familiar são potencialmente sustentáveis, quanto ao respeito

ao uso de recursos naturais e à preservação de mananciais, que favorecem a manutenção dos serviços ecossistêmicos.

Pesquisas da Universidade de São Paulo (USP, 2021) apontam o mapeamento de serviços como estimativa do grau de importância dos ecossistemas para a sociedade e que as políticas de conservação ambiental podem avançar no desenvolvimento sustentável, elaborando programas de pagamentos por serviços ambientais, monitorando as mudanças nos ecossistemas e realizando alterações nos serviços em cenários futuros. De acordo com Joly (2019), o Brasil tem a oportunidade e potencial para o desenvolvimento pautado no bem-estar da população, com o uso sustentável dos recursos naturais, geração de riqueza e erradicação da pobreza, aproximando dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030.

Há décadas, o modelo desenvolvimentista voltado para economia, industrialização e consumo se beneficiou com a força de trabalho barata, os subsídios financeiros e o uso indiscriminado de recursos naturais que geraram crises em vários segmentos e permitiram a sociedade reconhecer que estes últimos não são infinitos. Perante nova concepção de desenvolvimento marcado pela modernização tecnológica e geração de informações que ultrapassaram os limites institucionais e espaciais, novas questões se revelaram, para além da competitividade das empresas.

O mercado globalizado passou a exigir mais compromisso social e preocupação com o meio ambiente e o Estado Regulador precisou de novos dinamismos para acompanhar as mudanças, criando blocos econômicos, promovendo privatizações, terceirizações e incluindo o terceiro setor como ‘parceiro’ para atender às novas demandas. Já nos anos 1990, o Brasil contava com aproximadamente 250 mil organizações do segmento privado de função pública (Buarque, 2008). Paralelamente, ao novo rumo do desenvolvimento econômico mundial, alicerçado na globalização e na sustentabilidade, cresce junto a preocupação com o desenvolvimento local e a descentralização econômica, social e política e movimentos de mudanças locais.

Para Jara (1998), o fato de ser um processo de caráter endógeno, não significa negar o exógeno; significa aprender a caminhar com as próprias pernas, sustentar sua economia e desenvolver-se a partir dos seus próprios recursos, oportunidades e capacidades locais. Estamos falando de agricultores organizados, dotados de conhecimentos, habilidades e destrezas, capazes de gerenciar seus assuntos de forma mais democrática, participativa, autogestionária e sustentável, construindo o controle social.

Nessa caminhada de conceitos, práticas e debates sobre meio ambiente e desenvolvimento, foram adotados pela Organização das Nações Unidas (ONU) os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), ilustrados no Quadro 01, detalhados em 169 metas que deverão ser alcançadas até 2030 e representam as aspirações de todos os governos de países signatários. Goldemberg (2023), observa que os ODS têm sido adotados no nível político pelos representantes dos países e constituem apenas em um guia que caberá a cada país implementar.

Quadro 1 - Relação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Nº	ODS - Versão Plena	ODS - Versão Abreviada
1	Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares.	Erradicação da pobreza
2	Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável.	Fome zero e agricultura sustentável
3	Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades.	Saúde e bem-estar
4	Assegurar a educação inclusiva e equitativa de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos.	Educação de qualidade
5	Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas.	Igualdade de gênero
6	Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e o saneamento para todos.	Água potável e saneamento
7	Assegurar a todos o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia.	Energia limpa e acessível
8	Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos.	Trabalho decente e crescimento econômico
9	Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.	Indústria, inovação e infraestrutura
10	Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles.	Redução das desigualdades
11	Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.	Cidades e comunidades sustentáveis
12	Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.	Consumo e produção responsáveis
13	Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e os seus impactos.	Ação contra a mudança do clima
14	Conservar e usar sustentavelmente os oceanos, os mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.	Vida na água
15	Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.	Vida terrestre
16	Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir	Paz, justiça e instituições eficazes

	instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis.	
17	Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.	Parcerias e meios de implementação

Fonte: Adaptado de Goldemberg (2023).

De acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2012), a participação das pessoas na gestão das políticas públicas é fundamental para a sustentabilidade, não só para garantir que elas atendam aos interesses locais, mas para que deem continuidade. Em uma perspectiva mais ampliada, o desenvolvimento pode ser visto como um processo de aumento das capacidades de escolha das pessoas para viverem conforme seus recursos, interesses e valores. A sustentabilidade implica em entender que o sucesso da comunidade depende do sucesso de cada um dos seus membros e que cada membro desempenha um papel importante, em uma relação de troca e aprendizagem.

Nessa direção, registra-se que os atuais mecanismos de desenvolvimento local sustentável se ancoram na Agroecologia e nas Tecnologias Sociais, entendidas como alternativas aos modelos convencionais de produção e gestão de conhecimentos que buscam responder aos desafios para o desenvolvimento comunitário, a geração de serviços com técnicas adequadas aos agricultores familiares. Na mesma medida, buscam promover a satisfação das necessidades de pessoas em situação de vulnerabilidade socioambiental, como sugerem Araújo e Cândido (2015).

2.2. AGROECOSSISTEMAS FAMILIARES E TECNOLOGIAS SOCIAIS DE MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Bava (2004) afirma que o conceito de desenvolvimento sustentável se opõe ao modelo dominante, que aumenta a concentração de capitais, a desigualdade, exclusão social e degradação ambiental. Nesse cenário de disputa de paradigmas, registra-se que

[...] Agroecossistemas familiares integrados às tecnologias sociais são mais resilientes e adaptados às condições adversas, podendo contribuir mais nesse caminho, pois sua gestão é considerada como conjunto de técnicas e metodologias transformadoras, desenvolvidas na interação entre a população e ambiente que representam soluções para a inclusão social. (Costa, 2013).

Galindo (2008) defende que as experiências dos povos ancestrais, em contexto de vulnerabilidade, são ressignificadas e reaplicadas em processos de gestão coletiva de

conhecimentos entre agricultores e agricultoras, na perspectiva de promoção do desenvolvimento sustentável. Trazendo essa perspectiva para a agricultura familiar, Van Walsum (2014) ressalta que, esse segmento vem ganhando cada vez mais visibilidade e reconhecimento em nível mundial pela sua importância na produção de alimentos saudáveis e por prestar relevantes serviços ambientais, como a proteção da biodiversidade e a execução de práticas que mitigam os efeitos das mudanças climáticas.

De acordo com Oliveira (2015), a agricultura familiar não somente é a base da produção sustentável de alimentos e da gestão dos recursos naturais dos territórios, como é fonte de importantes dimensões culturais dos povos e comunidades tradicionais, sendo um pilar fundamental do desenvolvimento integral das nações. Julga-se importante salientar que agroecossistemas conduzidos por esses grupos sociais se configuram por uma relação mais próxima com a natureza e necessitam de olhares integradores e modelos de desenvolvimento que nos consideram aliados.

Acerca das potencialidades e dos desafios enfrentados pela agricultura familiar, Doblas (2021) e Oviedo (2021) salientam suas vulnerabilidades da sociedade e reconhecem a contribuição na preservação dos ecossistemas, da biodiversidade, dos conhecimentos práticos e estratégicos, das técnicas desenvolvidas ao longo de convivência com os biomas e do valor cultural das tradições que preservam. A cultura tradicional de manejar ecossistemas para obter recursos materiais e imateriais é que dar forma aos agroecossistemas, que, segundo Petersen (2021), são concebidos como ecossistemas cultivados e socialmente geridos.

Rodrigues (2012) destaca que a biodiversidade agrícola ou agrobiodiversidade é formada pela variedade de plantas cultivadas e animais domesticados, plantas espontâneas, parasitas, pragas, polinizadores, remanescentes de floresta, fauna, inimigos naturais e microrganismos do solo e que os sistemas de conhecimento local (indígena, quilombola, pantaneiros etc.) são considerados partes integrantes da agrobiodiversidade. São experiências de resistência, uma vez que a diversidade de espécies cultivadas está sujeita a processos de erosão genética, pela preponderância de sistemas agrícolas de monocultura, geradores de preocupações com a segurança alimentar dos povos, como observa a Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES, 2019).

A partir de uma lógica diferente de desenvolvimento e convivência sustentável com os ecossistemas, as organizações da sociedade civil – responsáveis por serviços de assessoria técnica e promoção da agroecologia com as famílias agricultoras – vêm ressignificando a

autonomia e adaptação da agricultura de estoque, armazenando água, sementes, forragem nos períodos de abundância e utilizando racionalmente ao longo dos períodos de escassez.

Como reconhece a Rede Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA, 2011), nenhuma técnica nova foi criada pelos programas¹: “apenas foram identificadas estratégias locais para superar os períodos de crise, sistematizadas e reaplicadas em condições similares ou adaptadas às novas realidades”. Uma das estratégias de efetivação prática dessa compreensão de desenvolvimento é a construção e instalação de Tecnologias Sociais.

No Semiárido brasileiro, infraestruturas de captação e armazenamento de água, silos para armazenamento de forragens, bancos familiares e comunitários de sementes crioulas, sistemas de reuso de águas cinzas ou servidas, quintais produtivos, sistemas agroflorestais, animais de vários portes, biodigestores e fogões agroecológicos são algumas tecnologias sociais utilizadas por famílias agricultoras que contribuem para a convivência com o clima e a sustentabilidade dos agroecossistemas.

Estudos recentes de Petersen (2021) apontam que as tecnologias sociais se comportam como mediadores de fertilidade, quando integradas aos agroecossistemas, pois são elementos estruturais do agroecossistema que exercem a função de captar, armazenar, transportar e processar recursos abióticos (água, nutrientes e radiação), a exemplo das cisternas e dos silos. Outras tecnologias sociais podem ser consideradas subsistemas, pois na dinâmica dos fluxos do agroecossistema, recebem insumos, processam e entregam produtos e/ou outros insumos; a exemplo do biodigestor que recebe resíduos orgânicos, promove a digestão anaeróbica e fornece energia e biofertilizante.

Souza (2020) destaca que uma das principais referências de cadastro de tecnologias sociais com foco no desenvolvimento rural e sustentabilidade é o Banco de Tecnologias Sociais (BTS) da Fundação Banco do Brasil (FBB, 2004), que disponibiliza um mosaico de inovações e estratégias desenvolvidas socialmente, com o objetivo de enfrentar desafios socioambientais e econômicos, muitas vezes por falta de políticas públicas adequadas para atender algumas necessidades básicas, ou mesmo garantir direitos, das populações em situação de vulnerabilidade.

¹ Programa de Formação e Mobilização para Convivência com o Semiárido: programa um milhão de cisternas; programa uma terra e duas águas; programa cisternas nas escolas e programa sementes do semiárido. Disponível em asabrasil.org.br.

2.3. SERVIÇOS AMBIENTAIS EM SISTEMAS AGROECOLÓGICOS

Em alguns estudos, o conceito de Serviços Ambientais se confunde com o conceito de Serviços Ecossistêmicos, pela proximidade entre os ambientes em que tais serviços acontecem. Vezzani (2015) defende que os Serviços Ecossistêmicos são gerados pelos ecossistemas e promove o bem-estar dos seres humanos; já os Serviços Ambientais são ações voluntárias com o objetivo de restaurar ou conservar funções dos ecossistemas, onde estes beneficiarão outras pessoas, além do autor direto.

O Banco Mundial (2013) explica que os Pagamentos de Serviços Ambientais (PSA) são na maioria dos casos relacionados à regularização do fluxo de água, melhoria na qualidade, preservação de nascentes e redução da carga de sedimentos. Para os Serviços de Carbono, há diversas modalidades como os Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL), com o sequestro de carbono por meio de reflorestamento ou de preservação de florestas. Porém, há experiências com pagamentos pela diminuição do consumo de combustível fóssil ou desmatamentos evitados, por exemplo.

Essas modalidades de Serviços Ambientais contribuem para o desenvolvimento sustentável e são adequados ao presente estudo, pois se relacionam com o uso de práticas e manejos que contribuem com a adaptação e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas dos povos camponeses, assentados, comunidades tradicionais, quilombolas e indígenas que promovem sistemas agroecológicos de produção.

De acordo com os preceitos da Economia Ecológica, defendida por Veiga Neto (2008), aqueles que excederam a escala desejável da natureza ou aqueles que vão se beneficiar da restauração das funções ecossistêmicas devem pagar. Ou seja, devem ‘compensar’ o excesso, reconhecendo e remunerando o esforço dos que conservam, protegem e promovem os serviços ambientais. Barbosa (2019), citando o documento do Ministério das Relações Exteriores (MRE), ressalta que o Brasil participou de todas as sessões da negociação intergovernamental que definiu os 17 Objetivos e as 169 metas da Agenda 2030.

Tais observações permitem reconhecer que os sistemas agroecológicos familiares poderão contribuir ao menos com 9 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), previstos na Agenda 2030 da ONU: Segurança alimentar e agricultura sustentável; Condições de saúde; Igualdade de gênero; Melhoria das vias de acesso e da qualidade da água para as pessoas e para os animais; Serviços públicos de saneamento; da Energia; do Crescimento

Econômico Sustentável; Redução das desigualdades; Revisão dos padrões insustentáveis de consumo e de produção e Mitigação das mudanças do clima. (Brasil, 2021).

Do campo da Economia Ecológica, Delgado (2021) destaca alguns atributos mínimos da agricultura, passíveis de ser inseridos em políticas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), como:

- Produção agroecológica de alimentos da cesta básica, atendendo a critérios de soberania alimentar: descentralização, redução da dependência alimentar em nível territorial, respeito aos diversos hábitos e padrões culturais, etc.;
- Produção de energia limpa ou de baixa entropia;
- Transição da produção de *commodities* de altos custos sociais e ambientais para produtos agrícolas com certificado de procedência, de baixos impactos regionais;
- Gestão de águas efluentes e aquíferos localizados no espaço territorial rural, para preservação os recursos hídricos;
- Gestão da biodiversidade com vistas a precauções de saúde animal e humana.

Esse conjunto de prioridades exige procedimentos normativos apropriados para manter os distintos contextos rurais e da agricultura familiar e camponesa a salvo de interdição estritamente vinculadas à economia de mercado.

3. METODOLOGIA

Como técnicas de coleta de dados primários, durante o levantamento de campo, foram utilizadas a entrevista semiestruturada, observações sistemáticas dos agroecossistemas e registros fotográficos. A entrevista semiestruturada constitui o principal instrumento para ajudar a compreender a realidade local, assim como buscar subsídios que permitissem avaliar o nível de sustentabilidade dos agroecossistemas estudados e sua correlação com o alcance dos ODS da Agenda 2030.

3.1 ABRANGÊNCIA DA ÁREA DE ESTUDO

Os agroecossistemas analisados no presente estudo fazem parte de um universo de 335 unidades familiares em que foram construídas habitações rurais equipadas por biodigestores, pelo Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR) em parceria com o Fundo Caixa Socioambiental no Brasil, a partir do Projeto de Avaliação de Tecnologia Social (Chamada CNPq/MCTIC/MDS Nº. 36/2018), do Instituto Federal de Pernambuco (IFPE) com diversos estudos e subprojetos de pesquisa (Souza, 2020), sendo um deles o que gerou essa dissertação de Mestrado.

Desse universo, no levantamento de dados primários, foram visitadas 129 famílias em 19 municípios de 06 estados da Federação: Pernambuco, Bahia, Minas Gerais, Goiás, Santa Catarina e Rio Grande Sul, em quatro regiões do país: Nordeste, Sudeste, Centro-Oeste e Sul. Considerando-se tais dados, foi possível realizar uma leitura empírica da ocupação do solo e das paisagens naturais ou rurais em três biomas distintos – Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica.

A avaliação dos modelos de produção familiar sustentável em três biomas é importante porque as famílias e comunidades rurais de todos os territórios desenvolvem sistemas análogos em relação a diversidade de produção, de bases agroecológicas ou tradicionais, a partir de conhecimentos construídos gradativamente, em cada contexto e condições locais. Tais segmentos destacam-se por utilizar tecnologias sociais que auxiliam na viabilidade dos agroecossistemas com estratégias locais de adaptação, autonomia e resiliência frente aos desafios da agricultura familiar e em transição agroecológica.

3.1.1. DESCRIÇÃO DO UNIVERSO AMOSTRAL NO BIOMA CAATINGA

As famílias que participaram dessa pesquisa nos Territórios do Agreste Meridional em Pernambuco e no Centro Norte da Bahia, mesmo compondo o mesmo bioma, apresentam características locais distintas – com relação à composição, à ocupação e os usos dos solos e dos demais recursos produtivos – que caracterizam a diversidade de sistemas produtivos e ambientais do Semiárido.

Em Pernambuco, foram pesquisados dados de municípios do Brejo de Altitude, situados acerca de 800 metros acima do nível do mar. Devido ao clima, ao tipo de solo e à cultura local, as famílias agricultoras trabalham com a pecuária leiteira; os roçados anuais de sequeiro de feijão, fava, milho e mandioca e a produção de capim, leguminosas e palma forrageira. Foram visitadas 69 famílias nos Municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Bento do Una, compostos por minifúndios, assentamentos e comunidades tradicionais, com destaque para Angicos, comunidade Quilombola em Bom Conselho.

Na Bahia, foram visitadas 10 famílias dos Municípios de Serra Preta, Várzea do Poço e Ipirá, localizados entre as microrregiões de Jacobina e Feira de Santana, interligadas pela Rota do Sisal. Os sistemas produtivos apresentam variedade de produtos, característica da agricultura familiar tradicional, com a produção, o consumo e a comercialização de aves, caprinos, ovinos, bovinos, em áreas cobertas por pastagens. A produção agrícola é composta de roçados de sequeiro (mandioca, milho e feijão), frutas e hortaliças.

3.1.2. DESCRIÇÃO DO UNIVERSO AMOSTRAL NO BIOMA MATA ATLÂNTICA

Na Mata Atlântica, a pesquisa foi realizada na Zona da Mata Mineira, no Oeste de Santa Catarina e no Noroeste Riograndense. Nos três estados, a criação de gado leiteiro se assemelha, com destaque para a produção de queijos e outros derivados e a necessária produção de espécies forrageiras, silagem e pastagens. Porém, em relação às culturas agrícolas, há variação no contexto da agricultura familiar.

Em Minas Gerais, mais especificamente no entorno da Serra do Caparaó e Vale do Rio Carangola, próximo das divisas com os estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, encontra-se uma forte tradição do plantio de café arábica, com selo de qualidade para exportação, devido às condições edafoclimáticas. Porém, de acordo com alguns produtores, a

temperatura média anual ótima para a cultura do café é 22°C, mas percebem que devido às variações do clima, a média da temperatura está próxima a 25°C.

A economia é baseada na agropecuária, com propriedades de pequeno e médio portes ocupados com agricultura familiar, em distintos níveis de capacidade de produção de café, cana-de-açúcar e laticínios como o queijo frescal. Neste estado, foram realizadas 21 entrevistas, nos municípios de Caparaó, Divino e Espera Feliz.

Na Região Sul, observou-se uma agricultura familiar bem organizada em cooperativas e o uso cotidiano de currais, ordenhadeiras, maquinários, silos e outras tecnologias, para dar suporte ao gado de raça europeia. Essa condição deve-se ao processo de colonização e às condições edafoclimáticas favoráveis à agropecuária de clima subtropical úmido. Porém, os períodos de estiagens estão cada vez mais frequentes e intensos, com efeitos diretos na redução das florestas de araucárias, espécie que já serviu de moeda de troca por territórios argentinos e vem sofrendo novas investidas de madeireiros e pelo avanço das fronteiras agrícolas no território.

A cultura colonial é a expressão camponesa mais autêntica da região, com destaque para vinhos artesanais, queijos sem adição de conservantes, linguiças e salames artesanais. Por outro lado, a indústria da carne é o carro-chefe da economia agroindustrial, com foco na avicultura e suinocultura de corte. As unidades familiares são pressionadas a integrar a cadeia produtiva das grandes indústrias, as quais fornecem crédito, infraestrutura, animais, ração, medicamentos e acompanhamento técnico e as famílias integradas engordam os animais e entregam para as unidades de abate, ficando geralmente endividadas e responsáveis pelo passivo ambiental que se forma com o resíduo da produção.

3.1.3. DESCRIÇÃO DO UNIVERSO AMOSTRAL NO BIOMA CERRADO

Na região Centro-Oeste, foi possível observar como o agronegócio vem ocupando todo o bioma Cerrado. Os municípios visitados (Itaberaí, Guaraíta e Itapuranga) localizam-se no Centro Goiano, onde cerca de 60% das áreas agrícolas estão ocupadas por pastagens, o que demonstra a grande relação com a bovinocultura na região, frente a monocultura da soja e do mosaico de culturas alimentares e forrageiras.

Mesmo com a produção relativamente diversificada, o carro-chefe das famílias ainda é a criação do gado leiteiro, o que garante parte da renda. Porém, com a oferta crescente do produto, para as agroindústrias de laticínios, estas vêm baixando o preço de compra, gerando

mais concorrência entre os produtores e forçando a modernização do sistema de produção para os produtores se manterem competitivos. De acordo com algumas famílias, esse modelo sobrecarrega o solo, ultrapassa os limites dos animais e endivida os produtores, com o aumento dos custos de produção.

3.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Partindo dos pressupostos apontados por Altieri (2008), quando destaca a importância de um novo olhar a respeito da relação dos agricultores frente as mudanças climáticas, e nessa perspectiva, os sistemas de produção não só lidam com variações ambientais, como criam estratégias para enfrentar seus efeitos, minimizando as perdas de rendimento através de técnicas tradicionais, como o uso de variedades crioulas resistentes a secas, policultivos, agroflorestas, conservação do solo, captação de água de chuva etc. Ainda segundo o autor, o desafio chave para os pesquisadores é definir um marco conceitual e metodológico que possa decifrar os mecanismos e princípios de resiliência de sistemas diversificados frente aos extremos climáticos, o que potencializa sua sustentabilidade.

Observando as estratégias de adaptação e resiliência camponesa, como forma de promover modelos sustentáveis de produção, a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) vem propondo uma estrutura analítica global e banco de dados de apoio para avaliar o desempenho multidimensional da agroecologia. Este marco analítico visa fornecer um diagnóstico do desempenho agrícola em várias dimensões, que representam melhor os benefícios e compensações de diferentes sistemas agrícolas para ir além das medidas padrão de produtividade (FAO, 2021).

A Ferramenta para Avaliação de Desempenho Agroecológico (TAPE, sigla em inglês), instrumento metodológico da FAO, baseia-se em outras metodologias já em uso, conforme o Quadro 2, que apresenta as principais semelhanças e diferenças entre elas. Segundo Motett *et al* (2020), em relação à semelhança, destacam-se o Marco para Avaliação de Sistemas de Gestão de Recursos Naturais que incorpora Indicadores de Sustentabilidade (MESMIS, sigla em inglês), o método para avaliar sustentabilidade e resiliência na propriedade - Sociedad Científica Latino Americana de Agroecología (SOCLA); o Método de Análise Econômico-ecológica dos Agroecossistemas (LUME – ASPTA), que analisa os impactos de fatores

externos (eventos climáticos ou políticas públicas) e inovações geradas a partir de estratégias locais para superar desafios (organização, autonomia e resiliência).

Quadro 2 - Relação de alguns Marcos Analíticos da Agroecologia já testados, seus atributos incorporados pelo TAPE e suas principais diferenças

Marco	Atributos incorporados	Diferenças
MESMIS Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo dos Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade (GIRA-UNAM).	▪ Participativo; ▪ Passos metodológicos graduais e hierárquico; ▪ Flexível; ▪ Inicia contextualizando o território.	Os indicadores são quantificados a partir de métodos diferentes do proposto pelo TAPE.
GTAE Grupo de trabalho sobre Transições Agroecológicas (CIRAD/IRD/AgroParistech)	▪ Simples, porém mais demorado que o TAPE; ▪ Permite a integração em sistemas mais amplos de monitoramento e avaliação; ▪ A maioria dos critérios comuns.	A primeira etapa apresenta um diagnóstico agrário completo, que não está previsto no TAPE; O GTAE é mais demorado e custoso, pois incorpora critérios que no TAPE são considerados avançados e opcionais.
SOCLA Sociedade Científica Latino Americana de Agroecologia – Método de Avaliação de Sustentabilidade e Resiliência em Agricultura.	➤ Modelo de avaliação do solo incorporado nos critérios ➤ Básicos do TAPE; ➤ Praticamente todos os outros ➤ Critérios são comuns; ➤ Método de avaliação participativa e simplicidade.	No TAPE não se aprofunda na saúde das culturas.
LUME Método de análise Econômico - Ecológico do agroecossistemas	● Baseado no método MESMIS; ● Praticamente todos os critérios e indicadores são comuns; ● Valorizam a economia não monetária (invisível).	A centralidade do princípio da autonomia no LUME, é apenas um dos aspectos valorizados no TAPE.

Fonte: Adaptado de Mottet *et al.* (2020).

Esta metodologia foi selecionada baseando-se nas afirmativas de Neves & Imperador (2022), segundo as quais a TAPE apresenta características que contribuem para o

desenvolvimento ou redesenho de modelos sustentáveis de agricultura: aplica-se de maneira participativa, permitindo o diálogo entre conhecimento científico e empírico; é um método rápido e de baixo custo para aplicá-lo, incluindo um limitado número de critérios; seus indicadores refletem a contribuição da agroecologia para o alcance dos ODS, especialmente em segurança alimentar e nutricional; avalia a adaptação e mitigação das mudanças climáticas, biodiversidade e degradação da terra; gera dados que possibilitam a inserção de sistemas agroecológicos e comunidades tradicionais em programas de pagamento por serviços ambientais e créditos de carbono. Que coadunam com os propósitos deste trabalho.

Para a FAO (2021), este instrumento apresenta um enfoque escalonado em quatro passos, onde os dois passos centrais (1 e 2) são complementados por uma descrição preliminar do contexto dos sistemas estudados (passo 0), tendo como opção a inclusão de uma tipologia (passo 1 bis) e uma análise final de interpretação participativa dos resultados (passo 3):

➤ Passo zero: consiste em fazer uma descrição dos sistemas produtivos e seu contexto, sendo elaborado através de informações primárias e secundárias, contemplando os sistemas de produção, zonas agroecológicas, políticas existentes e a relação dos agroecossistemas com seu entorno.

➤ Passo 1: busca-se caracterizar o estágio da transição agroecológica em que o sistema se encontra. Baseando-se nos dez elementos da agroecologia (FAO, 2018), cria-se critérios subdivididos por índices, que são analisados e recebem pontuações, numa escala de zero a quatro. A soma dos índices de cada critério é dividida pelo valor máximo que poderia ser alcançado na avaliação deste critério, transformando o resultado em percentual alcançado em cada elemento da agroecologia. (Ex: $2+3+3+4 = 12/16 = 0,75 = 75\%$). Com o resultado da análise de todos os critérios, cria-se um gráfico que possibilita visualizar o nível de transição agroecológica que se encontra o sistema.

➤ Passo 1 (bis): como opção para reduzir o tamanho da amostra, o método propõe a simplificação a partir da tipologia de sistemas. Porém, este passo é indicado nos casos onde os representantes da amostra apresentam homogeneidade, podendo ser classificados em grupos.

➤ Passo 2: verifica-se através de critérios básicos de desempenho, as cinco dimensões-chaves dos sistemas agroecológicos, que contribui para a segurança alimentar e o alcance dos ODS. Como resultado estratégico da análise, o método propõe abordar temas gerais como: meio ambiente e mudanças climáticas, saúde e nutrição, sociedade e cultura, economia e governança.

A partir da análise de cada dimensão, utilizando a forma de representação tipo semáforo, os resultados são classificados em sustentável (verde), aceitável e com necessidade de melhorias (amarelo) e insustentável (vermelho).

➤ Passo 3: refere-se à devolução aos grupos entrevistados, para a validação participativa dos resultados.

Para efeito do presente estudo, que teve como objetivo verificar o potencial que os agroecossistemas familiares apresentam para contribuir com o alcance dos ODS, fez-se a análise por meio da adequação do Passo 2 do Método TAPE, que permitiu verificar o desempenho desses sistemas de produção para o alcance de alguns dos ODS e a segurança alimentar.

O Passo 2 consiste em avaliar o desempenho dos sistemas como propriedades, comunidades e territórios. Analisados em cinco dimensões chaves, consideradas por especialistas em Avaliação Multidimensional da Agroecologia como relevantes para uma alimentação saudável, agricultura sustentável e para alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Assim como no MESMIS, a ferramenta TAPE define os critérios para cada dimensão e indicadores para avaliar cada critério, conforme pode ser observado no Quadro 3. Neste caso, foram identificados vínculos com os indicadores dos ODS para cada critério.

Quadro 3 - Dimensões e critérios básicos de desempenho da agroecologia e sua relação com os indicadores dos ODS

Dimensão chave	Nº	Critérios básicos de desempenho	Método de avaliação proposta na enquête	ODS	Indicadores de ODS
Governança	1	Acesso segura à terra	Tipo de acesso à terra: propriedade, arrendamento + duração, verbal, não explícita (ODS 1.4.2, 5.a.1 e 2.4.1 sub-indicador 11).	1	1.4.2 2.4.1 5.a.1
				2 5	
Economia	2	Produtividade	Valor da produção agrícola por hectare (ODS 2.4.1 sub-indicador 1) Valor de produção agrícola por pessoa.	2	2.3.1 2.4.1
	3	Renda	Produtos - insumos - gastos operativos - depreciação + outras rendas (ODS 2.4.1 sub-indicador 2).	1 2 10	1.1.1, 1.2.1 1.2.2 2.3.2 e 2.4.1 10.2.1
	4	Valor Agregado	Renda líquida + aluguéis + impostos + interesses – subsídios.	10	10.1.1 10.2.1
Saúde e	5	Exposição a	Quantidade aplicada, tamanho da	3	3.9.1

Nutrição		pesticidas	área, toxicidade e existência de equipamentos e práticas de mitigação de riscos.		3.9.2 3.9.3
	6	Diversidade alimentar	Diversidade Alimentar Mínima para Mulheres (FAO y FHI 360, 2016).	2	2.1.1, 2.1.2 2.2.1, 2.2.2, 2.4.1
Sociedade e Cultura	7	Empoderamento das mulheres	Índice abreviado de empoderamento da mulher na agricultura, A-WEAI (IFPRI, 2012).	2 5	2.4.1 5.a.1 5.a.2
	8	Oportunidade de emprego para jovens	Acesso a emprego, formação, educação ou migração (ODS 8.6.1).	8	8.6.1
Meio Ambiente	9	Biodiversidade agrícola	Importância relativa das variedades de cultivos, raças de animais, árvores e bordas seminaturais na exploração (ODS 2.4.1 sub-indicador 8.1, 8.6 e 8.7).	2 15	2.4.1 2.5.1
	10	Saúde do solo	Se adaptou ao método agroecológico rápido e amigável para os agricultores da SOCLA para avaliar a saúde do solo (Nichols <i>et al.</i> , 2004).	2 15	2.4.1 15.3.1

Fonte: Adaptado de FAO (2021).

Após a coleta dos dados para cada um dos indicadores, o desempenho do sistema foi avaliado usando a abordagem de ‘semáforo’, em que são considerados três níveis de desempenho por indicador: verde: desejável; amarelo: aceitável e vermelho: insustentável. Essa abordagem permite identificar, para cada questão, as condições críticas de insustentabilidade (vermelho), as condições que podem ser consideradas desejáveis (verde) e, nas condições intermediárias, as situações consideradas aceitáveis, mas que devem ser melhoradas (amarelo).

3.2.1. CRITÉRIOS DE DESEMPENHO DA DIMENSÃO-CHAVE GOVERNANÇA

3.2.1.1. ACESSO SEGURO À TERRA

O acesso equitativo à terra e aos demais recursos naturais é fundamental para a justiça social e a igualdade de gênero, mas também para favorecer investimentos de longo prazo, necessários para proteger o solo, a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos e aumentar a resiliência aos estresses climáticos. A governança responsável e eficaz pode apoiar a transição para sistemas agroalimentares sustentáveis e mais igualitários.

O primeiro critério é baseado nos indicadores 1.4.2, 2.4.1 e 5.a.1 do ODS 1, adaptados ao nível da propriedade ou comunidade e completados com indicadores específicos para pastores:

- Existência de reconhecimento legal do acesso à terra (mobilidade dos pastores);
- Existência de documento formal em nome do/a titular;
- Percepção de segurança de acesso à terra pela família;
- Existência do direito de vender, doar e herdar a terra.

Os indicadores são usados da seguinte forma, para qualificar os critérios de acesso à terra:

- Verde: possui documento formal com o nome do titular; e eles têm uma percepção de acesso seguro à terra; e tem, pelo menos, o direito de vender/doar/herdar qualquer área da propriedade;
- Amarelo: possui documento formal como titular; percepção de insegurança no acesso à terra; e/ou sem o direito de vender/doar/herdar a terra; ou possui documento formal mesmo que não conste o nome do titular; ou não possuem documentos, mas têm a percepção de acesso seguro à terra; e possui pelo menos o direito de vender/doar/herdar a terra;
- Vermelho: não possui documentos; e percepção de insegurança no acesso à terra; e/ou não tem nenhum direito de vender/doar/herdar a terra.

3.2.2. CRITÉRIOS DE DESEMPENHO DA DIMENSÃO-CHAVE ECONOMIA

3.2.2.1. PRODUTIVIDADE

A medição da produtividade fornece informações sobre a quantidade de recursos necessários (por exemplo, terra, capital e trabalho em termos econômicos clássicos, mas também água ou nutrientes) para produzir uma certa quantidade ou volume de produtos. Melhorias na produtividade agrícola contribuem para alcançar a segurança alimentar em um mundo com recursos limitados e os indicadores avaliados podem contribuir para reduzir os impactos ambientais da agricultura.

O método utilizado é baseado no indicador 2.4.1 do ODS 2, em particular, no subindicador 1 (Valor da produção agrícola por hectare), com a adição do valor da produção agrícola por pessoa que trabalha no local (propriedade, sistema de produção ou comunidade), a fim de explicar melhor a produtividade em grandes sistemas extensivos como no pastejo.

Foram coletados dados sobre as dez culturas mais importantes, os dez produtos animais mais importantes e as dez atividades/serviços mais importantes dentro do sistema avaliado e para cada produto, a pesquisa coletou dados sobre a quantidade produzida, a quantidade vendida e o preço na porta.

O número de pessoas que trabalham na propriedade ou comunidade é o número total de pessoas que trabalham no local, incluindo família e trabalhadores remunerados, em equivalentes a tempo integral.

As proporções calculadas são utilizadas da seguinte forma, para qualificar os critérios de produtividade por Hectare:

- Verde: o valor da produtividade por Hectare é $\geq 2/3$ do valor médio nacional da produção por hectare/ano;

- Amarelo: o valor da produtividade por Hectare é $\geq 1/3$ e $< 2/3$ do valor médio nacional da produção por Hectare/ano;

- Vermelho: o valor da produtividade por Hectare é $< 1/3$ do valor médio nacional da produção por hectare/ano.

Para pontuar os critérios de produtividade por pessoa:

- Verde: o valor da produtividade por pessoa é $\geq 2/3$ do valor médio nacional da produção por pessoa;

- Amarelo: o valor da produtividade por pessoa é $\geq 1/3$ e $< 2/3$ do valor médio nacional da produção por pessoa;

- Vermelho: o valor da produtividade por pessoa é $< 1/3$ do valor médio nacional da produção por pessoa.

O valor médio nacional da produção, bem como a área total de terras agrícolas, podem ser (ou foram obtidos?) com dados do FAOSTAT e do Banco Mundial. O emprego na agricultura (em número de pessoas) também está disponível no FAOSTAT, assim como o valor agregado agrícola por trabalhador.

3.2.2.2. RENDA

Uma parte importante da sustentabilidade na agricultura é a viabilidade econômica do sistema. Isso se deve em grande parte à lucratividade, ou a renda líquida que o produtor ou a família pode obter com as operações agrícolas em relação ao investimento em terra, mão de obra e outros ativos. A disponibilidade e o uso de informações sobre o desempenho econômico da propriedade, ou seja, a lucratividade, apoiarão uma melhor tomada de decisão tanto no nível micro, quanto no macro.

Aumentar a eficiência dos produtores, melhorando os processos biológicos e reduzindo os custos de insumos externos pode aumentar a renda líquida da unidade e criar mercados mais inclusivos e inovadores que conecta produtores e consumidores em uma economia circular e solidária (Van der Ploeg *et al.*, 2019). Por exemplo, a adoção de práticas agroecológicas aumentou a rentabilidade da propriedade em 66% dos casos analisados por D'Annolfo *et al.* (2017).

No método de avaliação TAPE devem ser incluídos os rendimentos de todas as atividades produtivas (Quadro 4) importantes no contexto da avaliação da sustentabilidade da vida nas áreas rurais. Este indicador é baseado no método usado para o indicador 2.4.1 do ODS 2, e em particular o subindicador 2 (Rendimento Agrícola Líquido = Receita Líquida Agrícola), e para o indicador 2.3.2 (Rendimento dos pequenos produtores de alimentos) e para avaliação da economia, desenvolvida por Levard *et al.* (2019).

Quadro 4 - Cálculo da renda líquida familiar

Renda Líquida da Família
➤ Produto Bruto (valor da produção agrícola: colheitas, gado, peixe, árvores) (+ subsídios).
➤ Custo de insumos e impostos (sementes, fertilizantes, pesticidas, rações, serviços veterinários).
➤ Custo da mão de obra contratada.
➤ Empréstimos, juros e custos de arrendamento de terras.
➤ Depreciação de máquinas e equipamentos.

Fonte: Adaptado de Levard *et al.* (2019).

Dessa forma, a renda não é apenas um reflexo da disponibilidade monetária, pois as famílias que produzem seus próprios alimentos podem ter uma pontuação melhor e sua

autossuficiência alimentar é refletida na fórmula. A renda calculada é usada da seguinte forma para qualificar os critérios de receita:

➤ Verde (desejável): Renda familiar líquida/trabalhador familiar > Renda média em um agroecossistema semelhante (por exemplo, de sistemas de monitoramento agrícola); ou (se não disponível) > Rendimento médio das atividades agrícolas a partir dos dados do RuLIS (FAO, 2019); ou (se não estiver disponível) > Renda nacional mediana (de estatísticas nacionais);

➤ Amarelo (aceitável): Renda doméstica líquida/trabalhador familiar > linha de pobreza nacional (conforme definido pelo Banco Mundial) e < renda mediana em um agroecossistema semelhante (por exemplo, de sistemas de monitoramento agrícola); ou (se não disponível) < Rendimento médio das atividades agrícolas nos dados do RuLIS (FAO, 2019c); ou (se não disponível) < Renda nacional mediana (de estatísticas nacionais);

➤ Vermelho (insustentável): Renda líquida familiar/trabalhador familiar < linha de pobreza nacional (conforme definido pelo Banco Mundial).

Caso os dados para o cálculo do rendimento sejam escassos e/ou não existam dados para comparação com o rendimento médio em sistema similar ou a nível nacional, um método alternativo baseado na percepção do rendimento, semelhante ao sub indicador 2.4.1 do ODS 2.

Nesse caso, o seguinte método deve ser seguido para pontuar os critérios de renda:

- Verde (desejável): a renda está aumentando e é > renda média da região;
- Amarelo (aceitável): renda estável é = renda média da região;
- Vermelho (insustentável): renda está diminuindo ou é < renda média na região.

Este critério também contribui para informar o ODS 10 sobre a redução das desigualdades e, em particular, o indicador 10.1.1 (Taxas de crescimento do gasto ou renda per capita dos domicílios entre os 40% mais pobres da população e o total da população) e 10.2.1 (Proporção de pessoas vivendo com menos de 50% da renda mediana, por sexo, idade e pessoas com deficiência). Também está ligada a indicadores de níveis de pobreza como 1.1.1, 1.2.1 e 1.2.2.

Para além do valor absoluto da receita, a sua estabilidade ao longo do tempo é um importante indicador da sustentabilidade econômica de um sistema e, em particular, da sua resiliência. A diversificação e a integração podem reduzir a vulnerabilidade dos sistemas, caso

uma única cultura, espécie pecuária ou outro produto falhe, evitando a alta variabilidade de renda. Por último, reduzir a dependência de insumos externos também pode reduzir a vulnerabilidade dos agricultores ao risco econômico.

3.2.2.3. VALOR AGREGADO

Embora a renda seja um indicador básico do desempenho econômico de um sistema, para sustentar uma família ou comunidade, ela não fornece informações sobre seu desempenho em termos de criação de riqueza. A desigualdade de renda afeta a taxa na qual o crescimento econômico permite a redução da pobreza (Ravallion, 2004). A análise da renda pode ser complementada com o valor agregado (Van der Ploeg *et al.*, 2019), após a remoção de subsídios e renda de arrendamento de terras ou outros ativos e adição de impostos, juros sobre empréstimos e salários pagos pelo trabalho (Quadro 5):

Quadro 5 - Cálculo do valor agregado bruto

VALOR AGREGADO BRUTO = Renda familiar líquida - Subsídios e rendimentos de terras arrendadas + Custo da mão de obra contratada + Juros do empréstimo e custo do arrendamento do terreno.

Fonte: Adaptado de Levard *et al.* (2019).

O valor agregado bruto calculado pode ser usado da seguinte forma:

➤ Verde: valor agregado bruto/trabalhador familiar $> 1,2$ x valor agregado bruto médio em um agroecossistema semelhante (por exemplo, de sistemas de monitoramento agrícola); ou (se não disponível) $> 1,2$ x PIB agrícola nacional por trabalhador agrícola (FAOSTAT);

➤ Amarelo: valor agregado bruto/trabalhador familiar $< 1,2$ x valor agregado bruto médio em um agroecossistema semelhante (por exemplo, de sistemas de monitoramento agrícola) e $> 0,8$ x valor agregado bruto médio em um agroecossistema semelhante; ou (se não disponível) $< 1,2$ x PIB agrícola nacional por trabalhador agrícola (FAOSTAT) e $> 0,8$ x PIB agrícola nacional por trabalhador agrícola (FAOSTAT);

➤ Vermelho: Valor agregado bruto/trabalhador familiar $< 0,8$ x valor agregado bruto médio em um agroecossistema semelhante (por exemplo, de sistemas de monitoramento agrícola); ou (se não disponível) $< 0,8$ x PIB agrícola nacional por trabalhador agrícola (FAOSTAT).

Este indicador contribui para informar o indicador ODS 10.1.1 (Taxas de crescimento da renda familiar ou gasto per capita entre os 40% mais pobres da população e a população total) e o indicador 10.2.1 (Proporção de pessoas que vivem abaixo de 50% da renda mediana, por sexo, idade e pessoas com deficiência).

3.2.3. CRITÉRIOS DE DESEMPENHO DA DIMENSÃO-CHAVE SAÚDE E NUTRIÇÃO

3.2.3.1. EXPOSIÇÃO AOS AGROTÓXICOS

Em 2018, foram utilizados cerca de 3,5 milhões de toneladas de ingrediente ativo de agrotóxicos em plantações ao redor do globo (FAOSTAT, 2018). Devido à elevada atividade biológica e, em certos casos, à longa persistência no ambiente, os pesticidas provocam efeitos indesejáveis na saúde humana e no ambiente: solo, água, flora e fauna.

Produtores e trabalhadores rurais são expostos a altos níveis de agrotóxicos, com frequência e quantidades muito mais altas do que os consumidores dos produtos do campo. A exposição do produtor ocorre principalmente durante o preparo e utilização desses produtos, durante a limpeza dos equipamentos de aplicação e pela deriva deste produto ao vento, quando lançados em propriedades vizinhas.

Os pesticidas são considerados altamente perigosos para a saúde humana ou para o ambiente, particularmente para mulheres e crianças. Os perigos ambientais incluem a contaminação de recursos hídricos e solos e, a toxicidade aguda ou crônica para organismos não-alvo que podem causar a interrupção das funções do ecossistema como polinização ou supressão dos organismos responsáveis pelo controle natural de pragas.

As medidas para reduzir o uso de venenos incluem aquelas que promovem o uso de defensivos naturais e o manejo integrado de pragas com base em abordagens ecossistêmicas. Portanto, um benefício fundamental da agroecologia é o grau em que ela reduz o uso de pesticidas, que são nocivos e muitas vezes caros.

Este critério é baseado no sub indicador 7 do indicador 2.4.1 (manejo de pesticidas), e mais especificamente na quantidade de pesticidas orgânicos e sintéticos aplicados, seu nível de toxicidade (alta/moderada/ligeiramente, de acordo com Damalas e Koutroubas, 2016) e a existência ou não de técnicas de mitigação, como uso de proteção antes e depois da fumigação,

marcação de áreas fumigadas, etc. na aplicação de pesticidas e para outras pessoas que vivem e trabalham nas proximidades da área em questão (Ross *et al.*, 2015).

O uso de defensivos naturais e a implementação de práticas benéficas para o manejo ecológico de pragas que podem reduzir substancialmente a necessidade de produtos químicos também são considerados.

Os dados coletados da pesquisa foram usados para pontuar os critérios de exposição a pesticidas:

➤ Verde: quantidade de pesticidas orgânicos usados $\geq$ quantidade de pesticidas sintéticos usados e pesticidas classes I e II (alta e moderadamente tóxicos) não são usados; e pelo menos 4 das técnicas de mitigação listadas são usadas ao aplicar pesticidas químicos; ou não são usados pesticidas químicos; e pesticidas orgânicos e/ou outras técnicas integradas de manejo de pragas são usadas;

➤ Amarelo: quantidade de pesticidas sintéticos usados $>$ quantidade de pesticidas orgânicos usados; e os produtores não utilizam agrotóxicos classe I (Altamente tóxico); e pelo menos 4 das técnicas de mitigação listadas são usadas ao aplicar os produtos químicos; e também são utilizados pesticidas orgânicos e/ou outras técnicas integradas;

➤ Vermelho: os produtores usam pesticidas altamente perigosos (Classe I) e/ou pesticidas ilegais; ou os produtores usam pesticidas Classe II e/ou III (moderadamente tóxicos e suaves ou relativamente não tóxicos) com menos de 4 das técnicas de mitigação listadas; ou os produtores usam pesticidas químicos de qualquer tipo e nenhum pesticida orgânico ou outras técnicas integradas são usadas.

Esses indicadores também ajudaram a informar o subindicador 7 do indicador 2.4.1 (Gestão de pesticidas), bem como o indicador 3.9.1 (Taxa de mortalidade atribuída à poluição do ar), 3.9.2 (Taxa de mortalidade atribuída a água não potável), saneamento inseguro e falta de higiene, e 3.9.3 (Taxa de mortalidade atribuída a envenenamento não intencional).

3.2.3.2. DIVERSIDADE ALIMENTAR

Para resolver os desequilíbrios em nossos sistemas alimentares e avançar para um mundo sem fome que aborde todas as formas de desnutrição (fome, deficiências de micronutrientes e obesidade), apenas aumentar a produção não é suficiente. Reequilibrar os

hábitos alimentares, promover a produção e o consumo de alimentos saudáveis e apoiar o direito à alimentação adequada são elementos de uma transição agroecológica (FAO, 2018). Por exemplo, descobriu-se que a riqueza de espécies, uma medida da biodiversidade, está altamente correlacionada com a adequação de micronutrientes na dieta humana (Lachat *et al.*, 2018).

A diversidade alimentar é uma medida qualitativa do consumo de alimentos que reflete o acesso familiar a uma variedade de alimentos e também é um indicador da adequação nutricional das dietas dos indivíduos. Os indicadores propostos para esta estrutura são aqueles selecionados para analisar a Diversidade Alimentar Mínima para Mulheres (FAO & FHI 360, 2016). As mulheres são consideradas representantes do estado nutricional do agregado familiar e estes dados são recolhidos diretamente com elas.

Os resultados de diversidade dietética consistem em uma contagem simples de 10 grupos de alimentos consumidos nas últimas 24 horas: grãos, raízes e tubérculos brancos e bananas; legumes (feijão, ervilha e lentilha); nozes e sementes; produtos lácteos; carnes, aves, peixes; ovos; vegetais folhosos verde-escuros; outras frutas e vegetais ricos em vitamina A; outros vegetais e outras frutas.

Os resultados foram analisados da seguinte forma para qualificar os critérios de diversidade alimentar:

Verde (desejável): MDD pontuação ≥ 7	Amarelo (aceitável): ≥ 5 MDD pontuação < 7	Vermelho (insustentável): MDD pontuação < 5
---	---	---

Esse critério também contribuiu na pesquisa para informar o indicador 2.4.1 do ODS 2 e, em especial, o subindicador 10 (Escala de Experiência em Insegurança Alimentar - FIES). informou na pesquisa também os indicadores 2.1.1 (Prevalência de desnutrição), 2.1.2 (Prevalência de insegurança alimentar moderada ou grave na população. Com base na Escala de Experiência em Insegurança Alimentar - FIES), os indicadores 2.2.1 (Prevalência de baixa estatura) e 2.2.2 (Prevalência de desnutrição).

3.2.4. CRITÉRIOS DE DESEMPENHO DA DIMENSÃO-CHAVE SOCIEDADE E CULTURA

3.2.4.1. EMPODERAMENTO DAS MULHERES

Globalmente, as mulheres representam quase metade da força de trabalho agrícola e desempenham um papel fundamental na segurança alimentar familiar, diversidade alimentar e saúde, bem como na conservação e uso sustentável da biodiversidade, na construção de meios de subsistência resilientes e na transformação dos sistemas alimentares. Não obstante, elas enfrentam obstáculos persistentes, restrições econômicas e permanecem economicamente marginalizados e vulneráveis a violações de direitos, enquanto suas contribuições não são reconhecidas.

Mulheres adultas, jovens e crianças também correm maior risco de desnutrição e cerca de 60% das pessoas famintas no mundo são mulheres. Esses e outros dados indicam que abordar as desigualdades de gênero gerará múltiplos benefícios em termos de segurança alimentar e redução da pobreza (FAO, 2017).

O Índice de Empoderamento das Mulheres na Agricultura (WEAI) é baseado em pesquisas que permitem mensurar os níveis de empoderamento, a gerência e a inclusão delas no setor agrícola. O WEAI tem sido amplamente utilizado desde 2012 por uma variedade de organizações para avaliar o estado de empoderamento e a paridade de gênero na agricultura, para identificar áreas-chave onde o empoderamento precisa ser fortalecido e para acompanhar o progresso ao longo do tempo.

Esse Índice mede os papéis e a extensão da participação das mulheres no setor agrícola em cinco domínios de empoderamento: (1) decisões sobre a produção agrícola, (2) acesso e poder de decisão sobre recursos produtivos, (3) controle sobre o uso da renda, (4) liderança na comunidade e (5) uso do tempo. Ele também mede o empoderamento das mulheres em relação aos homens dentro de suas famílias. Os critérios foram pontuados de acordo com a seguinte regra:

Verde (desejável): A-WEAI $\geq$ 80%	Amarelo (aceitável): A-WEAI $\geq$ 60% y <80%	Vermelho (insustentável): A-WEAI < 60%
--	---	--

Esses Indicadores se relacionam diretamente com o Indicador ODS 5.a.1: proporção da população agrícola total com propriedade ou direitos garantidos sobre terras agrícolas, por sexo; e proporção de mulheres entre as proprietárias ou detentoras de direitos de terras agrícolas, por

tipo de posse; e 5.a.2: proporção de países em que a estrutura legal (incluindo direito comum) garante direitos iguais das mulheres à propriedade e/ou controle da terra.

3.2.4.2. OPORTUNIDADE DE EMPREGO PARA JOVENS

Aproximadamente um terço dos imigrantes no mundo tem entre 15 e 34 anos (UNDESA, 2012) e as altas taxas de desemprego e subemprego estão entre as principais causas da migração de emergência das áreas rurais (FAO, 2016). Abordagens baseadas em conhecimentos para a agricultura, como a agroecologia, podem fornecer soluções promissoras de trabalho decente, com oportunidades de emprego rural que atendam às aspirações das juventudes rurais. (FAO, 2018).

Monitorar a oferta de trabalho na agricultura, especialmente para os jovens, é, portanto, relevante para avaliar o progresso em direção à agricultura sustentável. Para esta metodologia, se propôs seguir a abordagem do indicador ODS 8.6.1 e coletar dados sobre a proporção de jovens (de 15 a 24 anos) na família ou comunidade que não está estudando, trabalhando ou se capacitando.

Estes dados foram depois comparados com o número de jovens que trabalham nas atividades agrícolas (dentro do sistema avaliado), o número de jovens na escola, o número dos que trabalham fora (mas vivem no sistema) e o número dos que emigraram. O critério é foi calculado como uma média não ponderada de dois índices (emprego e emigração), calculados separadamente, usando os seguintes indicadores, pontuações e ponderações (ver quadro 6):

Quadro 6 - Indicadores, ponderações e pontuações para o cálculo dos critérios sobre oportunidades de emprego para jovens

Domínio	Indicadores	Pontuação	Peso
Emprego / Atividade	% de jovens trabalhando na produção agropecuária no sistema avaliado	1	½
	% de jovens em educação ou formação	1	
	% de jovens que trabalham fora, mas vivem atualmente no sistema avaliado	0,5	
	% de jovens que não estudam nem trabalham na agricultura ou noutras atividades	0	
	% de jovens que já saíram da comunidade por falta de oportunidades	0	
Emigração	% de jovens que querem continuar a atividade agrícola dos pais	1	½
	% de jovens que emigraram, se tivessem oportunidade	0,5	

	% de jovens que já saíram da comunidade por falta de oportunidades	0	
--	--	---	--

Fonte: Adaptado de FAO (2021).

Atribuiu-se a pontuação zero às situações individualmente consideradas desfavoráveis e 1 às consideradas favoráveis e o valor de 0,5 é dado para situações intermediárias. Os seguintes limites foram usados para a pontuação média final de emprego e emigração:

Verde (desejável): Pontuação $\geq 70\%$	Amarelo (aceitável): Pontuação $\geq 50\%$ e $<70\%$	Vermelho (insustentável): Pontuação $< 50\%$
--	--	--

3.2.5. CRITÉRIOS DE DESEMPENHO DA DIMENSÃO-CHAVE MEIO AMBIENTE

3.2.5.1. BIODIVERSIDADE AGRÍCOLAS

A biodiversidade agrícola é a diversidade de espécies e variedades de culturas, espécies e raças de gado, plantas silvestres, polinizadores, biota do solo e outros organismos aquáticos e terrestres que tornam possível a produção agrícola e alimentar (PAR, 2018). Enfrentar os desafios da mudança climática, melhorar a nutrição e a saúde e alcançar uma transformação para sistemas de produção mais sustentáveis e equitativos requer a conservação da biodiversidade agrícola. O aumento da agrobiodiversidade é fundamental para o processo de transição para a agroecologia para garantir a segurança alimentar e nutricional, conservando, protegendo e aprimorando os recursos naturais e os serviços ecossistêmicos.

Minifúndios, pequenas e médias propriedades, encontradas principalmente em sistemas de produção tradicionais e mistos, produzem mais alimentos e nutrientes (nas regiões mais populosas e com insegurança alimentar) do que grandes fazendas em sistemas alimentares modernos (Pengue e Gemmill- Herren, 2018).

Numerosos estudos encontraram uma relação positiva entre sistemas agrícolas diversificados e resultados nutricionais humanos para pequenas propriedades agrícolas (Bellon *et al.*, 2016; Demeke *et al.*, 2017; Jones *et al.*, 2014; Powell *et al.*, 2015). A presença de árvores em terras agrícolas pode ser usada como um indicador de biodiversidade: Zomer *et al.* (2016) estimam que mais de 10% da cobertura arbórea pode ser encontrada em mais de 45% das terras agrícolas em todo o mundo, com um sequestro de carbono estimado de 0,7 Gt CO₂ por ano entre 2000 e 2010.

Para esta metodologia, uma contagem de espécies e variedades de culturas e a área relativa ocupada, bem como uma contagem de espécies e raças animais, serão usadas para calcular um índice de diversidade de Gini-Simpson para culturas e animais. Esses resultados serão então calibrados com um índice que mede a vegetação natural e a presença de polinizadores.

Os indicadores de biodiversidade agrícola aqui propostos seguem a abordagem do subindicador 8.1, 8.6 e 8.7 do indicador ODS 2.4.1. A partir da caminhada transversal realizada durante o levantamento, são obtidos dados por contagem das espécies e variedades de cultivos e árvores que crescem no sistema avaliado, bem como contagem de espécies e raças de animais criados, conforme o Quadro 7. A área ocupada por cada cultura também é coletada durante o levantamento.

Um índice de diversidade de Gini-Simpson é então calculado, tanto para culturas quanto para animais: $1 - D = 1 - \sum P_i^2$. Em que P_i é a abundância e “i” a proporção de indivíduos que se encontram na “i-ésima” espécie.

Um terceiro índice chamado "vegetação natural, árvores e polinizadores" é calculado como a média dos 3 indicadores a seguir e pontuações associadas:

Quadro 7 - Índice de biodiversidade natural em agroecossistemas

Indicador	Resposta	Pontuação
Apicultura	Não	0
	Sim, selvagens	0,5
	Sim, criação	1
Área produtiva coberta por vegetação natural ou diversa	Não existe	0
	Pequena	0.25
	Média	0.5
	Significativa	0.75
	Abundante	1
Presença de polinizadores e animais benéficos	Não existe	0
	Pouca	0.33
	Significativa	0.66
	Abundante	1

Fonte: Adaptado de FAO (2021).

As médias dos 2 índices de Gini-Simpson e do terceiro são usadas para qualificar o critério da biodiversidade agrícola usando os seguintes limites:

Verde (desejável): Pontuação média $\geq 70\%$	Amarelo (aceitável): Pontuação média $\geq 50\%$ e $<70\%$	Vermelho (insustentável): Pontuação média $<50\%$
--	--	---

3.2.5.2. SAÚDE DO SOLO

O solo suporta a produção agrícola e o funcionamento do ecossistema. Manter a quantidade e a qualidade da matéria orgânica nos solos agrícolas é, portanto, um elemento chave da sustentabilidade na agricultura (FAO, 2017). A saúde do solo abrange a estabilização da estrutura do solo, a manutenção da vida e da biodiversidade do solo, a retenção e liberação de nutrientes para as plantas e a manutenção da capacidade de retenção de água, tornando-se um critério fundamental não apenas para a produtividade agrícola, mas também para a resiliência ambiental (FAO, 2005).

Várias práticas utilizadas em sistemas agroecológicos podem contribuir para melhorar a saúde do solo, como por exemplo, mínima perturbação mecânica do solo, fertilização orgânica a partir de esterco animal ou composto, cobertura permanente do solo (fornecimento de matéria orgânica pela preservação de culturas e culturas de cobertura), rotação de culturas para biocontrole e uso eficiente do perfil do solo, manejo de pastoreio rotacionado e compactação mínima do solo.

Os indicadores selecionados para avaliar a saúde do solo são aqueles desenvolvidos pela Sociedade Latino-Americana de Agroecologia (SOCLA) e apresentados em Nicholls *et al.* (2004).

O método é realizado durante a caminhada de campo e é baseado em medições e avaliação das propriedades do agroecossistema que refletem a qualidade do solo e a saúde das plantas.

Os 10 indicadores de saúde do solo da SOCLA são: estrutura do solo; grau de compactação; profundidade do solo; estado dos resíduos; cor, odor e matéria orgânica; Retenção hídrica; cobertura do solo; sinais de erosão do solo; presença de invertebrados e atividade microbiológica.

Neste método, foi simplificado o número de pontuações de 1 a 5. Por exemplo, no caso do indicador de estrutura do solo, atribui-se o valor 1 a um solo poeirento, sem agregados visíveis; um valor de 3 para um solo com alguma estrutura granular cujos agregados se quebram facilmente sob pressão leve do dedo; e um valor de 5 para um solo bem estruturado cujos agregados mantêm uma forma fixa mesmo após pressão suave (Burket *et al.* 1998). As pontuações 2 e 4 são dadas para situações intermediárias. Uma vez que todos os indicadores são avaliados, uma pontuação média de saúde do solo pode ser calculada da seguinte forma:

Verde (desejável): Pontuação média $\geq 3,5$	Amarelo (aceitável): Pontuação média $\geq 2,5$ e $<3,5$	Vermelho (insustentável): Pontuação média $<2,5$
---	--	--

A avaliação da saúde do solo proposta nesta metodologia contribuirá para informar o indicador ODS 2.4.1 (Proporção de área agrícola com agricultura produtiva e sustentável) e, em particular, seu subindicador 4 (Prevalência de degradação do solo). Também informará o indicador ODS 15.3.1 (Proporção de terras degradadas).

Os dados secundários foram levantados a partir de material bibliográfico e documental, constituído principalmente de livros, artigos científicos e documentos técnicos (manuais, cartilhas, dentre outros) relacionados aos temas abordados no projeto.

3.2.6. RELAÇÃO DE TECNOLOGIAS SOCIAIS COM OS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS NA REGIÕES

Durante as visitas de campo, foram realizadas caminhadas nos agroecossistemas das famílias identificadas para as entrevistas. Este percurso é chamado metodologicamente de Travessia, ocasião em que a família apresenta todos os subsistemas, sistema de produção, infraestruturas e equipamentos utilizados para viabilizar a atividade agropecuária e suas estratégias para superação de desafios ao longo dos ciclos produtivo.

Desta forma, durante as visitas foram coletados a quantidade e os tipos de Tecnologias Sociais encontradas nos agroecossistemas, a frequência de cada uma delas e qual o benefício de cada uma delas para a família, para o processo produtivo e se estes impactam positivamente em alguns dos 04 Serviços Ecosistêmicos destacados por Ferraz (2019).

3.2.7. ELABORAÇÃO DE BOLETIM TÉCNICO

Ao final do estudo, foi elaborado Boletim Técnico, direcionado para agentes de assessoria técnica, indicando o itinerário metodológico e os resultados encontrados, de forma a facilitar ações de diagnóstico em agroecossistemas familiares e tradicionais, demonstrando os potenciais e desafios desses sistemas agrícolas para alcançar a sustentabilidade e, apontar caminhos e pautar, a formulação de novas políticas públicas que fomentem os sistemas agrícolas de base agroecológicas (Apêndice).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na presente seção, os dados levantados a campo e da literatura, foram analisados mediante aplicação de metodologia TAPE, com adequações que possibilitaram discutir as características de agroecossistemas e as estratégias utilizadas por camponeses para se adaptar nos vários contextos da agricultura familiar. Discute-se ainda, possíveis contribuições desses sistemas para manutenção de funções ecossistêmicas e para o alcance das metas dos ODS.

4.1. GOVERNANÇA SOBRE RECURSOS DO AGROECOSSISTEMA

4.1.1. ACESSO SEGURO À TERRA

O conjunto de famílias envolvidas nesse estudo detêm a posse de suas terras. Essa condição reflete um aspecto importante ao que se refere à conservação do meio ambiente e recursos naturais, como solo, água, biodiversidade e para o grupo da agricultura familiar do presente estudo, condição essencial de acesso às políticas públicas.

Relacionado à necessidade de reduzir a pobreza em nível global para o alcance do ODS 1, a Meta 1.4 pretende reduzir as desigualdades e assegurar os direitos dos mais pobres e vulneráveis aos recursos econômicos, direitos básicos, propriedade e controle de suas terras, financiamentos, tecnologias apropriadas, como missão para promover justiça social até o ano de 2030.

O Indicador 1.4.2 do ODS, quantifica a disparidade em relação a posse da terra e demonstra a importância do acesso aos meios de produção, recursos naturais, poder de decisão, quando define a: ‘Proporção da população adulta total com direitos de posse de terra seguros: a) que possuem documentação legalmente reconhecida a este respeito e b) consideram os seus direitos garantidos, desagregados por sexo e tipo de posse’.

O direito à terra é uma condição chave para a redução da pobreza, já que esta exclusão tem perpetuado a desigualdade em países como o Brasil, onde ainda não se considera a importância da Reforma Agrária. Portanto, a posse é um elemento fundamental para determinar o modelo de governança, os indivíduos e as comunidades, conseguem utilizar suas terras com autonomia e fazer a gestão dos recursos naturais disponíveis.

Os dados levantados a campo, demonstram que há um número expressivo de famílias com acesso seguro à terra, se reconhecendo como proprietários, herdeiros, assentados e

posseiros (Tabela 1).

Estes últimos, apesar de manterem uma percepção de segurança dos seus direitos às terras, apresentam uma condição mais frágil, já que não possuem documentação que formaliza o direito legal ao usufruto de sua área de produção e moradia.

Tabela 1 - Condição em relação à posse da terra

Acesso à terra	%
Proprietário	35%
Herdeiro/Comodato	31%
Assentado	28%
Posseiro	6%
Meeiro	0%
Arrendatário	0%

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Há diversos estudos que relacionam o acesso segura à terra e a gestão sustentável deste espaço. Camargo (2006) já afirmava que o sentimento de segurança quanto a permanência no local e a percepção de futuro influenciam na relação com o meio ambiente e não apenas o nível econômico da família que maneja a área. Inclusive, seu estudo demonstra que imigrantes recentes, tendem a degradar mais recursos, do que posseiros antigos que aprenderam a conviver com as condições locais e desenvolveram seus agroecossistemas a partir dos recursos disponíveis.

Além do enfoque sobre a desigualdade no acesso aos meios de produção e recursos ambientais, a garantia do direito à posse de terra também está relacionado ao Indicador 2.4.1. De acordo com as análises da FAO (2021), uma governança responsável junto a um ambiente político favorável, contribui para o desenvolvimento sistemas agrícolas sustentáveis, com investimentos a longo prazo e implantação de práticas agroecológicas.

Com a Meta 2.4, a Agenda 2030 busca alcançar modelos de agricultura sustentável que consigam aumentar a oferta de alimentos, para uma população crescente, ao passo que regenere as qualidades do solo, se adapte e seja resiliente aos efeitos das mudanças climáticas. Logo o Indicador 2.4.1 deve medir a proporção de terras que desenvolve sistemas agrícolas e sustentáveis.

Embora os dados coletados na pesquisa de campo demonstrem que 93,83% das famílias entrevistadas possuam reconhecimento legal da propriedade de sua terra documentado e, de

outros 6,17%, percentual de posseiros, que não possuem documentação, porém, ainda contam com a percepção de direito adquirido do espaço que ocupam, merece destacar a quantidade de estabelecimentos com menos de 4 hectares de áreas disponível para viver e plantar (Tabela 2).

O crescimento no número de minifúndios revela diversas faces da desigualdade no meio rural brasileiro: no aspecto social, pode-se verificar a partir do crescimento no número de moradias por conta do desmembramento do núcleo familiar e no campo econômico ou estrutural, registra-se a concentração de terras nas mãos de poucas famílias. De acordo com Vieira (2018), o minifúndio é o imóvel que conta com área e possibilidade de produção, inferiores a um módulo rural. Este, por sua vez, é uma unidade de medida fixada para cada região, que regulamenta o mínimo de terra suficiente para uma família manejar e obter sua subsistência.

Tabela 2 - Disparidade entre tamanhos de terra disponível

Área disponível	Total de estabelecimentos %	Total de área ocupada
Menos de 4 há	47	0,12
Entre 4 e 10 há	39	0,5
Acima de 11 há	14	0,38

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Observando os dados da Tabela 2, é fácil constatar o nível de concentração de terras. Nos dois extremos (mínimo e máximo), 46,83% dos estabelecimentos ocupam 11,73% do total da área, enquanto 13,92% dos estabelecimentos ocupam 38,34% das terras, sendo inversamente proporcional. No caso estudado, o tamanho máximo de terras entre as famílias entrevistadas foi de 42 hectares, o que não configura concentração de terras; porém, o problema está nos limites mínimos encontrados no grupo entrevistado, que chegaram a 0,22 hectares (menos de ¼ de Hectare), o que praticamente inviabiliza a manutenção da produção para a subsistência da família, quiçá a preservação do meio ambiente.

Outro aspecto relevante, destacado por Viera (2018), em relação à ‘minifundização’ é a forte pressão ambiental nesses espaços reduzidos. Propriedades com menor disponibilidade de terra, são sujeitas a sucessivos impactos e pressões ambientais, como: agricultura intensiva, sobrecarga animal e supressão da vegetação nativa.

4.2. ECONOMIA NO AGROECOSSISTEMA

Numa análise mais estratégica da sustentabilidade de um agroecossistema, os aspectos ambientais e econômicos devem ser utilizados para contribuir com a melhoria da qualidade de vida das famílias e comunidades envolvidas, buscando-se um modelo de desenvolvimento inclusivo, conforme descrito abaixo:

4.2.1. PRODUTIVIDADE DO SISTEMA

A produtividade na agricultura se refere à quantidade produzida (Tonelada) por área utilizada (Hectares). Esta dimensão é de extrema importância para a análise da sustentabilidade de um sistema produtivo, do ponto de vista econômico e social, já que os bons resultados alcançados quanto à produtividade, podem garantir uma melhor alimentação e, com aumento na renda, melhoria na qualidade de vida das pessoas envolvidas.

No campo ambiental, essa análise contribuiu para avaliar o aporte de insumos externos ou, como é o caso da autonomia nos sistemas produtivos estudados, a utilização de estratégias de manejo com base em princípios agroecológicos. Dessa forma, dados empíricos revelaram que as culturas agrícolas e criações animais compõem os agroecossistemas familiares, com força de trabalho disponível para as tarefas cotidianas.

Nesses agroecossistemas, as culturas de feijão (*Phaseolus spp.*), milho (*Zea mays*) e mandioca ou macaxeira (*Manihot spp.*) formam a base da dieta alimentar das famílias e proporcionam diversas alternativas de uso (processamento, ração animal, comercialização e adubação). Porém, foram verificadas treze espécies diferentes de culturas agrícolas: frutas, grãos, raízes, tubérculos, legumes, verduras e forrageiras.

Em relação à criação animal, destacam-se as espécies de bovinos, suínos, caprinos, ovinos e aves em sistemas familiares de produção. De forma geral, a criação de bovinos compõe em algumas bacias leiteiras e no espectro amplo os alimentos mais comercializados são leite de gado, queijo, ovos, carnes (porco, caprino e ovino, galinha e bovina). Além de abastecer o comércio local, parte desses produtos são para o consumo familiar, trocas e doações.

A produção diversificada, intensiva e integrada das famílias promove resiliência e mais autonomia aos sistemas, já que assegura colheitas mesmo com ocorrência de adversidades; garante a segurança alimentar a partir de dietas ricas em proteínas, fibras e carboidratos. Porém,

acerca do retorno financeiro, as atividades não demonstram bons desempenhos; com pouca inversão monetária das atividades rurais, pois apesar de dispor de terra e força de trabalho, não foi possível inferir condições de acúmulo de capital.

A partir do Censo Agropecuário, Aquino (2020) destaca que a agricultura familiar no Nordeste gerou um montante de R\$5,9 bilhões para a economia regional em 2017. Porém, tendo em vista o numeroso contingente desse segmento, esse resultado lhes garantiu um valor médio ao ano extremamente baixos de R\$3.839,00. No entanto, Aquino *et al.* (2014) defende que a maioria dos agricultores familiares nordestinos tem o seu potencial produtivo ainda bloqueado por múltiplas carências de ativos (à terra, à educação formal, à assistência técnica, a tecnologias produtivas etc.), dependendo de outras fontes de renda não agropecuária.

Os dados empíricos corroboram com a realidade apresentada no Censo Agropecuário de 2017, em que a grande maioria das unidades produtivas na região semiárida, a partir dos dados apresentados como resultado das atividades no campo, são formadas por pessoas que se encontram na linha da pobreza extrema, com disponibilidade de até US\$ 2,15 per capita/dia ou cerca de R\$11/dia (Brasil, 2022).

Com o aporte de outras receitas provenientes de atividades não agrícolas, benefícios sociais, aposentadorias e, por falta de informações, valor não monetário das relações de reciprocidade como lógica comunitária de trocas de serviços, acesso a insumos e gêneros alimentícios em geral (Lume, 2021).

Partindo das médias levantadas em relação ao tamanho das áreas ocupadas por atividades agropecuárias, mão de obra familiar ou comunitária disponível e volume de recursos atingido. Os resultados encontram-se na Tabela 3:

Tabela 3 - Médias de produtividade por hectare e por pessoa ao ano e faixa de renda per capita

Núcleo Familiar (quant.)	Média das Propriedades (Hectares)	Renda Bruta Anual (R\$)	Produtividade Anual		Renda Média	
			(R\$/Ha)	(R\$/pessoa)	Mês (R\$)	Dia (R\$)
04	07	R\$ 15.857,11	R\$ 2.265,30	R\$ 3.964,28	R\$ 330,36	R\$ 11,01

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

A produtividade média anual de R\$2.265,30/Ha é considerada baixa e comprova o perfil dos núcleos familiares analisados como pessoas de baixa renda que compreendem o perfil de beneficiários de programas sociais de transferência de renda, habitação popular, eletrificação rural, entre outros implementados no Brasil. As unidades de medidas da produção agropecuária são incompatíveis para somar entre si, impossibilitando a soma do volume de múltiplos

produtos; entretanto, os diversos produtos da agricultura familiar podem ser agregados em termos de valor.

Dessa forma, parte da produção consumida, doada ou trocada na comunidade, não está sendo contabilizada nos cálculos de produtividade. Nesses contextos, ganham destaque os valores monetários não contabilizados, mesmo embutidos nos produtos consumidos pelo núcleo familiar e os custos de produção baixos devido a autonomia em insumos internos (sementes crioulas, biofertilizante e esterco), o não uso de pesticidas, a pouca contratação de mão de obra e ausência de maquinário.

Por outro lado, parte dessas vantagens apresentadas, que se reflete no baixo custo de produção, também explica a baixa produtividade, por ser um sistema de produção em regime de sequeiro que não consegue produzir o ano todo.

Os dados mostram que há diversos aspectos que precisam ser adequados para aumentar a produtividade, o fornecimento de alimentos e renda para as famílias agricultora, para atender algumas metas do ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), na Meta 2.3 medida pelo volume de produção por unidade de trabalho e dimensão de área dedicada a agropecuária ou agroflorestal e pela renda médio dos pequenos produtores de alimento, por sexo e étnia (Indicadores 2.3.1 e 2.3.2, respectivamente).

Para o alcance da Meta 2.4 que visa garantir sistemas de produção mais resilientes e mais produtivos, utilizando-se de manejos funcionais que promovam os serviços ecossistêmicos (preservando o solo, água e ar), foi avaliado a partir do aumento da proporção de áreas agrícolas produtivas e sustentável (Indicador 2.4.1).

4.2.2. RENDA LÍQUIDA FAMILIAR

Observa-se ainda na Tabela 3, que a faixa de renda das famílias entrevistadas, disponibiliza em média R\$11,01 reais por pessoa/dia, o que as colocam no perfil de pobreza extrema de acordo com a classificação do Banco Mundial (2022). E como observou Aquino *et al.* (2014), essas famílias dependem de outras fontes de renda para a reprodução familiar. Para se avaliar a sustentabilidade da vida no campo, em particular nos moldes familiares camponês, considerou-se outras atividades econômicas, agrícolas ou não agrícolas, redução dos custos de produção e subsídios governamentais voltados para famílias nesse perfil de renda.

No levantamento da média de renda líquida das famílias analisadas, foi utilizado o Valor Médio da Produção Bruta (carne, leite, queijo, doce, ovos, frutas, verduras, grãos e tubérculos) somado ao valor dos subsídios recebidos (Bolsa Família, aposentadoria, pensão) e outras atividades remuneradas, agrícolas (venda de mão de obra como vaqueiros) e não agrícolas (artesanato, pedreiro, faxina e comércio). Em seguida, subtrai-se os custos de produção (basicamente água de caminhão-pipa e ração e medicamento para animais) e despesas para manutenção e reprodução da mão de obra familiar (alimento, combustível, energia e saúde). Os valores médios estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Valor médio anual da renda líquida, despesas referentes à produção e reprodução familiar e receita bruta das famílias estudadas

Receita Bruta (média)	Despesas em Geral (média)	Renda Líquida Familiar (média)
R\$ 16.789,25	R\$ 7.718,68	R\$ 9.070,58

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Observa-se nos dados acima, que as despesas gerais do agroecossistema, como custo de produção e despesas familiares (que inclui a mão de obra), estão sendo cobertos pela receita da produção alcançada, somada aos subsídios e benefícios sociais. Notadamente há uma retroalimentação do sistema, promovendo autonomia e com isso, os custos operacionais são baixos, pois não há entrada de insumos externos, a mão de obra é própria e parte da alimentação da família é produzida no agroecossistema.

Aquino (2020), ainda baseado no Censo Agropecuário de 2017, afirma que é significativo o apoio de programas e benefícios sociais, como aposentadorias, pensões e transferência de renda, na receita das famílias, superando o valor que elas obtiveram com a venda de produtos agropecuários. Além das modalidades de créditos subsidiados, que se somam aos programas sociais, configuram políticas importantes no combate à pobreza.

Ao fazer associação das diversas fontes de receita entre famílias agricultoras do agreste pernambucano, Souza (2020) observou que a grande maioria das famílias apresentam mais de uma fonte (79%), sendo a maioria delas, 60%, com duas fontes de renda. Contudo, uma parte não menos importante das famílias, 21%, declaram ter apenas uma fonte de receita.

Essas informações corroboram com as metas do ODS 2, principalmente ao que se refere a proporção da área agrícola sob agricultura produtiva e sustentável (Indicador 2.4.1), receita líquida da propriedade (Subindicador 2) e renda média dos pequenos produtores de alimentos, por sexo e condição de indígena (Indicador 2.3.2).

4.2.3. VALOR AGREGADO

O desempenho econômico do agroecossistema é medido pelos indicadores anteriores, como receita bruta, produtividades por hectare e renda. Porém, estes indicadores não permitem a análise em termos de criação de riqueza, já que as médias de renda de um país com uma desigualdade como o Brasil, o crescimento econômico não reflete a realidade da população mais pobre. Para Ravallion (2004), a desigualdade social não possibilita a redução da pobreza, apesar do crescimento econômico do país.

Dessa forma, os subsídios fornecidos pelas políticas públicas e o valor de outras rendas, foram subtraídos da renda bruta obtendo o valor agregado gerado pelas famílias analisadas (Van der Ploeg *et al.*, 2019). Os dados demonstram que esse grupo de famílias se encontra em condições limites com média do PIB agrícola por número de pessoas envolvidas na produção agropecuária, no ano de 2019 no Brasil. Porém, lança o alerta dos riscos e os caminhos para ações de fomento em busca da melhoria das condições de vida do povo do campo e promove o crescimento da renda dos 40% da população mais pobre a uma taxa maior que a média nacional (Indicadores ODS 10.1.1 e 10.2.1).

4.3. SAÚDE E NUTRIÇÃO

4.3.1. EXPOSIÇÃO AOS AGROTÓXICOS

A produção agropecuária vem sendo desenvolvida, nas últimas décadas, com base nos resultados de pesquisas científicas e tecnologias de ponta. Os ganhos em produtividade são claros e os rendimentos do setor do agronegócio são indiscutíveis, podendo ser observado através do percentual do setor agropecuário, no PIB nacional.

O modelo de produção pautado no aumento da produtividade e lucro vem causando inúmeras externalidades, prejudiciais ao meio ambiente e a sociedade como um todo. Assentado em latifúndios desde a época da colonização portuguesa, a agricultura no Brasil já surgiu globalizada, com mão de obra barata, monocultura para produção e exportação de *commodities*.

O desenvolvimento da agricultura no Brasil, a partir de meados do século 20, vem aprofundando o modelo de agronegócio baseado em altas dosagens de fertilizantes e agrotóxicos sintéticos, além de maquinário pesado. Esse modelo, disseminado pelos centros de

pesquisas e órgãos públicos de extensão rural, com o discurso de aumentar a oferta de alimentos com subsídios públicos produzindo resultados que não surtiram efeitos na erradicação da fome, nem tão pouco na redução das desigualdades sociais.

Porém, este modelo também influenciou parcelas de pequenos produtores, que estimulados por créditos bancários e assistência técnica convencional, iniciaram um processo de especialização e integração com agroindústrias, absorvendo todo um aparato agropecuário, pensado para homogeneizar parte do grande contingente de famílias agricultoras, através do que ficou conhecido como ‘pacotes tecnológicos’. Com a parcela desse segmento de famílias desprovidas de créditos e apoio governamental, além de outros pequenos produtores especializados que se endividaram, contribuíram para a concentração de terras e outras riquezas.

No conjunto de famílias do presente estudo, verificou-se que não há utilização de pesticidas sintéticos e fertilizantes químicos em 100% dos agroecossistemas visitados. Porém, percebeu-se diferentes visões sobre a importância em não utilizar tais produtos nocivos à saúde e ao meio ambiente.

As decisões observadas para o manejo dos sistemas produtivos sem a utilização dos agroquímicos foram três: o primeiro grupo, não utilizam por desenvolver manejo agroecológico, onde o equilíbrio dos componentes bióticos e abióticos mantém o sistema saudável e em evolução; não utilizam por falta de necessidade até o momento, pois as culturas estão saudáveis e o sistema sendo manejado de forma tradicional; Algumas unidades que mantêm seus sistemas de produção de forma tradicional, tem algum conhecimento e interesse de utilizar fertilizantes químicos nos solos e agrotóxicos nas plantações, no entanto, não tem recursos para adquiri-los.

Tratou-se de grupos que não tiveram acesso aos chamados pacotes tecnológicos, inclusive por falta de proximidade com agentes do governo, ofertas de créditos e assistência técnica convencional e nem sofreram assédio de atravessadores e persuasão de vendedores de produtos agropecuários. Essas famílias tiveram acesso ao acompanhamento de organizações não governamentais, sindicatos, federação e agentes de pastorais, pois não há incentivo para a utilização de substâncias nocivas ao ambiente e saúde da população. No entanto, para os criadores de animais há a necessidade de participarem de campanhas para o controle de doenças, promovidas pelas secretarias municipais de agricultura.

Dessa forma, pode-se considerar que 100% das áreas em estudo estão livres de agrotóxicos e praticam um manejo saudável dos solos, não tendo riscos à saúde das famílias por contaminação com pesticidas. Mesmo assim, para considerar que todos esses

agroecossistemas são áreas agrícolas sob agricultura produtiva e sustentável, cumprindo a meta 2.4.1, já não é possível generalizar; pois o ODS 2 prevê a observação de um conjunto de características para a atividade agrícola, que vão além do uso de agrotóxicos.

Apenas a meta 2.4.1. possui 11 subindicadores, aos quais suas dimensões estão sendo analisados em diversos tópicos deste trabalho. Neste momento, foi possível verificar o alcance do subindicador 7 (Gestão de Pesticidas), já que, para analisar a sustentabilidade de uma atividade, seria necessário avaliar em conjunto as dimensões sociais, econômicas e ambientais (Cândido, 2021).

Em relação aos Indicadores 3.9.1 (Taxa de Mortalidade por poluição ambiental do ar), 3.9.2 (Taxa de Mortalidade atribuída a fontes de água inseguras, saneamento inseguro e falta de higiene) e 3.9.3 (Taxa de Mortalidade atribuída a intoxicação não intencional) do ODS 3, denominada Saúde e Bem-Estar, não houve dados que demonstrassem riscos a saúde das pessoas envolvidas nas atividades produtivas dos agroecossistemas. Porém, são indicadores de extrema relevância para avaliar a qualidade de vida dos povos do campo.

Destaca-se os benefícios da produção livre de agrotóxicos e do uso de fertilizantes químicos, pois está se relacionando com os recursos naturais de forma racional, sem prejuízo aos serviços ecossistêmicos como fornecimento de água potável e qualidade do ar. Além de proporcionar alimentos saudáveis para os que consomem, garante um alto nível de performance, quanto ao atendimento de alguns dos indicadores referentes aos ODS 2 e 3.

4.3.2. DIVERSIDADE ALIMENTAR

Os sistemas produtivos estudados apresentam vantagens frente aos sistemas tradicionais, por estarem livres de agroquímicos. No entanto, deve-se olhar atentamente a quantidade produzida por estes sistemas ao longo do tempo, já que o manejo da fertilidade do solo e de doenças e pragas das atividades agropecuárias, não assegura resiliência e resistências frente as adversidades climáticas, como estiagens prolongadas e inundações.

O conjunto de tecnologias sociais e estratégias desenvolvidas ao longo dos anos, precisam de suporte em períodos de extremos climáticos; que prejudicam a produção em quantidades adequadas à segurança alimentar das famílias camponesas e o fornecimento de alimentos para a população urbana. Todavia, as famílias entrevistadas consideram satisfatória a diversidade de alimentos a que têm acesso nos últimos anos.

Essa percepção de segurança alimentar é muito importante e quem pode melhor avaliar, a partir do Marco Referencial da FAO é a pessoa responsável pelo preparo de alimentos consumidos em cada unidade familiar, que no geral é a mulher. Ela, além de preparar a alimentação da família, está diretamente envolvida nas atividades produtivas e tem o olhar mais sensível para a saúde e nutrição dos membros da casa.

Observou-se que a agrobiodiversidade encontrada nos sistemas agrícolas permite uma alimentação diversificada e divergente, devido aos bons períodos de chuva, além das estratégias de convivência com a região. As famílias possuem hábitos alimentares saudáveis, o que pode vir a causar insegurança, provocadas pela queda na quantidade de alimentos disponíveis ao longo dos anos, principalmente em anos de estiagem prolongadas.

Mediante a adaptação em instrumentos propostos na metodologia, para adequação dos dados, foi possível levantar dados a campo, que demonstram a Diversidade Alimentar Mínima da Mulher (FAO & FHI 360, 2016), como pode ser observado no Quadro 8.

Quadro 8 - Grupo de 10 alimentos consumidos pelas famílias.

Grupos de Alimentos	Se alimentou com alguns desses itens ultimamente?
Grãos, raízes brancas e tubérculos (pão, arroz, macarrão, farinha, batata branca, mandioca, macaxeira e inhame)	Sim
Legumes (feijões e fava)	Sim
Oleaginosas (amendoim ou castanhas, ou “manteigas” ou pastas de sementes)	Sim
Produtos lácteos (leite, queijo, iogurte ou outros laticínios)	Sim
Carnes (carne bovina, suína, caprino, ovino, frango, peixe, marisco, órgãos de animais)	Sim
Ovos de galinha ou qualquer outra ave	Sim
Vegetais com folhas verdes escuras (quaisquer vegetais de folhas verdes médias a escuras, incluindo PANCS)	Sim
Frutas e legumes amarelos ou laranja (manga, mamão, abóbora, cenoura, abóbora, batata doce)	Sim
outras verduras (pepino, berinjela, cebola, tomate etc.)	Sim
outras frutas (abacate, maçã, abacaxi, etc.)	Sim

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Das informações apresentadas no Quadro 8, observou-se que houve acesso a uma diversidade alimentar bastante rica, somando-se às práticas saudáveis anteriormente citadas e, sobretudo, a importância da cultura alimentar das famílias camponesas. Mesmo assim, para se garantir a segurança alimentar e nutricional seria preciso observar, nesses casos, a estabilidade desse acesso ao longo dos meses e anos.

Segundo a FAO (2011), Mesmo que a ingestão alimentar seja totalmente adequada, considera que não gozarão de plena segurança alimentar se não tiverem a garantia de um acesso regular aos alimentos, porque a falta desse acesso representa um risco para o estado nutricional. Condições climáticas adversas (seca e inundações), instabilidade política (crise social) ou fatores econômicos (desemprego, aumentos nos preços dos alimentos) podem afetar a condição de segurança alimentar das pessoas.

Para Lucas (2023), as flutuações na estabilidade estão muito relacionadas com a categorização do grau da Insegurança Alimentar, no que se refere a três pilares da segurança alimentar como: a disponibilidade de alimentos (condições de compra, transporte ou autonomia de produção), condições de acesso (limitações econômicas ou físicas para uma distribuição igualitária) e a utilização dos alimentos (o corpo absorvendo nutrientes, boas práticas de alimentação e cultura alimentar).

Observa-se que a análise dos dados, através do critério Diversidade Alimentar, responde à importantes medidas previstas no ODS 2, como em relação ao sub indicador 10 do Indicador 2.4.1, onde se verifica níveis de insegurança alimentar e; contribuindo para a verificação de prevalência de desnutrição (Indicadores 2.1.1 e 2.2.2), insegurança alimentar severa ou moderada na população (Indicador 2.1.2) e prevalência de nanismo (2.2.1).

4.4. SOCIEDADE E CULTURA

4.4.1. EMPODERAMENTO DAS MULHERES

Há participação das mulheres em todas as dimensões da produção e reprodução da vida no meio rural. Sua contribuição no desenvolvimento das atividades produtivas nos agroecossistemas são em torno de 40 a 50% de toda força de trabalho. Porém, a invisibilidade ou a desqualificação dos serviços prestados, limitam às mulheres do direito ao poder de decisão sobre os recursos produtivos e resultados financeiros das atividades. Já em 2006, Melo alertava que a nível mundial, as agricultoras vêm contribuindo ativamente por mais de 50% da produção de alimentos.

Apesar das mulheres serem as responsáveis pelos cuidados domésticos em geral, como a higienização e preparo de alimentos, organização do lar, educação dos filhos e da saúde de

todos os membros da família. Há dados que mostram cerca de 60% das pessoas que padecem de alguma forma de desnutrição, são mulheres e meninas (FAO, 2017).

As mulheres vêm cada vez mais se organizando, resistindo e conquistando espaços em diversos campos da sociedade, mas principalmente no âmbito familiar, que é um dos espaços de maior resistência ao empoderamento feminino, devido às velhas tradições do patriarcado no meio rural. As pressões feministas contribuem para a criação de políticas públicas com abordagens de gênero, voltadas para o acesso de recursos produtivos como terra, créditos, infraestrutura, assessoria técnica, apoio à formação de grupos e associações de mulheres, além de programas de habitação rural, subsídios, fomentos, transferência de renda. São conquistas observadas pelo país e que reforçam a importância das mulheres para o alcance do desenvolvimento igualitário e sustentável.

Em pesquisa sobre a produção em quintais produtivos, Almeida et al (2014), observou que os cuidados desses subsistemas são realizados especialmente por pessoas do gênero feminino e que esta produção promove diversos benefícios para a família como: alimentação, ornamentação, plantas medicinal, sombra e ventilação para o conforto térmico da moradia, lazer, adubação, diversidade de produtos e aumento de renda.

Demonstrando que esta produção melhora a qualidade de vida das famílias, além de garantir maiores condições para o alcance da segurança alimentar e preservar o meio ambiente, reforçando a necessidade de valorização da mulher no campo, para o alcance da equidade de gênero (ODS 5. Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas).

Utilizou-se de regras do Índice de Empoderamento das Mulheres na Agricultura (WEAI - Sigla em Inglês) para analisar dados em cinco dimensões a respeito da inclusão das mulheres no setor agrícola e na comunidade, como pode ser observado no Quadro 9.

Quadro 9 - Pontuações dos indicadores para avaliar o Índice de Empoderamento das Mulheres na Agricultura (WEAI)

Domínios	Áreas de avaliação	Respostas	Índice	% (Respostas)	Pontos
Decisões produtivas (0,84)	Sobre a produção agrícola, produção animal, outras atividades econômicas	➤ Eu ou nós dois. ➤ Meu marido ou outra pessoa.	1 0	88% 12%	0,88
	Sobre despesas em casa	➤ Eu ou nós dois. ➤ Meu marido ou outra pessoa.	1 0	100%	1

	Percepção de tomada de decisões sobre a produção e outras atividades econômicas	➤ Só pequenas decisões ➤ Algumas decisões ➤ Grande parte das decisões/totalmente	0,33 0,66 1	16% 29% 55%	0,74
	Percepção da possibilidade de tomada de decisão sobre as principais despesas domésticas	➤ Algumas decisões ➤ Grande parte das decisões/totalmente	0,66 1	32% 68%	0,74
Acesso e poder de decisão sobre recursos produtivos (0,79)	Garantia da posse da terra para homens e mulheres	➤ Garantido para mulher. ➤ Ameaçada para mulher e para homens. ➤ Ameaçado para mulher e garantido para homens.	1 0,25 0	55% 19% 26%	0,49
	Acesso ao crédito	➤ Possível para mulheres em canais seguros.	1	100%	1
	Propriedade de culturas, sementes, animais e outros ativos produtivos	➤ Eu ou nós dois. ➤ Meu marido ou outra pessoa.	1 0	85% 15%	0,70
	Propriedade dos equipamentos domésticos principais e secundários	➤ Eu ou nós dois	1	100%	1
Controle sobre o uso da renda (0,75)	Decisões sobre a utilização dos rendimentos gerados pela produção agropecuária e outras atividades econômicas	➤ Contribuí para algumas decisões ➤ Contribuí para quase todas as decisões	0,5 1	18% 82%	0,75
Liderança na comunidade (0,64)	Se estes grupos existem na sua comunidade, com que frequência você participa nas suas atividades e reuniões? Grupos de mulheres formais e não formais.	➤ Algumas vezes ➤ A maioria das vezes ➤ Sempre	0,33 0,66 1	10% 12% 78%	0,74
	Cooperativas de produção rural, Associações, Movimentos Sociais, Sindicato dos Trabalhadores Rurais, Grupos Políticos, Grupos Religiosos, Capacitação	➤ Nunca/quase nunca ➤ Algumas vezes ➤ A maioria das vezes ➤ Sempre	0 0,33 0,66 1	8% 17% 41% 34%	0,55
Uso do tempo (0,29)	Mais de 10,5 horas de trabalho por dia	➤ As mulheres não. ➤ Mulheres sim, homens sim. ➤ Mulheres sim, homens não.	1 0,5 0	11% 59% 30%	0,33
	Tempo gasto em atividades agrícolas + preparação de alimentos e trabalhos domésticos + outras atividades benéficas	➤ Hora das mulheres > hora dos homens. ➤ Horário das mulheres <=/= horário dos homens.	0 1	69,5% 30,5%	0,25

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Nos aspectos abordados em relação ao nível de empoderamento das mulheres, percebe-se que nas comunidades e agroecossistemas estudados, as mulheres têm uma inserção positiva na dinâmica em que estão inseridas, participando de decisões importantes nos campos econômicos, sociais e produtivos. Dentro dos aspectos ameaçadores, que ainda persistem mesmo em comunidades e famílias com boas relações humanas e sociais, destacam-se: o tempo de atividades diárias para 59% das mulheres entrevistadas, superam 10 horas diárias em funções benéficas para toda a família e/ou comunidade e, entre homens e mulheres, 69,5% delas possuem uma jornada de trabalho superior ao dos companheiros.

Em diversos outros aspectos, as mulheres vêm dominando as dinâmicas políticas, econômicas, sociais e produtivas, como são os casos de lideranças comunitárias, participação ativa em sindicatos rurais, associações comunitárias, cooperativas de produção, grupos não formalizados de produção, posse da terra, acesso a crédito, conquista de políticas públicas, gestão financeira, manutenção dos valores culturais e da agrobiodiversidade.

4.4.2. OPORTUNIDADES DE EMPREGO NO CAMPO PARA JOVENS

A permanência dos jovens no meio rural pode representar o bom desempenho dos agroecossistemas ou comunidade no campo da sustentabilidade. O envolvimento em atividades produtivas é o caminho mais provável para assumir a sucessão das atividades agropecuárias da família ou iniciar seu próprio sistema produtivo em outras terras. Infraestrutura pública e condições de moradia, acesso à educação e saúde, comunicação, lazer, são outras condições que colaboram para a permanência dos jovens no campo. Porém, a realidade na grande maioria das comunidades rurais é bem diferente e, além de não dispor dessas condições de vida, faltam oportunidades de trabalho.

Os movimentos de êxodo rural provocam grandes mudanças no campo e na cidade. Dados da UNDESA (2012), dão conta que aproximadamente um terço dos migrantes têm entre 15 e 34 anos. A descontinuidade sucessória da agricultura familiar pode intensificar o empobrecimento da família, tornando a população rural mais idosa, diminuindo a mão de obra, dispondo de pouca formação para os desafios atuais, inviabilizando o desenvolvimento rural sustentável ao longo do tempo. Gasparelo *et al.* (2022), pondera sobre a necessidade de estratégias articuladas com diversas políticas públicas (comercialização e renda, infraestrutura de estradas, saúde, educação) e planejamento familiar contribui para a permanência dos jovens no campo.

Para o desenvolvimento sustentável, as migrações trazem um outro problema social muito importante, que é o aumento do contingente de pessoas nos centros urbanos, sem perspectivas de moradia, trabalho, renda, alimentação, saúde, educação, segurança etc. Nesse aspecto, a falta de oportunidades para os jovens do meio rural, alimenta um mecanismo que intensifica e amplia problemas sociais já existente, como a desigualdade econômica, e que a necessidade de superação já está prevista nas metas dos ODS 8 (Trabalho decente e crescimento econômico), 10 (Redução das desigualdades) e 11 (Cidades e comunidades sustentáveis).

Quadro 10 - Indicadores para avaliação de oportunidades para jovens camponeses

DOMÍNIO	INDICADORES	ÍNDICE	PONTO	% (Respostas)
Emprego / atividade	% de jovens que trabalham na produção agrícola no sistema avaliado.	1	14,65	82%
	% de jovens em educação ou formação.	1		89%
	% de jovens que trabalham fora atualmente, mas vivem no sistema avaliado.	0,5		11%
	% de jovens que não estudam nem trabalham na agricultura ou outras atividades.	0		7%
	% de jovens que já abandonaram a comunidade por falta de oportunidades.	0		28%
Emigração	% de jovens que pretendem continuar a atividade agrícola dos pais.	1	7,95	43%
	% de jovens que emigraram, se tivessem oportunidade.	0,5		29%
	% de jovens que já abandonaram a comunidade por falta de oportunidades.	0		28%

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

As informações apresentadas no Quadro 10, retrata a realidade observada nas comunidades e dados oficiais. Onde grande parcela dos jovens (82%), contribuem com o conjunto da força de trabalho familiar. Mas devido às difíceis condições de trabalho, baixa renda e falta de perspectivas, 29% desses jovens buscaram meios de vida em outras regiões se tivessem oportunidade, enquanto 28% deles já saíram do meio rural, por falta de oportunidades nas comunidades onde residiam.

Dados do IPEA (2019), indicam que o percentual de jovens (15 a 24 anos de idade) sem ocupação no Brasil (fora da escola, sem treinamentos profissionalizantes e desempregados), variava entre 21,3% a 22,5%, no período de 2017 e 2019, em todo território. Isso mostra como as comunidades visitadas vêm se organizando para envolver os jovens em suas dinâmicas, inclusive com políticas públicas de apoio às famílias, criando melhores condições de educação e ocupação para essa faixa etária. Os dados coletados a campo, dão conta de que apenas 7% dos

jovens da comunidade estão totalmente desocupados no momento da entrevista. Observa-se que algumas pautas atuais, como as agendas ambientais, podem atrair o interesse de jovens para as questões locais.

Perguntados sobre sua percepção e conhecimento sobre as mudanças climáticas, 13% informam que tomou conhecimento a respeito deste tema nas escolas, 24,6% tomaram conhecimento durante capacitações e 23%, durante a participação em reuniões do sindicato ou da associação de moradores. Essa conscientização se reflete em maior participação em grupos de jovens, debates sobre convivência sustentável com o ambiente e participação em atividades de gestão, processamento e comercialização. Manejar sistemas produtivos sustentáveis, que demandam conhecimento e na mão de obra qualificada, como o caso da agroecologia, podem fornecer uma solução promissora de oportunidades de emprego rural que vão ao encontro das aspirações da juventude rural e contribuem para o trabalho digno (FAO, 2018).

Buscando atender ao ODS 8 (Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo, e trabalho decente para todos), a Meta 8.6 busca reduzir 10 pontos percentuais até 2030, na proporção de jovens que não estejam ocupados, nem estudando ou em formação profissional, sendo observado a partir do indicador 8.6.1, que verifica o percentual de jovens (15 a 24 anos) que não estão na força de trabalho (ocupados e não ocupados), não são estudantes e nem estão em treinamento para o trabalho (IPEA, 2019). Observa-se que a juventude rural poderá conduzir melhor as atividades produtivas em seus espaços, com base no desenvolvimento rural sustentável, quanto mais houver espaço de formação e apoio à participação nas tomadas de decisões importantes, referentes a gestão dos recursos produtivos e organização comunitária.

4.5. MEIO AMBIENTE

4.5.1. AGROBIODIVERSIDADE

A biodiversidade agrícola é a diversidade de espécies e variedades de culturas, raças e espécies animais, plantas selvagens, polinizadores, biota do solo e outros organismos aquáticos e terrestres que tornam possível a produção agrícola e alimentar (PAR, 2018). A manutenção da agrobiodiversidade é fundamental no processo de transição agroecológica, conservando a segurança alimentar e nutricional, conservando, protegendo e melhorando recursos naturais

(água, solo, vegetais e animais silvestres), incluindo as funções e serviços ecossistêmicos (FAO, 2021).

Sistemas diversificados, são características básicas dos modelos tradicionais e agroecológicos de produção, o que se contrapõe aos sistemas homogêneos das monoculturas. Nicholls (2013), defende que a diversificação de cultivos, pode ser uma estratégia eficiente de manter a resiliência dos sistemas tradicionais, por manter alguma produção, mesmo sob condições extremas de ataques de doenças e pragas ou condições climáticas.

A diversificação também é tratada por Altieri (2007), como alternativa de manejo de pragas e doenças, já que os cultivos consorciados ou intercalados por vegetação espontânea, promovem o controle biológico. A agrobiodiversidade, também contribui com a manutenção das funções ecossistêmicas, promovendo a manutenção de agentes polinizadores, a vida e estrutura física do solo, preserva a qualidade da água e contribui com a manutenção da fauna atraída pelos alimentos.

No outro extremo, diversos estudos demonstram os efeitos negativos causados pelas monoculturas. Manoel (2020), em sua tese de doutorado, destaca que as monoculturas podem afetar diretamente o comportamento e preferências de forragem de polinizadores em locais adjacentes, aves e mamíferos são menos atraídos por não encontrarem alimentos e abrigos em áreas de monocultura. Também constatou alterações no uso do habitat e na estrutura trófica em locais próximos às monoculturas quando comparadas às áreas preservadas.

Durante as visitas de campo, foram realizadas caminhadas nos agroecossistemas para conhecer a diversidade de espécies cultivadas, raças de animais e áreas remanescentes da vegetação nativa de cada propriedade. Verificou-se que nesses espaços predominam os consórcios e rotações de culturas, espaciais e temporais, produção mista entre culturas agrícolas e criação de animais e, entre estes, também se percebeu diversidade entre espécies e raças.

De acordo com os dados de campo, foram encontrados resultados consonantes com as perspectivas da diversificação produtiva como estratégia de segurança alimentar e manutenção de vários serviços ecossistêmicos, assim como a condição de sistemas resilientes frente aos extremos climáticos. A partir da contagem de espécies e variedades a campo e através de entrevistas, calculou-se o índice de biodiversidade de Gini-Simpson dos agroecossistemas analisados, onde encontrou-se 88% de diversidade nos componentes agrícolas cultivados pelas famílias estudadas.

Neste levantamento de dados, foram registradas 10 culturas de maior importância dentro do conjunto de agroecossistemas estudados. As culturas alimentares mais frequentes em todos os agroecossistemas foram o milho (89%) e o feijão (87%). Outras culturas alimentares expressivas, que compõe a dieta básica das famílias, foram encontradas nos sistemas com frequência relativa à fava, presente em 10%, batata-doce (6%), o jerimum (2,4%), guandu (2,4%) e fruteiras (2,4%).

Na estratégia de produção agrícola, voltada à manutenção dos sistemas de criação animal, foram observadas culturas predominantes como: Palma forrageira (*Dactylopius cocus*) e Capins de corte. Estes foram observados em aproximadamente 70% e 13% das propriedades avaliadas, respectivamente. A utilização frequente destas espécies, se justifica devido à aptidão mista de produção agropecuária, características dos sistemas de produção familiar, camponesa e/ou agroecológica.

Na pecuária, observou-se com grande frequência (Tabela 5) o gado, com maior aptidão para a produção de leite e, criados em currais; caprino e ovinos de corte, sendo criados de forma extensiva, soltos na Caatinga; porcos e galinhas, são criados em chiqueiros e galinheiros nos quintais e, geralmente reservados para alimentação da própria família em datas especiais. Os caprinos, ovinos e gado, são criados para alimentar a família e para a comercialização.

Mesmo sendo rebanhos diversos e compostos por animais sem raças definidas (adaptados e crioulos em geral), o índice de diversidade de Gini-Simpson na pecuária, não foi tão expressivo quanto às culturas agrícolas, no que se refere ao equivalente de animais por área destinada nos sistemas de produção. O que sugere atenção para aumentar a diversificação de animais, para elevar o índice de 64%, para um nível acima de 70% e atender aos critérios de sustentabilidade proposto na metodologia.

Tabela 5 - Frequência de animais por espécies presentes nos agroecossistemas visitados

Espécies	Frequência
Caprino/Ovino	31,33%
Suíno	53,01%
Galinha	66,27%
Bovino	67,47%

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

A interação entre árvores e a criação animal é uma estratégia importante para o equilíbrio e sustentabilidade de sistemas de produção familiar. Tanto do ponto de vista do bem-estar animal quanto a produtividade do sistema, sendo os animais beneficiados pelo

componente arbóreo e restos culturais do milho, feijão e fava, enquanto a vegetação recebe o aporte do esterco depositado durante o pastejo em modelo agrosilvopastoril. O processo de ciclagem de nutrientes em sistemas integrados, consorciados ou de sucessão, se torna completo com a presença de animais, fechando o circuito de retroalimentação, sendo uma estratégia de produção sustentável que promove melhorias nas qualidades físicas químicas e biológicas dos solos, evitando a compactação, erosão e necessidade de fertilizantes (SILVA *et al*, 2020).

Quanto à biodiversidade presente nos agroecossistemas visitados, os dados dão conta de elementos observados durante as caminhadas e coletados nas entrevistas. Onde foi possível observar a vegetação natural e sistemas agroflorestais, agentes polinizadores e outros componentes naturais benéficos ao sistema de produção como minhocas, inimigos naturais de pragas etc. Os dados levantados a campo, foram sistematizados na Quadro 11, onde é possível observar o percentual de propriedades que atenderam a cada escala dos indicadores de biodiversidade.

Quadro 11 - Índice de vegetação natural, árvores e polinizadores em percentual de agroecossistemas que atende os indicadores

Indicador	Resposta	Percentual
Apicultura	Não	59%
	Sim, selvagens	4%
	Sim, criação	37%
Área produtiva coberta por vegetação natural ou diversa	Não existe	0%
	Pequena	25%
	Média	43%
	Significativa	29%
	Abundante	3%
Presença de polinizadores e animais benéficos (abelhas, pássaros, minhocas e todos animais silvestres)	Não existe	0%
	Pouca	51%
	Significativa	36%
	Abundante	13%

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Os dados do Quadro 11 mostram que 41% das propriedades avaliadas possuíam algum tipo de criação de abelhas ou manejo melíponas. Sendo estas últimas, polinizadoras naturais da vegetação nativa e as principais responsáveis pela manutenção dos ecossistemas locais. Em relação a cobertura natural ou vegetação arbórea presente em áreas produtivas, 100% das unidades visitadas apresentam diferentes graus de presença de cobertura. Nesse sentido, foram contabilizados espaços como quintais produtivos, sistemas agroflorestais (SAFs), áreas de

preservação, extrativismo e criação de animais soltos na Caatinga (fundo de pastos), com componentes arbóreos em áreas produtivas.

O processo de polinização e dispersão de espécies, podem ser realizados por espécies de insetos, aves, mamíferos, peixes etc. Para o levantamento das informações a campo, o conhecimento local foi muito importante para identificar os hábitos dos elementos da biodiversidade local. Todos os sistemas apresentaram algum nível de presença dos agentes de polinização e animais benéficos. Porém, 51% das propriedades apresentam pouca presença desses elementos benéficos para a sustentabilidade dos agroecossistemas e, nessa condição, configura um sinal de alerta para a manutenção da agrobiodiversidade e cuidados como prestação dos serviços ambientais.

Os dados apresentados colaboram para a medição do indicador 2.4.1 (Percentual da área agricultável sob agricultura produtiva e sustentável) do ODS 2, que entre outras metas, pretende-se promover a agricultura sustentável. Dentro da Agenda 2030, a Meta 2.4 (Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos, por meio de políticas de pesquisa, de assistência técnica e extensão rural, entre outras, visando implementar práticas agrícolas resilientes que aumentem a produção e a produtividade e, ao mesmo tempo, ajudem a proteger, recuperar e conservar os serviços ecossistêmicos, fortalecendo a capacidade de adaptação às mudanças do clima, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, melhorando progressivamente a qualidade da terra, do solo, da água e do ar), mostrando-se um meta bastante ambiciosa e extremamente necessária para o desenvolvimento sustentável como um todo.

Apenas um dos aspectos supracitados, como a presença de vegetação nativa em áreas de produção, pode trazer um conjunto de benefícios para o agroecossistemas a partir do solo, similar a uma reação em cadeia ou um ciclo virtuoso de retroalimentação de cooperação ecológica. Machado (2014) defende que, que plantas espontâneas são indicadores de alguma condição que está perturbando o sistema.

O autor traz uma série de benefícios em manter a vegetação espontânea nos espaços de produção, como a cobertura e proteção do solo contra erosão (hídrica e eólica); descompactação das camadas de solo, devido ao uso de máquinas e pisoteio animal; recuperação da fertilidade do solo e incremento de matéria orgânica; relações alelopáticas contra parasitas e participação no controle biológico de pragas e doenças; indicador de carência nutricional e transporte de nutrientes para as camadas superficiais; melhorias na aeração e retenção de água; ainda podem ser comestíveis, medicinal, apícolas, fixadoras de carbono no solo; e, por fim, melhora a

qualidade ambiental por aumentar a biodiversidade geral nos agroecossistemas sustentáveis (Machado, 2014).

4.5.2. SAÚDE DO SOLO

Para Nazário (2020), a diversificação dos sistemas produtivos e a promoção da qualidade dos solos, são práticas complementares no alcance de sistemas de produção sustentáveis, sendo a fertilidade do solo e a diversificação dos agroecossistemas elementos-chave para a gestão das atividades, de modo a garantir funções e serviços ecossistêmicos, que proporcionam autonomia, resiliência e estabilidade na produção.

As agressões como a aração, gradagem, subsolagem, fogo e o pisoteio contínuo do gado destroem as estruturas e comprometem a vida no solo. A porosidade, a capilaridade, a vida aeróbia e anaeróbia são perturbadas ou destruídas. Modifica-se o habitat dos micro, meso e macro-organismos. Enfim, rompe-se o equilíbrio natural e instala-se a rota da dependência aos fertilizantes e agrotóxicos (Machado, 2014).

A saúde do solo abrange a estabilização da estrutura do solo, a manutenção da vida e da biodiversidade do solo, a retenção e liberação de nutrientes para as plantas e a manutenção da capacidade de retenção de água, tornando-a um critério chave não só para a produtividade agrícola, mas também para a resiliência ambiental (FAO, 2005).

Diversas práticas benéficas para a saúde do solo, são utilizadas nos agroecossistemas visitados. Como visto anteriormente (Item 4.3.1), há alguns níveis de conscientização quanto à preservação dos recursos naturais. Alguns utilizam métodos de manejo dos solos, orientados para uma transição agroecológica. Outro grupo, fazem o manejo tradicional do sistema, sem a disponibilidade de recursos para intervenções predatórias como o uso de máquinas e insumos químicos.

Entre as práticas conservacionistas que se pôde observar a campo, destacam-se os consórcios, as rotações e as sucessões de culturas; a integração de componentes arbóreos nas lavouras e nos campos de pastagens, com espécies nativas voltadas para o extrativismo; o uso de insumos próprios para reposição de matéria orgânica no solo, uso de material propagativo crioulo ou adaptado para o plantio e uso de defensivos naturais para o manejo de pragas e doenças. Além do preparo do solo com pouca mobilização, já que esse grupo de agricultores

famíliares não possui máquinas e equipamentos que possam alterar profundamente a estrutura do solo.

Contudo, na agricultura familiar tradicional, ainda há algumas práticas que podem afetar negativamente a saúde do solo. Primeiramente, a falta de capital físico ou financeiro, como tamanho limitado de terra, que ocasiona o esgotamento da fertilidade natural do solo, em busca de satisfazer as necessidades alimentares da família. Programas e políticas agrícolas que distribuem sementes adaptadas para outros sistemas de produção e horas máquinas, para o preparo do solo. Muitas vezes, essa política de distribuição de sementes chega fora do período do plantio.

Ainda pode-se citar práticas predatórias como queimadas e desmatamentos, que deixam os solos descobertos, expostos as ações dos ventos e da chuva, perdendo a camada superficial e estrutura, que provoca a erosão, o assoreamento dos corpos d'água e diminuição na produtividade.

Através de caminhadas nas propriedades, os membros das famílias puderam apresentar os subsistemas desenvolvidos para a produção, onde foram observadas as paisagens agrícolas, as características do solo e o estado das plantas. A partir de um olhar geral e compartilhado pelos participantes, como pesquisadores, técnicos e agricultores, possibilitando interpretar as condições da saúde e algumas características físicas do solo.

De acordo com as informações sistematizadas no Quadro 12, verifica-se que os solos manejados pelo conjunto das famílias visitadas, ainda requerem mudanças de manejo ou intensificação em práticas sustentáveis para alcançar níveis mais elevados de proteção, matéria orgânica e estrutura física para retenção e disponibilidade de água por maiores períodos ao longo do ano.

A maior parte das áreas observadas, apresentam características intermediárias quanto à estrutura, onde 71% dos solos eram pouco agregados, com uma estrutura frágil e coloração clara. Ainda 77% desses solos dispõem de uma fina camada superficial de matéria orgânica, provavelmente, devido ao aporte insuficiente de material orgânico ou outras formas de cobertura do solo (15% descobertos). Devido ao clima tropical, os resíduos se degradam rapidamente (63%). Porém, a falta de alguma condição física que atua no sistema, a exemplo do déficit hídrico, pode inibir a ocorrência dos processos biológicos de decomposição de material mais lenhoso (26% dos solos apresentaram uma lenta decomposição dos resíduos).

Quadro 12 - Indicadores para observação qualitativa da saúde do solo

Indicadores	Características	Índice	% de Respostas	Nota
Estrutura	Solo solto e empoeirado sem agregados visíveis	1	17%	2,9
	Poucos agregados que quebram com pouca pressão	3	71%	
	Agregados bem formados, difíceis de quebrar	5	12%	
Compactação	Solo compactado	1	N/A	
	Camada compacta fina	3		
	Sem compactação	5		
Profundidade do solo	Afloramento rochoso	1	13%	2,94
	Camada superficial fina	3	77%	
	Camada superficial > 10 cm	5	10%	
Condição de decomposição dos resíduos no solo	Resíduos orgânicos de decomposição lenta	1	26%	4,04
	Presença de resíduos em decomposição do ano anterior	3	21%	
	Resíduos em vários estágios de decomposição, a maioria dos resíduos bem decompostos	5	63%	
Cor, cheiro e presença de matéria orgânica	Cor clara, cheiro químico e sem presença de húmus	1	17%	3,06
	Marrom claro, inodoro e com certa presença de húmus	3	63%	
	Marrom escuro, cheiro fresco e húmus abundante	5	20%	
Retenção de umidade (depois irrigação ou chuva)	Solo seco, não retém água	1	N/A	
	Nível limitado de umidade disponível por um curto período de tempo	3		
	Nível de umidade durante um período razoável tempo	5		
Cobertura do solo	Solo descoberto	1	15%	3,82
	Menos de 50% da terra coberta por resíduos ou cobertura verde	3	29%	
	Mais de 50% das terras cobertas por resíduos ou cobertura viva	5	56%	
Erosão	Erosão severa, presença de pequenas voçorocas	1	23%	3,3
	Sinais de erosão evidentes, mas pequenos sulcos	3	39%	
	Sem sinais visíveis de erosão	5	38%	
Presença de invertebrados	Sem sinal de presença ou atividade de invertebrados	1	18%	3,1
	Apresenta algumas minhocas e artrópodes	3	59%	
	Presença abundante de organismos invertebrados	5	23%	
Atividade microbiológica	Muito pouca efervescência após aplicação de água oxigenada	1	N/A	
	Efervescência rápida à média	3		
	Efervescência abundante	5		

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Desta forma, solos de clima quente e secos, com chuvas irregulares e às vezes torrenciais, geram solos rasos e com sinais de erosão, devido a pouca cobertura vegetal e falta de práticas conservacionistas como curva de nível. Verificou-se a partir de dados do campo

que, apesar de 56% das áreas produtivas apresentarem boa proteção (mais de 50% da área) com resíduos ou cobertura viva, ainda 23% destes solos encontrava-se em processo de erosão severa (presença de sulcos ou voçorocas) e 39%, com algum sinal de desgaste da camada superficial.

O percentual de agricultura sustentável e produtiva (Indicador 2.4.1) poderá ser incrementado, com o apoio às experiências de manejo e produção em unidades produtivas, onde já se desenvolvem e utilizam estratégias de manutenção da matéria orgânica dos solos, como nos sistemas agroecológicos. Nas experiências visitadas, a produção é beneficiada pela aplicação do biofertilizante, proveniente da biodigestão anaeróbia de resíduos da criação animal, promovido pela utilização da tecnologia social denominada Biodigestor Sertanejo.

Durante a pesquisa de campo, foi avaliado o uso do biofertilizante gerado pela tecnologia social. Verificou-se que 100% das famílias, com o biodigestor em funcionamento, utilizam o insumo produzido na propriedade. O material utilizado para o processo de biodigestão, cerca de 70% são resíduos da criação animal (bovino, suínos, caprinos/ovinos e aves), reaproveitando no próprio agroecossistema. A aplicação promove um aporte de 12.956 kg/mês de matéria orgânica nos sistemas de produção, sendo uma média anual por unidade de produção de aproximadamente 3,5 toneladas/ano (3.455 kg). As culturas que receberam mais aplicações de biofertilizantes, estão demonstradas na Tabela 6.

Tabela 6 - Percentual do biofertilizante utilizado nas principais culturas desenvolvidas pelas famílias entrevistadas

Culturas	Percentual de famílias que aplicam o biofertilizante por cultura (%)
Capim de corte	3,57%
Fruteiras	5,36%
Horta	7,14%
Preparo do solo	7,14%
Lavoura (milho, feijão, fava, macaxeira)	21,43%
Palma	76,79%

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Como se observa na Tabela 6, a palma forrageira é a opção de mais empregada entre 76% dos usuários de biofertilizante. Em seguida, vem os plantios de sequeiro (lavouras), onde a área dedicada ao consórcio entre milho, feijão, fava e macaxeira, são responsáveis por 21,4% de todo biofertilizante, produzido e utilizado, nessas atividades. Ainda há que destacar sobre o biofertilizante que é aplicado na forma líquida, podendo agir no subsistema como fertilizante

ou condicionante do solo, e como defensivo agrícola contra patógenos e pragas, ativando diversas funções ecossistêmicas dentro do espaço produtivo.

A quantidade utilizada para corrigir a fertilidade do solo e destinada a controlar o ataque de pragas e doenças são definidas de acordo com as necessidades da cultura implantada no arranjo agroecológico (CARVALHO, 2020). Essas práticas estão integradas com a Meta 15.3, que busca combater a desertificação, restaurar a terra e o solo degradado, incluindo terrenos afetados pela desertificação, secas e inundações, e lutar para alcançar um mundo neutro em termos de degradação do solo, até o ano de 2030.

4.6. AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS AGROECOLÓGICOS DE DESEMPENHO

A sistematização dos dados analisados anteriormente, estão organizados no Quadro 13, a seguir:

Quadro 13 - Consolidação da análise dos critérios de desempenho para as dimensões chaves e sua correlação com o alcance dos ODS nos agroecossistemas analisados.

Dimensões Chaves	Critérios de Desempenho	Resultados segundo o método de análise	Abordagem em Semáforos	ODS/ Indicadores correlacionados
Governança	Acesso segura à terra	93,83% das famílias entrevistadas possuem reconhecimento legal da propriedade de sua terra	Sustentável	ODS 1. / 1.4.2 ODS 2. / 2.4.1 ODS 5. / 5. a.1
Economia	Produtividade	R\$ 2.265,30/ha/ano < (Brasil, R\$ 3.839,00/ha/ano)	Aceitável	ODS 2. - 2.3.1 e 2.4.1
	Renda	R\$ 3.964,28/pessoa/ano < (Banco Mundial - linha da pobreza R\$ 4.015,00/pessoa/ano)	Insustentável	ODS 1. / 1.1.1, 1.2.1 1.2.2 ODS 2. / 2.3.2 e 2.4.1 ODS 10. / 10.2.1
	Valor Agregado	R\$ 377,60/pessoa/ano = (PIB Agrícola 2018 – R\$ 373,63/pessoa/ano)	Aceitável	ODS 10. / 10.1.1 e 10.2.1
Saúde e Nutrição	Exposição a pesticidas	Sem utilização de agrotóxicos	Sustentável	ODS 3. / 3.9.1 3.9.2 e 3.9.3
	Diversidade alimentar	Diversidade Alimentar Mínima da Mulher (10/10 alimentos)	Sustentável	ODS 2. / 2.1.1, 2.1.2 2.2.1, 2.2.2, 2.4.1
Sociedade e Cultura	Empoderamento das mulheres	A-WEAI = 0,662	Aceitável	ODS 2. / 2.4.1 ODS 5. / 5.a.1 e 5.a.2
	Oportunidade de emprego para	Oportunidade para jovens Pontuação 77%	Sustentável	ODS 8. / 8.6.1

	jovens			
Meio Ambiente	Biodiversidade agrícola	Índice de Gini-Simpson 76%	Sustentável	ODS 2. / 2.4.1 2.5.1
	Saúde do solo	Saúde do solo Pontuação 3,3	Aceitável	ODS 2. / 2.4.1 ODS 15. /15.3.1

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

4.7. AVALIAÇÃO DAS TECNOLOGIAS SOCIAIS E SUA RELAÇÃO COM OS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Em todos agroecossistemas avaliados durante a realização da pesquisa, observou-se ao menos um tipo de Tecnologia Social cumprindo a função de mediador da fertilidade ou na função de subsistema, contribuindo como a importante estratégia na busca por autonomia dos sistemas produtivos. Como ressalta Petersen (2021), essas tecnologias são elementos estruturais que possibilita a captação, armazenamento, transporte e processa recursos abióticos como água, nutrientes e radiação promovendo funções ecossistêmicas, como mediadores de fertilidade dentro do processo produtivo. Da mesma forma, as Tecnologias Sociais que atuam como subsistemas de um agroecossistema maior, processam insumos orgânicos e os transformam em produtos que auxiliam no alcance da autonomia do agroecossistema como um todo, é o que se observa com os biodigestores que processam resíduos orgânicos e fornecem energia limpa e biofertilizante.

Os dados do Quadro 14, apresentam como as Tecnologias Sociais, observadas durante a pesquisa, promovem a manutenção de alguns Serviços Ecossistêmicos² que beneficiam a saúde dos biomas e contribuem para o bem estar de toda a sociedade, como alimentação saudável, água limpa, conservação dos solos, conforto térmico entre outros benefícios.

Desta forma, observou-se que as tecnologias destacadas no quadro abaixo promovem a manutenção de serviços ofertados pela natureza, necessitando apenas preservá-los.

A exemplo das cisternas de captação e armazenamento de água de chuva, ela permite fazer a gestão sustentável desse recurso, que sempre foi tão valioso no bioma Caatinga. Porém,

² Serviços de Regulação: Regulação climática, de doenças, biológica, de danos naturais, regulação e purificação da água e polinização; Serviços de Provisão (abastecimento): Alimentos, água, madeira para combustível, fibras, bioquímicos e recursos genéticos; Serviços de Suporte: Formação do solo, produção de oxigênio, ciclagem de nutrientes e produção primária; Serviços Culturais: Ecoturismo e recreação, espiritual e religioso, estético e inspiração, educacional, senso de localização e cultural (Ferraz, 2019).

no bioma Mata Atlântica, esse recurso está ficando cada vez mais escasso e os princípios das cisternas estão sendo adequados para as regiões Sul e Sudeste.

Quadro 14 - Tipos de Tecnologias Sociais e Serviços Ecosistêmicos por Biomas

Tecnologia Social (TS)	Frequência de TS nos Estabelecimentos por Região			Serviços Ecosistêmicos
	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	TS contribuindo para:
Biodigestor	83%	95%	86%	Serviços de Regulação; Serviços de Provisão; Serviços de Suporte
Composteira	36%	33%	80,4%	Serviços de Regulação; Serviços de Provisão; Serviços de Suporte
Biofertilizante	72%	47,6%	65,2%	Serviços de Regulação; Serviços de Provisão; Serviço de Suporte
Bio-água (Reuso)	42%	0	12%	Serviços de Regulação; Serviços de Provisão
Cisterna	100%	17,60%	20,1%	Serviços de Regulação; Serviços de Provisão
Abelhas Nativas	12%	5,8%	19,4%	Serviços de Regulação; Serviços de Provisão
Silo	36%	95,2%	72,7%	Serviços de Provisão
Banco de Sementes Familiar	30%	38%	65,5%	Serviços de Provisão; Serviço de Suporte; Serviços Culturais
Agrofloresta	6%	4,7%	71,5%	Serviços de Regulação; Serviços de Provisão; Serviços de Suporte; Serviços Culturais
Fogão Ecológico	66%	52,3%	26,4%	Serviços de Suporte
Fogão Solar	0	0	2,3%	Serviços de Suporte

Fonte: Dados de campo, 2022.

Os biodigestores por sua vez, que estiveram presentes em todas as residências visitadas, trazem uma série de benefícios para a família, para o agroecossistema e para o ambiente como um todo, à medida que gera energia limpa, evita a queima de lenha e a retirada de madeira, ajuda na economia financeira e no tempo de trabalho da família, evita a exposição da mulher à fumaça, além de gerar um biofertilizante que contribui para o melhoramento na produção a partir do aumento de matéria orgânica dos solos.

5. CONCLUSÕES

A partir dos resultados apresentados anteriormente, foi possível concluir que os sistemas de produção familiar estudado apresentam diversos aspectos e características de sustentabilidade, contribuindo para o alcance de diversos ODS da Agenda 2030. Baseados em modelos tradicionais ou agroecológicos, essas unidades de produção apresentam-se como modelos resilientes que indicam caminhos para uma produção sustentável de alimentos em comunidades rurais.

Porém, essas iniciativas ainda demandam apoio de diversas naturezas, para se consolidar como estratégia de manter uma produção estável ao longo do tempo, inclusive socialmente e sustentável ambiental e economicamente.

A partir de conhecimentos locais, tradicionais e agroecológicos, as famílias e comunidades poderão alcançar modelos de sistemas regenerativos dos processos naturais e provedores de alimentos saudáveis. E com o apoio de políticas públicas, pesquisas participativas e assessoria técnica, promove-se a inclusão produtiva e geração de renda, melhorando a qualidade de vida das famílias envolvidas.

Nota-se que critérios de desempenho como a governança do espaço produtivo garante uma relação mais adequada para conduzir sistemas mais amigáveis ambientalmente, visto que o acesso à terra garantido, as famílias podem planejar a longo prazo e manejar seus sistemas com a consciência de preservação dos recursos disponíveis. Entretanto, o modelo de análise de desempenho dos agroecossistemas, não conseguiu avaliar aspectos econômicos comuns em sistemas agrícolas tradicionais, como a reciprocidade.

Nesse contexto, a análise apresentou baixo desempenho em relação a produtividade, renda e valor agregado. Esses indicadores requerem ajustes, pois parte da economia local se dá por renda não monetária ou não contabilizada, como são os casos de prolabore, valor de produtos consumidos e relações de reciprocidade comunitária.

Critérios importantes para a sustentabilidade de sistemas agrícolas foram alcançados satisfatoriamente pelos indicadores de saúde e nutrição, que estão vinculados à alta eficiência no equilíbrio ecológico dos agroecossistemas e da segurança alimentar e nutricional. Em ambos os casos, a agrobiodiversidade desempenha um papel fundamental, promovendo maior resiliência dos sistemas frente aos ataques de pragas e doenças, eventos climáticos extremos e possibilita uma variedade alimentos na dieta da família, com fibras, proteínas e carboidratos.

Em relação a sustentabilidade social, foi observado que o grupo estudado alcançou satisfatoriamente indicadores como empoderamento das mulheres e envolvimento de jovens na manutenção dos sistemas de produção familiar. As mulheres têm aumentado seu protagonismo nas tomadas de decisões dentro do núcleo familiar, na condução do sistema produtivo e na gestão dos recursos gerados pelas atividades. No entanto, ainda precisa enfrentar preconceitos e estabelecer novos padrões sociais, para garantir o reconhecimento de todas as funções que desempenham no agroecossistema e na sociedade como um todo.

Já a juventude, demanda espaço para contribuir mais com o desenvolvimento dos sistemas produtivos. Com grande potencial para exercer o trabalho mais qualificado como beneficiamento e comercialização, além de uma atenção maior aos modelos sustentáveis de manejo dos recursos naturais, inclusive aplicando e desenvolvendo tecnologias apropriadas.

Na dimensão ambiental, os dados do estudo apresentaram bons resultados em relação a biodiversidade, demonstrando que os sistemas agroecológicos estão promovendo a manutenção de serviços e funções ecossistêmicos com a preservação de componentes ecológicos como árvores, nascentes, polinizadores, inimigos naturais de pragas, além da provisão de uma diversidade de produtos agrícolas como alimentos, fibras e energia de qualidade.

Ainda no campo ambiental, a partir do manejo sustentável de utilização dos recursos disponíveis, o cuidado com os solos ainda requer mais atenção e aplicação de técnicas conservacionistas para alcançar melhores níveis de fertilidade e produção. Intervenções baseadas na natureza, como as cercas vivas, curvas de nível, cobertura morta, além das práticas já realizadas no cotidiano, como a diversificação, consórcio e rotação de culturas.

A partir da metodologia utilizada, foi possível fazer a leitura das dimensões-chaves da sustentabilidade dos agroecossistemas analisados e sua contribuição para o alcance dos ODS, o que chama a atenção para a necessidade de formulação de políticas públicas que reconheçam, valorize e apoiem as estratégias locais de convivência sustentável com os biomas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Juliete A. T., NORONHA, Cartiele R. B., BRITO, Erik R. P., FARIAS, Andriele R. B., Andrade, HORASA M. L. S. **A invisibilidade parcial do trabalho feminino no campo das atividades produtivas**. 18º REDOR. UFRPE: Recife, 2014.

ALTIERI, Miguel. A., PONTI, Luigi., NICHOLLS, Clara. I. **Manejando insetos-praga com a diversificação de plantas**. *Agriculturas*, v. 4, n. 1, 2007.

ARAÚJO R. O. A., CÂNDIDO, G. A. **Tecnologia social e inovação social: interação indutora do desenvolvimento sustentável nos territórios rurais**. *Revista Espacios*. Vol. 36, (Nº 13), Pág. 1, Ano 2015.

ARNETH, A., F. DENTON, F. AGUS, A. ELBEHRI, K. ERB, B. OSMAN Elasha, M. RAHIMI, M. ROUNSEVELL, A. SPENCE, R. VALENTINI. Framing and Context. In: **Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems**. 2019.

Articulação no Semiárido. **O Lugar da Convivência na Erradicação da Extrema Pobreza: Reflexões e proposições da Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA)**, no intuito de contribuir para a garantia plena do acesso à água para todas as pessoas no Semiárido. Recife: ASA, 2011.

ASSAD. E. D. Aquecimento Global e Agricultura Familiar *in*: Azevedo, A. A; Campanili, M.; Pereira, C. (Org.). **Caminhos para uma Agricultura Familiar sob bases ecológicas: produzindo com Baixa Emissão de Carbono**. 1. ed. revisada e atual. - Brasília, DF: IPAM, 2015. 224 p. : il. ; 25cm. ISBN 978-85-87413-09-3.

BARBOSA, M. V. G., MELO, D. S., DUTRA, M. T. D., VALENÇA, M. M. **Agenda 2030 e o Desenvolvimento Sustentável: educação ambiental crítico-dialógica com a oficina conhecendo os 17 ODS**. X Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Fortaleza, 2019.

BAVA, S. C. Tecnologia Social e Desenvolvimento Local. *In*: BAVA, S. C. *et al.* **Tecnologia Social: uma estratégia para o desenvolvimento**. Fundação Banco do Brasil – Rio de Janeiro, 2004.

BELLON, M.R., NTANDOU-BOUZITOU, G.D., CARACCIOLO, F. **On-farm diversity and market participation are positively associated with dietary diversity of rural mothers in southern Benin, West Africa**. *PLOS ONE*, 2016.

BPBES - Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. **1º Diagnóstico brasileiro de biodiversidade & serviços ecossistêmicos** [livro eletrônico]. -- São Carlos, SP: Editora Cubo, 2019. 10 Mb; PDF.

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. **Objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS)**. Brasília, 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/mre/pt->

br/assuntos/desenvolvimento-sustentavel- e-meio-ambiente/desenvolvimento-sustentavel/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods. Acesso em: 06 de mar. 2021.

BUARQUE, S. C. **Construindo o Desenvolvimento Local Sustentável**. 4 ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

BURKET, J. **Willamette Valley soil quality card guide**. (EM 8710). Corvallis, Oregon, Servicio de Extension de la Universidad de Oregon. 1998.

CÂNDIDO, Nelson, C. ODS: **Estratégia metodológica para a sustentabilidade**. 1ª Ed. Lisbon Press. São Paulo, 2021. ISBN: 9789893706831.

CARVALHO, Hugo M., NAZÁRIO, Renato S. Insumos orgânicos e biológicos. In: MACHADO, Altair T. NEDER, Ricardo T. **Ciência, tecnologia, sociedade (CTS) para a produção de sementes agroecológicas**. Brasília: Observatório do Movimento pela Tecnologia Social da América Latina. UnB/Embrapa InovaSocial. 2020.

CASEMIRO, I. P., FIRMINO, H. T. , VEDRAMINI, A. L. A., ALVES, H. M. Agroecologia – Um Olhar na Perspectiva da Tecnologia Social sob Projetos da Fundação Banco do Brasil in: **Anais do XIV Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social**. v. 14 n. 1 (2017).

COSTA, Adriano Borges, (Org.) **Tecnologia Social e Políticas Públicas**. São Paulo: Instituto Pólis, 2013. 284 p.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R. S.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R.V.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G., SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M. **The value of the world's ecosystem services and natural capital**. Nature, v. 387, p. 253-260, May 1997. DOI: 10.1038/387253a0.

DAMALAS, C. & KOUTROUBAS, S. **Farmers Exposure to Pesticides: Toxicity Types and Ways of Prevention**. Toxics, Mar 2016.

D'ANNOLFO, R., GEMILL-HERREN, B., GRÄUB, B. & GARIBALDI, L. **A review of social and economic performance of agroecology**. Revista Internacional de Sostenibilidad Agrícola, 15(6): 632–644. 2017.

DELGADO, G. C. **Desenvolvimento Rural e Economia Ecológica: uma abordagem a partir do zoneamento**. Cadernos para Debate n. 4. Revista Agriculturas: Rio de Janeiro - 2021. ISSN: 1807-491X.

DEMEKE, M., MEERMAN, J. SCOGNAMILLO, A., ROMEO, A. & ASFAW, S., **Linking farm diversification to household diet diversification: Evidence from a sample of Kenyan ultra-poor farmers**. ESA Documento de Trabajo No. 17-01. Rome, FAO.2017.

DIACONIA. **12 passos para construir um biodigestor**. Recife-PE, 2014.

DOBLAS, J.; OVIEDO, A. Os territórios indígenas e tradicionais protegem a biodiversidade? In: **Povos tradicionais e biodiversidade no Brasil** [recurso eletrônico]: contribuições dos povos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais para a biodiversidade, políticas e ameaças / Manuela Carneiro da Cunha, Sônia Barbosa Magalhães e Cristina Adams, organizadoras. – São Paulo: SBPC, 2021. 132.

FARLEY, J. **Ecosystem services**: the economics debate. *Ecosystem Services*, v. 1, n. 1, p. 40- 49, Jul. 2012. DOI: 10.1016/j.ecoser.2012.07.002.

FARLEY, J. E.; COSTANZA, R. **Payments for ecosystem services**: from local to global. *Ecological Economics*, v. 69, n. 11, p. 2060- 2068, Sept. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.06.010>.

FAO. **Instrumento para la evaluación del desempeño agroecológico (TAPE)** - Proceso de desarrollo y directrices para la aplicación. Versión de prueba. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma. 2021. <https://doi.org/10.4060/ca7407es>.

FAO. **Los 10 elementos de la agroecología**. Guía para la transición hacia sistemas alimentarios y agrícolas sostenibles. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma. 2018.

FAO. **El futuro de la alimentación y la agricultura**: Tendencias y desafíos. FAO: Roma, 2017.

FAO. **Decent work indicators for agriculture and rural areas**. Conceptual issues, data collection challenges and possible areas for improvement. Serie de Documentos de Trabajo, ESS / 15–10. FAO: Roma, 2005.

FAO. **Desenvolvimento Rural Sustentável**: uma visão territorial. Caderno de Formação. Angola, 2012.

FAO. **El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2010–11**. Roma, FAO. 2011.

FAO. **La FAO y los Objetivos de Desarrollo Sostenible** - Cumplir la Agenda 2030 mediante el empoderamiento de las comunidades locales. Rome. 2022. <https://doi.org/10.4060/cc2063es>.

FAO & FHI 360. **Minimum dietary diversity for women**: A guide to measurement. Roma, FAO. 2016.

FERRAZ, R. P. D.; PRADO, R. B. PARRON, L. M. Campanha, M. M. **Marco referencial em serviços ecossistêmicos**. Brasília - DF: Embrapa, 2019. 160 p. : il. Color.

FERREIRA, L. G.; SOUSA, S. B. de; ARANTES, A. E. **Radiografia das pastagens do Brasil**. Goiânia: Edição dos Autores, 2014. 214 p.

FRIEDLINGSTEIN, P. *et al*s. **Global Carbon Budget 2022**, *Earth Syst. Sci. Data*, 14, 4811–4900, <https://doi.org/10.5194/essd-14-4811-2022>, 2022.

GADDA, T.; TOLEDO, P. (Ed.). **1º Diagnóstico brasileiro de biodiversidade e serviços ecossistêmicos**. São Carlos, SP: Editora Cubo, 2019. cap. 1, p. 6-33.

GALINDO, W. C. M. **Intervenção Rural e Autonomia**: a experiência da Articulação no Semiárido. Recife: Editora Universitária UFRPE, 2008.

GASPARELO, E. P., STÉFANI, S. R., & SCHMIDT, L. P. **A visão dos stakeholders para cidade sustentável no centro-sul paranaense**. Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento, 11(2), 2022. DOI: <https://doi.org/10.3895/rbpd.v11n2.14060>.

Goldemberg, J. **Gestão de energia para o desenvolvimento sustentável**. Universidade de São Paulo (USP). 2023. Disponível em: https://www.embrapa.br/olhares-para-2030/artigo/-/asset_publisher/SNN1QE9zUPS2/content/jose-goldemberg?inheritRedirect=true. Acesso em 14 de dezembro de 2024.

IPCC: **Climate Change and Land**: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems, 2019.

IPEA: **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**. Brasília: Ipea; IBGE, N.18 Set/Out, 2019.
http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5294 Acesso em: 15 de julho 2022.

JARA, C. J. **A Sustentabilidade do Desenvolvimento Local**. Brasília: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), 1998. 316 p.

JOLY, C. A.; SCARANO, F. R.; SEIXAS, C. S.; METZGER, J. P.; OMETTO, J. P.; BUSTAMANTE, M. M. C.; PADGURSCHI, M. C. G.; PIRES, A. P. F.; CASTRO, P. F. D.; JONES, A., SHRINIVAS, A. & BEZNER-KERR, R. **Farm production diversity is associated with greater household dietary diversity in Malawi**: Findings from nationally representative data. Food Policy, 2014.

LACHAT, C., RANERI, J., SMITH, K., KOLSTEREN, P., VAN DAMME, P., VERZELEN, K., PENAFIEL, D., VANHOVE, W., KENNEDY, G., HUNTER, D., ODHIAMBO, F., NTANDOU-BOUZITOU, G., DE BAETS, B., RATNASEKERA, D., Ky, H., REMANS, R., TERMOTE, C. **Dietary species richness as a measure of food biodiversity and nutritional quality of diets**. Proceedings of the National Academy of Sciences, 115(1): 127–132. 2018.

LEITE, L. F. C., PETRESE, V. G., SAGRILO, E. Sequestro de Carbono em Solos da Região Semiárida Brasileira Estimado por Modelos de Simulação em Diferentes Sistemas Produtivos. *In: 2ª Conferência Internacional: Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regiões Semiáridas*. Fortaleza: ICID+18, 2010.

LUCANTONI, D., CASELLA, M., MARENGO, A., MARIATTI, A., MOTTET, A., BICKSLER, A., SY, M.R., ESCOBAR, F. **Informe sobre el uso del Instrumento para la Evaluación del Desempeño de la Agroecología (TAPE) en Argentina**: Resultados y discusión desde el Área Metropolitana de Rosario. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Roma. 2022. 360p. :il., tabs.

LUCAS, Manuel C. Y., REGUERA, Julia U. **La Seguridad Alimentaria y Nutricional: factores y metodologías**. Universidad Politécnica y Universidad Complutense de Madrid. Máster en Estrategias y Tecnologías para el Desarrollo: Madrid, 2023.

MACHADO, Luiz C. P., FILHO, Luiz C. P. M. **A dialética da agroecologia: contribuição para um mundo com alimentos sem veneno**. 1ª edição. São Paulo: Expressão Popular, 2014. ISBN 987-85-7743-239-4.

MANOEL, Pedro S. **Impactos de diferentes tipos de monoculturas sobre as comunidades de macroinvertebrados bentônicos e peixes de riachos**. Tese de doutorado. UNESP: Botucatu – SP, 2020.

MATTOS, L. C., JÚNIOR, M. F. **Manual do biodigestor sertanejo**. Recife: Projeto Dom Helder Câmara, 2011. 55 p.: il.

MELO, L. A. **Crédito rural no Brasil: uma realidade para a mulher agricultora familiar?** Coordenação Geral de Estudos Ambientais e da Amazônia - CEAMB. Recife-PE, 2006.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: a framework for assessment**. Washington, DC: Island Press, 2003.

MONTEIRO, J. M. G.; PRADO, R. B.; FIDALGO, E. C. C.; SCHULER, A. E.; OLIVEIRA, A. P. de; UZEDA, M. C.; DONAGEMMA, G. K. **Ferramenta (kit) para avaliação simplificada de serviços ecossistêmicos em agroecossistemas**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2020. 14 p. il. Color.

MOTTET, A.; BICKSLER, A.; LUCANTONI, D.; DE ROSA, F.; SCHERF, B.; SCOPEL, E.; LÓPEZ-RIDAURA, S.; GEMMILHERREN, B.; KERR, R. B.; SOURISSEAU, J. M.; PETERSEN, P.; CHOTTE, J. L.; LOCONTO, A.; TITTONELL, P. **Assessing transitions to sustainable agricultural and food systems: a tool for agroecology performance evaluation (TAPE)**, *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4:579154, p. 1-21, 2020.

NAZÁRIO, Renato S., CARVALHO, Hugo M., MACHADO, Cynthia T. T. Manejo dos agroecossistemas e fertilidade dos solos em sistemas de produção agroecológica. In: MACHADO, Altair T. NEDER, Ricardo T. **Ciência, tecnologia, sociedade (CTS) para a produção de sementes agroecológicas**. Brasília: Observatório do Movimento pela Tecnologia Social da América Latina. UnB/Embrapa InovaSocial. 2020.

NEVES, J. A.; IMPERADOR, A. M. **A transição agroecológica: desafios para a agricultura sustentável**. *Revista Geama, [S. l.]*, v. 8, n. 3, p. 5–14, 2022.

NICODEMO, Maria L. F. *et al.* **Tecnologias agropecuárias apropriadas para a transição agroecológica na agricultura familiar**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2021. 51 p. – (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 137). ISSN 1980-6841

NICHOLLS, C. I., OSORIO, L. A. R., ALTIERI, M. A. **Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático**. Medellín – Colombia: SOCLA, 2013.

NICHOLLS, C., ALTIERI, M., DEZANET, A., LANA, M., FEISTAUER, D. & OURIQUES, M. **A rapid, farmer-friendly agroecological method to estimate soil quality and crop health in vineyard systems.** Biodynamics, 2004

PAR. Assessing agrobiodiversity: **A compendium of methods.** Roma, Italia. Plataforma de Investigación de Biodiversidad Agrícola: 2018.

OLIVEIRA, V. M. N. **Proposta metodológica para análises ecológicas de sistemas agrícolas familiares em transição agroecológica no semiárido Brasileiro.** / Victor Maciel do Nascimento Oliveira. - Bananeiras, 2015. 100 f. : il.

ONU 2015. Disponível em: <https://nacoesuni-das.org/>. Acessado em: 02/02/2022.

PENGUE, W. & GEMMILL-HERREN, B. **Eco-agrifood systems:** Today's realities and tomorrow's challenges. En TEEB for Agriculture and Food: Scientific and Economic Foundations. Ginebra: ONU Medio Ambiente. 2018.

PETERSEN, P., SILVEIRA, L., FERNANDES, G. B., ALMEIDA, S. G. LUME: **método de análise econômico:** ecológico de agroecossistemas. 1. ed. Rio de Janeiro: AS.PTA, 2021. PDF. ISBN 978-65-89039-03-7

PNUMA (2021). Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/comunicado-de-imprensa/recrie-reimagine-restaure-comeca-decada-da-onu-da/>. Acessado em: 03/02/2022.

POWELL, B., THILSTED, S., ICKOWITZ, A., TERMOTE, C., SUNDERLAND, T. & HERFORTH A. **Improving diets with wild and cultivated biodiversity from across the landscape.** Food Security, 2015.7(3): 535–554.

QUADROS, Danilo Gusmão de; **Biodigestor na agricultura familiar do semiárido.** Salvador: EDUNEB, 2009. 96 p.

RAVALLION, M. 2004. **A poverty-inequality trade off?** Documento de Trabajo de Investigación Sobre Políticas del Banco Mundial 3579. Washington, D.C., Banco Mundial.

ROSS, J., DRIVER, J., LUNCHICK, C. & O'MAHONY, C. **Models for estimating human exposure to pesticides.** Outlooks on Pest Management, 2015.

ROCHA, C. N. Impactos Ambientais Causados pela Agricultura Intensiva e a Tutela do Estado Conteúdo Jurídico, Brasília-DF: 01 fev 2022. Disponível em: <https://conteudojuridico.com.br/consulta/Artigos/55673/impactos-ambientais-causados-pela-agricultura-intensiva-e-a-tutela-do-estado>. Acesso em: 01 fev 2022.

RODRIGUES, D. M.; SILVA, M. M.; ALMEIDA, L. S.; SOUZA, J. T. R.; JORGE YARED, A. G.; SANTANA, A. C. **Agrobiodiversidade e os serviços ambientais: perspectivas para o manejo ecológico dos agroecossistemas no estado do Pará.** Agroecossistemas, v. 4, n. 1, p. 12-32, 2012.

SANTOS, A. L. M. DOS, & ROCHA, M. B. (2021). **Tecnologia Social e Meio Ambiente: análise de abordagem macroteórica e das dimensões de sustentabilidade**. Terræ Didática, 17(Publ. Contínua), 1-13, e021007. doi: 10.20396/td.v17i0.8661878.

SILVA, José W. T., SOUZA, Braulio M. L., SILVA, Camilla M. **Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ilpf)**. Ciência Animal, v.30, n.3, p.71-84, 2020.

SOUZA, R. A. **Uso do biodigestor como tecnologia social para produção de gás de cozinha**. Recife, PE: (Dissertação), 2020. 95 f.: il. ; 30 cm.

USP (2021). Disponível em:

<https://aun.webhostusp.sti.usp.br/index.php/2021/02/09/estudo-de-servicos-ecossistemicos-pode-ajudar-no-desenvolvimento-sustentavel/>. Acessado em: 03/02/2022.

VAN DER PLOEG *et al.*, A. The economic potential of agroecology: Empirical evidence from Europe. Revista de Estudios Rurales, 71: 46–61. 2019.

VAN WALSUM, E. Introdução: **O Ano Internacional da Agricultura Familiar**. Fortalecendo A Agricultura Familiar: Vozes do Ano Internacional da Agricultura Familiar, Wageningen, v. 1, n. 1, p.5-5, out. 2014.

VEIGA NETO, F. C. **A Construção dos Mercados de Serviços Ambientais e suas Implicações para o Desenvolvimento Sustentável no Brasil. 2008**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade) CPDA, ICHS - UFRRJ, Seropédica, 2008. 286p.

VENTURA, A. C., FERNÁNDEZ, L., ANDRADE, J. C. S. **Tecnologias Sociais para Enfrentamento às Mudanças Climáticas no Semiárido**: Caracterização e Contribuições. Revista. Economia NE, Fortaleza, v. 44, n. especial, p. 213-238, jun. 2013.

VEZZANI, F. M. **Solos e os serviços ecossistêmicos**. Recife, 2015. Revista Brasileira de Geografia Física V. 08, número especial IV SMUD (2015) 673-684. ISSN:1984- 2295.

VIEIRA, Anderson T. et al.. **Estrutura fundiária e degradação ambiental em Santa Quitéria, Ceará, Brasil**. Anais CONADIS. Campina Grande: Realize Editora, 2018. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/50673>>. Acesso em: 28/08/2023 08:48

WATANABE, M. D. B.; ORTEGA, E. **Ecosystem services and biogeochemical cycles on a global scale**: valuation of water, carbon and nitrogen processes. Environmental Science & Policy, v. 14, n. 6, p. 594-604, Oct. 2011. DOI: 10.1016/j.envsci.2011.05.013.

WORLD BANK. **Experiências do Brasil em Pagamentos por Serviços Ambientais**. Latin America and Caribbean Sustainable Development Department. Washington: PES Learning Paper 2013 - 1 P.

XENOFONTE, G. Agricultura Familiar de Baixa Emissão de Carbono: bioma Caatinga *in*: Azevedo, A. A; Campanili, M.; Pereira, C. (Org.). **Caminhos para uma Agricultura**

Familiar sob bases ecológicas: produzindo com Baixa Emissão de Carbono. 1. ed. revisada e atual. - Brasília, DF: IPAM, 2015. 224 p.: il.; 25cm. ISBN 978-85-87413-09-3.

ZOMER, R., NEUFELDT, H., XU, J., AHRENDT, A., BOSSIO, D., TRABUCCO, A., VAN NOORDWIJN, M. & WANG, M. **Global tree cover and biomass carbon on agricultural land: The contribution of agroforestry to global and national carbon budgets.** 2016. Reportes Científicos, 6: 29987.

APÊNDICE

Metodologia TAPE: exemplo de aplicação em agroecossistemas familiares.



METODOLOGIA TAPE
Exemplo de aplicação em agroecossistemas
familiares

CLAUDIO ALMEIDA RIBEIRO
MARÍLIA REGINA COSTA CASTRO LYRA
JOSÉ ANTÔNIO ALEIXO DA SILVA

METODOLOGIA TAPE

EXEMPLO DE APLICAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS FAMILIARES

Roteiro fruto da dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental, para qualificação como requisito para obtenção do grau de Mestre em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco.

Linha de Pesquisa: Tecnologias e Inovações Ambientais

Coautores:

Marília Regina Costa Castro Lyra e José Antônio Aleixo da Silva

Diagramação: Claudio Almeida Ribeiro

1. Agroecologia. 2. Convivência sustentável nos territórios. 3. Metodologia de avaliação de agroecossistema



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PERNAMBUCO



Ministério da Educação
Direção de Ensino Superior - DIES

2023

SUMARIO

1. Apresentação.....	2
2. Contribuição do TAPE para a gestão ambiental de sistemas agrícolas brasileiros.....	5
3. Construção da escala sustentabilidade.....	6
4. Área de abrangência e dados obtidos a partir do TAPE.....	9
Referencias.....	11

1. Apresentação

De acordo com a FAO (2021), este marco analítico busca contribuir para a geração de conhecimentos sistematizados e de relevância sobre a agricultura sustentável e, em particular, papel desses sistemas agrícolas para o alcance dos Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Esta ferramenta está organizada em 4 passos básicos, a saber:

- Passo 0: Contextualização do território, comunidade e propriedade familiar (dados primários e secundários);
- Passo 1: Avaliação do estágio atual da transição agroecológica da propriedade, analisado a partir dos 10 elementos da agroecologia, (FAO, 2018);
- Passo 1 (bis): Realizar a tipificação de grupos de famílias produtoras por estágio de transição agroecológica;
- Passo 2: Avaliar as 5 Dimensões Chaves para uma alimentação e agricultura sustentável, através dos 10 Critério Básicos de Desempenho e seus indicadores;
- Passo 3: Apresentação dos resultados obtidos durante o diagnóstico e, discuti-los junto com os participantes da pesquisa.

A Ferramenta para Avaliação de Desempenho Agroecológico (TAPE, sigla em inglês), instrumento metodológico da FAO, baseia-se em outras metodologias já em uso, conforme o Quadro 1, que apresenta as principais semelhanças e diferenças entre elas. Segundo Motett *et al* (2020), em relação à semelhança, destacam-se o Marco para Avaliação de Sistemas de Gestão de Recursos Naturais que incorpora Indicadores de Sustentabilidade (MESMIS, sigla em inglês), o método para avaliar sustentabilidade e resiliência na propriedade - Sociedad Científica Latino Americana de Agroecologia (SOCLA); o Método de Análise Econômico-ecológica dos Agroecossistemas (LUME – ASPTA) que, de acordo com Petersen (2021), analisa os impactos de fatores externos (eventos climáticos ou políticas públicas) e inovações geradas a partir de estratégias locais, próprias das comunidades, para superar desafios (organização, autonomia e resiliência).

Para efeito do presente estudo, que teve como objetivo verificar o potencial que os agroecossistemas familiares apresentam para contribuir com o alcance dos ODS, fez-

se a análise por meio da adequação do Passo 2 do Método TAPE, que permitiu verificar o desempenho desses sistemas de produção para o alcance de alguns dos ODS e a segurança alimentar.

Quadro 1 - Relação de alguns Marcos Analíticos da Agroecologia já testados, seus atributos incorporados pelo TAPE e suas principais diferenças

Marco	Atributos incorporados	Diferenças
MESMIS Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo dos Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade (GIRA-UNAM).	▪ Participativo; ▪ Passos metodológicos graduais e hierárquico; ▪ Flexível; ▪ Inicia contextualizando o território.	Os indicadores são quantificados a partir de métodos diferentes do proposto pelo TAPE.
GTAE Grupo de trabalho sobre Transições Agroecológicas (CIRAD/IRD/AgroParistech)	▪ Simples, porém mais demorado que o TAPE; ▪ Permite a integração em sistemas mais amplos de monitoramento e avaliação; ▪ A maioria dos critérios comuns.	A primeira etapa apresenta um diagnóstico agrário completo, que não está previsto no TAPE; O GTAE é mais demorado e custoso, pois incorpora critérios que no TAPE são considerados avançados e opcionais.
SOCLA Sociedade Científica Latino Americana de Agroecologia – Método de Avaliação de Sustentabilidade e Resiliência em Agricultura.	➤ Modelo de avaliação do solo incorporado nos critérios ➤ Básicos do TAPE; ➤ Praticamente todos os outros ➤ Critérios são comuns; ➤ Método de avaliação participativa e simplicidade.	No TAPE não se aprofunda na saúde das culturas.
LUME Método de análise Econômico - Ecológico do agroecossistemas	● Baseado no método MESMIS; ● Praticamente todos os critérios e indicadores são comuns; ● Valorizam a economia não monetária (invisível).	A centralidade do princípio da autonomia no LUME, é apenas um dos aspectos valorizados no TAPE.

Fonte: Adaptado de Mottet *et al.* (2020).

Esta metodologia foi selecionada baseando-se nas afirmativas de Neves & Imperador (2022), segundo as quais a TAPE apresenta características que contribuem

para o desenvolvimento ou redesenho de modelos sustentáveis de agricultura: aplica-se de maneira participativa; é um método rápido e de baixo custo para aplicá-lo; seus indicadores refletem a contribuição da agroecologia para o alcance dos ODS, especialmente em segurança alimentar e nutricional; avalia a adaptação e mitigação das mudanças climáticas, biodiversidade e degradação da terra; gera dados que possibilitam a inserção de sistemas agroecológicos e comunidades tradicionais em programas de governos como pagamento por serviços ambientais e créditos de carbono.

O Passo 2 consiste em avaliar o desempenho dos sistemas como propriedades, comunidades e territórios. Analisados em cinco dimensões chaves, consideradas por especialistas em Avaliação Multidimensional da Agroecologia como relevantes para uma alimentação saudável, agricultura sustentável e para alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Assim como no MESMIS, a ferramenta TAPE define os critérios para cada dimensão e indicadores para avaliar cada critério, conforme pode ser observado no Quadro 2. Neste caso, foram identificados vínculos com os indicadores dos ODS para cada critério.

Quadro 2 - Dimensões e critérios básicos de desempenho da agroecologia e sua relação com os ODS

Dimensão chave	Nº	Critérios básicos de desempenho	Método de avaliação proposta na enquête	ODS
Governança	1	Acesso segura à terra	Tipo de acesso à terra: propriedade, arrendamento + duração, verbal, não explícita (ODS 1.4.2, 5.a.1 e 2.4.1 sub-indicador 11).	1 2 5
Economia	2	Produtividade	Valor da produção agrícola por hectare (ODS 2.4.1 sub-indicador 1) Valor de produção agrícola por pessoa.	2
	3	Renda	Produtos - insumos - gastos operativos - depreciação + outras rendas (ODS 2.4.1 sub-indicador 2).	1 2 10
	4	Valor Agregado	Renda líquida + aluguéis + impostos + interesses – subsídios.	10
Saúde e Nutrição	5	Exposição a pesticidas	Quantidade aplicada, tamanho da área, toxicidade e existência de equipamentos e práticas de mitigação de riscos.	3
	6	Diversidade alimentar	Diversidade Alimentar Mínima para Mulheres (FAO y FHI 360, 2016).	2
Sociedade e Cultura	7	Empoderamento das mulheres	Índice abreviado de empoderamento da mulher na agricultura, A-WEAI (IFPRI, 2012).	2 5
	8	Oportunidade de emprego para jovens	Acesso a emprego, formação, educação ou migração (ODS 8.6.1).	8

Meio Ambiente	9	Biodiversidade agrícola	Importância relativa das variedades de cultivos, raças de animais, árvores e bordas seminaturais na exploração (ODS 2.4.1 sub-indicador 8.1, 8.6 e 8.7).	2 15
	10	Saúde do solo	Se adaptou ao método agroecológico rápido e amigável para os agricultores da SOCLA para avaliar a saúde do solo (Nichols <i>et al.</i> , 2004).	2 15

Fonte: Adaptado de FAO (2021).

2. Contribuição do TAPE para a gestão ambiental de sistemas agrícolas brasileiros

O Produto Técnico gerado a partir do estudo ‘Sustentabilidade e tecnologias sociais: um estudo dos ODS em agroecossistemas de biomas brasileiros’, possibilitou a reflexão sobre a capacidade dos sistemas agrícolas tradicionais e os de bases agroecológicas em beneficiar o meio ambiente, melhorar a produção de alimentos saudáveis e melhor a qualidade de vidas no campo.

A sua aplicação possibilitou a vivência e gerou dados que irão compor um manual de orientação para a assessoria técnica junto às famílias agricultoras em processo de transição agroecológica.

Recomendações antes e durante as atividades de campo:

- Levantamento de dados sobre o território e região, contextualizando a realidade (potenciais, desafios, políticas públicas, diagnósticos socioambientais etc.) a partir de dados secundários e informações acumuladas por agentes de desenvolvimento local;
- Os dados coletados para esta etapa referem-se ao último ano de produção (12 meses);
- Partes da pesquisa são realizadas para coletar a opinião das mulheres, o que requer atenção dos entrevistadores no sentido de resguardar o seu direito de fala, visto que em algumas situações sua voz pode ser cerceada;
- Alguns dados são coletados desagregados por idade ou gênero (diversidade alimentar, empoderamento das mulheres, emprego jovem). Enquanto outra parte da pesquisa é realizada com caminhadas transversais na fazenda/território;

- As famílias e comunidades devem estar avisadas / preparadas para receber a equipe de pesquisadores. Portanto, contatos prévios deveram ser realizados, principalmente através das lideranças locais e/ou agentes de assessoria técnica.
- Instrumentais e equipamentos devem ser organizados previamente, pra garantir a eficácia e o melhor aproveitamento do tempo. Desta forma, cadernetas, pranchetas e os questionários específicos devem estar em mãos.

3. Construção da escala sustentabilidade

Dependendo das respostas obtidas o resultado do critério, que agora pode ser entendido como um indicador da dimensão chave da sustentabilidade para a qual estamos nos referindo, podem ser classificados como sustentáveis e insustentáveis e, em níveis intermediários: aceitáveis ou necessitando de ajustes. Em muitos casos, será necessário ter fontes secundárias de informação (Estatísticas Nacionais, Organizações das Nações Unidas ou relatórios oficiais a nível local, regional) para discutir os resultados obtidos com base a essas referências.

O método propõe organizar os resultados de forma que possibilite a interpretação por todo o público envolvido, desde pesquisadores, extensionistas e, principalmente, os mais interessados no bom desempenho dos sistemas de produção, que compreende as famílias agricultoras.

Com indicadores da multifuncionalidade da agricultura, permite-se avaliar o alcance das metas previstas na Agenda 2030 e posteriores análises mais aprofundadas, destacando aspectos e identificando prioridades para serem aperfeiçoadas, buscando aumentar a sustentabilidade desses agroecossistemas.

Para se ter os resultados de acordo com o método de análise, será necessário abordar as 5 Dimensões-Chaves da sustentabilidade:

I. GOVERNANÇA: Acesso seguro à terra

- Existência de reconhecimento legal do acesso à terra (mobilidade dos pastores);
- Existência de documento formal em nome do/a titular;
- Percepção de segurança de acesso à terra pela família;
- Existência do direito de vender, doar e herdar a terra.

II. ECONOMIA

- **Produtividade:** A medição da produtividade fornece informações sobre a quantidade de recursos necessários (por exemplo, terra, capital e trabalho em termos econômicos clássicos, mas também água ou nutrientes) para produzir uma certa quantidade ou volume de produtos. Melhorias na produtividade agrícola contribuem para alcançar a segurança alimentar em um mundo com recursos limitados e os indicadores avaliados podem contribuir para reduzir os impactos ambientais da agricultura.
- **Renda:** Uma parte importante da sustentabilidade na agricultura é a viabilidade econômica do sistema. Isso se deve em grande parte à lucratividade, ou a renda líquida que o produtor ou a família pode obter com as operações agrícolas em relação ao investimento em terra, mão de obra e outros ativos. A disponibilidade e o uso de informações sobre o desempenho econômico da propriedade, ou seja, a lucratividade, apoiarão uma melhor tomada de decisão tanto no nível micro, quanto no macro.
- **Valor Agregado:** Embora a renda seja um indicador básico do desempenho econômico de um sistema, para sustentar uma família ou comunidade, ela não fornece informações sobre seu desempenho em termos de criação de riqueza.

III. SAÚDE E NUTRIÇÃO

- **Exposição aos Agrotóxicos:** Produtores e trabalhadores rurais são expostos a altos níveis de agrotóxicos, com frequência e quantidades muito mais altas do que os consumidores dos produtos do campo. A exposição do produtor ocorre principalmente durante o preparo e utilização desses produtos, durante a limpeza dos equipamentos de aplicação e pela deriva deste produto ao vento, quando lançados em propriedades vizinhas.
- **Diversidade Alimentar:** Para resolver os desequilíbrios em nossos sistemas alimentares e avançar para um mundo sem fome que aborde todas as formas de desnutrição (fome, deficiências de micronutrientes e obesidade), apenas aumentar a produção não é suficiente. Reequilibrar os

hábitos alimentares, promover a produção e o consumo de alimentos saudáveis e apoiar o direito à alimentação adequada são elementos de uma transição agroecológica (FAO, 2018).

IV. SOCIEDADE E CULTURA

- Empoderamento das Mulheres: Globalmente, as mulheres representam quase metade da força de trabalho agrícola e desempenham um papel fundamental na segurança alimentar familiar, diversidade alimentar e saúde, bem como na conservação e uso sustentável da biodiversidade, na construção de meios de subsistência resilientes e na transformação dos sistemas alimentares. Não obstante, elas enfrentam obstáculos persistentes, restrições econômicas e permanecem economicamente marginalizados e vulneráveis a violações de direitos, enquanto suas contribuições não são reconhecidas.
- Oportunidade para Jovens: Abordagens baseadas em conhecimentos para a agricultura, como a agroecologia, podem fornecer soluções promissoras de trabalho decente, com oportunidades de emprego rural que atendam às aspirações das juventudes rurais. (FAO, 2018).

V. MEIO AMBIENTE

- Biodiversidade Agrícola: Enfrentar os desafios da mudança climática, melhorar a nutrição e a saúde e alcançar uma transformação para sistemas de produção mais sustentáveis e equitativos requer a conservação da biodiversidade agrícola. O aumento da agrobiodiversidade é fundamental para o processo de transição para a agroecologia para garantir a segurança alimentar e nutricional, conservando, protegendo e aprimorando os recursos naturais e os serviços ecossistêmicos.
- Saúde do Solo: A saúde do solo abrange a estabilização da estrutura do solo, a manutenção da vida e da biodiversidade do solo, a retenção e liberação de nutrientes para as plantas e a manutenção da capacidade de

retenção de água, tornando-se um critério fundamental não apenas para a produtividade agrícola, mas também para a resiliência ambiental.

4. Área de abrangência e dados obtidos a partir do TAPE

O universo para o levantamento de dados primários, foram 129 famílias visitadas em 19 municípios de 06 estados da Federação: Pernambuco, Bahia, Minas Gerais, Goiás, Santa Catarina e Rio Grande Sul, em quatro regiões do país: Nordeste, Sudeste, Centro-Oeste e Sul. Considerando-se tais dados, foi possível realizar uma leitura empírica da ocupação do solo e das paisagens naturais ou rurais em três biomas distintos – Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica.

A avaliação dos modelos de produção familiar sustentável em três biomas é importante porque as famílias e comunidades rurais de todos os territórios desenvolvem sistemas análogos em relação a diversidade de produção, de bases agroecológicas ou tradicionais, a partir de conhecimentos construídos gradativamente, em cada contexto e condições locais. Tais segmentos destacam-se por utilizar tecnologias sociais que auxiliam na viabilidade dos agroecossistemas com estratégias locais de adaptação, autonomia e resiliência frente aos desafios da agricultura familiar e em transição agroecológica.

Como roteiro de atividades para alcançar os dados de campo, que permitissem visualizar os benefícios da agricultura tradicional camponesa, familiar e de base agroecológica, foram executados os seguintes passos:

- Preparação das atividades: organização de materiais e equipamentos; análises de bibliografias; elaboração do instrumento de pesquisa; contatos com lideranças e organizações locais; logística para as viagens à campo.
- Reuniões com organizações locais; contato e agendamento das visitas às famílias agricultoras; aplicação de entrevistas semiestruturadas; coleta de dados gerais (registro fotográficos e visitas aos agroecossistemas).
- Leitura dos dados; tabulação e tratamento; análise das informações; elaboração de resultados e comparações com as bibliografias disponíveis sobre o tema.

Após a coleta dos dados para cada um dos critérios, o desempenho do sistema é avaliado usando a abordagem de ‘semáforo’, em que são considerados três níveis de

desempenho por critério de desempenho: verde: desejável; amarelo: aceitável e vermelho: insustentável, como poderá ser visto no Quadro 3.

Quadro 3 - Consolidação da análise dos critérios de desempenho para as dimensões chaves e sua correlação com o alcance dos ODS nos agroecossistemas analisados.

Dimensões Chaves	CrITÉRIOS de Desempenho	Resultados segundo o método de análise	Abordagem em Semáforos
Governança	Acesso segura à terra	93,83% das famílias entrevistadas possuem reconhecimento legal da propriedade de sua terra	Sustentável
Economia	Produtividade	R\$ 2.265,30/ha/ano < (Brasil, R\$ 3.839,00/ha/ano)	Aceitável
	Renda	R\$ 3.964,28/pessoa/ano < (Banco Mundial - linha da pobreza R\$ 4.015,00/pessoa/ano)	Insustentável
	Valor Agregado	R\$ 377,60/pessoa/ano = (PIB Agrícola 2018 – R\$ 373,63/pessoa/ano)	Aceitável
Saúde e Nutrição	Exposição a pesticidas	Sem utilização de agrotóxicos	Sustentável
	Diversidade alimentar	Diversidade Alimentar Mínima da Mulher (10/10 alimentos)	Sustentável
Sociedade e Cultura	Empoderamento das mulheres	A-WEAI = 0,662	Aceitável
	Oportunidade de emprego para jovens	Oportunidade para jovens Pontuação 77%	Sustentável
Meio Ambiente	Biodiversidad e agrícola	Índice de Gini-Simpson 76%	Sustentável
	Saúde do solo	Saúde do solo Pontuação 3.3	Aceitável

Fonte: Resultados da pesquisa de campo (2023).

Essa abordagem permite identificar, para cada questão, as condições críticas de insustentabilidade (vermelho), as condições que podem ser consideradas desejáveis (verde) e, nas condições intermediárias, as situações consideradas aceitáveis, mas que devem ser melhoradas (amarelo).

De acordo com a disposição dos dados acima, apresenta-se os critérios básicos de desempenho dos agroecossistemas sistematizados de forma que deverá facilitar a identificação dos avanços e entraves, através do enfoque de semáforo.

Referencias

FAO. **Instrumento para la evaluación del desempeño agroecológico (TAPE)** - Proceso de desarrollo y directrices para la aplicación. Versión de prueba. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma. 2021. <https://doi.org/10.4060/ca7407es>.

FAO. **Los 10 elementos de la agroecología**. Guía para la transición hacia sistemas alimentarios y agrícolas sostenibles. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma. 2018.

MOTTET, A.; BICKSLER, A.; LUCANTONI, D.; DE ROSA, F.; SCHERF, B.; SCOPEL, E.; LÓPEZ-RIDAURA, S.; GEMMILHERREN, B.; KERR, R. B.; SOURISSEAU, J. M.; PETERSEN, P.; CHOTTE, J. L.; LOCONTO, A.; TITTONELL, P. **Assessing transitions to sustainable agricultural and food systems: a tool for agroecology performance evaluation (TAPE)**, *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4:579154, p. 1-21, 2020.

NEVES, J. A.; IMPERADOR, A. M. **A transição agroecológica: desafios para a agricultura sustentável**. *Revista Geama, [S. l.]*, v. 8, n. 3, p. 5–14, 2022.

NICHOLLS, C., ALTIERI, M., DEZANET, A., LANA, M., FEISTAUER, D. & OURIQUES, M. **A rapid, farmer-friendly agroecological method to estimate soil quality and crop health in vineyard systems**. *Biodynamics*, 2004

PETERSEN, P., SILVEIRA, L., FERNANDES, G. B., ALMEIDA, S. G. LUME: **método de análise econômico: ecológico de agroecossistemas**. 1. ed. Rio de Janeiro: AS.PTA, 2021. PDF. ISBN 978-65-89039-03-7