



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

ALCEBÍADES GOMES BEZERRA FEITOSA

**AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM AGROECOSSISTEMAS DE BASE
CONVENCIONAL, ORGÂNICA E AGROECOLÓGICA COM A APLICAÇÃO DO
MÉTODO MESMIS**

FORTALEZA

2023

ALCEBÍADES GOMES BEZERRA FEITOSA

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM AGROECOSSISTEMAS DE BASE
CONVENCIONAL, ORGÂNICA E AGROECOLÓGICA COM A APLICAÇÃO DO
MÉTODO MESMIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Casimiro Filho

Coorientadora: Profa. Dra. Maria Inês Escobar da Costa

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

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

F336a Feitosa, Alcebiádes Gomes Bezerra.

Avaliação da sustentabilidade em agroecossistemas de base Convencional, orgânica e agroecológica com a aplicação do método MESMIS / Alcebiádes Gomes Bezerra Feitosa. – 2023.
136 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Francisco Casimiro Filho.
Coorientação: Profa. Dra. Maria Inês Escobar da Costa.

1. Desenvolvimento Rural Sustentável. 2. Indicadores de Sustentabilidade. 3. Agroecologia. I.
Título.

CDD 333.7

ALCEBÍADES GOMES BEZERRA FEITOSA

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM AGROECOSSISTEMAS DE BASE
CONVENCIONAL, ORGÂNICA E AGROECOLÓGICA COM A APLICAÇÃO DO
MÉTODO MESMIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovada em: 30/08/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco Casimiro Filho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

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

Prof. Dr. Rafael Soares de Souza Pitombeira
Secretaria Municipal de Educação de Fortaleza (SME)

Aos que virão ao mundo depois de nós.

AGRADECIMENTOS

Ao universo e suas dádivas, pela vida, e a capacidade de sentir e refletir o infinito ao meu redor.

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

Ao Prof. Dr. Francisco Casimiro Filho pela orientação, paciência e confiança depositada em mim para a conclusão deste estudo.

Ao Prof. Dr. Filipe Xavier e ao Prof. Dr. Rafael Pitombeira por aceitarem participar da banca e pelo auxílio com correções e apontamentos valiosos.

À Universidade Federal do Ceará como instituição pública, bem como a todos os professores, servidores e colaboradores, pela dedicação e serviço à educação.

Aos meus amigos e companheira, pela paciência, orientação e apoio nos momentos em que mais precisei.

Aos agroflorestores Guilherme Smaniotto, Gustavo Smaniotto e Pedro Aquiles, por serem fonte de admiração e inspiração no cuidado e compreensão da prática agroflorestal.

Aos agricultores, agricultoras, e suas famílias, que participaram do estudo, pela nobreza de seus serviços e pela perseverança em viver da terra.

Aos demais amigos e colegas ambientalistas do estado do Rio Grande do Norte, que tão bem me acolheram durante os estudos e as práticas de campo, pela gentileza em seus corações.

À minha mãe, Dona Francimar, por jamais ter poupado esforços pela minha educação, e por ser a base mais sólida e gentil que alguém poderia desejar nesta existência.

RESUMO

Em um mundo em constante evolução, a busca por soluções sustentáveis na agricultura tornou-se uma necessidade premente. O desenvolvimento rural sustentável e a promoção da sustentabilidade em agroecossistemas estão no centro desse desafio. O presente estudo avalia e compara índices de sustentabilidade obtidos por diferentes empreendimentos rurais utilizando o MESMIS - Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade. A condução do método levou a execução de questionário com 36 perguntas, compreendendo as dimensões Ambiental, Social e Econômica, que compuseram a avaliação de 29 propriedades diferentes localizadas em três municípios da Região Metropolitana de Natal, no Rio Grande do Norte. Em relação à dimensão avaliada no estudo podemos destacar que, do total, 65% apresentam tamanho de até 5 hectares, 25% entre 5 e 10 hectares, e apenas 10% acima de 10 hectares. Dessas, 66% utilizam técnicas de cultivo de matriz convencional, 20% de matriz orgânica e 14% agroecológicas. Todas propriedades avaliadas possuem a agricultura como principal atividade geradora de renda. A partir da análise dos índices de sustentabilidade gerados pelo MESMIS, foi possível observar que o índice mais elevado alcançado foi de 4,16, obtido por um cultivo agroecológico, enquanto o índice mais baixo foi de 2,67, por um cultivo convencional. A média dos índices de sustentabilidade, estratificada por forma de produção, foi de 3,01 para a produção convencional, 3,70 para a produção orgânica e 4,04 para a produção agroecológica. Alguns destaques positivos dentre os índices de sustentabilidade ambiental, social e econômica encontrados em cultivos de base agroecológica são, respectivamente: adubação e controle de pragas; tratamento de efluentes e segurança alimentar; uso de inovações e diversificação na produção. Os mesmos destaques em cultivos de base orgânica foram: adubação e controle de pragas; capacitação agrícola e acesso a políticas públicas; acesso ao crédito e produtividade relativa. Por último, os destaques positivos em cultivos de base convencional foram: rotação de culturas; infraestrutura habitacional e sucessão familiar; satisfação financeira. As análises comparativas realizadas mostraram que o método aritmético de apuração de índices, apesar de refletir grande parte da realidade dos agroecossistemas, necessitou de análises qualitativas para melhor compreensão dos mesmos. Foram encontradas diversas vantagens para agricultores que optam por produções de matriz sustentável, como maior produtividade por área, rentabilidade, evolução da qualidade do solo e segurança alimentar.

Palavras-chave: desenvolvimento rural sustentável; indicadores de sustentabilidade; agroecologia.

ABSTRACT

In a world that is constantly evolving, the search for sustainable solutions in agriculture has become a pressing need. Sustainable rural development and the promotion of sustainability in agroecosystems are at the heart of this challenge. This study evaluates and compares sustainability indexes obtained by different rural enterprises using MESMIS - Framework for Evaluation of Natural Resource Management Systems Incorporating Sustainability Indicators. The method led to the application of a survey with 36 questions, comprising the Environmental, Social and Economic dimensions, that comprised the evaluation of 29 different properties located in three districts of the Metropolitan Region of Natal, state of Rio Grande do Norte. Regarding the dimension evaluated in the study, we can highlight that, overall, 65% have a size of up to 5 hectares, 25% between 5 and 10 hectares, and only 10% over 10 hectares. Among these, 66% use conventional farming techniques, 20% organic and 14% agroecological. All the properties evaluated have agriculture as their main income-generating activity. From the analysis of the sustainability indexes generated by MESMIS, it was possible to observe that the highest index achieved was 4.16, obtained by an agroecological crop, while the lowest index was 2.67, by a conventional crop. The average sustainability index, stratified by form of production, was 3.01 for conventional production, 3.70 for organic production and 4.04 for agroecological production. Some positive highlights among the environmental, social and economic sustainability indexes found in agroecological-based crops are, respectively: fertilization and pest control; effluent treatment and food security; use of innovations and production diversification. The same highlights in organic-based crops were: fertilization and pest control; agricultural training and access to public policies; access to credit and relative productivity. Finally, the positive highlights in conventional crops were: crop rotation; housing infrastructure and family succession; financial satisfaction. The comparative analyzes carried out showed that the arithmetic method for calculating indexes, despite reflecting a large part of the reality of agroecosystems, required qualitative analyzes to better understand them. Several advantages were found for farmers who opt for a more sustainable farming, such as greater productivity per area, profitability, improved soil quality and food security.

Keywords: sustainable rural development; sustainability indexes; agroecology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo de avaliação da sustentabilidade pelo método MESMIS	40
Figura 2 - Esquema Geral do MESMIS: Relação entre atributos e indicadores	41
Figura 3 - Localização das Áreas de Estudo	82
Figura 4 - Mapa Estratigráfico Simplificado dos Municípios	86
Figura 5 - Mapa da Região da Comunidade Hortigranjeira	109

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	- Índices de Sustentabilidade (por dimensão)	88
Gráfico 2	- Índices de Sustentabilidade (por forma de produção)	88
Gráfico 3	- Indicadores Ambientais	90
Gráfico 4	- Indicadores Sociais	94
Gráfico 5	- Indicadores Econômicos	97
Gráfico 6	- Correlação entre Prod. Anual e Tempo de Trabalho na Terra.....	101
Gráfico 7	- Dimensão de 4hec: Agroecológico x Convencional.....	103
Gráfico 8	- Dimensão de 4hec: Agroecológico x Orgânico.....	104
Gráfico 9	- Cultivos com 30 anos na terra: Agroecológico x Convencional.....	106
Gráfico 10	- Maiores produtores: Convencional x Orgânico.....	108
Gráfico 11	- Comunidade hortigranjeira: Agroecológico x Convencional.....	111
Gráfico 12	- Colônia de Pium: Agroecológico x Orgânico.....	113
Gráfico 13	- Zona rural de Parnamirim: Convencional x Orgânico.....	115
Gráfico 14	- Assentamento Vale do Lírio: Convencional x Orgânico.....	117

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	- Indicadores por Dimensão de Sustentabilidade	49
Quadro 2	- Forma de produção do agroecossistema	50
Quadro 3	- Técnica de plantio utilizada no agroecossistema	51
Quadro 4	- Variedade de cultivo	52
Quadro 5	- Rotação de culturas	53
Quadro 6	- Controle de pragas e doenças na plantação.....	54
Quadro 7	- Forma de adubação utilizada na produção	54
Quadro 8	- Origem da adubação utilizada na produção	55
Quadro 9	- Percepção da qualidade do solo	56
Quadro 10	- Disponibilidade de água no local do cultivo	57
Quadro 11	- Forma de acesso a água no local de cultivo	58
Quadro 12	- Percepção da qualidade da água	58
Quadro 13	- Tamanho efetivo da área de preservação permanente	59
Quadro 14	- Uso efetivo da área de preservação permanente	60
Quadro 15	- Acesso aos serviços de saúde e assistência social	61
Quadro 16	- Segurança alimentar do grupo familiar	62
Quadro 17	- Formação educacional do grupo familiar	62
Quadro 18	- Percepção das condições de moradia	63
Quadro 19	- Destinação e tratamento de efluentes	64
Quadro 20	- Condições de serviços de infraestrutura	65
Quadro 21	- Nível de satisfação com a vida no campo	66
Quadro 22	- Participação em organizações	66
Quadro 23	- Participação em treinamentos e cursos de capacitação agrícola	67
Quadro 24	- Acesso a políticas públicas voltadas para o meio agrícola	68
Quadro 25	- Situação da terra em relação à sucessão familiar	69
Quadro 26	- Percepção do futuro da atividade agrícola	70
Quadro 27	- Percepção da segurança e integridade física do grupo familiar	70
Quadro 28	- Condição de acesso ao crédito	71
Quadro 29	- Custo total do acesso da água	72
Quadro 30	- Custo total do acesso à energia	73
Quadro 31	- Conhecimento e uso de inovações tecnológicas	74

Quadro 32	- Diversificação e/ou beneficiamento das atividades agropecuárias	75
Quadro 33	- Percepção da produtividade relativa das atividades agrícolas	76
Quadro 34	- Controles e registros financeiros das atividades	76
Quadro 35	- Percepção da rentabilidade da produção	77
Quadro 36	- Destinação do excedente financeiro da produção	78
Quadro 37	- Nível de satisfação em relação a própria situação financeira	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APOERN	Associação dos Produtores Orgânicos do Rio Grande do Norte
APP	Área de Preservação Permanente
ARL	Área de Reserva Legal
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CEP	Conselho de Ética e Pesquisa
CEPAL	Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CSA	Community Supported Agriculture
CT	Centro de Treinamento
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEA	Indicadores de Durabilidade das Explorações Agrícolas
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
ISA	Índice de Sustentabilidade Agrícola
MESMIS	Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade
ONU	Organização das Nações Unidas
PAA	Programa de Aquisição de Alimentos
PIB	Produto Interno Bruto
PNAE	Programa Nacional de Alimentação Escolar
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PRODEMA	Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PRONATER	Programa Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural
SAF	Sistema de Agrofloresta
SIG	Sistema de Informações Geográficas
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1	As ideias de Desenvolvimento	21
2.2	Desenvolvimento Sustentável	25
2.3	Desenvolvimento da Agricultura no Brasil	27
2.4	Agroecologia	31
2.5	Indicadores de Sustentabilidade para Agroecossistemas	36
2.6	Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade (MESMIS)	39
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	43
3.1	Aspectos Metodológicos da Pesquisa	43
3.2	Características Gerais	43
3.3	Características de Geoprocessamento	44
3.4	Determinação do Ambiente de Estudo	45
3.5	Determinação dos Pontos Críticos dos Sistemas	46
3.6	Seleção dos Indicadores e discussão das variáveis	48
3.6.1	<i>Dimensão Ambiental</i>	49
3.6.1.1	<i>Forma de produção do agroecossistema</i>	50
3.6.1.2	<i>Técnica de Plantio</i>.....	51
3.6.1.3	<i>Variiedade de cultivos</i>	52
3.6.1.4	<i>Rotação de culturas</i>	53
3.6.1.5	<i>Controle de Pragas</i>	53
3.6.1.6	<i>Forma de adubação</i>	54
3.6.1.7	<i>Origem da adubação</i>	55
3.6.1.8	<i>Percepção da qualidade do solo</i>	56
3.6.1.9	<i>Disponibilidade de água para cultivo</i>	57
3.6.1.10	<i>Forma de acesso a água no cultivo</i>	57
3.6.1.11	<i>Percepção da qualidade da água</i>	58
3.6.1.12	<i>Tamanho da Área de Preservação Permanente – APP</i>	59
3.6.1.13	<i>Uso da app</i>	60
3.6.2	<i>Dimensão Social</i>	61

3.6.2.1	<i>Saúde e assistência Social</i>	61
3.6.2.2	<i>Segurança alimentar</i>	62
3.6.2.3	<i>Formação educacional</i>	62
3.6.2.4	<i>Infraestrutura habitacional</i>	63
3.6.2.5	<i>Tratamento de efluentes</i>	64
3.6.2.6	<i>Infraestrutura de serviços</i>	65
3.6.2.7	<i>Satisfação com a vida no campo</i>	65
3.6.2.8	<i>Cooperação social</i>	67
3.6.2.9	<i>Capacitação agrícola</i>	67
3.6.2.10	<i>Acesso a políticas públicas</i>	68
3.6.2.11	<i>Sucessão familiar</i>	69
3.6.2.12	<i>Futuro da atividade agrícola</i>	70
3.6.2.13	<i>Segurança do grupo familiar</i>	70
3.6.3	<i>Dimensão Econômica</i>	71
3.6.3.1	<i>Acesso ao crédito</i>	71
3.6.3.2	<i>Custo do acesso a água</i>	72
3.6.3.3	<i>Custo do acesso à energia</i>	73
3.6.3.4	<i>Uso de inovações</i>	74
3.6.3.5	<i>Diversificação e/ou beneficiamento</i>	75
3.6.3.6	<i>Percepção da produtividade relativa</i>	75
3.6.3.7	<i>Controles financeiros</i>	76
3.6.3.8	<i>Rentabilidade</i>	77
3.6.3.9	<i>Grau de investimento</i>	78
3.6.3.10	<i>Satisfação financeira</i>	78
3.7	<i>Medição e Monitoramento dos Indicadores</i>	79
3.8	<i>Áreas de Estudo</i>	81
3.8.1	<i>Caracterização das áreas de Estudo</i>	83
3.8.1.1	<i>Nisia Floresta</i>	83
3.8.1.2	<i>São José do Mipibu</i>	84
3.8.1.3	<i>Parnamirim</i>	85
4	<i>RESULTADOS E DISCUSSÃO</i>	87
4.1	<i>Apresentação e Integração dos Resultados</i>	87
4.2	<i>Média geral dos indicadores</i>	87

4.3	Distribuição da média dos indicadores por Forma de Produção	89
4.3.1	<i>Distribuição dos indicadores ambientais</i>	90
4.3.2	<i>Distribuição dos indicadores sociais</i>	93
4.3.3	<i>Distribuição dos indicadores econômicos</i>	97
4.4	Análises comparativas entre agroecossistemas	99
4.4.1	<i>Análises comparativas por dimensão</i>	101
4.4.1.1	<i>Dimensão da área agricultada (4hec): Agroecológico x Convencional</i>	102
4.4.1.2	<i>Dimensão da área agricultada (4hec): Agroecológico x Orgânico</i>	104
4.4.1.3	<i>Dimensão de tempo na terra (30 anos): Agroecológico x Convencional</i>	105
4.4.1.4	<i>Dimensão de produção anual estimada (maiores produtores): Convencional x Orgânico</i>	107
4.4.2	<i>Análises comparativas por localidade ou proximidade geográfica</i>	109
4.4.2.1	<i>Comunidade Hortigranjeira (Nísia Floresta): Agroecológico x Convencional</i>	109
4.4.2.2	<i>Colônia de Pium (Parnamirim/Nísia Floresta): Agroecológico x Orgânico</i>	111
4.4.2.3	<i>Zona Rural de Parnamirim: Convencional x Orgânico</i>	113
4.4.2.4	<i>Vale do Lírio (São José do Mipibu): Convencional x Orgânico</i>	115
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	118
6	REFERÊNCIAS	121
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE PONTOS CRÍTICOS	127
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE INFORMAÇÕES GERAIS	129
	APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE	131

1 INTRODUÇÃO

Por muitos anos, o debate sobre desenvolvimento rural limitou-se ao debate sobre o crescimento da produção e a modernização das práticas agrícolas, especialmente na percepção comum. A modernização da atividade agrícola brasileira foi pautada sob o discurso da Revolução Verde, um debate sobre nutrição humana e a suposta necessidade urgente de produção de alimentos para erradicar a fome no mundo (NETO, 1982).

Esse conjunto de iniciativas estabeleceu as bases para o que hoje conhecemos como agronegócio, uma modalidade agrícola de cunho predominantemente econômico, que carrega pouco do caráter tradicional da agricultura. Importante destacar que o modelo de agricultura convencional possui como base financeira e tecnológica as indústrias farmacológica e maquinaria agrícola, que passaram a exercer influência não somente entre latifundiários como também entre agricultores tradicionais, que foram cooptados pelos padrões de insumos da monocultura, bem como por suas metodologias agrícolas insustentáveis (CASTRO; CASTRO, 2015).

No paradigma atual, é inegável a dimensão e a importância da contribuição do setor agrícola para a economia nacional. Consolidado há décadas como uma das principais atividades econômicas do país, o agronegócio enfraqueceu o caráter tradicional da agricultura em prol do caráter econômico, movimentando bilhões de reais todos os anos na exportação de commodities agrícolas, principalmente grãos como soja e milho (BRUNO, 2016). Amparado por políticas públicas desde sua concepção, a agricultura extensiva tornou o país um dos maiores produtores de grãos do mundo.

Historicamente, o agronegócio é responsável por cerca de um quinto do Produto Interno Bruto (PIB) nacional. Somente em 2022, o Valor Bruto de Produção alcançou os 1,3 trilhão de reais, com incremento de 3,3% na receita do setor agrícola em comparação com o ano anterior, acima dos demais setores do agronegócio (EULER, 2022). No entanto, o êxito superficial alcançado pelas classes dominantes do setor agrícola nacional não parece compartilhado entre os demais estratos da sociedade, especialmente junto à população rural.

O processo de desenvolvimento da agricultura suscita fortes questionamentos, apesar dos anos, persistem e se agravam questões de fome, miséria e desigualdade social. Para o pequeno produtor, ao invés de maiores lucros, observa-se uma crescente subordinação da agricultura aos complexos agroindustriais, caracterizada por uma transferência contínua de recursos, resultando na inviabilização da obtenção de taxas de lucro satisfatórias no setor rural.

Paradoxalmente, a busca por maiores níveis de rentabilidade tem comprometido a própria lucratividade almejada (NETO, 1982).

Considerado inevitável, o modelo que podemos denominar de “agricultura convencional”, inseriu-se profundamente na mentalidade e estilo de vida do agricultor familiar, gerando profunda dependência. O argumento da inexistência de alternativas históricas, concebida como destino e predeterminação, serve como justificativa tanto para a suposta inevitabilidade da proletarização ou extinção do trabalhador rural, quanto para a obrigatoriedade destes de se integrarem ao projeto das classes dominantes como requisito para a sua reprodução social. Ambas formas distintas de desvalorização dos agricultores familiares (BRUNO, 2016).

Outra consequência do modelo de intenso uso de insumos agroindustriais é o impacto ambiental causado principalmente pelo intenso uso de agrotóxicos. Em seu livro, *Capitalismo e Colapso Ambiental*, Marques (2018) destaca que, no Brasil, a situação é uma das piores do mundo em quantidade e em permissividade. O país participa de apenas 4% do agronegócio mundial, mas consome cerca de 20% de todo o agrotóxico comercializado no planeta. Somente entre 2000 e 2012, o uso de agrotóxicos em quilos por área agrícola (kg/ha) mais que dobrou, com o crescimento acumulado do uso de agrotóxicos superando em três vezes o aumento da produtividade [t/ha]. Crescimento este incentivado por isenções fiscais federais e estaduais (MARQUES, 2018).

Os efeitos do uso descontrolado de agroquímicos para a saúde humana e ambiental são amplamente documentados na literatura científica, com resíduos encontrados em cerca de um terço dos alimentos consumidos cotidianamente pelos brasileiros, também na água de consumo humano, na água da chuva e até no leite materno (CARNEIRO, 2015). Apesar dos impactos de ordem social, tais como o êxodo rural e a miséria campo, bem como das consequências ambientais, exemplificadas pela contaminação química do solo e dos recursos hídricos, não é suficiente apenas apontar falhas, é necessário construir uma crítica inteligente ao lucrativo modelo de produção nacional, com soluções práticas que girem em torno de problemas reais.

Quase sempre associadas a políticas públicas, as tentativas nacionais de promover o desenvolvimento no campo falharam em entender a dinâmica das populações camponesas, dedicando-se mais a incentivar modelos convencionais engessados que reproduzem a lógica industrial de grandes produtores de commodities agrícolas, do que a buscar promover uma efetiva evolução da qualidade de vida no campo. As complexas mudanças impostas ao meio rural enfraqueceram a cultura agrícola, e têm conduzido suas populações a buscarem alternativas de trabalho e renda, adaptadas as suas capacidades e condições, que os permitissem

viver no campo sem depender exclusivamente da renda gerada pela atividade agrícola (SCHNEIDER, 2009).

No entanto, ainda é possível afirmar que o trabalho agrícola, especialmente a agricultura familiar, permanece parte fundamental das relações camponesas e hoje encontra força no estudo, desenvolvimento e resgate de técnicas produtivas que utilizam a lógica da natureza para produzir alimento e traduzem a esperança conjunta de ambientalistas e agricultores em contornar os diversos efeitos ambientais, econômicos, culturais, políticos e sociais deixados pelos modelos convencionais dominantes. Neste ponto, a agroecologia renasce não somente como um modelo de produção, mas como uma resposta contundente para a crise ambiental e em direção a um desenvolvimento rural pleno de sentido e sustentável por excelência.

Enquanto as mais contundentes políticas públicas voltadas para a produção familiar continuam a subordinar agricultores à setores do agronegócio, as políticas ditas inovadoras, mostram-se insuficientes, de alcance limitado, e não chegam a representar um corpo coerente de promoção da agroecologia. Há urgência na implementação de políticas de base que estabeleçam mecanismos e estratégias para fomentar a agroecologia e fortalecer suas abordagens na produção de alimentos saudáveis. Isso asseguraria a prática da agricultura familiar agroecológica, promovendo soberania e segurança alimentar (CARNEIRO, 2015).

Destacam Ferreira *et al.* (2012), que o espaço rural tem importante papel na conservação e proteção dos recursos naturais. Nele, o produtor rural é um agente das atividades humanas, por sua vez inseridas em sistemas diversificados, complexos, interdependentes e integrados, o que nos chama a atenção para a necessidade de conciliar desenvolvimento econômico com responsabilidade social e proteção do patrimônio natural. Isto porque, ao passo que seria importante para o produtor continuar seu negócio, tal harmonização promoveria serviços ecossistêmicos para a sua terra e toda a comunidade.

Portanto, a efetividade de políticas voltadas para o fomento da agroecologia depende não somente da readequação das estratégias de apoio à produção familiar, é essencial prover os agricultores com os recursos necessários para que assumam papel central na condução dessa transformação de paradigma, tornando-os os principais agentes impulsionadores de mudanças tanto na gestão do ambiente natural quanto nas estruturas convencionais de produção e nos padrões comportamentais. Uma vez que, não basta unicamente estabelecer normas de uso dos recursos naturais na expectativa que o produtor compreenda e adira às determinações estabelecidas, sem levar em conta suas aspirações, interesses e potencialidades. Para

compreender tais fenômenos, existem diversas ferramentas analíticas ofertadas pelas ciências social, ambiental e econômica.

Caracterizados por diferentes métodos, cada qual com características específicas de análise, os índices de sustentabilidade são instrumentos que exercem papel fundamental na avaliação do desenvolvimento rural sustentável. Compostos por uma série de indicadores, são ferramenta chave na medição e monitoramento de agroecossistemas, servindo ainda como parâmetro para a tomada de decisões pelos agricultores (FREITAG, 2020). Através da aplicação de avaliações que incluam índices de sustentabilidade é possível aprimorar a percepção das fragilidades e potencialidades, contribuindo para orientar a gestão de agroecossistemas de maneira mais eficaz.

Dentro deste contexto e embasado na perspectiva agroecológica, emerge a questão central desta dissertação: De que maneira a adoção de modelos mais sustentáveis de agricultura, incluindo os sistemas agroflorestais, tem influenciado no desenvolvimento rural sustentável? Mais especificamente, qual o seu impacto na sustentabilidade dos agroecossistemas e na qualidade de vida dos agricultores que optam por este modelo produtivo em relação aos demais modelos? Por último, seria viável avaliar tais agroecossistemas através do uso de índices de sustentabilidade, por meio de abordagem específica, de modo a comparar os diferentes modelos produtivos?

Para tentar responder estas perguntas, e partindo da necessidade de mensurar e validar a eficácia de diferentes agroecossistemas, a investigação delimitou como realidade empírica diversos cultivos convencionais e experiências orgânicas e agroecológicas na região metropolitana de Natal-RN. Portanto, o objetivo central deste estudo é avaliar e comparar os padrões de sustentabilidade de cultivos convencionais, orgânicos e agroecológicos na região metropolitana de Natal.

A proposta visa quantificar de maneira adequada a contribuição de abordagens sustentáveis de agricultura para a resiliência das famílias de pequenos produtores ante aos desafios contemporâneos de viver da terra. Para tanto, foram estabelecidos uma série de objetivos específicos, são eles: identificar pontos críticos, segundo método previamente estabelecido, para construir indicadores de sustentabilidade coesos, que permitam mensurar o grau de sustentabilidade dos cultivos da região; selecionar e caracterizar os agroecossistemas de modo que seja possível comparar diferentes cultivos de maneira direta; comparar os distintos modelos produtivos (convencional, orgânico e agroecológico) entre si, selecionando cultivos de dimensões semelhantes a fim de avaliar o impacto de tais modelos na sustentabilidade de

suas práticas agrícolas; realizar também a comparação de cultivos numa mesma localidade, a fim de testar a validade de opções ecológicas, especialmente para pequenos agricultores.

A metodologia utilizada por esta pesquisa fundamenta-se na mudança do foco do pesquisador para o pesquisado, de modo interdisciplinar e participativo, através do levantamento de índices de sustentabilidade, segundo adaptação do Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade (MESMIS).

Segundo essa metodologia, em um primeiro momento, buscamos identificar e analisar qualitativamente os pontos críticos que determinam a sustentabilidade dos agroecossistemas na região, para então realizar os balanços econômico, social e ambiental, considerando a gestão e a capacidade produtiva de 29 propriedades rurais na região metropolitana de Natal, distribuídas entre os municípios de Nísia Floresta, São José do Mipibu e Parnamirim.

As comparações foram realizadas através de levantamento interdisciplinar e análise quali-quantitativa dos resultados obtidos como indicadores de desenvolvimento rural sustentável, organizados de modo a permitir contrastar as diferentes funções de cada modelo, que vão desde a promoção de segurança alimentar para famílias de baixa renda até a agricultura de exportação. Assim, foi possível ir adiante e vislumbrar as relações do agricultor com o ecossistema, com seu território, com a cultura regional, e com a própria administração de seu negócio.

Nesse contexto, o presente estudo justifica-se na colaboração necessária da pesquisa acadêmica no aprimoramento de técnicas e ferramentas que conduzam ao desenho de um modelo de produção agrícola que seja não somente economicamente viável, mas socialmente justo e sustentável. No âmbito das discussões acadêmicas atuais sobre o assunto, o foco não reside na troca integral de um paradigma produtivo por outro, mas sim na desmistificação da adoção de abordagens mais sustentáveis, especialmente por parte dos pequenos produtores.

As ferramentas para um desenvolvimento rural sustentável precisam ser, por excelência, baseadas em informações confiáveis, apuradas sob uma ótica sistêmica e interdisciplinar que seja capaz de abarcar as diferentes práticas produtivas e conduzi-las indistintamente para padrões mais elevados de harmonização do produtor com o meio natural. Assim, oferecendo ao agricultor uma forma simples de acompanhar e implantar as mudanças necessárias.

Após o correto tratamento e interpretação dos dados apurados pela pesquisa, estes serviram, tanto para compor a análise dos níveis de sustentabilidade nas produções da região e possíveis conclusões deste estudo, quanto como fundamentação teórica para o desenvolvimento de novos estudos e pesquisas na área do desenvolvimento rural sustentável. Ainda, foi possível

disponibilizar para os agricultores diretamente envolvidos na pesquisa um retorno simplificado, prático e objetivo de pontos positivos e negativos na gestão da sustentabilidade de seus empreendimentos e possivelmente desenhar ações alternativas que somem qualidade à produção.

Ademais, é válido lembrar dois pontos que justificam o estudo. O primeiro, apoia-se sobre a crescente demanda, mesmo entre aqueles que não possuem uma preocupação específica com a conservação do meio ambiente, por produtos menos processados ou produzidos de forma mais natural, com menor uso de químicos, e levando em consideração conceitos de valorização do trabalho, além da proteção ao meio ambiente. Demanda que só pode ser atendida mediante evolução constante dos processos de produção agrícola, que precisam ser testados e avaliados corretamente com relação aos seus padrões de sustentabilidade.

O segundo, coloca à prova e qualifica o próprio método MESMIS como ferramenta de análise da realidade e promoção do desenvolvimento rural sustentável. Refletindo sobre a importância da evolução da compreensão acerca da temática dos indicadores e seu papel na promoção de um futuro mais sustentável para a produção agrícola e para a humanidade.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Partindo da premissa de que as concepções de desenvolvimento, que posteriormente evoluíram para o conceito de desenvolvimento sustentável, fundamentaram o questionável paradigma produtivo nacional, resultando em uma série de impactos negativos para as populações rurais e para o meio ambiente.

Além disso, ao considerar essa perspectiva, é nossa intenção nesta pesquisa explorar a interconexão entre essa problemática e os desafios contemporâneos enfrentados por pequenos produtores agrícolas, defensores da agroecologia e defensores de um desenvolvimento rural sustentável. Portanto, torna-se imperativo expandir as ideias e teorias que nos trouxeram até este ponto, a fim de obter uma compreensão mais profunda do passado e, assim, melhor planejar o futuro.

As recentes conquistas na luta contra a pobreza no Brasil enfrentam dois problemas críticos. Por um lado, embora tenha havido uma redução na desigualdade de renda, as desigualdades no acesso à educação, moradia, condições urbanas adequadas, justiça e segurança permanecem graves. Além disso, os padrões predominantes de produção e consumo estão contribuindo significativamente para a degradação ambiental, superando os esforços legislativos para contê-la (ABRAMOVAY, 2010)

Assim, é crucial aprofundar a compreensão sobre a agroecologia e os sistemas agroflorestais, alicerçando o embasamento epistemológico que justifica a promoção desses modelos como resposta para crise ambiental. Para uma interpretação precisa do estudo e dos dados por ele coletados, é necessário ainda expandir as bases teóricas que fundamentam a criação de índices de sustentabilidade, bem como compreender detalhadamente o funcionamento do método escolhido para as análises empíricas. Isso permitirá que essas informações sejam analisadas e debatidas no meio acadêmico, rumo a abordagens mais abrangentes e holísticas conforme a necessidade e possibilidade.

2.1 As ideias de Desenvolvimento

Desde a antiguidade, o homem se apodera da natureza não apenas para satisfazer suas necessidades básicas, mas para prosperar além da sobrevivência. Com o aumento da concentração de pessoas nas cidades, a natureza passa a ser vista mais como uma fonte de recursos para o ‘desenvolvimento’ das cidades do que um lugar de apreço ou morada. Demonstra Raynaut (2008), que o pensamento predominante na Europa era aquele do caráter

inesgotável dos recursos naturais e da fé inabalável nos progressos da ciência e da tecnologia. No entanto, por volta dos séculos XV e XVI muitos desses recursos revelaram-se insuficientes, levando a Europa a procurar novos territórios capazes de fornecer-lhe matérias-primas e fontes de energia para sua indústria.

Este duplo movimento de conquista territorial e de crescimento econômico e industrial apresentava justificativas morais como a “valorização” dos recursos que permaneciam inexplorados devido a um suposto “atraso” mental, cultural e social de povos que precisariam ser colocados no caminho do progresso. Tais concepções foram fundamentais para que as matérias-primas oriundas do mundo inteiro passassem a abastecer o aparelho industrial europeu e norte-americano enquanto suas populações constituíam um mercado potencial de consumidores para os produtos manufaturados (RAYNAUT, 2008).

Discursos que utilizam a ideia de crescimento sempre foram utilizados para estimular populações a trabalharem por um objetivo comum, entretanto, poucos tiveram tanto impacto histórico como o termo ‘desenvolvimento’. Para Favareto (2007), a noção de desenvolvimento surge do evolucionismo misturando termos como desenvolvimento, progresso, evolução que poderiam se juntar a alguns outros como modernização e ocidentalização. Não existiu uma teoria do progresso, mas a passagem da ideia de evolução para a de progresso anunciava o rapto da ideia de desenvolvimento pela economia, reduzindo a noção de evolução para progresso e deste ao crescimento.

Na mesma linha, Esteva (2000) explica o termo ‘desenvolvimento’ como tão central quanto incapaz de traduzir a evolução dos povos. Mesmo hoje, os que utilizam a palavra seguem carregando nela um sentido de mudança infalível para aquilo que é melhor ou superior, mesmo que para a maioria da população mundial isso seja apenas um lembrete de sua condição inferior.

Com base nestes termos e na ausência de um pensamento crítico de massa, a ação antrópica resultou nos mais diversos impactos ambientais, alguns já superados, outros ainda presentes na natureza. Moraes e Jordão (2002) classificam dois tipos centrais de impactos que o homem tem exercido na natureza: por um lado, o consumo exagerado dos recursos naturais em ritmo constante, bem acima do ritmo natural de renovação destes no sistema ecológico, e por outro, a geração de resíduos em larga escala, também maiores do que se pode integrar ao ciclo natural de nutrientes.

Para melhor condução da leitura simplificaremos diversas experiências antrópicas de intervenção no meio natural visando crescimento de ‘modelos convencionais de desenvolvimento’. Experiências essas que trouxeram inegáveis avanços para vida e o bem estar humano, também incorreram em impactos ambientais e sociais intensos e duradouros dos mais

diversos e com os quais a humanidade ainda terá que lidar por anos. Dentre os mais reconhecidos podemos destacar: O crescimento desordenado da população mundial, a supressão das vegetações nativas, a redução da biodiversidade, a desertificação de áreas habitáveis, a poluição do ar, as mudanças climáticas globais, a contaminação da água e do solo, entre outros impactos que ameaçam a sustentabilidade da vida na terra (SANTOS, 2019).

Fundamental para entender as más concepções acerca da ideia de desenvolvimento, é o exame da ideia de ‘subdesenvolvimento’. Segundo Sachs (2000) o termo aparece pela primeira vez na história no discurso de posse do presidente americano Harry S. Truman em 1949, invariavelmente condenando nações inteiras a introjetarem o desenvolvimento econômico como preocupação principal, pois deste dependia a superação da condição de subdesenvolvido. Ao assumir que o subdesenvolvimento já estava lá, o debate caminhou em direção ao exame do fenômeno e suas causas, ao mesmo tempo em que isolou conceitos alternativos. Para o autor, a partir dali a noção de desenvolvimento passou a ser permanentemente reduzida ao crescimento econômico. Vinte anos mais tarde, eram evidentes as desigualdades crescentes e problemas que vão desde a desordem demográfica ao desemprego, causados pelo rápido crescimento econômico (ESTEVA, 2000).

Episódios históricos desse porte conduzem decisões de líderes de Estado e direcionam políticas públicas por anos, não seria a primeira, nem a única vez em que o termo ‘desenvolvimento’ seria reformado em prol da expansão das fronteiras capitalistas. Para Esteva (2000), o que Truman fez em 1949 foi repaginar o falido modelo colonial, liberando a esfera econômica de conotações negativas. Ao criar desvalor como segredo do valor econômico e estabelecer a desvalorização de todas as outras formas de vida social em nome do ‘desenvolvimento’, reestabeleceram-se as bases da dependência colonial, na ideia de que a educação depende de diplomas, a saúde de médicos e a agricultura de técnicas avançadas de produção; produzindo assim cidadãos frágeis, alienados de seus valores e dependentes do mercado.

Apesar de serem linguística e politicamente poderosas, as ideias do modelo convencional de desenvolvimento não passaram despercebidas pelas diferentes ciências. Visões críticas do progresso já despontavam desde a derrocada do pensamento religioso em função dos avanços nos campos científico, político e tecnológico ocorridos no século XVII. Tornam a aparecer nas reflexões filosóficas de Friedrich Nietzsche no século XIX e foram reforçadas no esboço das teorias socialistas do pensamento de Marx e Engels na virada deste para o século XX. Críticas mais modernas podem ser representadas pelo livro de Rachel Carson

– Primavera Silenciosa de 1964, considerado por muitos um marco na luta ambiental assim como o Maio de 1968 francês (FAVARETO, 2007).

Embora a devastação atual provocada pelos agrotóxicos possa parecer indicar o contrário, não temos a capacidade de compreender a verdadeira magnitude desse cenário caso Rachel Carlson não tivesse ousadamente revelado os efeitos prejudiciais em seu livro. Ao tornar públicos os impactos danosos de uma tecnologia originalmente destinada à indústria bélica e que se alastrou globalmente após a Segunda Guerra Mundial, através do movimento político-ideológico da Revolução Verde, Carson questionou a lógica de uma sociedade que escolheu travar uma batalha contra a própria vida. Expondo informações encobertas por uma ciência influenciada por interesses econômicos, ou mesmo justificadas como meros efeitos colaterais de uma tecnologia apresentada como inevitável (CARNEIRO, 2015).

Ao longo do século XX, as críticas dispersas deram lugar a contestações organizadas, surgidas, sobretudo de movimentos sociais e ambientais que se materializaram em eventos e até mesmo em novas instituições, passos fundamentais para quebra do pensamento monocrático de ‘desenvolvimento’. Por exemplo, quando no questionamento do Produto Interno Bruto (PIB) como medida do desenvolvimento e na adoção do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) como complemento deste nos anos 1990 (FAVARETO, 2007).

Neste ponto do apanhado histórico, vale destacar que tanto o PIB quanto o IDH têm uma história longa e notável como alguns dos primeiros indicadores amplamente utilizados em nível global. O primeiro foi desenvolvido no início do século 20 por economistas como Simon Kuznets e Colin Clark tendo sido fundamental para medir e comparar o crescimento econômico, particularmente no contexto da reconstrução pós-guerra. O segundo foi introduzido pelo paquistanês Mahbub Ul Haq pela primeira vez em 1990 no Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) em seu Relatório de Desenvolvimento Humano (FAVARETO, 2007). Ambos tiveram um impacto significativo na formulação de políticas, na compreensão do desenvolvimento e na comparação entre nações.

Outro marco na luta ambiental internacional cujo exame prescinde quando debatendo as ideias acerca do desenvolvimento é o chamado relatório Brundtland, um documento intitulado Nosso Futuro Comum (Our Common Future), coordenado em 1987 pela então primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, e que foi responsável por disseminar a ideia de “Desenvolvimento Sustentável” que vinha sendo gestada na última década (GUERRA *et al.*, 2007). O que à época foi considerado um grande avanço na luta ambiental, hoje pode ser visto por outra ótica, onde novamente as ideias de ‘desenvolvimento’ estabeleceram-se acima do ‘sustentável’ e dos demais ideais, como examinaremos adiante.

2.2 Desenvolvimento Sustentável

O sentido de explicar as origens do que entendemos por ‘desenvolvimento’ ao debatermos desenvolvimento rural é justamente escancarar o seu caráter raso e excludente, que assim permaneceu mesmo depois de unido as preocupações ambientais sob a alcunha de “desenvolvimento sustentável”. O termo, que por sua vez não exclui que um bom manejo do meio ambiente seja uma condição necessária para chegar à “sustentabilidade”, também não o afirma como condição prioritária, junto à justiça social e a democracia (RAYNAUT, 2008).

Em um artigo crítico que aborda a construção da crise ambiental global, Guerra et al. (2007) realizam uma análise crítica do modelo de desenvolvimento ambiental que teve seu início no relatório Brundtland e sua lista de ameaças ao equilíbrio do meio ambiente planetário, destacando suas contradições como a amplitude proposital do termo, que dá margem as mais diferentes interpretações, assim como as ações tomadas por instituições supranacionais vinculadas aos países do capitalismo central como a Organização das Nações Unidas (ONU) e o Banco Mundial, numa preocupação com a existência de interesses escusos de interferência em áreas ambientais sensíveis de países da periferia do capitalismo como a Amazônia.

Por outro lado, segundo Santos (2019), embora houvesse a pressão dos capitalistas para manter o nível acelerado de produção, o movimento ambiental global se fortalecia com a finalidade de criar na sociedade uma consciência participativa e sustentável, capaz de promover uma radical mudança no estilo de vida das pessoas e principalmente dos meios de produções que visavam somente o lucro.

Muitas foram as definições para o termo desenvolvimento sustentável. Após amplo debate, o relatório Brundtland apresentou uma das primeiras definições para o termo: “O desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das futuras gerações de atenderem às suas próprias necessidades”. Definições posteriores, mais trabalhadas, como a de Barbieri (1997), explicam o desenvolvimento sustentável como uma maneira de apresentar soluções específicas para os impactos globais da ação humana que não estejam relacionados apenas ao aspecto ambiental, mas também às dimensões política, social e cultural.

O caráter axiomático do termo “Desenvolvimento Sustentável” deu origem a três grandes linhas de interpretação: econômica, ecológica e social. Segundo Raynaut (2008), para os defensores do modelo econômico, como o Banco Mundial, a degradação ambiental seria reduzida como resultado natural de um bom manejo econômico. Para os ambientalistas, o modelo vigente nos conduziria invariavelmente ao colapso ambiental, logo, todas as atividades

deveriam basear-se num conhecimento aprofundado dos ecossistemas, acompanhado de educação ambiental e políticas públicas de proteção ao meio ambiente.

Já a interpretação social da sustentabilidade denunciava que a sustentabilidade ambiental não era um atributo de sistemas naturais e que a prioridade deveriam ser as sociedades humanas. As duas últimas opondo-se diretamente ao liberalismo econômico na consideração de que a lógica do mercado, guiada pelo lucro e pelo individualismo, sempre favoreceria os mais fortes sobre os mais vulneráveis (RAYNAUT, 2008).

Em análises contemporâneas, o viés da economia neoclássica na análise do desenvolvimento sustentável é composto por diversos elementos que simplificados buscam a melhor alocação dos recursos naturais ao longo do tempo, apresentando como base o cálculo do capital produzido (K_p), que, entre outros, seria confrontado com o capital natural (K_n). As divergências acerca do quão determinante seria o capital natural para se atingir um desenvolvimento sustentável deram origem aos conceitos de Sustentabilidade Fraca (Sfra) e Sustentabilidade Forte (Sfor) (MUELLER, 2005).

Ainda segundo Mueller (2005), a Sustentabilidade Fraca está relacionada ao paradigma neoclássico e aos conceitos de substitutibilidade ou otimismo de recurso, onde K_n pode ser substituído por K_p . Por outro lado, a Sustentabilidade Forte está relacionada a economia ecológica e aos conceitos de estoque de recursos e serviços ecossistêmicos, onde, essencialmente, não seria possível a completa substituição de k_n por k_p . Enfatizando as relações entre economia e meio ambiente, tal negação encontra base nos princípios da *precaução*, da *incerteza* e da *irreversibilidade*.

Tais paradigmas e conceitos desempenham papéis fundamentais nos debates conduzidos pelo campo da Economia Ecológica enquanto ciência. Para esta, o princípio da *precaução* exige a adoção de medidas protetivas diante de possíveis danos ambientais, mesmo na ausência de evidências científicas conclusivas. A *incerteza* é reconhecida como uma característica intrínseca dos sistemas ecológicos e econômicos, levando à necessidade de políticas flexíveis e adaptativas. A irreversibilidade destaca que impactos ambientais negativos são difíceis ou impossíveis de reverter, enfatizando a importância de tomar decisões cuidadosas e considerar o longo prazo no gerenciamento de recursos naturais (MUELLER, 2005)

Retomando o apanhado histórico, a consolidação das ideias do Relatório Brundtland veio alguns anos mais tarde, naquele que pode ter sido o momento mais emblemático da questão ambiental no Brasil no século XX, a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), em junho de 1992 no Rio de Janeiro, a RIO 92. O grandioso momento diplomático internacional favoreceu compromissos internacionais no

sentido de conciliar o desenvolvimento socioeconômico com a utilização racional dos recursos da natureza mas desnudou contradições históricas do Brasil com relação a proteção do meio ambiente.

2.3 Desenvolvimento da agricultura no Brasil

Para compreender a relação entre a evolução do conceito de desenvolvimento elencado pelo relatório Brundtland e a questão ambiental no contexto brasileiro, é imprescindível debater sobre a história e os impactos ambientais da atividade agropecuária no país.

Segundo Marques (2018), uma das atividades que mais agridem o meio natural no país, o desmatamento, é indissociável do agronegócio, do capital corporativo internacional e da grande propriedade rural. O próprio crescimento do setor no país está ancorado mais no aumento da área cultivada em detrimento das florestas, do que em ganhos de produtividade, e adequado manejo do solo e da biodiversidade.

Desde a sua concepção desenhada para abrigar os diferentes ciclos de extração de madeira e cultivos de bens agrícolas para atender o mercado europeu, o país iniciou seu processo de industrialização apenas a partir da década de 1930, atingindo a maturidade de sua classe operária urbana ao final dos anos 1950. Após a consolidação da classe operária inicia-se o processo de modernização das técnicas de produção com maquinários e insumos modernos para a agricultura como fertilizantes, defensivos agrícolas, rações, medicamentos veterinários, etc (NETO, 1982).

A década de 1960 no Brasil foi marcada pelo golpe militar que iniciou um longo período antidemocrático que foi decisivo para os rumos da agricultura no país. Para Delgado (2005), o período histórico (1965-1982) do regime militar foi a “idade de ouro” do desenvolvimento de uma agricultura capitalista integrada com a economia industrial e urbana e com o setor externo, sob forte apoio financeiro do setor público.

Explica Prieto (2017), que os grandes proprietários de terra, geralmente excluídos dos lucros da industrialização, participaram ativamente na condição de agentes agroexportadores. Destacando que o que ocorreu no país foi uma aliança dos interesses de classe entre terra e capital produzindo um pacto territorial, oligarca e industrial. O conceito de modernização da produção vem para atender justamente a introdução da lógica de produção capitalista na agricultura brasileira, com a divisão entre empresários, posseiros interessados na exploração intensiva e na monocultura, agricultores de subsistência e os chamados “boias frias”, contratados para épocas de colheita (NETO, 1982).

Para a indústria agrícola, o problema seria justamente o caráter artesanal da agricultura campesina, considerada atrasada e cuja expansão dependeria diretamente de fatores como nível técnico da “mão-de-obra”, nível de mecanização do manejo, grau de utilização de adubos, e finalmente de uma estrutura agrária eficiente (DELGADO, 2005). Grandes oligopólios multinacionais como Massey-Ferguson, Dow-Chemical, Shell, etc, atuaram ao longo de todo o século XX no sentido de pressionar o Estado a autorizar e incentivar o uso de insumos agrícolas no país.

A modernização era dada como uma mudança exclusivamente técnica e de necessidade indiscutível. Apesar de intensa, a modernização da produção não se explica somente pela lógica interna de acumulação, mas também pela lógica externa industrial que produz tecnologia agrícola (NETO, 1982). Sem ferramentas para compreender criticamente o que era imposto, o homem do campo aderiu integralmente as ideias estrangeiras de progresso.

Embora o objetivo não fosse o de substituir o trabalho, mas de aumentar a produtividade por área, a introdução de maquinários invariavelmente levou desemprego ao campo. Sem a adequada divisão dos lucros, este movimento gerou inerente desigualdade no meio, inclusive na resolução de conflitos por terra entre grandes e pequenos produtores; ligando definitivamente a expansão da agricultura ao monopólio da terra (NETO, 1982).

Ainda segundo Neto (1982), durante a ditadura, a crise na produção de alimentos voltara a ser consequência da concentração e degradação de terras no país. Com a produção voltada para exportação de Soja e Açúcar e com intensa queda na produção de domésticos em comparação aos exportáveis, a consequente alta de preços levou desigualdade, desnutrição, e elevação da mortalidade infantil às camadas mais pobres. Atualmente, a dependência econômica do país ao desempenho agrícola agrava o cenário, com gigantesca perda de autonomia, e regiões inteiras escravas de multinacionais e demandas de mercado. Reforçando mais uma vez o desenvolvimento como uma farsa onde o lucro de poucos causa a desgraça completa de muitos.

Tais relações e seus impactos não passavam despercebidos para os estudiosos da chamada sociologia rural acerca do desenvolvimento rural. Kay (2007) elenca quatro abordagens para a análise dessas relações. Primeiramente, temos o enfoque da modernização, que se baseia nos princípios da Revolução Verde e na crença de que os países capitalistas representam modelos a serem seguidos tanto na modernização urbana/industrial quanto no desenvolvimento rural/agrícola. Em segundo lugar, o enfoque estruturalista, que se fundamenta nas ideias da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), atribuindo ao Estado o papel central na promoção da modernização agrícola.

Adicionalmente, o autor menciona as abordagens da dependência, que procurou romper com a dependência financeira em relação aos países desenvolvidos, seja por meio de reformas ou pela superação do sistema capitalista. Também é apresentada a abordagem neoliberal, estimulada por organizações internacionais e crítica à concepção do Estado como motor do desenvolvimento industrial nos países do terceiro mundo. No entanto, essa abordagem, predominante nas sociedades rurais desde os anos 1980, não conseguiu solucionar os problemas de pobreza rural, exclusão e privação da terra para a população, e, se algo, acabou agravando essas questões.

Por último, surge o enfoque neoestruturalista, que se configura como uma crítica ao enfoque neoliberal. Esse novo enfoque desloca o foco do produtor de commodities, fortalecendo em vez disso o campesinato e a agricultura familiar de subsistência. Este último devolve ao Estado o papel de condutor das estratégias de desenvolvimento no meio rural, que promoveria não só investimentos financeiros e infraestruturais como políticas públicas que promovam uma modernização agrícola mais democrática e promotora da igualdade (KAY, 2007).

Outros autores dedicaram-se ainda a traçar alternativas estratégicas para o desenvolvimento rural com modelos de desenvolvimento associados à economia regional, buscando superar o êxodo rural. As políticas voltadas para o agrobusiness seriam separadas daquelas voltadas efetivamente para o que agora se entende como desenvolvimento rural como a policultura, a pluriatividade, a diversificação das economias e o cuidado com o meio ambiente. Este novo debate procuraria fortalecer a agricultura familiar através da capacidade empreendedora dos agricultores em diversificar suas atividades, dessa vez considerando a busca pela sustentabilidade (KAGEYAMA, 2008).

A emergência de trabalhos acadêmicos elaborados por órgãos estatais contribuiu significativamente para a definição do campo de reflexão e utilização da noção de agricultura familiar (AF), conferindo-lhe um novo lugar teórico que destacava a importância socioeconômica dos agricultores mais vulneráveis. Nesse contexto, é relevante mencionar as contribuições do Censo Agropecuário de 1980, dos trabalhos de Ricardo Abramovay, incluindo *Paradigmas do capitalismo agrário em questão* (1992), que abordou a realidade agrícola de países do capitalismo central para estabelecer uma distinção conceitual entre a agricultura familiar moderna, no presente, e a agricultura camponesa. Como também da obra de José Eli da Veiga, *Desenvolvimento agrícola: uma visão histórica* (1991), que demonstrou como o modelo estrangeiro de agricultura centrado na “empresa familiar” possuía diversas vantagens sociais, econômicas e ambientais (PICOLOTTO, 2015).

Por outro viés, contribuíram também os estudos de Maria Nazareth Wanderley, incluindo o artigo *Raízes históricas do campesinato brasileiro* (1996), que, por sua vez, contradisse a ideia de que o agricultor familiar era um 'novo' ator desvinculado do camponês, reafirmando a importância das "raízes camponesas" na promoção da sustentabilidade. (PICOLOTTO, 2015)

Segundo Schneider (2009), dentre os fatores que contribuíram para a consolidação da agricultura familiar no Brasil, destacam-se a própria trajetória das discussões em torno da AF como modelo social, econômico e produtivo para a sociedade brasileira, as lutas camponesas, além da distinção entre as formas de produzir da agricultura familiar, para consumo local, e a convencional, para exportação de commodities.

Retomando o contexto dos anos 1990 e da difusão das noções de sustentabilidade debatidas na Eco 92, ressuscita o debate sobre os rumos do desenvolvimento rural no Brasil. Estes fatores culminam no Decreto n.º 1946 de 28 de julho de 1996 que criou o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), considerado um marco da criação de políticas públicas diferenciadas, delineando o reconhecimento do Estado brasileiro frente a importância econômica e social da agricultura familiar. Para Schneider (2003), o programa tinha por finalidade “prover crédito agrícola, bem como apoio institucional aos pequenos produtores rurais” que vinham sendo excluídos das políticas públicas até então existentes e que encontravam uma série de dificuldades em se manter no campo.

Segundo Mattei (2014) mudanças institucionais recentes e o reconhecimento da importância da agricultura familiar para o País seguiram o processo de redemocratização com a criação do PRONAF e, mais tarde, no governo Lula, do Programa Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (PRONATER), que se somaram a implementação de um conjunto amplo de políticas públicas dirigidas ao meio rural, que ajudaram a consolidar a agricultura familiar.

A partir de então o PRONAF tornou-se a principal política agrícola para a agricultura familiar no Brasil (em número de beneficiários, capilaridade nacional e recursos aplicados) tendo disponibilizado cerca de R\$ 24 bilhões de reais para a agricultura familiar desde sua criação. Tais esforços contribuíram largamente para que a agricultura familiar passasse a ser vista de forma positiva e relevante para a produção de alimentos e geração de empregos no país (GRISA; SCHNEIDER, 2014).

Com algumas exceções, o modelo de cultivo agrícola para a agricultura familiar seguiu sendo aquele convencional, desenhado pela revolução verde. Segundo Schneider (2009), apesar da faceta moderna integrada, o modelo de desenvolvimento rural vendido nos anos anteriores

não solucionou as questões, sobretudo da miséria e da desigualdade no campo havendo necessidade de políticas compensatórias nos anos seguintes como o programa Fome Zero, entre outras políticas, como turismo rural, valorização das amenidades, regularização das relações trabalhistas, etc.

Para um desenvolvimento rural efetivo é necessária a expansão da capacidade de interação social e inserção da agricultura familiar em mercados locais (merenda escolar, programas sociais), o que apenas pode ocorrer através da superação de fatores como a baixa capacidade instalada de produção e a difusão do conhecimento, com novos desafios da produção agroalimentar voltados para a segurança sanitária dos alimentos, a sustentabilidade e a ética humanitária (SCHNEIDER, 2009).

Apesar da importância cultural e da contribuição para o desenvolvimento econômico, soberania e segurança alimentar do país, a agricultura familiar ainda sofre diversas ameaças externas e internas, que vão desde os baixíssimos preços de venda das mercadorias, passando pela falta de acesso ao mercado competitivo, até os ataques de argumentos sobre a necessidade de transformação da agricultura familiar em um negócio, que vise apenas o lucro, ameaçando a virtuosidade da agricultura familiar.

Como reação, surgem as ideias de recampesinação, sob a orientação de novas estratégias como o emprego de princípios agroecológicos que restaurem a natureza camponesa da agricultura enquanto fortalecem o estabelecimento familiar. Atualmente, ressurgiu o debate sobre a sustentabilidade dos modelos de produção convencionais, em consonância com o desenvolvimento de novas técnicas que buscam a inserção da ecologia na agricultura e a redescoberta do papel da agronomia na vida humana, com a agroecologia despontando como expressão sociopolítica das chamadas agriculturas sustentáveis ou de baixo carbono (GOTSCH, 1996).

2.4 Agroecologia

Formas de oposição e resistência aos modelos industriais de agricultura surgiram desde o final do século XIX, através de diversos autores em diferentes países. A Agricultura Biodinâmica, concebida por Rudolf Steiner na década de 1920 na Alemanha, a Agricultura Orgânica, proposta por Albert Howard na Grã-Bretanha nos anos 1930, e a Agricultura Natural, compilada por Masanobu Fukuoka no Japão, também na década de 1930, são exemplos que se somaram ao longo da história, juntamente com nomes como Bill Mollison e David Holmgren

no desenvolvimento da Permacultura, no estudo da Agricultura Alternativa e, finalmente, na Agroecologia de Miguel Altieri, um chileno. O intuito foi desenvolver formas alternativas de cultivo que reduzissem ao máximo o uso de insumos, fizessem bom uso do solo e da água, e, ao mesmo tempo, produzissem alimentos em larga escala para as populações (KHATOUNIAN, 2001).

Como afirmam Caporal e Costabeber (2004, p.16):

A agroecologia proporciona as bases científicas e metodológicas para a promoção de estilos de agriculturas sustentáveis, tendo como um de seus eixos centrais a necessidade de produção de alimentos em quantidades adequadas e de elevada qualidade biológica, para toda a sociedade. Apesar de seu vínculo mais estreito com aspectos técnico/agronômicos (tem sua origem na agricultura, enquanto atividade produtiva), essa ciência se nutre de diversas disciplinas e avança para esferas mais amplas de análise, justamente por possuir uma base epistemológica que reconhece a existência de uma relação estrutural de interdependência entre o sistema social e o sistema ecológico (a cultura dos homens em coevolução com o meio ambiente).

Para Altieri (2009) a agroecologia trata-se de uma nova abordagem que incorpora os princípios agrônômicos, ecológicos e socioeconômicos para a análise e avaliação do impacto das tecnologias nos sistemas agrícolas e na sociedade como um todo. Para o autor, o objetivo é operar dentro de sistemas agrícolas complexos, onde as interações ecológicas e sinergias entre os elementos biológicos sejam os responsáveis pela criação da fertilidade do solo, aumento da produtividade e proteção das culturas. Desse modo, a produtividade e a saúde dos agroecossistemas surgiriam a partir de condições de crescimento equilibradas, conferindo as plantas maior resiliência diante de estresses do ambiente.

A compreensão das causas subjacentes de problemas, como doenças, pragas ou degradação do solo, como desequilíbrios, orienta o tratamento agroecológico na busca pelo restabelecimento do equilíbrio. Quando a biodiversidade é reintroduzida nos agroecossistemas, surgem numerosas e complexas interações que impactam positivamente as relações entre solo, plantas e animais (ALTIERI, 2009).

Outro expoente da agricultura regenerativa e da agroecologia é o renomado agricultor e pesquisador brasileiro nascido na Suíça, Ernst Götsch. A abordagem agroecológica de Götsch, conhecida como "Sistema de agricultura sintrópica", tem sido uma influência significativa na promoção de práticas agrícolas sustentáveis no Brasil e em outras partes do mundo.

A agricultura sintrópica busca essencialmente emular os princípios da natureza, onde várias espécies coexistem em simbiose, dependendo umas das outras para alcançar seu pleno desenvolvimento. Nas agroflorestas geridas segundo essa metodologia, as espécies cultivadas são plantadas em associação com outras semelhantes às que normalmente ocorreriam na

natureza. Além disso, seguindo os processos naturais, a sucessão de plantas acontece de forma dinâmica e contínua, um fenômeno conhecido como a sucessão natural de espécies (GÖTSCH, 1996).

Segundo Götsch (1996), o emprego de plantas pioneiras na implantação de agroecossistemas guarda semelhança ao processo natural de sucessão de espécies, e possui papel fundamental no desenvolvimento de um agroecossistema, atuando como uma força impulsionadora que garante a vitalidade e a saúde das plantas. Outros conceitos fundamentais são a capina seletiva, onde alguns capins permanecem no agroecossistema, auxiliando e protegendo novas espécies; o adensamento do cultivo, com espécies pensadas para ocupar todos os estratos de luz solar; a manutenção da cobertura do solo, com serrapilheira pensada para adubar o solo, e finalmente a poda de plantas em estado de maturidade, que mantém ativo os mecanismos de crescimento das plantas.

Apesar de específicas, as técnicas utilizadas em produções agroecológicas não estão distantes de antigas práticas campesinas, de modo que, é comum encontrar práticas ecológicas mesmo em cultivos convencionais. Na agroecologia, o conceito de transição agroecológica é central, compreendido como um processo que ocorre gradualmente e de modo multilinear, com o objetivo de superar o modelo agroquímico de produção rumo às agriculturas de base ecológica. Ainda, é conveniente que esta transição não reflita apenas o caráter econômico-produtivo como também uma mudança de atitudes e valores humanos em relação a conservação e o manejo apropriado dos recursos naturais (CAPORAL; COSTABEBER, 2004).

Gliessman (2000) categoriza em três níveis fundamentais o processo de transição ou conversão em direção aos agroecossistemas sustentáveis. O primeiro nível concentra-se no aprimoramento da eficiência das práticas convencionais, visando a redução do uso e consumo de insumos externos dispendiosos, escassos e prejudiciais ao meio ambiente. Esse enfoque tem sido o cerne das investigações agrárias convencionais, culminando na formulação de diversas práticas e tecnologias que contribuem para atenuar os impactos adversos da agricultura convencional.

O segundo nível de transição refere-se à substituição de insumos e práticas convencionais por alternativas. A meta é substituir os insumos e práticas intensivas em capital, que causam degradação ambiental, por opções mais ecológicas. Nesse contexto, a estrutura fundamental do agroecossistema sofreria poucas alterações, o que poderia resultar em desafios semelhantes aos encontrados nos sistemas convencionais.

Além disso, o autor ilustra o terceiro nível da transição, o mais complexo, representado pelo redesenho dos agroecossistemas, de modo a operarem com base em um novo conjunto de

processos ecológicos. Nesse cenário, o objetivo é eliminar as causas subjacentes aos problemas que não foram solucionados nos dois níveis anteriores (GLIESSMAN, 2000, p. 573-5 apud CAPORAL; COSTABEBER, 2004).

Nesse contexto, é fundamental reconhecer que o conceito de transição agroecológica não é apenas um caminho para uma agricultura mais sustentável, mas também uma abordagem que busca equilibrar as oportunidades para todos os produtores. Ela não apenas visa superar o modelo agroquímico, mas também desafia as desigualdades persistentes na agricultura. A busca por equidade deve se estender não apenas à produção, mas também aos aspectos econômicos.

Ainda hoje existe uma iniquidade nas oportunidades estendidas a quem produz de modo sustentável que denuncia a necessidade de uma melhoria constante e equilibrada nos métodos de inserção destes modelos em padrões de financiamento, suporte e controle da atividade agrícola nacional (CAPORAL; COSTABEBER, 2003).

A agricultura familiar concebe, portanto, a parcela ideal para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável, de caráter agroecológico, através da integração de três objetivos principais em seu trabalho: ambiente saudável, rentabilidade econômica e equidade social e econômica, tendo em vista que opera em pequenas escalas, o que possibilita o desenvolvimento de uma atividade mais competitiva, inclusiva e sustentável, procurando fazer o melhor uso dos bens e serviços da natureza, em que as tecnologias e práticas podem ser adaptadas localmente .

A agroecologia como ciência é hoje um conceito em pleno estudo e expansão. Nos diferentes espaços, não é incomum que sejam difundidas interpretações conceituais que são muito amplas, difusas, ou até mesmo reducionistas, mesmo entre aqueles que simpatizam com as práticas agroecológicas.

Para Caporal e Costabeber (2002), é comum a interpretação da agroecologia como um modelo de agricultura, um produto ecológico, uma prática ou tecnologia agrícola, ou mesmo uma política pública. Os autores ressaltam que a agroecologia não deve ser equivocadamente associada somente a um estilo de agricultura, um conjunto de práticas agrícolas ou a certas correntes de agricultura ecológica, uma vez que estas não abordam os problemas de todas as dimensões da sustentabilidade. Ao contrário, a agroecologia é definida como uma disciplina científica abrangente e multidisciplinar, que se constitui como um campo de conhecimento com princípios, conceitos e metodologias que permitem a análise, direção, planejamento e avaliação de agroecossistemas.

Para além de apenas um "segmento de mercado" ou uma "opção à agricultura convencional", a agroecologia pode ser concebida como ciência da sustentabilidade, possuindo

a capacidade de efetivamente orientar iniciativas de desenvolvimento rural sustentável. Com o intuito de evitar equívocos conceituais, é fundamental manter definições constantes dos parâmetros analisados em cada pesquisa.

Para o estudo em questão, consideramos como unidade de análise o agroecossistema. Apesar de englobar a palavra ‘ecossistema’, o conceito de agroecossistema proposto não traz em si nenhuma pretensão ambientalista, e refere-se simplesmente a ecossistemas que foram modificados para produção de alimentos e produtos agrícolas.

O agroecossistema pode ser entendido como sinônimo de sistema produtivo, sistema agrário ou unidade de produção. Nesse contexto, ele representa o conjunto de explorações e atividades conduzidas por um agricultor, englobando um sistema de administração específico (FEIDEN, 2005).

Acerca dessa unidade, destaca Altieri (1989) *apud* Caporal e Costabeber, (2004, p. 11)

O agroecossistema é a unidade fundamental de estudo, nos quais os ciclos minerais, as transformações energéticas, os processos biológicos e as relações socioeconômicas são vistas e analisadas em seu conjunto. Sob o ponto de vista da pesquisa agroecológica, seus objetivos não são a maximização da produção de uma atividade particular, mas a otimização do agroecossistema como um todo, o que significa a necessidade de uma maior ênfase no conhecimento, na análise e na interpretação das complexas relações existentes entre as pessoas, os cultivos, o solo, a água e os animais.

Para a análise empírica dos agroecossistemas, estes foram divididos em três categorias de análise: agroecológicos, orgânicos e convencionais. Consideramos como forma de produção agroecológica as produções que, além de abarcar o conceito amplo de agroecologia, possuem plantações ou cultivos com unidades organizadas na forma chamada de Sistemas de Agrofloresta (SAF ou SAFA). O Ministério do Meio Ambiente, em instrução normativa acerca de procedimentos técnicos para a utilização da vegetação da Reserva Legal, definiu o modelo de SAF.

Segundo Brasil (2009), define-se o SAF como:

Sistemas de uso e ocupação do solo em que plantas lenhosas perenes são manejadas em associação com plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas, culturas agrícolas, forrageiras em uma mesma unidade de manejo, de acordo com arranjo espacial e temporal, com alta diversidade de espécies e interações entre estes componentes.

Uma vez que boa parte das experiências em agrofloresta refletem um ambiente de transição, não é incomum que existam atualmente diversas nomenclaturas para diferentes formas de produção que fiquem entre a agroecologia e o modelo convencional. Frequentemente, o propósito de um empreendimento agrícola que de certa forma restringe o uso de agrotóxicos

e insumos é alinhar-se estrategicamente às demandas do mercado por produtos mais "limpos" ou denominados "orgânicos".

Diversos motivos podem levar um agricultor a buscar sintonizar suas práticas ou associar seus produtos a práticas ecologicamente orientadas. No entanto, é frequente que isso ocorra sem abordar as demais preocupações que envolvem a agroecologia, como a preservação do solo, a sustentabilidade do sistema agrícola e a responsabilidade laboral. Nesse contexto, torna-se essencial enfatizar a presença de distinções implícitas entre as abordagens orgânica e agroecológica na agricultura, especialmente com o propósito de estabelecer conceitos de agricultura orgânica que orientem o presente estudo.

Assim, consideramos como forma de produção orgânica, aquelas que seguem o conceito apresentado por Caporal e Costabeber (2004), de uma agricultura que apenas incorpora alguns elementos ambientalistas as práticas agrícolas convencionais, utilizando-se de uma série de técnicas e métodos estabelecidos por regulamentos de certificadoras que possuam regras e limites ao uso de determinados tipos de agroquímicos e insumos, ou que permitam apenas a utilização de certo tipos, que geralmente obedecem a padrões superiores de qualidade (marcadamente ecotecnocrática), com relação aos convencionalmente comercializados no meio agrícola.

Por último, o conceito utilizado de forma de produção convencional foi aquele já amplamente debatido e utilizado há anos pelo agronegócio brasileiro, associado principalmente a monoculturas, uso intensivo de máquinas agrícolas, insumos agroquímicos, fertilizantes e com foco quase que exclusivo na facilidade, rapidez e no volume produzido.

Aprofundando nossa compreensão sobre os princípios da agroecologia e sua influência em promover um desenvolvimento rural sustentável, é fundamental considerar a avaliação dos resultados obtidos. Para isso, exploramos os indicadores de sustentabilidade, que desempenham um papel crucial na mensuração do impacto das práticas agroecológicas e na verificação de seu sucesso em promover sistemas agrícolas mais equitativos e resilientes.

2.5 Indicadores de Sustentabilidade para Agroecossistemas

Para analisar sistemas complexos, que incluam noções de transitoriedade, é essencial a capacidade de detectar diferentes experiências, em diferentes estágios de evolução dentro de uma mesma escala. A necessidade de medir valores nessa escala, até mesmo para melhor compreender os objetivos da sustentabilidade que se planeja, resultou na busca pelo que convencionalmente chamamos de indicadores de sustentabilidade, em específico para os

agroecossistemas, a menor unidade de trabalho que se pode analisar no meio rural, em se tratando de sistemas agrícolas.

Um dos principais obstáculos na análise da sustentabilidade é a seleção dos indicadores mais apropriados para medir os pontos críticos específicos em cada agroecossistema. Não há indicadores universais, já que cada agroecossistema, região, perfis de agricultores e métodos de exploração agrícola possuem características singulares. Portanto, é necessário escolher e ajustar os indicadores de acordo com a realidade de cada contexto (FREITAG, 2020).

Com objetivo de representar a realidade, é essencial realizar uma delimitação adequada das variáveis a serem selecionadas e quantificadas por meio de uma análise minuciosa. A coleta de dados possibilita a identificação de características que poderiam passar despercebidas de outra forma. Para isso, é de extrema importância que o método utilizado para essa coleta seja capaz de abranger os aspectos multidimensionais, complexos e não lineares da realidade, traduzindo-os em valores e metas práticas.

Certas características são essenciais para conferir praticidade e operacionalidade a um indicador: a capacidade de integrar informações condensadas de diversos atributos, facilidade de medição e monitoramento, robustez para refletir sistematicamente os atributos de sustentabilidade para avaliação, aplicabilidade em uma variedade abrangente de agroecossistemas e contextos socioeconômicos e ambientais, habilidade para capturar as transformações ocorridas no(s) sistema(s) no período de avaliação e, primordialmente, clareza e praticidade a fim de promover a participação efetiva do público-alvo (MASERA; ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 2000).

É importante salientar que os indicadores de sustentabilidade assumem o papel de ferramentas capazes de avaliar a trajetória de uma atividade econômica em relação à sustentabilidade. Eles possibilitam a avaliação qualitativa, quantificável e mensurável de um agroecossistema em termos econômicos, ambientais e sociais, fornecendo orientação aos responsáveis pela tomada de decisões quanto às medidas corretivas que cada agricultor familiar deve adotar para garantir a sustentabilidade de seu agroecossistema (CÂNDIDO; SILVA, 2015).

Outra nomenclatura presente em estudos sobre indicadores de sustentabilidade são os índices de sustentabilidade. Um indicador de sustentabilidade consiste em uma medida da sustentabilidade segundo os critérios definidos para o contexto em análise. Enquanto que um índice é um resultado aritmético específico, que pode ser composto por diversos tipos de indicadores. Existem diversas abordagens que detectam um índice de sustentabilidade em aplicação no país, algumas das mais usadas são os Indicadores de Durabilidade das Explorações Agrícolas (IDEA), o Índice de Sustentabilidade Agrícola (ISA) e o MESMIS.

O IDEA é um indicador que avalia o desempenho ambiental de agroecossistemas, considerando diversos aspectos ambientais, como uso eficiente de recursos, redução de poluição e conservação da biodiversidade. Ele utiliza métricas como consumo de água, emissões de gases de efeito estufa, uso de pesticidas e outros indicadores específicos para avaliar o impacto ambiental das práticas agrícolas. O IDEA proporciona uma visão quantitativa do desempenho ambiental, permitindo comparações entre diferentes sistemas de produção (CÂNDIDO *et al*, 2015)

O método IDEA, também conhecido como indicadores de desenvolvimento das explorações agrícolas, foi concebido em francês, por um conjunto multidisciplinar composto por profissionais de agronomia, socioeconomia e ecologia, provenientes de diversas instituições de ensino, pesquisa e desenvolvimento. Sua criação teve o propósito de servir como uma ferramenta pedagógica destinada a ser empregada por educadores e formadores em contextos agrícolas, abrangendo diversos conceitos associados à sustentabilidade (FREITAG, 2020)

Por sua vez, o Índice de Sustentabilidade Agrícola (ISA), caracteriza-se por um método que busca avaliar a sustentabilidade de agroecossistemas com base em uma série de indicadores diretamente relacionados as dimensões ambiental, social e econômica. O método utiliza indicadores pré-estabelecidos como uso de energia, diversidade de culturas, renda dos agricultores e impactos na saúde do solo. O ISA quantifica a sustentabilidade por meio de uma fórmula que pondera esses indicadores e os combina em um único índice. Isso permite comparar diferentes sistemas agrícolas em termos de sua contribuição para a sustentabilidade (COSTA *et al*, 2013).

Entre os diversos estudos que visam avaliar a sustentabilidade de agroecossistemas, ganha relevância o sistema de indicadores conhecido como MESMIS, uma vez que incorpora valores ideais ou ótimos para indicadores. Esse método viabiliza a análise da sustentabilidade de agroecossistemas ao empregar abordagens participativas e interdisciplinares, englobando atributos de sustentabilidade para além das dimensões de avaliação ambiental, econômica e social (CÂNDIDO; SILVA, 2015).

Criado em 1995 por um grupo transdisciplinar de diferentes universidades no México, o Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade (MESMIS), busca obter princípios gerais de sustentabilidade alterando o foco do pesquisador para o pesquisado. Partindo de uma abordagem integrada, o MESMIS considera múltiplas dimensões, como produtividade, viabilidade econômica, impactos ambientais e aspectos sociais. O método utiliza uma combinação de indicadores quantitativos e qualitativos para avaliar o desempenho do sistema em relação a metas de sustentabilidade.

Isso permite uma análise holística que considera a interconexão entre diferentes aspectos do sistema agrícola (MASERA; ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 2000).

Segundo Costa *et al* (2013), em estudo comparativo entre os métodos MESMIS e IDEA, o primeiro, com sua proposta de abordagem participativa, flexível e sistêmica, mostrou-se mais adequado à avaliação de unidades produtivas agroecológicas. Ao passo que o segundo, com seus procedimentos de avaliação padronizados e bem estruturados, favorece comparações em larga escala além de possuir aplicação mais rápida.

Esses métodos e indicadores proporcionam abordagens detalhadas para avaliar a sustentabilidade em agroecossistemas, considerando diferentes dimensões e aspectos relevantes para o desenvolvimento sustentável da agricultura.

Para medir uma agricultura sustentável, é preciso, portanto, testar e utilizar indicadores de sustentabilidade que considerem minimamente as dimensões sociais, ambientais e econômicas do desenvolvimento sustentável, e que permitam, em última instância, acompanhar os níveis de desenvolvimento em agroecossistemas, evidenciando sua eficiência, desempenho, produtividade, bem como os problemas que o afligem, a fim de buscar soluções. Os indicadores devem apresentar ainda, fatores como simplicidade de mensuração, capacidade de replicação ao longo do tempo e sensibilidade na detecção de mudanças no sistema, além de preferencialmente permitir o cruzamento com outros indicadores (SILVA; CAMELO, 2019).

2.6 Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales MESMIS

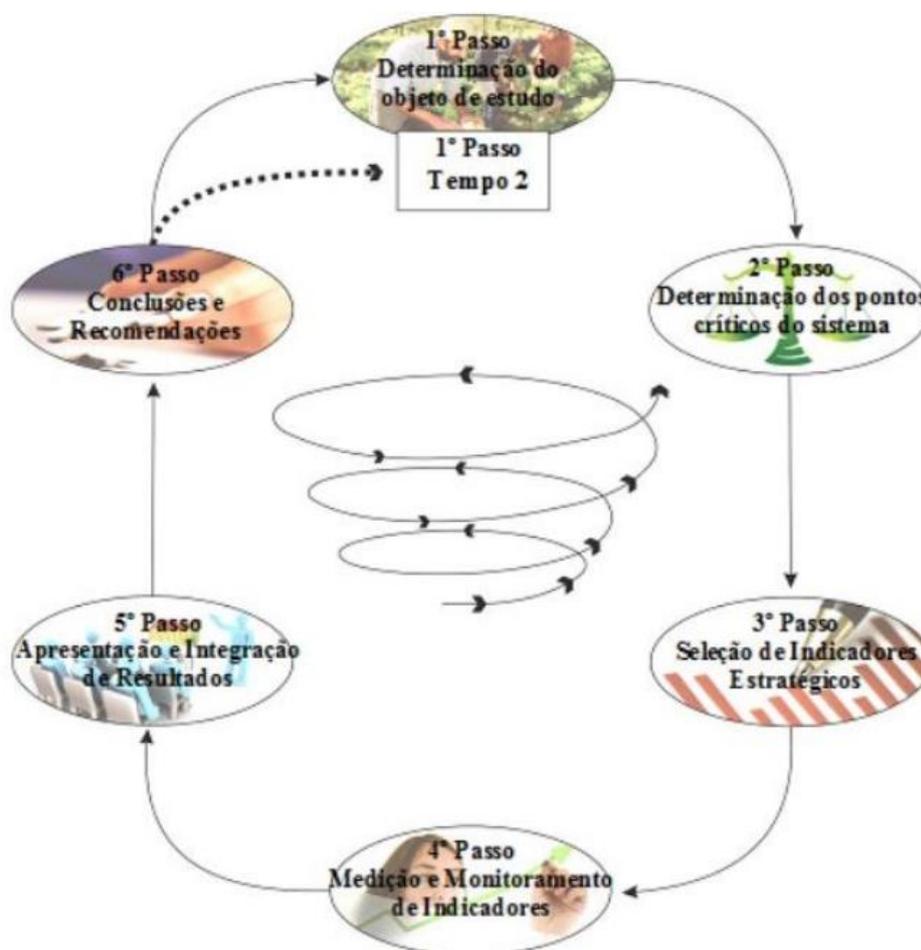
Com objetivo de melhor conhecer e desenhar bases para uma avaliação justa, holística e consistente dos níveis de sustentabilidade em diferentes agroecossistemas, o presente estudo utiliza método amplamente validado pela literatura científica, como definido em Masera, Astier e López-Ripadura (2000), e pesquisado em Cândido e Silva (2015) e Cândido *et al.* (2018) como ferramenta de apoio. Trata-se do Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade (MESMIS), uma metodologia abrangente e interdisciplinar, que prioriza a participação dos atores do processo no próprio desenho da avaliação, em interação com o pesquisador.

Copilado no ano 2000 por Omar Masera, Marta Astier e Santiago López-Ridaura, no chamado Libro Verde, Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales: El marco de Evaluación MESMIS, o principal objetivo MESMIS seria o de inaugurar um marco metodológico para a avaliação de diferentes sistemas de manejo de recursos naturais em escala local, sendo válido para avaliar: a) diferentes sistemas de produção agrícola num determinado

local ou contexto político/social, b) diferentes escalas espaciais, ou c) um mesmo sistema ao longo do tempo.

Para tanto, o método MESMIS utiliza-se de uma série de seis (6) passos estruturantes ilustrados na Figura 1, a saber: 1) Determinação do objeto de estudo, 2) Determinação dos pontos críticos, 3) Seleção de indicadores estratégicos, 4) Medição e monitoramento de indicadores, 5) Apresentação e integração dos resultados, e 6) Conclusões e recomendações finais (MASERA; ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 2000).

Figura 1- Ciclo de avaliação da sustentabilidade pelo método MESMIS



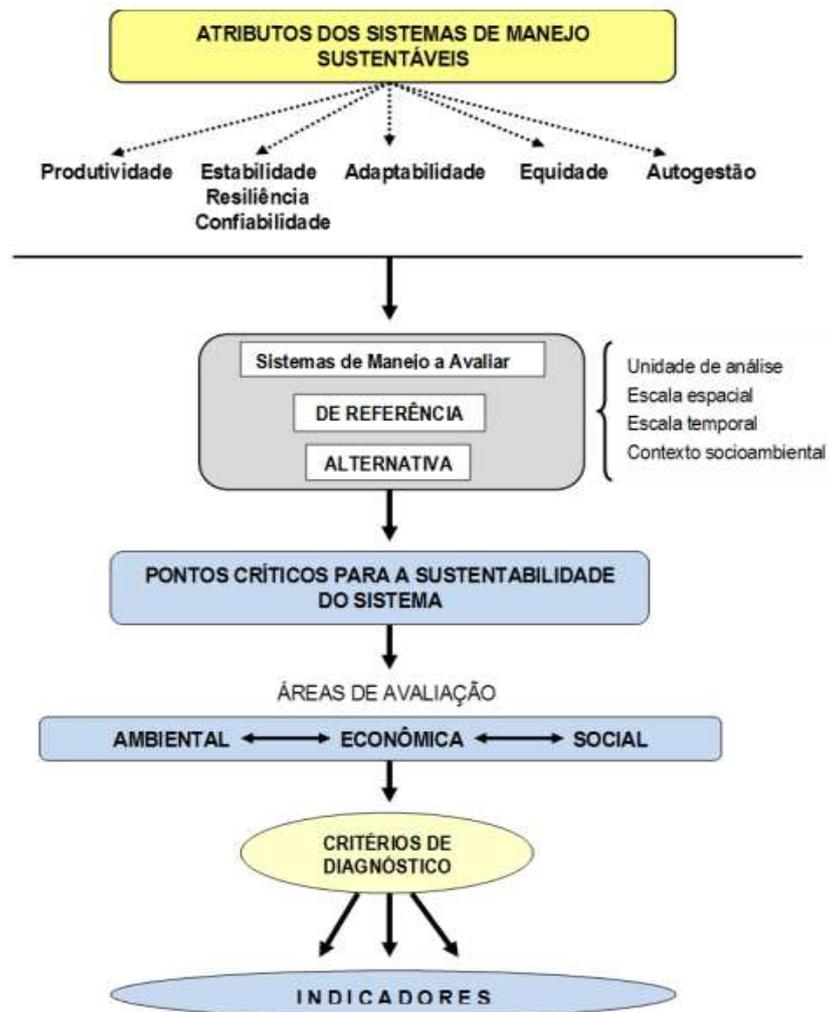
Fonte: Masera; Astier; Lopez-Ridaura (2000, p.31)

Como base avaliativa, segundo Masera, Astier e López-Ridaura (2000), o método MESMIS abrange cinco objetivos estratégicos e relacionados: (1) integrar a teoria de sistemas complexos em avaliações de sustentabilidade, (2) desenvolver um sistema amplo estruturalmente coerente de avaliação de sustentabilidade, (3) facilitar os processos de aprendizagem para que quaisquer interessados possam compreender e contribuir com os conceitos, instrumentos e resultados dessas avaliações, (4) validar a si mesmo através de

estudos de caso, além de (5) promover a participação de todos os atores envolvidos na processo de avaliação.

O conceito de sustentabilidade em Masera, Astier e López-Ridaura (2000), que precede a execução do método e o estabelecimento de critérios para os indicadores, pode ser definido a partir de cinco atributos comuns a serem avaliados em quaisquer agroecossistemas (Figura 2), são eles: a) Produtividade, b) Estabilidade, confiabilidade e resiliência, c) Adaptabilidade, d) Equidade, e) Autodependência (Autogestão).

Figura 2- Esquema Geral do MESMIS: Relação entre atributos e indicadores



Fonte: Masera; Astier; Lopez-Ridaura (2000, p.30)

O MESMIS permite, portanto, comparar sistemas de produção agrícolas, incentivando processos cíclicos de avaliação que possam auxiliar no processo de tomada de decisão por parte dos agricultores, compreendendo de forma integral os riscos e oportunidades para a sustentabilidade dos sistemas produtivos, sempre no sentido de ensaiar alternativas de

desenvolvimento rural horizontais e ambientalmente saudáveis (MASERA; ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 2000).

Ainda, por se tratar de um processo que permite adaptações segundo as necessidades específicas dos agroecossistemas avaliados, a participação de agricultores locais torna-se imprescindível para identificar os pontos críticos positivos e negativos, além de colaborar no momento da entrevista, trazendo qualidade para o levantamento dos dados quantitativos. Em última análise, a interpretação da métrica da sustentabilidade deverá compreender o contexto e as causas dos resultados encontrados, evidenciando potencialidades e fragilidades de cada agroecossistema.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Aspectos Metodológicos da Pesquisa

Neste tópico, são apresentados os procedimentos metodológicos que orientam a pesquisa, abrangendo desde sua concepção até sua conclusão, conforme as etapas delineadas pelo método predefinido. Inicialmente, foram delineadas as características técnicas gerais e específicas do estudo, seguidas pelos passos que compõem o ciclo de avaliação, que serão posteriormente explorados com mais detalhes no desenvolvimento do estudo.

Adiante foram detalhadas as características específicas do estudo, como espaço amostral e materiais utilizados na pesquisa, seguidas pela caracterização ambiental, envolvendo clima, bacias hidrográficas, geomorfologia, vegetação nativa e unidades da paisagem, além de localização georreferenciada dos agroecossistemas selecionados como área de estudo.

A pesquisa teve início em 2020, com uma fase inicial dedicada à revisão bibliográfica, explorando diferentes indicadores de sustentabilidade até a identificação do mais apropriado para o escopo pretendido. Entretanto, como ocorreu com muitas atividades acadêmicas, a pesquisa precisou ser interrompida devido à pandemia de COVID-19. Somente em setembro de 2021, após uma abrangente revisão bibliográfica e a submissão do projeto para avaliação pelo Conselho de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Ceará (UFC), foi possível retomar o trabalho de campo. Com o início dos trabalhos de campo foi possível uma compreensão mais profunda do objeto de estudo e, conseqüentemente, a seleção dos indicadores mais apropriados para a avaliação.

Finalmente, a metodologia já explanada, empregada no estudo, seguiu o método MESMIS que ao final de seu ciclo avaliativo gerou índices aritméticos de sustentabilidade dos agroecossistemas estudados. O pesquisador permaneceu na região por um total de seis meses, em uma experiência imersiva em uma das localidades estudadas que pode ser mais bem detalhada em estudos posteriores.

3.2 Características Gerais

De modo geral, a pesquisa apresenta-se como interdisciplinar com interface entre diferentes áreas de estudo que vão desde a agronomia, passando pela geologia, sociologia, ciências ambientais, econômicas, até a matemática estatística. A origem dos dados levantados conta tanto com dados primários quanto secundários.

Os dados primários foram obtidos diretamente nas áreas de estudo através de levantamentos de campo, onde foram feitas observações visuais das propriedades e seus cultivos, utilizando questionários como instrumentos de pesquisa, aplicados através de entrevistas semiestruturadas. Por sua vez, os dados secundários, utilizados como referencial teórico, foram obtidos em procedimentos técnicos de pesquisa bibliográfica, em livros, revistas, e sites oficiais das prefeituras, da Companhia de Pesquisa de Recursos Naturais (CPRM), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), além de periódicos e bases de dados com artigos científicos, dissertações, teses, livros e materiais diversos.

A pesquisa pode ser classificada ainda como quali-quantitativa, pois apesar de buscar resultados aritméticos, possui método participativo, com completa condição de traduzir percepções e informações em resultados numéricos interpretados em resultados qualitativos. Outro conceito próximo da pesquisa é o de percepção ambiental, trabalhada principalmente em questões que, de outro modo, pediriam análises laboratoriais em amostras de, por exemplo, solo ou água. A seguir são detalhados os instrumentos e procedimentos de coleta e análise dos dados.

3.3 Características de Geoprocessamento

Para melhor visualização da região e compreensão da caracterização ambiental foram empregados mapas com a localização das áreas de estudo em imagens de satélite, bem como em mapa estratigráfico simplificado. Os mapas utilizados foram confeccionados e processados através de ferramentas computacionais de geoprocessamento em um Sistema de Informações Geográficas (SIG) do software livre Quantum GIS - QGIS Versão 3.22.12.

As coletas georreferenciadas das localizações das áreas de estudo foram feitas com o auxílio de um aparelho celular, em sistema de coordenadas geográficas. Após a coleta dos pontos de agroecossistemas, eles foram tabulados, plotados e convertidos para o formato Shapefile (SHP) em coordenadas planas. O Datu empregado para a produção dos mapas foi o SIRGAS 2000 / UTM 25s.

As bases cartográficas utilizadas foram: SHP de limites políticos, IBGE; SHP estratigrafia do Brasil, CPRM; além de imagens Landsat 9/OLI, United States Geological Service (USGS). Organizadas adiante no texto em forma de quadros, tabelas, planilhas e gráficos explicativos.

Os dados apurados pela pesquisa foram tratados e transformados em gráficos e tabelas utilizando o software Microsoft Office Excel 2019, MSO (Versão 2302 Build 16.0.16130.20186), 64 bits.

3.4 Determinação do Ambiente de Estudo

Segundo Masera, Astier, López-Ridaura (2000), o MESMIS não possui uma linha reta de etapas, mas um ciclo avaliativo a ser seguido. O primeiro passo, já detalhado, consiste em determinar o objeto de estudo, suas características e dimensão. Para tanto, prossegue-se definindo sistemas de manejo (agroecossistemas) para análise, estabelecendo contato com os agricultores e destacando seus aspectos socioambientais a nível local, além de determinar escalas de espaço ou tempo para avaliação. As escalas de tempo geralmente avaliam a evolução de uma mesma propriedade ao longo do tempo e são tratadas pelos autores como escalas longitudinais, já a comparação de uma propriedade com outra (a exemplo do presente estudo) é identificada como uma escala transversal.

Em última instância, os agroecossistemas são o objeto de análise, no entanto, o objetivo do método é principalmente o de explorar a integração de seus diversos componentes naturais (solo, espécies animais e vegetais, clima) com seus componentes externos (insumos, mão de obra, manejo), a fim de obter resultados qualitativos e/ou níveis quantitativos substanciais e modificáveis.

Seguindo a etapa de determinação do objeto de avaliação e sua caracterização, foram escolhidos três municípios da região metropolitana de Natal: Nísia Floresta, Parnamirim e São José do Mipibu. Dentro destes municípios foram selecionadas como amostra 29 propriedades através de indicações e busca ativa.

A opção pela região se deu por dois motivos principais: A residência e proximidade afetiva do pesquisador, o que contribuiu para uma experiência de pesquisa imersiva de seis meses em uma das propriedades. Também a tradição da utilização do método em diferentes estudos já conduzidos no semiárido e em especial no estado do Rio Grande do Norte, como em Silva e Camelo (2019), Cândido e Silva (2015) e Silva, Ferreira e Ribeiro (2017), com destaque para os estudos da Prof. Gerda Lúcia Pinheiro Camelo do Programa de desenvolvimento e meio ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Para fins de análise e comparação, optou-se em estratificar a amostra dividindo-a em três subgrupos distintos de acordo com as suas formas de produção, são elas: Agroecológica, orgânica e convencional.

O método MESMIS recomenda uma avaliação da sustentabilidade onde seja possível comparar um ou mais sistemas alternativos com um sistema de referência. Para tanto, é importante identificar quais sistemas de manejo prevalecem na região pesquisada, e quais se colocam como sistemas alternativos. O sistema de referência é aquele predominante nas práticas da região enquanto o sistema alternativo é aquele que incorpora inovações tecnológicas ou sociais em suas atividades, quando comparados ao sistema de referência. Não é incomum que tais inovações apresentem enfoque agroecológico (MASERA, ASTIER e LÓPEZ-RIDAURA, 2000).

Das 29 propriedades selecionadas como espaço amostral, 4 utilizam forma de produção agroecológica e, portanto, tendem a seguir conceitos mais próximos da sustentabilidade, enquanto outras 6 apresentam matriz considerada orgânica, sendo estes tratados como sistemas alternativos. As últimas 19 se enquadram como sistema de produção convencional, sendo assim referenciadas como sistemas de referência.

A discrepância numérica entre essas categorias reflete a situação da produção agrícola nacional, onde predominam mais cultivos convencionais do que em alternativos. No entanto, a simples forma de cultivo não permite supor seus níveis de sustentabilidade, uma vez que não somente a dimensão ambiental como também a social e a econômica são avaliadas, dimensões onde empreendimentos mais robustos e com maior aporte financeiro poderiam obter melhores índices.

3.5 Determinação dos Pontos Críticos dos Sistemas

As etapas seguintes, de determinação dos pontos críticos e seleção dos indicadores estratégicos, segundo Masera, Astier e López-Ridaura (2000), deve ser conduzida preferencialmente junto a prestadores de serviços e/ou entidades representativas da classe produtora, uma vez que tais atores possuem acesso a diferentes propriedades e conhecem melhor a realidade e os desafios que podem ser caracterizados como pontos críticos do sistema.

Desse modo, foram convidados o Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Nísia Floresta, o Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Norte (EMATER-RN) e a Ecovila Pau Brasil, que há 10 anos ministra cursos na área de agroecologia e agricultura orgânica na região.

A identificação dos pontos críticos do sistema é um esforço para sintetizar os muitos fatores que podem incidir sobre a sustentabilidade de um sistema de manejo. Os aspectos

críticos são aqueles que facilitam ou obscurecem a produtividade, a estabilidade, a resiliência, a confiabilidade, a equidade, a adaptabilidade e a autogestão do sistema. A forma mais eficiente de obter pontos críticos é realizar perguntas abertas e interdisciplinares para serem respondidas em grupo entre o pesquisador e os produtores (MASERA; ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 2000)

Portanto, a determinação dos pontos críticos dos sistemas, foi feita através de um mesmo questionário com perguntas abertas (Apêndice A), que levantam aspectos positivos e negativos comumente apontados pelos agricultores, acerca das dimensões ambiental, social e econômica.

O mesmo questionário foi aplicado para todos os colaboradores envolvidos nesta fase. A visita ao Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Nísia Floresta, localizado no centro do município de Nísia Floresta, contou com a presença do atual presidente do sindicato, um funcionário e um associado que estava presente no momento da visita; A colaboração do Centro de Treinamento do Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Norte (CT EMATER-RN), localizado na zona rural do município de São José de Mipibu, ocorreu através da figura da gerente de treinamentos da sede e de um funcionário do local; Já a Ecovila Pau Brasil, foi representada pelos seus proprietários que trabalham há 30 anos com agricultura orgânica e há 10 anos com agroecologia na região.

Ainda é importante destacar que uma visita foi feita também ao Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Parnamirim, onde foram apuradas diversas informações úteis para a pesquisa, e de certo modo acabaram compondo a etapa de identificação de pontos críticos.

A base das perguntas do questionário de pontos críticos partiu da apuração dos principais fatores contextuais que afetam a região. Após a apuração com os prestadores de serviços foram encontrados os seguintes pontos críticos:

Da dimensão ambiental: a) Pontos positivos – disponibilidade hídrica, solo agricultável, clima e expansão de produções sustentáveis; b) Pontos negativos – perda de fertilidade do solo, redução no número de lagoas, uso indiscriminado de agrotóxicos, impactos da expansão do turismo.

Da dimensão social: a) Pontos positivos – expansão do conhecimento agroecológico, tradição agrícola, acesso a terra, acesso a serviços sociais e de saúde; b) Pontos negativos – baixa escolaridade, êxodo rural, falta de políticas públicas de incentivo à agricultura, baixa coesão comunitária.

Da dimensão econômica: a) Pontos positivos – acesso ao crédito rural, facilidade no escoamento da produção, boa produtividade geral; b) Pontos negativos – crédito sujeito ao tipo de produção, ausência de controles financeiros das atividades e elevadas despesas com logística.

Com base na análise dos pontos críticos dos sistemas (Apêndice A), de levantamento bibliográfico acerca do método e levando em consideração o ambiente de estudo foram selecionados indicadores estratégicos para a região, compilados em formato de um Questionário de Indicadores de Sustentabilidade (Apêndice C).

3.6 Seleção dos Indicadores e debate das variáveis

Utilizado como o principal instrumento de pesquisa e levantamento de dados, o Questionário de Indicadores de Sustentabilidade (Apêndice C), antes de ser aplicado aos agricultores passou pelo crivo dos prestadores de serviço que fizeram parte da etapa de determinação dos pontos críticos do sistema. Aplicado junto aos proprietários ou responsáveis pelas propriedades selecionadas, tais perguntas e suas alternativas são as responsáveis por definir o Índice de Sustentabilidade de cada agroecossistema, dentro das dimensões econômica, social e ambiental.

O diagnóstico das propriedades contou também com um Questionário de Informações Gerais (Apêndice B), que apurou informações como composição familiar, escolaridade dos membros, caracterização da posse da propriedade, financiamento, renda, área agricultada, produção anual, além de dados de uso e ocupação do solo. Todos os questionários aplicados foram previamente aprovados pela CEP - UFC e podem ser encontrados nos Apêndices do estudo.

A medição e o monitoramento dos indicadores foram feitos com a aplicação dos questionários através de entrevistas semiestruturadas, realizadas de modo presencial em visitas de campo a cada uma das propriedades. As visitas incluíram observações visuais dos cultivos e conversas informais de base teórico-conceitual, com objetivo de diagnosticar as estratégias e técnicas utilizadas na estrutura e funcionamento de cada agroecossistema.

O Quadro 1 resume os indicadores, separados por dimensão da sustentabilidade, sendo 13 indicadores para a dimensão ambiental, mais 13 indicadores para a dimensão social e 10 indicadores para a dimensão econômica.

Para cada indicador foi elaborada uma pergunta que contava com alternativas: A, B, C, D, E ou A, B, C, de índices (notas) correspondentes 1, 2, 3, 4 e 5, ou 1, 3, 5. De modo geral, as alternativas seguiram um padrão crescente de sustentabilidade, sendo: a) Insustentável, b) Tendendo para insustentabilidade, c) Transição, d) Tendendo para a Sustentabilidade, e) Possivelmente sustentável.

Quadro 1 - Indicadores por Dimensão de Sustentabilidade

Indicadores Ambientais	Indicadores Sociais	Indicadores Econômicos
Forma de Produção	Saúde e Assit. Social	Acesso ao Crédito
Técnica de Plantio	Segurança Alimentar	Custo do Acesso a Água
Diversidade de Cultivos	Formação Educacional	Custo do Acesso a Energia
Rotação de Culturas	Infraestrutura Habitacional	Uso de Inovações
Controle de Pragas	Tratamento de Efluentes	Diversificação ou Beneficiamento
Forma de Adubação	Infraestrutura de Serviços	Percepção da produtividade Relativa
Origem do Adubo	Satisfação com a Vida no Campo	Controles Financeiros
Percepção da Qualidade do Solo	Cooperação Social	Rentabilidade
Disponibilidade Hídrica p/Cultivo	Capacitação Agrícola	Grau de Investimento
Acesso a Água na Propriedade	Acesso a Políticas Públicas	Satisfação Financeira
Percepção da Qualidade da Água	Sucessão Familiar	
Tamanho da APP	Futuro da Atividade Agrícola	
Uso da APP	Segurança	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Sobre a medição dos indicadores junto aos agricultores em campo, é importante destacar que a leitura das alternativas, como apresentadas no Apêndice C, nem sempre era feita de modo literal. Na verdade, as perguntas emergiam de um diálogo aberto, franco, priorizando a linguagem regional, e estimulando o entendimento mútuo ao mesmo tempo em que buscando exercer o mínimo de inferência nas respostas.

Do mesmo modo, a determinação da alternativa adequada ao caso também não dependia somente das respostas do agricultor, uma vez que, por diferentes razões, a resposta poderia estar enviesada. A opção definitiva por uma alternativa acontecia, por tanto, levando em consideração também a pesquisa bibliográfica acerca do tema, as observações visuais feitas na propriedade e a ausência de contradições evidentes ao longo da conversa durante a visita de campo.

A descrição e o debate de cada um dos indicadores selecionados para compor o instrumento de levantamento de dados, bem como as escalas de índices utilizadas em cada uma delas serão apresentados a seguir.

3.6.1 – Dimensão Ambiental

A seguir, foram elencados os indicadores ambientais selecionados para o presente estudo e detalhadas as alternativas designadas para os respectivos índices de sustentabilidade.

3.6.1.1 - Forma de produção do agroecossistema

A primeira variável apresentada no questionário classificou a forma de produção do agroecossistema segundo os índices apresentados no Quadro 2. As diferenças entre os três tipos de agricultura foram apresentadas anteriormente e variam, desde os métodos utilizados até os princípios e valores que norteiam cada um.

Por convencional, entende-se uma agricultura caracterizada pelo uso intensivo de produtos químicos, como fertilizantes e pesticidas, com foco quase exclusivo na maximização dos lucros. Por agricultura orgânica, compreende-se uma agricultura que atende a padrões técnicos elevados, geralmente orientados por uma certificadora ou associação. Apesar de fazer uso limitado e selecionado de fertilizantes e pesticidas químicos, tendem a utilizar insumos orgânicos e controle biológico de pragas, fornecendo alimentos marcadamente mais saudáveis. O estudo contou com amostra realizada naquele que segundo a Associação dos Produtores Orgânicos do Rio Grande do Norte (APOERN), seria o maior cultivo de orgânicos do estado.

Quadro 2 - Forma de produção do agroecossistema

Indicadores	Índices
a) Convencional	1
b) Transição entre convencional e orgânica	2
c) Orgânica	3
d) Transição entre orgânica e agroecológica	4
e) Agroecológica	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Por sua vez, a agricultura agroecológica difere conceitualmente das outras duas ao propor uma visão mais integrada e holística da produção agrícola com foco na proteção da biodiversidade e qualidade do solo, utilizando técnicas diversas que imitam a floresta para estimular a produção de alimentos e diversificar cultivos, além de estimular a cooperação entre produtores e consumidores. Ainda, diversos agricultores encontram-se dentro dos conceitos já debatidos de transição.

Sob a perspectiva da sustentabilidade, a agricultura agroecológica ganha destaque como a mais influente, uma vez que fomenta formas de produção orientadas para a harmonia ambiental e social, ao mesmo tempo que incentiva a independência do agricultor. A agricultura convencional, por outro lado, é considerada insustentável a longo prazo por depender de

insumos externos e afetar negativamente recursos naturais como o solo e a água (ALTIERI, 2009).

3.6.1.2 – Técnica de Plantio

Alguns indicadores foram incluídos na pesquisa com o objetivo de equilibrar as respostas, ajustando índices a partir da identificação de tendências específicas. É o caso da técnica de plantio utilizada, como detalhado no Quadro 3. Assim, cultivos convencionais que adotem técnicas de consórcio ou algum pensamento ecológico em sua execução, podem ajustar seus índices de sustentabilidade ambiental, bem como plantios agroecológicos mais modestos, experimentais ou didáticos, também.

Quadro 3 - Técnica de plantio utilizada no agroecossistema

Indicadores	Índices
a) Plantio em monocultura	1
b) Plantio em consórcio	2
c) Plantio de base ecológica	3
d) Policultivo	4
e) Policultivo adensado agroecológico	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A monocultura é a técnica de plantar apenas uma espécie de planta em uma área extensa. Dentre todas é a mais comum e difundida, fácil de gerenciar, colher, e modelo para o desenho da grande maioria do maquinário agrícola como colheitadeiras e roçadeiras. No entanto, o cultivo de apenas uma espécie tende a degradação física, química e biológica do solo, além de levar ao esgotamento de nutrientes específico e aumentar a suscetibilidade da cultura a pragas e doenças específicas (HIRAKURI *et al.* 2012).

O consórcio é a técnica de plantar duas ou mais espécies de plantas na mesma área, geralmente com o objetivo de complementar seus requisitos nutricionais ou estruturais e evitar o acúmulo de pragas e doenças específicas. A popularmente conhecida como trindade do sertão (Feijão, milho e abóbora), foi o consórcio mais comum encontrado ao longo da pesquisa. No entanto, consórcios podem ser mais desafiadores de gerenciar e colher.

Por sua vez, a policultura é a técnica de plantar diversas espécies de plantas juntas em uma área, criando um ecossistema diverso e equilibrado. Aumentar a diversidade de culturas no agroecossistema, torna-o mais resiliente e sustentável a longo prazo. Combinando saberes

empíricos e científicos, é possível promover a biodiversidade e melhorar a saúde do solo e raízes das plantas, além de oferecer diversos benefícios adicionais, como a produção de alimentos para animais e insetos polinizadores, reduzindo a suscetibilidade da produção a pragas e doenças (PRIMAVESI, 1990). No entanto, devido à falta de maquinário específico adaptado a policultura, existem desafios no manejo e colheita, que podem impactar a eficiência produtiva de culturas específicas.

O policultivo adensado agroecológico foi proposto por um agricultor/prestador de serviço, consultado na fase de identificação dos pontos críticos, quando detalhou diferenças de desenho entre cultivos agroecológicos e sintrópicos que podem tender a um maior foco justamente na autonomia do agroecossistema.

3.6.1.3 – Variedade de cultivos

Também utilizado como um indicador com potencial de equilibrar os índices dos agroecossistemas analisados, a variedade de cultivos (Quadro 4), detalha o grau de diversidade encontrado nos cultivos. Os índices foram atribuídos de modo a tentar abarcar a variedade de cultivo encontrada nos diferentes agroecossistemas analisados.

Quadro 4 - Variedade de cultivo (em culturas diferentes)

Indicadores	Índices
a) 1 a 3 culturas	1
b) 4 a 6 culturas	2
c) 8 a 10 culturas	3
d) 10 a 20 culturas	4
e) 20+ culturas	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Dentre as culturas mais encontradas na região, utilizadas em especial por agricultores familiares e pequenos agricultores na região, podemos destacar: Macaxeira (*Manihot esculenta*), feijões macassar e carioca (*Phaseolus vulgaris*), milho (*Zea Mays*), batata doce (*Ipomoea batatas (L.) Lam*), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum L.*), abóbora (*Cucurbita pepo L.*), côco (*Cocos nucifera*), banana (*Musa spp*) e tomate cereja (*Solanum lycopersicum var. Cerasiforme*).

3.6.1.4 – Rotação de culturas

A técnica de rotação de culturas, analisada na Quadro 5, consiste na troca periódica de espécies vegetais numa mesma área de cultivo. As espécies selecionadas geralmente possuem potencial comercial, ao mesmo tempo em que contribuem para a recuperação do solo. A distribuição dos índices levou em consideração a ocorrência ou não de rotação, e cresce a medida em que há planejamento e integração desta com outras técnicas ecológicas.

Quadro 5 - Rotação de culturas

Indicadores	Índices
a) Não faz rotação	1
b) Faz rotações ocasionais	2
c) Faz rotações planejadas	3
d) Faz rotações planejadas e diversificadas	4
e) Faz rotações com adubação verde	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

São muitas as vantagens dessa técnica: além de garantir a produção de alimentos e outros produtos agrícolas diversificados, quando conduzida por anos seguidos, a prática pode melhorar a estrutura física, química e biológica do solo, contribuir para o controle de plantas daninhas, doenças e pragas, promover a reposição da matéria orgânica e proteger o solo de efeitos climáticos adversos (EMBRAPA, 2021).

3.6.1.5 – Controle de Pragas

Como prática comum nos cultivos convencionais da área, notou-se uma utilização significativa de pesticidas químicos, muitas vezes sem a supervisão profissional adequada. A maioria dos agricultores relata que a orientação é obtida principalmente com o fornecedor de insumos agrícolas da loja ou ocasionalmente com um técnico agrícola que visite a região.

Dentre as principais pragas relatadas estão: os nematoides, que afetam as raízes e comprometem especialmente a produção de batatas; a broca (*Diatraea saccharalis*), que afeta a cana e o milho; a cochonilha branca (*Phalanococcus citri*); o caramujo africano (*Achatina fulica*), hospedeiro de verminoses que podem causar a meningite, que atacam principalmente folhas e verduras, inutilizando-as; além de lagartas e cigarras diversas.

Embora o uso de defensivos químicos ainda seja necessário em muitas situações, o seu uso deve ser regulamentado e orientado por um receituário agrônomo para minimizar os seus impactos negativos na saúde humana e no meio ambiente. O controle de pragas na região foi analisado segundo elencado no Quadro 6.

Quadro 6 - Controle de pragas e doenças na plantação

Indicadores	Índices
a) Defensivo químico intenso e sem receituário	1
b) Defensivo químico intenso, segundo receituário	2
c) Uso orientado de defensivos químicos e ecológicos	3
d) Apenas defensivos ecológicos	4
e) Controle ecossistêmico, biológico	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A combinação ou mesmo o uso exclusivo de defensivos ecológicos representa uma evolução em relação aos anteriores, melhorando a sustentabilidade ambiental da produção ao eliminar os impactos negativos dos defensivos químicos. Por sua vez, a realização de controle ecossistêmico e biológico representa o mais alto nível de sustentabilidade, ao manejar pragas e doenças por meio de técnicas e métodos naturais, promovendo a saúde de todo o ecossistema.

3.6.1.6 – Forma de adubação

O processo de adubação é parte fundamental do cultivo de alimentos e foi pesquisado como posto no Quadro 7. A forma ou tipo de adubação utilizada tem grande potencial de impactar tanto a produtividade, quanto a sustentabilidade ambiental de determinados cultivos, em determinadas regiões, ao longo do tempo.

Quadro 7 - Forma de adubação utilizada na produção

Indicadores	Índices
a) Adubação química	1
b) Não usa adubação	2
c) Adubação química, mas também orgânica e verde	3
d) Adubação orgânica ou verde	4
e) Adubação orgânica e verde	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Explica Primavesi (1990), que o uso de adubação química é sempre uma agressão à vida. O nitrogênio, especialmente na forma de amônia pode acidificar o solo, o fósforo concentrado desequilibra o zinco e o potássio impacta os níveis de boro e manganês. No período entre lavouras, nutrientes residuais podem estimular o crescimento até mesmo de parasitas como os nematóides (*Nematoda*).

A abstenção do emprego de fertilizantes pode acarretar consequências prejudiciais para a produtividade dos cultivos e a qualidade dos produtos agrícolas, enquanto também intensifica a susceptibilidade do sistema agrícola a enfermidades e infestações por pragas (PRIMAVESI, 1990). Por outro lado, a adoção simultânea de adubos químicos e orgânicos representa um avanço na promoção da sustentabilidade, ao mitigar os impactos adversos mencionados.

Por último, foram considerados indicadores de uma sustentabilidade mais forte as adubações orgânica e verde, especialmente quando combinadas, por promoverem a saúde e a fertilidade do solo, tanto quanto da planta. Reduzindo impactos ambientais negativos e impactando positivamente a produção e qualidade dos alimentos produzidos.

3.6.1.7 – Origem da adubação

Durante a consulta a prestadores de serviços, um dos pontos críticos detectados mais facilmente era aquele dos custos associados a aquisição de adubo, que vinha crescendo nos últimos anos. Com o aprofundamento do debate, foi proposto que boa parte das despesas de uma produção advém não apenas da quantidade e qualidade do adubo utilizado, mas também de sua origem.

Assim, agroecossistemas que produzem parte ou todo o aporte de insumos necessários, foram considerados de sustentabilidade forte. O indicador associado a origem da adubação é descrito no Quadro 8 e aprofunda a avaliação de índices acerca da adubação utilizada.

Quadro 8 – Origem da adubação utilizada na produção

Indicadores	Índices
a) Compra todo o insumo	1
b) Compra todo o insumo químico e orgânico	2
c) Compra todo o insumo químico e produz o orgânico	3
d) Compra parte do insumo orgânico e verde	4
e) Produz todo o insumo orgânico e verde necessário	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Por adubação com insumos orgânicos, entende-se o estrume produzido a partir das fezes bovinas, ovina e galinácea. Já a adubação verde, consiste em cultivar plantas adubadoras, uma prática que pode trazer benefícios significativos ao solo, incluindo proteção contra intempéries e restauração de nitrogênio ao solo. Ainda, o uso dessas plantas pode ser uma estratégia eficaz para o controle de ervas daninhas. A roçagem das plantas adubadoras deve ser feita apenas se as mesmas estiverem sufocando mudas de árvores ou florescendo, quando devem ser deixadas no solo para se decompor e servir como adubo. Alguns exemplos de adubadoras são a crotalária (*Crotalaria juncea*), o feijão guandu (*Cajanus cajan*), o feijão de porco (*Canavalia ensiformis* (L.)) e as mucunas (*Mucunã*) (SEMA, 2017).

3.6.1.8 – Percepção da qualidade do solo

O tópico acerca da qualidade do solo entre os agricultores (Quadro 9), assim como outros, contou com o conceito de percepção. Apesar das limitações desse processo de pesquisa, é uma importante ferramenta para o entendimento da realidade do solo. Utilizando-se de seus saberes empíricos os agricultores em geral forneciam uma avaliação considerável sobre como percebem o solo em seus cultivos e quais os critérios que utilizam para essa avaliação. Foi comum a partilha de suas experiências e conhecimentos sobre o solo enquanto apresentavam exemplos práticos de como lidam com diferentes situações em suas propriedades.

Durante as abordagens foram citados critérios para avaliação da qualidade do solo, desde os mais impactados como solo compactado, infértil ou erodido; solo formado, mas visivelmente pobre em matéria orgânica e nutrientes; até os mais desenvolvidos, como solos férteis, com presença de Horizonte O e atividade de animais.

Quadro 9 - Percepção da qualidade do solo (para cultivos em sequeiro)

Indicadores	Índices
a) Crítico (Compactado, infértil ou erodido)	1
b) Ruim (Semi compactado, pouco fértil, com evidências de erosão)	2
c) Moderado (Solo formado, mas pobre em matéria orgânica e nutrientes)	3
d) Bom (Solo fértil, com presença de raízes e Horizonte O)	4
e) Ótimo (Solo muito fértil, com visível atividade de animais)	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Como complemento, durante as visitas de campo, foi comum a prática de amostragem simples do solo dos cultivos. Eram escolhidos pontos aleatórios dentro de cada seção de onde

era retirada a camada superficial do solo, usando uma pá. A camada removida era examinada visualmente para verificar a presença de raízes ou matéria orgânica. Foram procuradas raízes finas e grossas, bem como fragmentos de matéria orgânica, como folhas e galhos.

Tais processos auxiliavam na determinação da alternativa mais adequada acerca da qualidade do solo. Para uma avaliação mais precisa e completa, seria necessário realizar análises químicas e biológicas mais aprofundadas do solo, mas que não foram feitas para que não se somassem custos adicionais à pesquisa. Caracterizando-se, portanto, como um fator limitante do estudo.

3.6.1.9 – Disponibilidade de água para cultivo

O indicador que avalia a disponibilidade de água para fins de cultivo marcou o início das questões relacionadas à sustentabilidade hídrica dos agroecossistemas e encontra-se pormenorizado no Quadro 10. Neste contexto, foram examinadas variáveis relacionadas à quantidade e regularidade do suprimento de água, pontos críticos frequentemente identificados em regiões de clima semiárido, os quais podem influenciar a viabilidade e a continuidade de certos cultivos.

Quadro 10 – Disponibilidade de água no local do cultivo

Indicadores	Índices
a) Pouca e incerta	1
b) Pouca e com falta em períodos de seca	2
c) Pouca, mas nunca falta	3
d) Suficiente e raramente falta	4
e) Abundante e nunca falta	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Por se tratar de um indicador de natureza quantitativa, os índices foram organizados em ordem crescente, de tal forma que locais com disponibilidade de água limitada ou instável receberam índices mais baixos, enquanto locais com oferta de água mais abundante foram atribuídos índices mais elevados.

3.6.1.10 – Forma de acesso a água no cultivo

Uma característica marcante da região de Nísia Floresta, município onde foram avaliados 13 agroecossistemas, é a presença de lagoas dunares, entre intermitentes (que só

aparecem durante o período chuvoso) até outras permanentes, que salvo grandes secas, permanecem relativamente cheias ao longo do ano inteiro. O Quadro 11, aborda a forma de acesso a água nos locais de cultivo, onde locais com acesso limitado ou que recorrem a poços rasos e intermitentes para bombeio da água, foram considerados menos resilientes.

Quadro 11 - Forma de acesso a água no local de cultivo

Indicadores	Índices
a) Sem acesso	1
b) Poço raso	2
c) Poço Artesiano ou Rede de distribuição	3
d) Corpo hídrico (Lagoa ou Rio)	4
e) Corpo hídrico + Cisterna de captação	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A presença de poços artesianos ou o uso da rede de distribuição comum para irrigação foram classificados como de potencial de sustentabilidade moderado, uma vez que não seria ecologicamente viável que todos os cultivos dependessem exclusivamente dessas fontes de água. Desse modo, as variáveis de maior sustentabilidade foram associadas à presença de lagoas ou rios, onde a captação de água pode ser realizada em harmonia com o fluxo natural dos corpos d'água, com destaque para agroecossistemas que fazem uso de tecnologias sociais, como cisternas para a captação e reutilização da água de tanques de piscicultura.

3.6.1.11 – Percepção da qualidade da água

Mais uma vez, com base no conceito de percepção, o Quadro 12 apresenta a maneira como os agricultores percebiam a qualidade da água utilizada em suas propriedades, considerando características fundamentais de pureza (incolor, inodora e insípida).

Quadro 12 - Percepção da qualidade da água utilizada no cultivo

Indicadores	Índices
a) Muito ruim	1
b) Ruim	2
c) Média	3
d) Boa	4
e) Excelente	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Como indicador qualitativo, os índices foram atribuídos de forma crescente seguindo uma melhor percepção da qualidade da água pelos agricultores. Poucos agricultores relataram ter solicitado avaliações físico-químicas para determinar a qualidade e a composição mineral da água. Além disso, a influência significativa das lagoas dunares na região foi novamente mencionada como um fator que afetava a qualidade da água. Assim como na avaliação da qualidade do solo, a falta de análises físico-químicas mais aprofundadas foi um fator limitante, por terem sido dispensadas para evitar custos adicionais.

3.6.1.12 – Tamanho da Área de Preservação Permanente – APP

O indicador de tamanho da APP, avaliou o tamanho efetivo das áreas de preservação permanente segundo os critérios apresentados no Quadro 13. Por ‘tamanho efetivo’ entende-se as áreas onde a mesma corresponde a Área de Reserva Legal (ARL), somada as demais determinações de APP como áreas de duna, entorno de rios e lagos, até áreas extras reservadas pelos próprios agricultores, seja por desuso, como barreira ecológica, ou por opção pessoal.

A Lei 12.651/2012 estabelece que é obrigatório que todo imóvel rural mantenha uma Área de Reserva Legal, composta por vegetação nativa. Essa área, localizada dentro da propriedade ou posse rural, tem como objetivo garantir o uso sustentável dos recursos naturais do imóvel. A porcentagem mínima da Área de Reserva Legal em relação ao imóvel varia de acordo com seu tamanho e localização (EMBRAPA, 2020)

Quadro 13 - Tamanho efetivo da área de preservação permanente

Indicadores	Índices
a) O mínimo exigido pelo CAR	1
b) Mais que o exigido pelo CAR	2
c) Reserva Externa Planejada	3
d) Reserva Ext. Plan. e/ou Reserva Interna opcional	4
e) Manutenção de nativas + Agrofloresta	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Assim, imóveis menores que 4 módulos fiscais (< 4MF) não precisam ser regularizados quanto as suas ARLs. O valor do módulo fiscal para os municípios de Nísia Floresta e São José do Mipibu é de 20(ha), já para Parnamirim, 10(ha). Nas localidades pesquisadas, era comum que agricultores ligassem a Lei 12.651/2012, as exigências legais para realização do Cadastro

Ambiental Rural (CAR). Desse modo, propõe-se que as reservas de sustentabilidade mais fracas, sejam aquelas que atendem apenas ao mínimo (muitas vezes 0) ou pouco mais que o mínimo “exigido” pelo CAR.

Ao longo da pesquisa foram encontrados diversos arranjos de reserva legal. A localidade da comunidade hortifrutigranjeira, em Nísia Floresta, por exemplo, possui reserva externa com centenas de metros quadrados, desenhada como parte do projeto original do assentamento. Para tais casos propõe-se uma sustentabilidade mediana, principalmente levando em consideração o princípio de conservação das Unidades de Conservação (UC), onde é preferível conservar uma área grande e única, ao invés de pequenas porções.

Por último, se dado terreno compreender princípios de conservação de espécies nativas na abertura de novas áreas de cultivo e procurar princípios de agrofloresta em sua produção, isso se caracterizaria como uma ação autônoma, de elevada sustentabilidade. Como colocado e proposto por um dos agroflorestadores consultados: “Apesar de não serem consideradas áreas de proteção permanente, cultivos em agrofloresta são uma área de inclusão permanente de seres humanos”.

3.6.1.13 – Uso da APP

O indicador de uso da APP, encontra-se descrito no Quadro 14. No entanto, foi aplicada apenas para aqueles agroecossistemas que possuíam efetivamente alguma área de mata nativa preservada, fosse dentro dos limites das propriedades, na vizinhança imediata ou mesmo em reserva externa, desde que esta fosse próxima ou fizesse parte do cotidiano dos agricultores.

Quadro 14 - Uso efetivo da área de preservação permanente (área verde, nativa)

Indicadores	Índices
a) Faz uso extrativista	1
b) Não faz uso	2
c) Manejo ocasional	3
d) Manejo para obtenção passiva de alimento	4
e) Manejo com estímulo ecológico	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Durante as etapas iniciais, onde foram elencados os pontos críticos, agricultores apontaram usos alternativos, não exploratórios, de suas reservas legais, como positivos do ponto de vista da sustentabilidade, o que encontra amparo na lei. Segundo a Embrapa (2020), a lei

12.651/2012 prevê a possibilidade do manejo sustentável das ARLs em determinadas situações que, resumidamente, incluem a livre coleta de produtos florestais não madeireiros (salvo observações), e o manejo sustentável para exploração florestal eventual sem propósito comercial, para consumo no próprio imóvel, independente da autorização dos órgãos competentes.

3.6.2 - Dimensão Social

3.6.2.1 - Saúde e assistência Social

O direito de acesso à saúde é um dos direitos fundamentais de todo cidadão, conforme estabelecido no artigo 196 da Constituição Federal. Segundo o qual, é responsabilidade do Estado fornecer meios para reduzir o risco de doenças e outros agravos à saúde, além de permitir que todos tenham acesso igualitário e universal a serviços e ações de promoção, proteção e recuperação da saúde. Isso significa que o governo deve adotar políticas sociais e econômicas que possibilitem o acesso à saúde para todos os brasileiros, independentemente de sua classe social, raça, gênero ou origem.

Quadro 15 – Acesso aos serviços de saúde e assistência social

Indicadores	Índices
a) Péssimo, sem acesso	1
b) Ruim, acesso distante e pouca atenção	2
c) Médio, acesso próximo, mas pouca atenção	3
d) Bom, acesso próximo e atencioso	4
e) Excelente, acesso próximo e com saúde preventiva	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A sustentabilidade social abrange diversas áreas, e o Quadro 15 fornece uma análise detalhada das variáveis relacionadas ao acesso aos serviços de saúde e assistência social, utilizando uma escala que classifica como "péssimo" a inexistência de serviços de saúde disponíveis, "médio" a possibilidade de acesso com pouca atenção, e "excelente" quando a atenção dada pela saúde pública se estende à promoção da saúde preventiva.

3.6.2.2 – Segurança alimentar

Fator preponderante na promoção de um desenvolvimento rural sustentável, a segurança alimentar de agricultores e trabalhadores rurais foi avaliada como variável da sustentabilidade social em agroecossistemas. O Quadro 16 propõe os índices segundo a autonomia na produção de alimentos por parte do grupo familiar.

Quadro 16 - Segurança alimentar do grupo familiar

Indicadores	Índices
a) Compra todos os alimentos e não consome nada do que cultiva	1
b) Compra a maior parte dos alimentos e consome uma pequena parte do que cultiva	2
c) Compra boa parte dos alimentos e consome boa parte do que cultiva	3
d) Compra uma parte dos alimentos e sempre se dedica a produzir os alimentos que consome	4
e) Compra pouco ou nada do que consome em alimentos, com a maior parte sendo produzida no terreno ou na comunidade	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Desse modo, onde aqueles que precisam comprar tudo o que consomem, como menos autônomos, apresentam menor potencial sustentável, em detrimento daqueles que conseguem comprar apenas uma pequena parte do que consomem, com a maior parte sendo produzida internamente ou na comunidade em que está inserida.

3.6.2.3 – Formação educacional

A atribuição dos índices que avaliaram o nível de educação formal do grupo familiar que trabalha nas atividades agrícolas encontra-se detalhado no Quadro 17.

Quadro 17 - Formação educacional do grupo familiar

Indicadores	Índices
a) Muito baixa, maioria analfabetos	1
b) Baixa, alfabetizados que não dominam a leitura	2
c) Média, ensino fundamental completo/médio incompleto	3
d) Boa, maior parte com ensino médio completo	4
e) Excelente, ensino profissionalizante ou ensino superior (mesmo incompleto)	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A educação é um direito inalienável, incumbindo tanto ao Estado quanto à família o dever de assegurá-lo. Embora a oferta de educação seja consideravelmente disseminada, a realidade brasileira enfrenta diversos desafios que, sobretudo nas áreas rurais, frequentemente atuam como obstáculos significativos à continuidade dos estudos para muitos cidadãos do país. O indicador da formação educacional foi aplicado ao grupo familiar, e avaliado segundo padrões do nível educacional conquistado ao longo da vida por aqueles que efetivamente trabalham na lavoura, ou participam dos processos da produção agrícola.

Neste tópico, propõe-se que grupos familiares com menor nível de educação formal sejam classificados como menos sustentáveis (em termos sociais, não em termos absolutos) em comparação com aqueles que conquistaram níveis maiores. Assim, agricultores que por ventura tenha alcançado o ensino superior ou profissionalizante, foram atribuídos índices maiores de sustentabilidade social.

3.6.2.4 – *Infraestrutura habitacional*

O indicador de infraestrutura habitacional é fundamental para compreender a relação dos diferentes grupos de agricultores com suas moradias em termos da qualidade das instalações. As alternativas e seus respectivos índices foram apresentados aos agricultores como encontrado no Quadro 18, a escolha da alternativa, entretanto, foi mediada pelas observações visuais durante a visita de campo.

Quadro 18 - Percepção das condições de moradia

Indicadores	Índices
a) Totalmente inadequadas	1
b) Inadequadas, necessitando de ampliação e reformas	2
c) Adequadas, mas necessitando de reformas	3
d) Adequadas, mas necessitando de ampliação	4
e) Totalmente adequadas	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Os índices foram determinados levando em consideração as condições físicas gerais do(s) prédio(s) utilizado(s) como residência dos agricultores e familiares, mesmo que esta não fosse no mesmo local do cultivo. Por condições físicas entende-se a presença ou ausência de reboco, rachaduras, fiações expostas, telhado adequado, infiltrações aparentes, estado de cercas e portões, ferrugens e acabamento. Também levando em conta as condições gerais de

infraestrutura de prédios e estruturas presentes no local de cultivo como estufas, armazéns, depósitos, etc.

3.6.2.5 – Tratamento de efluentes

Raramente ligadas a rede pública de esgoto, é essencial o correto tratamento e destinação dos efluentes gerados em imóveis na zona rural, visando a manutenção da qualidade de vida nas diferentes comunidades. Ponto crítico comum as propriedades do tipo, o destino dos efluentes varia bastante entre diferentes arranjos e tem potencial de transformar aquilo que seria um impacto ambiental negativo em insumo para a produção na forma de adubo.

A variável, avaliada no Quadro 19, analisa as diferentes alternativas propostas sob a perspectiva da sustentabilidade social, distribuindo os índices ao longo dos diferentes arranjos encontrados na região.

Quadro 19 - Destinação e tratamento do esgoto doméstico utilizado no terreno

Indicadores	Índices
a) Lança a céu aberto	1
b) Destino sem tratamento para fossa negra	2
c) Destino sem tratamento para fossa séptica	3
d) Utiliza sistemas de tratamento parciais e destino adequado	4
e) Utiliza sistema completo e integrado de tratamento	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

As alternativas que consistem em lançar o esgoto a céu aberto ou destiná-lo para fossa negra sem tratamento, caracterizam-se como de sustentabilidade fraca. Essas opções, apesar de baratas e amplamente difundidas, podem gerar contaminação do solo e da água, e trazer riscos à saúde dos próprios moradores.

A sustentabilidade começa a atingir níveis moderados apenas quando há pelo menos a destinação dos efluentes para uma fossa séptica, mesmo sem um tratamento completo. Apesar de pouco sustentável, são uma solução barata, e mais adequada que as anteriores. Por sua vez, o uso de sistemas de tratamento parciais (que tratam parte ou parcialmente os efluentes), sejam eles ecológicos ou não, podem ser considerados de uma sustentabilidade mais forte, ao buscarem reduzir significativamente os riscos ambientais e sanitários.

Durante a fase de detecção de pontos críticos, apontou um dos agricultores que “a mínima lógica ambiental é o tratamento de efluentes, que é puro adubo”. Com diferentes

técnicas ecológicas para tratamento dos efluentes como filtros, lagos e biodigestores, apenas sistemas completos e integrados, que sejam reutilizados na produção, foram propostos como dotados de uma sustentabilidade forte.

3.6.2.6 – *Infraestrutura de serviços*

Os índices acerca do indicador da infraestrutura dos serviços disponíveis nos agroecossistemas foram determinados levando em consideração o julgamento dos agricultores, por serem eles os usuários diretos de tais serviços, somadas as condições observadas em campo. As alternativas avaliaram a qualidade dos serviços prestados como dispostas no Quadro 20.

Quadro 20 - Condições de serviços de infraestrutura (Energia/Estradas/Telefonia)

Indicadores	Índices
a) Péssimo	1
b) Ruim	2
c) Médio	3
d) Bom	4
e) Excelente	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Para avaliar o indicador de infraestrutura de serviços, priorizamos a análise de energia elétrica, telefonia e a qualidade da infraestrutura das vias de acesso às propriedades. Nesse sentido, atribuímos índices mais baixos aos serviços que demonstraram deficiências ou escassez (como interrupções no fornecimento de energia, problemas no sinal de telefonia e condição insatisfatória das estradas de acesso, como irregularidades ou buracos). Por outro lado, índices mais altos foram concedidos quando os serviços foram considerados de excelente qualidade. Devido à diversidade de serviços avaliados, ponderamos as respostas dos entrevistados calculando uma média arredondada das percepções sobre os diferentes serviços.

3.6.2.7 – *Satisfação com a vida no campo*

Sentimentos complexos, como aquele da ligação do homem com o seu território e o meio natural, são difíceis de se traduzir em sua amplitude. Por se tratar de uma opção marcadamente pessoal, o indicador de satisfação com a vida no campo foi abordado como uma

opinião direta por parte dos agricultores. Os índices seguem o nível de satisfação variando de “insatisfeito” a “muito satisfeito” como exibido no Quadro 21.

Quadro 21 - Nível de satisfação com a vida no campo?

Indicadores	Índices
a) Insatisfeito	1
b) Parcialmente insatisfeito	2
c) Nem insatisfeito e nem satisfeito	3
d) Satisfeito	4
e) Muito Satisfeito	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A medição da satisfação como métrica de sustentabilidade social se baseia nos princípios fundamentais do direito à felicidade e realização pessoal, incorporando-se a um esforço contemporâneo para desenvolver indicadores mais abrangentes da qualidade de vida humana. Embora a felicidade possa ser considerada um conceito subjetivo e multifacetado, sua avaliação oferece uma oportunidade de explorar novas abordagens para assegurar a dignidade humana que transcende os direitos essenciais.

Essa perspectiva abre caminho para uma compreensão mais holística e completa da sustentabilidade social, que vai além da mera satisfação das necessidades básicas, abarcando aspectos emocionais, psicológicos e culturais da vida das pessoas. A análise da satisfação humana busca, portanto, tornar-se uma ferramenta valiosa na busca por uma sociedade mais equitativa e sustentável.

3.6.2.8 – *Cooperação social*

Os indicadores de cooperação social (Quadro 22) aferiram o nível de envolvimento dos agricultores responsáveis pelos agroecossistemas analisados, em grupos, movimentos, sindicatos, associações representativas, conselhos e cooperativas agrícolas.

Quadro 22 - Participação em organizações

Indicadores	Índices
a) Não participa	1
b) Participa esporadicamente	3
c) Participa assiduamente	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A progressão dos índices foi adaptada para 1, 3 e 5, de modo a conservar as notas mínimas e máximas de serem obtidas dentre os indicadores de sustentabilidade social. A distribuição dos índices propõe que o fortalecimento comunitário é peça chave para manutenção e promoção da sustentabilidade social no meio rural. Grupos organizados possuem muito mais força e voz do que indivíduos isolados, principalmente diante de órgãos públicos, vontades políticas e pressões de grandes produtores, especuladores ou indústrias que comumente afetam o meio rural. A troca de ideias entre semelhantes ainda tende a favorecer e fortalecer o desenvolvimento rural sustentável.

3.6.2.9 – Capacitação agrícola

Incentivar a participação de pequenos agricultores em treinamentos e cursos de capacitação é crucial quando se pretende conquistar um desenvolvimento rural sustentável. No Quadro 23, estão classificadas as variáveis deste indicador, segundo o grau de participação dos agricultores em treinamentos do tipo.

Quadro 23 - Participação em treinamentos e cursos de capacitação agrícola (EMATER/SENAR/SINDICATO)

Indicadores	Índices
a) Não participa	1
b) Pouca participação	2
c) Média participação	3
d) Boa participação	4
e) Sempre participa	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Sugere-se que os agricultores que não buscam ou têm limitado acesso à formação representem um pilar frágil da sustentabilidade social. Isso ocorre porque, ao se distanciarem dessas oportunidades educacionais, eles ficam privados do acesso a informações valiosas e habilidades que poderiam aprimorar sua produtividade agrícola. Em contraste, maiores índices foram atribuídos aqueles que buscam constantemente aprimorar suas habilidades e conhecimentos.

Assegurar que todos os agricultores tenham igualdade de acesso a treinamentos e cursos é de suma importância para promover comunidades rurais mais saudáveis e prósperas. A disseminação de conhecimento e a capacitação contínua contribuem não apenas para a melhoria

dos meios de subsistência dos agricultores, mas também para o fortalecimento das comunidades e a promoção do desenvolvimento rural sustentável.

3.6.2.10 – Acesso a políticas públicas

Diversas políticas públicas têm sido implementadas por governos em apoio a zona rural, com enfoque particular na atividade agrícola. Estas políticas abrangem desde programas sociais, como o Bolsa Família, Luz para Todos e Minha Casa, Minha Vida, até estratégias facilitadoras de acesso ao crédito rural. O desafio reside na efetiva implementação e acesso a essas políticas por parte da população-alvo, garantindo que os benefícios cheguem às comunidades rurais de maneira eficaz e que sejam aproveitados por aqueles para os quais foram concebidos.

Outro exemplo de políticas públicas são os projetos de assentamentos rurais. Eles representam uma ferramenta fundamental na promoção da distribuição equitativa de terras, ajudando a reduzir a concentração fundiária e proporcionando acesso à terra para agricultores familiares. Além disso, essas áreas contribuem significativamente para a produção de alimentos, fortalecem a economia local, auxiliam na conservação ambiental e na manutenção de tradições rurais.

Quadro 24 - Acesso a políticas públicas voltadas para o meio agrícola

Indicadores	Índices
a) Não conhece e não possui acesso	1
b) Conhece pouco, mas não precisa e, portanto, não acessa	2
c) Conhece, mas não precisa, portanto não acessa	3
d) Conhece e se acessa ocasionalmente	4
e) Conhece, acessa e participa de processos decisórios	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

O Quadro 24 compila as variáveis destinadas à avaliação dos agricultores no que diz respeito ao acesso às políticas públicas voltadas para o setor agrícola. Essas variáveis abrangem desde indivíduos que possuem escassa ou nula informação acerca dessas iniciativas até aqueles que participam ativamente dos processos políticos relacionados à sua definição e implementação. É fundamental ressaltar que, assim como em contextos anteriores, a viabilidade da sustentabilidade não recai exclusivamente sobre os agricultores, mas também sobre um

conjunto de medidas a serem adotadas tanto por órgãos governamentais quanto pela administração pública.

3.6.2.11 – Sucessão familiar

Outro indicador que aborda as escolhas pessoais dos agricultores é o indicador de sucessão familiar, que avalia a perspectiva de continuidade dos processos em curso nas terras, seja no futuro, por parte dos filhos ou sucessores, seja em caso de falecimento do agricultor atualmente responsável pelas terras. A atribuição dos índices corresponde ao nível de segurança dessa situação, com variações detalhadas conforme apresentado no Quadro 25.

Quadro 25 - Situação da terra em relação à sucessão familiar

Indicadores	Índices
a) Não possui filhos ou sucessores	1
b) Possui filhos que não moram na propriedade e não tem interesse em continuar com a atividade	2
c) Possui filhos que moram na propriedade, mas não tem interesse em permanecer na atividade	3
d) Possui filhos ou sucessores que moram na propriedade e querem permanecer na atividade	4
e) Já tem sucessor definido	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

O caráter de herança familiar da terra pode exercer tanto um efeito fortalecedor quanto enfraquecedor na avaliação da sustentabilidade social de um dado agroecossistema, dependendo da disposição dos herdeiros, sejam filhos ou netos, em manter e dar continuidade às atividades agrícolas e aos compromissos de sustentabilidade assumidos por seus antecessores na posse da terra.

Essa disposição em perpetuar a prática de agricultura sustentável pode representar um fator significativo no reforço da sustentabilidade do sistema agrícola a longo prazo. Por outro lado, a falta de interesse ou engajamento dos herdeiros pode colocar em risco a continuidade das práticas sustentáveis. Portanto, menores índices foram atribuídos a situações de indefinição ou desinteresse na atividade agrícola.

3.6.2.12 – Futuro da atividade agrícola

O presente indicador tem como propósito avaliar a perspectiva e a disposição dos agricultores em relação ao futuro de suas atividades agrícolas, levando em consideração uma variedade de fatores, incluindo aspectos históricos, regionais, ocupacionais e a sustentabilidade de seus empreendimentos.

Quadro 26 - Percepção do futuro de sua atividade agrícola

Indicadores	Índices
a) Muito Incerto, planeja abandonar a atividade agrícola	1
b) Difícil, cogitando abandonar a atividade agrícola	2
c) Normal, pretende continuar do mesmo jeito as atividades agrícolas	3
d) Esperançoso, pretende um dia melhorar o desempenho de sua atividade agrícola	4
e) Promissor, planeja melhorias constantes das atividades agrícolas	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

O Quadro 26 apresenta as variáveis fornecidas aos agricultores, acompanhadas de seus índices correspondentes, abrangendo uma ampla gama de cenários que variam desde circunstâncias incertas, nas quais a possibilidade de abandonar a atividade agrícola é considerada e, portanto, recebem valores menores de índice, até situações mais promissoras, nas quais são vislumbradas melhorias no desempenho das atividades agrícolas, atribuindo-lhes valores mais elevados.

3.6.2.13 – Segurança do grupo familiar

Uma das grandes preocupações detectadas dentre aqueles que vivem na zona rural diz respeito a segurança e integridade física do grupo familiar. Os indicadores de segurança do grupo familiar (Quadro 27), avaliam a percepção da segurança na região.

Quadro 27 - Percepção da segurança e integridade física do grupo familiar

Indicadores	Índices
a) – Péssima, já sofreram algum tipo de violência	1
b) – Ruim, ameaças constantes	2
c) – Regular, relatos negativos na região	3
d) – Boa, apenas ocorrências menores na região	4
e) – Ótima, com amparo comunitário e policial	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Frequentemente situados em regiões remotas, distantes dos centros urbanos, esses contextos frequentemente testemunham ocorrências de assaltos e outros episódios de violência no ambiente rural, que podem envolver disputas de terras e outros conflitos correlatos. Nesse cenário, a presença do Estado e o desenvolvimento de relações sociais coesas na região desempenham um papel crucial na contenção desse tipo de violência.

Os índices atribuídos refletem essa dinâmica, com valores menores indicando a presença de ameaças ou episódios de violência que correspondem a um potencial de sustentabilidade social mais fraco, em contraste com áreas mais pacíficas, onde o apoio policial e/ou comunitário contribui para uma maior estabilidade.

3.6.3 – Dimensão Econômica

3.6.3.1 – Acesso ao crédito

O acesso ao crédito desempenha um papel de extrema importância para os pequenos agricultores, uma vez que a agricultura, frequentemente, requer investimentos significativos para adquirir equipamentos e insumos, cujos retornos financeiros só se concretizam após a colheita, um período que pode variar de meses a anos, dependendo das culturas selecionadas. Essa disponibilidade de crédito é essencial para garantir a viabilidade econômica da atividade agrícola de pequena escala.

Dando início a avaliação da dimensão econômica da sustentabilidade, o indicador de acesso ao crédito abordou os agricultores quanto a sua disposição e facilidade no acesso a empréstimos e financiamentos, e como os mesmos se sentem com relação a capacidade de manter tais compromissos financeiros.

Quadro 28 - Condição de acesso ao crédito

Indicadores	Índices
a) Tem dificuldades ou não tem acesso	1
b) Acessa, mas não consegue pagar	2
c) Acessa, mas tem dificuldades para pagar	3
d) Acessa, e paga em dia	4
e) Tem acesso, mas não utiliza	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

O Quadro 28 categoriza as variáveis e classifica como menos sustentáveis aquelas situações em que os agricultores não têm acesso ao crédito ou não conseguem efetivamente compensar o crédito obtido. Por outro lado, situações em que os agricultores têm acesso ao crédito, mas optam por não utilizar devido a uma gestão financeira sólida e organizada, também são consideradas mais sustentáveis. Demonstrando a importância do acesso ao crédito, bem como da responsabilidade financeira, na busca da sustentabilidade econômica nas atividades agrícolas.

3.6.3.2 – Custo do acesso a água

Recurso essencial para a produção de alimentos e matérias-primas, o acesso à água é fundamental em agroecossistemas. Sua escassez ou dificuldade de acesso pode resultar em uma produção menor e de baixa qualidade, afetando a capacidade do agricultor de vender seus produtos e, conseqüentemente, a sustentabilidade econômica de seu empreendimento. Adiante, a falta de água pode elevar o custo dos insumos, como a energia elétrica necessária para bombear água de poços profundos e outras fontes.

Por outro lado, quando o acesso à água é garantido a um custo razoável, os agricultores podem produzir mais e com melhor qualidade, abrangendo uma maior variedade de culturas ou mesmo permitindo que a produção perdure durante todo o ano, reduzindo o impacto das variações sazonais, como o período de seca que ocupa boa parte do ano na região, elevando sua renda e competitividade no mercado.

Quadro 29 - Custo total do acesso da água

Indicadores	Índices
a) Alto custo inicial e de manutenção (Poço profundo + bomba)	1
b) Alto custo inicial e médio custo de manutenção	2
c) Médio custo inicial e de manutenção (Poço médio + bomba)	3
d) Baixo custo inicial e médio custo de manutenção (Abastecimento público)	4
e) Baixo custo inicial e de manutenção (Água superficial + bomba)	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Portanto, o Quadro 29 classifica os índices de acordo com a identificação dos métodos de abastecimento de água, desde os mais dispendiosos até os menos dispendiosos, incluindo o abastecimento público e o bombeamento de fontes superficiais.

3.6.3.3 – Custo do acesso à energia

Por sua vez, o custo de acesso a fontes de energia também é essencial para a sustentabilidade econômica em agroecossistemas. Utilizada em diversas atividades como irrigação, processamento, armazenamento e transporte de alimentos, tais custos podem afetar significativamente a rentabilidade de empreendimentos agrícolas e sua capacidade de competir no mercado.

Altos custos de instalação e acesso à energia, como aqueles aplicados a regiões remotas, levam a dificuldades para pagamento das contas de energia, reduzindo a renda líquida e limitando a capacidade de investimento ao agricultor em outras áreas do agroecossistema.

Da mesma forma, quando o acesso à energia se torna mais acessível em termos de custos, como no caso daqueles que participam de programas sociais que oferecem subsídios para agricultores, torna-se possível melhorar a eficiência e a produtividade de suas atividades. Permitindo a automação de processos agrícolas, e tornando-os mais eficientes e competitivos no mercado.

Quadro 30 - Custo total do acesso à energia

Indicadores	Índices
a) Alto custo inicial e altas taxas de energia (Regiões remotas)	1
b) Alto custo inicial e médias taxas de energia	2
c) Médio custo inicial e de taxas de energia (Instalações comuns)	3
d) Alto custo inicial e baixas taxas de energia (Painéis solares)	4
e) Médio custo inicial e baixas taxas de energia (Programas sociais)	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

O Quadro 30 classifica os índices de acordo com a identificação de arranjos, desde os mais dispendiosos até os menos dispendiosos, apresentando uma progressão no índice de sustentabilidade econômica. Vale ressaltar que, embora os painéis solares não sejam a alternativa de sustentabilidade mais forte devido aos custos iniciais significativos, eles ainda desempenham um papel fundamental na busca por maior sustentabilidade econômica.

Em última análise, o quadro sugere que os investimentos governamentais em fontes de energia limpa e renovável, como energia solar e eólica, podem representar o mais alto índice de sustentabilidade econômica, desde que sejam acessíveis aos agricultores por meio de políticas públicas.

3.6.3.4 – Uso de inovações

O indicador de uso de inovações pretende compreender o uso de inovações tecnológicas na atividade agrícola por parte dos agricultores. Aqui, o conceito de tecnologia não se restringe a maquinários agrícolas, ao digital ou eletrônico, mas abrange também tecnologias sociais e culturais. Os índices foram distribuídos segundo demonstrado no Quadro 31.

O uso ou não uso de tais tecnologias, pode ser decisivo na fluidez e continuidade da atividade agrícola, impactando duramente na sustentabilidade econômica dos empreendimentos. Na era das comunicações digitais, o gerenciamento de agroecossistemas que por ventura não consiga se adaptar aos novos tempos tende a ter margens de lucro menores levando até mesmo ao abandono da atividade.

Quadro 31 - Conhecimento e uso de inovações tecnológicas em sua atividade

Indicadores	Índices
a) Não conhece nem utiliza	1
b) Conhece muito pouco e não utiliza	2
c) Conhece um pouco e procura utilizar	3
d) Acompanha inovações e as utiliza	4
e) Busca e desenvolve novas tecnologias para utilizar	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Ao mesmo tempo, aqueles integrados e inseridos em tais inovações podem alcançar níveis de sustentabilidade forte, independente de suas dimensões. Uma dessas tecnologias sociais é o desenvolvimento de uma Community Supported Agriculture (CSA), sigla em inglês para Agricultura Apoiada pela Comunidade (em tradução livre). A proposta do CSA é uma associação entre o produtor local e um grupo de consumidores, que realiza o pagamento de uma cota mensal em troca de produtos frescos e de qualidade, acompanhados de um programa educacional que geralmente inclui experiências de trabalho voluntário no cultivo e formação educacional junto ao produtor.

Um dos agroecossistemas investigados servia como sede de um CSA, onde um grupo de pessoas, incluindo residentes de cidades vizinhas, visitava o agroecossistema a cada 15 dias para encontros que envolviam interações diretas com a terra e o cultivo dos alimentos que posteriormente consumiriam. Esse modelo aumentava a conscientização sobre a importância da agricultura sustentável e da alimentação saudável. Além disso, proporcionava ao produtor

uma renda estável e permitia um planejamento de produção mais eficiente, demonstrando um considerável potencial de sustentabilidade econômica.

3.6.3.5 – *Diversificação e/ou beneficiamento*

O indicador de diversificação e/ou beneficiamento da produção, detalhado no Quadro 32, pretende atribuir índices positivos para a existência, integrada a produção ou não, de atividades que levem a expansão daquilo que é cultivado nos agroecossistemas analisados.

Por diversificação, entende-se a produção de diferentes culturas ou produtos, buscando oportunidades de nicho ou mercado, de modo a defender a atividade de oscilações de preços e variações sazonais. Por beneficiamento entende-se a transformação de matérias-primas cultivadas em produtos com maior valor agregado, como sucos, geleias, doces, farinhas, entre outros.

Quadro 32 - Diversificação ou beneficiamento das atividades agropecuárias

Indicadores	Índices
a) Não possui	1
b) Possui, mas não integradas	3
c) Possui atividades integradas com a produção	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Essas atividades desempenham um papel de suma importância na sustentabilidade financeira dos agroecossistemas, contribuindo para a redução do trabalho informal e aumentando as oportunidades para que o agricultor dependa integralmente ou em maior medida da renda gerada em suas atividades agrícolas.

3.6.3.6 – *Percepção da produtividade relativa*

Este indicador baseia-se na percepção dos agricultores e visa avaliar como eles enxergam a produtividade de seus agroecossistemas em comparação com a de seus vizinhos e outros agricultores semelhantes na região. Para realizar essa avaliação, procurou-se obter diretamente a opinião dos agricultores, uma vez que somente eles detinham o conhecimento necessário para identificar tendências e variações com base em seu entendimento sobre o desempenho geral em termos de produtividade na região, tanto no presente como ao longo do tempo.

Quadro 33 - Percepção da produtividade relativa das atividades que explora

Indicadores	Índices
a) Bem abaixo da média regional	1
b) Abaixo da média regional	2
c) Igual à média regional	3
d) Acima da média regional	4
e) Bem acima da média regional	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

As variáveis utilizadas para medir esses índices estão explicitadas no Quadro 33 e se fundamentam na percepção do agricultor em relação à média de produção na sua região. Índices mais elevados foram atribuídos àqueles que percebem sua produção como superior à média regional, ao passo que índices mais baixos foram atribuídos aos que afirmam produzir menos que a média da região. Essa abordagem proporciona uma compreensão mais aprofundada da forma como os agricultores avaliam sua própria produtividade em relação aos parâmetros da região, contribuindo para a análise da sustentabilidade econômica.

3.6.3.7 – Controles financeiros

Para avaliação do indicador de controle e registros financeiros da atividade, também foi feita pergunta direta aos agricultores que gerenciam os agroecossistemas analisados. Os índices utilizados para cada uma das variáveis estão descritos no Quadro 34.

Quadro 34 - Controles e registros financeiros das atividades

Indicadores	Índices
a) Não utiliza controles financeiros	1
b) Utiliza anotações simples em caderneta	2
c) Faz anotações dos fluxos de entradas e saídas	3
d) Anota entradas e saídas e calcula custos de produção	4
e) Anota entradas e saídas, calcula custos de produção e faz apuração de lucros	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Uma parte significativa da construção da sustentabilidade econômica nos empreendimentos agrícolas envolve a adoção de práticas de controle financeiro. Isso inclui a decisão de manter registros dos fluxos de entrada e saída de recursos, bem como a avaliação e o cálculo dos custos de produção antes do cultivo. Essas práticas são de natureza pessoal e

variam entre os agricultores, dependendo de fatores como nível de educação formal e costume individual. A implementação desses controles desempenha um papel crucial na gestão financeira e na tomada de decisões, contribuindo diretamente para a sustentabilidade econômica dos empreendimentos agrícolas.

3.6.3.8 – Rentabilidade

São diversos os fatores que exercem influência sobre a rentabilidade de empreendimentos agrícolas. Durante as visitas de campo realizadas durante a pesquisa, um dos problemas mais frequentemente mencionados pelos agricultores foi o aumento significativo nos preços dos insumos nos últimos anos. Além disso, muitos apontaram a dependência de intermediários e o impacto negativo que essa intermediação tem sobre os lucros das vendas.

Quadro 35 - Percepção da rentabilidade da produção

Indicadores	Índices
a) Piorou consideravelmente	1
b) Piorou um pouco	2
c) Continua do mesmo jeito	3
d) Melhorou um pouco	4
e) Melhorou consideravelmente	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Os índices utilizados para avaliar cada uma dessas variáveis estão detalhados no Quadro 35. Nesse contexto, os agricultores cuja rentabilidade da produção piorou consideravelmente nos últimos anos obtiveram índices mais baixos de sustentabilidade econômica, enquanto maiores rentabilidades obtiveram índices mais elevados. Isso ressalta a importância de considerar a visão subjetiva dos agricultores ao avaliar a sustentabilidade econômica, uma vez que ela reflete tanto os aspectos objetivos quanto as percepções individuais que afetam o desempenho financeiro dos empreendimentos agrícolas.

Portanto, o indicador que se concentra na percepção da rentabilidade da produção visa abordar não apenas o aspecto do crescimento econômico das atividades agrícolas, mas também a avaliação abrangente e ativa da sustentabilidade econômica do empreendimento como um todo.

3.6.3.9 – Grau de investimento

A avaliação do indicador do grau de investimento também foi conduzida através de perguntas diretas dirigidas aos agricultores envolvidos na gestão econômica dos agroecossistemas analisados. O detalhamento dos índices atribuídos a cada variável encontra-se disponível no Quadro 36.

Neste contexto, os empreendimentos agrícolas que enfrentam dificuldades para acumular recursos após as despesas receberam índices mais baixos. Aqueles que conseguem realizar investimentos na próxima safra demonstraram um desempenho médio, enquanto os índices mais elevados foram reservados para aqueles capazes de gerar excedentes que podem ser direcionados para investimentos em áreas como educação, aquisição de maquinaria e equipamentos para a lavoura, entre outros.

Quadro 36 - Destinação das sobras financeiras da produção (Grau de Investimento)

Indicadores	Índices
a) Faltam recursos	1
b) Não sobram recursos	2
c) Investe em insumos da próxima safra	3
d) Investe em insumos e manutenção de máquinas e equipamentos	4
e) Investe em insumos, manutenção de máquinas e equipamentos e formação contínua do grupo familiar	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

É importante notar que a capacidade de investimento nos agroecossistemas desempenha um papel crítico na busca da sustentabilidade econômica, pois pode afetar diretamente a produtividade, a eficiência operacional e a resiliência a desafios financeiros. Portanto, este indicador considera não apenas a capacidade de gerar renda, mas também a habilidade de reinvestir e melhorar a infraestrutura e os recursos disponíveis para manter e aprimorar o empreendimento agrícola ao longo do tempo. Isso reflete um aspecto essencial da sustentabilidade econômica que engloba a capacidade de investir na melhoria contínua e no fortalecimento do agroecossistema.

3.6.3.10 – Satisfação financeira

Este último indicador, relacionado à sustentabilidade econômica em agroecossistemas, aborda a opinião direta dos agricultores sobre sua satisfação pessoal em relação às suas

finanças. A satisfação financeira dos agricultores desempenha um papel significativo na manutenção da atividade agrícola, uma vez que agricultores que estão satisfeitos com suas condições financeiras tendem a ser mais propensos a permanecer na atividade, em comparação com aqueles que expressam insatisfação.

Quadro 37 - Nível de satisfação em relação a própria situação econômico-financeira

Indicadores	Índices
a) Insatisfeito	1
b) Parcialmente insatisfeito	2
c) Nem insatisfeito e nem satisfeito	3
d) Satisfeito	4
e) Muito Satisfeito	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

As variáveis utilizadas para medir os índices deste indicador foram detalhadas no Quadro 37. Este indicador considera fatores subjetivos que vão além dos números e refletem a relação dos agricultores com suas finanças, a sensação de segurança e estabilidade financeira, bem como a satisfação geral em relação aos resultados econômicos de suas atividades agrícolas.

A satisfação financeira dos agricultores não apenas afeta diretamente o aspecto econômico da sustentabilidade dos agroecossistemas, mas também influencia a motivação e o comprometimento dos agricultores com suas práticas sustentáveis.

3.7 Medição e Monitoramento dos Indicadores

A mensuração e acompanhamento dos indicadores envolveram a aplicação de abordagens metodológicas tanto quantitativas quanto qualitativas. A pesquisa quantitativa foi empregada na coleta de dados por meio de questionários, permitindo a apuração de índices numéricos. Por outro lado, a pesquisa qualitativa desempenhou um papel essencial na concepção e interpretação das variáveis, incorporando elementos subjetivos por meio de conversas informais e observações visuais realizadas em campo.

A pesquisa quantitativa fornece uma base sólida para coletar dados numéricos e estatísticas, enquanto a pesquisa qualitativa permite uma compreensão mais profunda e contextual do que está sendo apurado. Enriquecendo a análise e permitindo ao pesquisador capturar nuances e percepções que os números por si só não poderiam revelar (MINAYO, 2001).

Portanto, o presente estudo pode ser classificado como uma pesquisa qualiquantitativa, uma vez que busca resultados quantitativos por meio de um método participativo que permite traduzir percepções e informações em dados numéricos interpretados qualitativamente. A observação participante é uma técnica valiosa que permite aos pesquisadores mergulhar no ambiente de estudo, observar interações e coletar informações ricas e contextualizadas (MINAYO, 2001)

Considerando as diretrizes de Gil (2008), autor de "Métodos e Técnicas de Pesquisa Social", adotamos uma abordagem abrangente para a condução das entrevistas em nossa pesquisa. A fase de entrevistas é considerada delicada, e não existe uma abordagem única ou correta para sua realização. No entanto, levamos em consideração diversos aspectos essenciais, como a preparação adequada, a atenção no contato inicial com os participantes, o estímulo para obter respostas precisas, a manutenção do foco durante a entrevista, a abordagem de questões sensíveis com cautela e a garantia da segurança no registro das respostas.

Mesmo diante dos desafios relacionados aos custos, à complexidade de acesso e ao volume de análises planejadas para a região, todas as entrevistas foram realizadas in loco, em campo, frequentemente nas próprias propriedades e áreas de cultivo escolhidas. Segundo Minayo (2001), é na fase de implementação do trabalho de campo, que se materializa a aplicação prática do arcabouço teórico previamente concebido. O trabalho de campo se desdobra como um momento interativo e prático de significativa relevância, desempenhando um papel crucial na exploração, confirmação ou refutação de hipóteses, bem como na construção de análises sólidas.

Os cultivos selecionados foram separados em grupos que pertencem as mesmas localidades dentro dos municípios, por organizarem-se em formato de associações/cooperativas, ou mesmo em assentamentos rurais. Segundo dados apurados por Silva e Camelo (2019), o Estado do Rio Grande do Norte possuía cerca de 110 associações e cooperativas e 298 assentamentos rurais, cuja qualidade e prosperidade variam segundo as condições ambientais, sociais e econômicas, presentes.

Em específico, o presente estudo avaliou 13 propriedades rurais no município de Nísia Floresta, sendo sete 7 na localidade de Comunidade Hortigranjeira, 4 na localidade de Campo de Santana (com destaque para a sede da Associação dos Produtores Orgânicos do RN), 1 na localidade de Lagoa Redonda e 1 em Pium de Cima.

Ao todo, 12 propriedades rurais foram avaliadas no município de São José de Mipibu, sendo 3 na localidade de Laranjeiras, 3 em parceria e dentro do terreno do Centro de

Treinamento da EMATER, 2 no assentamento Vale do Lírio, 2 na localidade de Sítio Jardim, 2 em Mendes.

Como consequência do declínio da produção agrícola no município, 4 propriedades rurais foram avaliadas no município de Parnamirim, 2 na localidade de Moita Verde, 1 na localidade de Pium de Cima e 1 no Loteamento Reforma.

Como já citado, a medição e o monitoramento dos indicadores foram realizados em visitas as propriedades, com o objetivo de conhecer de perto cada um dos agroecossistemas pesquisados, bem como observar diretamente como se dá o dia a dia dos agricultores, suas famílias e demais envolvidos na produção, quantos se identificam como da agricultura familiar, até finalmente coletar os dados para a realização da pesquisa.

Conforme diretrizes do método avaliativo, a avaliação da sustentabilidade exige a comparação entre um ou mais sistemas alternativos e um sistema de referência. Após a contextualização dos agroecossistemas e a obtenção dos índices por meio dos indicadores, procedemos à etapa de comparação entre eles.

As comparações foram categorizadas em dois grupos: análises comparativas por dimensão, que envolveram cultivos de estruturas semelhantes, e análises comparativas por proximidade geográfica, relacionando agroecossistemas localizados em áreas geográficas próximas.

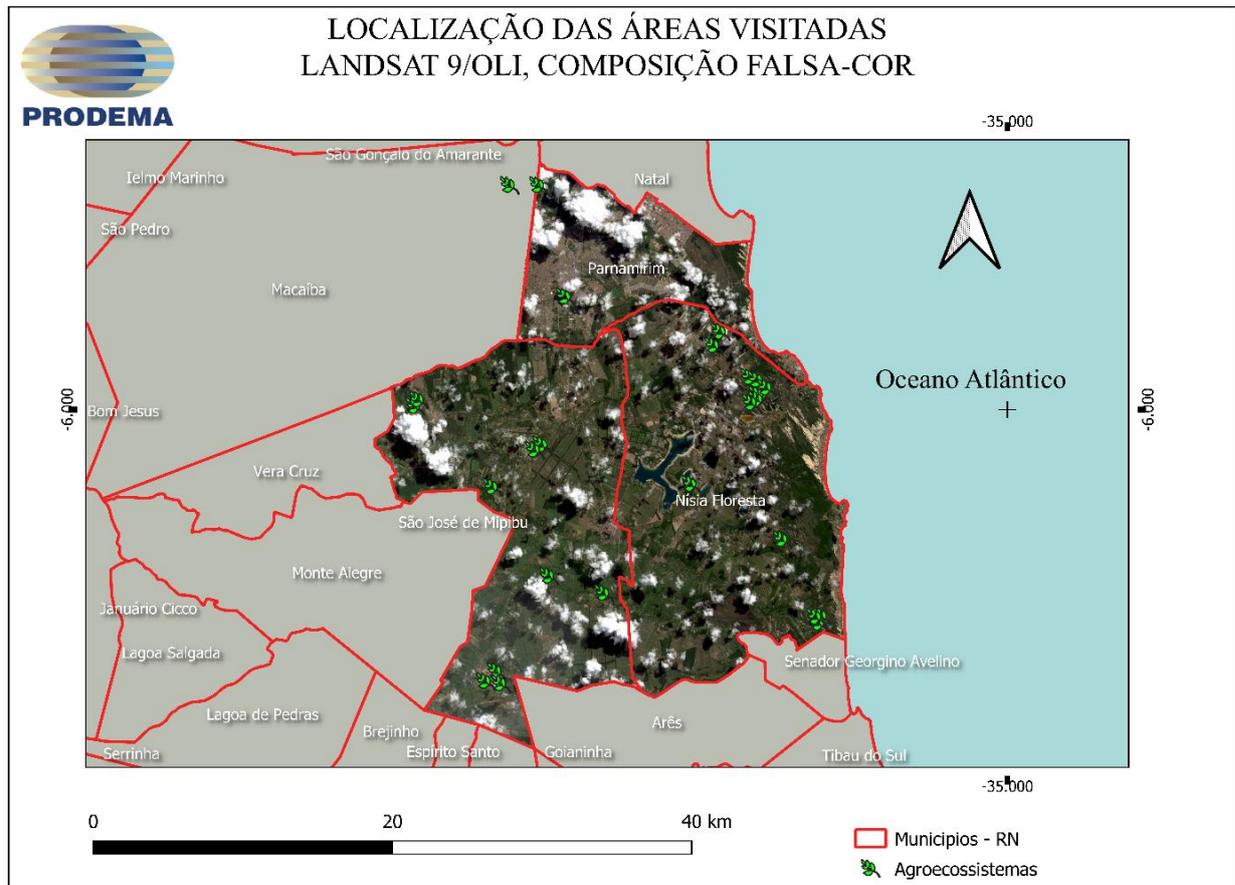
No intuito de preservar a anonimidade dos agricultores pesquisados, suas identidades foram protegidas e referenciadas ao longo do estudo sem o uso de nomes reais, sendo principalmente identificados com base em seus cultivos ou localizações.

3.8 Áreas de estudo

Como citado, o estudo foi realizado na região metropolitana de Natal, estado do Rio Grande do Norte, onde foram selecionadas como amostra vinte e nove (29) propriedades localizadas nos municípios de: Nísia Floresta, Parnamirim e São José do Mipibu. A localização das áreas visitadas pode ser encontrada na Figura 3.

As similaridades entre os três municípios selecionados para a pesquisa são muitas. Como vizinhos todos estão localizados na mesorregião Leste Potiguar, limitando-se uns com os outros e ainda com os municípios de Natal, Macaíba, Arês, Brejinho, Monte Alegre, Vera Cruz, Senador Georgino Avelino e o Oceano Atlântico. A agropecuária e o comércio destacam-se como as principais atividades econômicas na região, além do turismo nos litorais de Parnamirim e Nísia Floresta.

Figura 3 - Localização das Áreas de Estudo



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Segundo levantamento feito em 2005 pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) os municípios possuem climas quente, semiárido ou tropical chuvoso, com verão seco e quadra chuvosa entre os meses de março a agosto, com temperaturas anuais variando entre 32°C e 21°C, média da umidade relativa anual em torno de 78%, e precipitação pluviométrica girando em torno dos 1.400mm/ano.

A vegetação dos municípios também é bastante similar, caracterizada principalmente pela presença de Floresta Subperenifólia, com árvores verdes na maior parte do ano; Formação de Tabuleiros Litorâneos, geralmente mais próximo da costa. Com maior diversidade, os municípios de Nísia e Mipibu, contam ainda com Formações de Praias e Dunas, que quanto mais presentes tendem a fixar dunas móveis, tornando-as estabilizadas ou fixas, caracterizando-as como área protegida; e de Campo de Várzeas, vegetação comum em várzeas úmidas e periferia de cursos d'água. Por último, em Nísia Floresta, ainda é possível encontrar vegetação do tipo Manguezal, composta por plantas e animais, adaptadas a um solo salino e periodicamente inundado pelas marés (CPRM, 2005a; CPRM, 2005b; CPRM, 2005c).

Os solos predominantes na região são os de Areias Quartzosas Distróficas e o Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, zona de planaltos rebaixados, formados basicamente por argilas (barro), que apesar da fertilidade natural muito baixa e textura arenosa, excessivamente drenada, são terrenos utilizados em pequenas áreas com culturas de subsistência, com aptidão agrícola voltada para a silvicultura e culturas especiais de ciclo longo (algodão arbóreo, sisal, caju e coco) e práticas agrícolas dependentes do trabalho braçal e da agricultura familiar. Ademais, geologicamente, os três municípios estão inseridos na Província Borborema (CPRM, 2005a; CPRM, 2005b; CPRM, 2005c).

3.8.1 Caracterização das Áreas de estudo

3.8.1.1 – Nísia Floresta

O município de Nísia Floresta está situado na mesorregião Leste Potiguar e na microrregião Macaíba. Como maior dos municípios analisados, abrange uma área de 312 km², com sede a 38 km da capital Natal, fazendo limite com os municípios de Parnamirim, Senador Georgino Avelino, Arês, São José do Mipibu e o Oceano Atlântico.

Segundo dados do IBGE (2010), a população do município gira e torno de 23mil habitantes, com mais de 9 mil deles residindo em área urbana e 14 mil na zona rural. O clima predominante é do tipo clima tropical chuvoso, com precipitação média de cerca de 1.400mm/ano, temperatura média de 27.°C, verão seco e estação chuvosa entre os meses de março e agosto (CPRM, 2005a).

Segundo dados da CPRM (2005a), os tipos vegetativos encontrados no município são:

Floresta Subperenifólia – Caracterizada por uma vegetação densa, constituída por árvores verdes na maior parte do ano, de folhas largas, troncos relativamente delgados e o solo coberto por húmus.

Manguezal – Ecossistema costeiro tropical dominado por espécies vegetais e animais típicas de mangues, e adaptadas a um solo periodicamente inundado pelas marés, de elevada variação de salinidade.

Formação Tabuleiros Litorâneos – Também conhecida como complexo vegetal da zona litorânea, apresenta vegetação típica de Tabuleiros Costeiros, adaptados a altas temperaturas, porém com um maior regime de chuvas.

Formação de Praias e Dunas - Vegetação nativa que, quando não ameaçada pela ação humana, tende a estabilizar ou fixar areias, tornando dunas móveis em dunas fixas, reconhecidas como Áreas de Proteção Permanente.

Campo de Várzea - Vegetação característica de várzeas úmidas e arredores de cursos d'água, composta principalmente por espécies herbáceas da família das gramíneas e ciperáceas, com destaque para a Baronesa, o Junco e o Periperi.

Como a maior parte da população de Nísia reside na zona rural, é comum encontrar pequenas áreas com culturas de subsistência que sofrem com solos pobres em macro e micronutrientes, carentes de adubação e dependentes de irrigação no período seco. As culturas mais indicadas são as do coqueiro e cajueiro, além da goiaba, que geralmente dependem do trabalho braçal e da tração animal, com implementos agrícolas mais simples (CPRM, 2005).

Também segundo a CPRM (2005a), o município de Nísia Floresta encontra-se inserido, geologicamente, na Província Borborema, sendo constituído pelos sedimentos do Grupo Barreiras (ENb), pelos depósitos Colúvioeluviais (NQc), Litorâneos (Q2l), Aluvionares (Q2a) e de Dunas inativas (Qd). Ainda, uma característica marcante e exclusiva de Nísia Floresta é a presença de depósitos Flúvio-lagunares (Qfl), provavelmente resultantes da interface de processos de sedimentação de seus diversos ambientes lagunares, com destaque para a Lagoa do Bonfim que abastece a Adutora Monsenhor Expedito Alves, inaugurada em 1998 e responsável pelo abastecimento de 30 cidades e 240 comunidades do estado do Rio Grande do Norte.

O principal tipo de solo encontrado é o de Areias Quartzosas Distróficas, áreas de fertilidade natural muito baixa, textura arenosa e excessivamente drenada, relevo plano e profundo. Com relação as bacias hidrográficas, o município de Nísia Floresta divide-se entre três sistemas: A bacia hidrográfica do Rio Trairi (25,10%), do Rio Pirangi (20,91%) e em domínios da Faixa Litorânea Leste de Escoamento Difuso (53,99%) (CPRM, 2005a).

3.8.1.2 – São José do Mipibu

O município de São José do Mipibu também está localizado na mesorregião Leste Potiguar e na microrregião Macaíba. O município abrange uma área de 293 km², com sede a 37 km da capital Natal, e limita-se com os municípios de Macaíba, Parnamirim, Nísia Floresta, Arês, Brejinho, Vera Cruz e Monte Alegre, sendo o único dos municípios fora da faixa litorânea (IBGE, 2010).

Ainda segundo dados do IBGE (2010), a população do município gira e torno de 40 mil habitantes, com pouco mais da metade vivendo na zona rural. O clima predominante é do tipo clima tropical chuvoso, concentrada entre os meses de março e agosto, temperatura média de 27.°C e humidade relativa média anual de 76% (CPRM, 2005c).

Segundo dados da CPRM (2005c), as formações vegetais encontradas no município são as já citadas: Floresta Subperenifólia, Formação Tabuleiros Litorâneos, Formação de Praias e Dunas e de Campos de Várzea. Já entre os solos predominantes estão: Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico e Solos Aluviais Eutróficos. O município possui 61,81% de seu território inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Trairi e 38,19% nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Pirangi.

O município de São José do Mipibu encontra-se inserido, geologicamente, na Província Borborema, sendo constituído pelos litotipos do Complexo Brejinho (A3Úb), pelos sedimentos do Grupo Barreiras (ENb), depósitos Colúvioeluviais (NQc), Litorâneos(Q2l) Aluvionares (Q2a). Com relação às bacias que banham o município estão: a do Rio Trairi, correspondendo a 61,81% de seu território e do Rio Pirangi em 38,19% do território (CPRM, 2005c).

Por não possuir praias nem grandes pontos turísticos e solos um pouco mais favoráveis, São José de Mipibu é o mais agrícola dos três municípios, possuindo grandes áreas voltadas para a criação de animais e culturas extensivas irrigadas.

3.8.1.3 – Parnamirim

O município de Parnamirim também está localizado na mesorregião Leste Potiguar e na microrregião de Natal, distante apenas 14 km da capital. Sendo o menor e mais populoso dos municípios analisados, abrange uma área de apenas 124 km² para seus 202 mil habitantes, maioria residente em área urbana, limitando-se com os municípios de Natal, Macaíba, São José de Mipibu, Nísia Floresta e o Oceano Atlântico (IBGE, 2010).

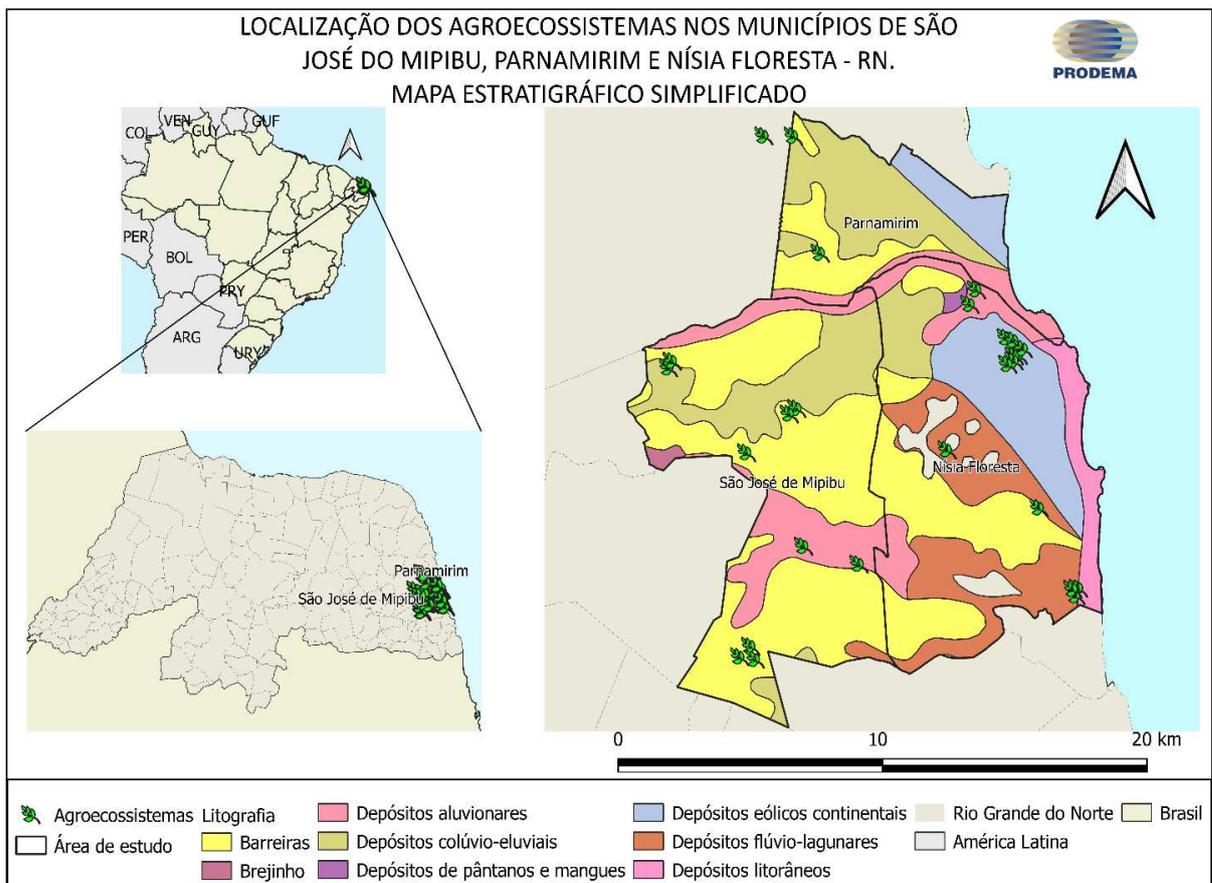
Ainda segundo dados do IBGE (2010), o clima predominante é do tipo muito quente e semiárido, com período chuvoso concentrado entre os meses de fevereiro a julho, temperatura média de 27,1°C, pluviosidade média anual em torno de 1.500 mm, e humidade relativa média anual de 79% (CPRM, 2005b).

As formações vegetais encontradas no município são as já citadas: **Floresta Subperenifólia e Formação de Tabuleiros Litorâneos**. Entre os solos predominantes estão os de: **Areias Quartzosas Distróficas e Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico**. O município

de Parnamirim tem 84,04% de seu território inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Pirangi, também banhado pela sub bacia do Rio Pium (CPRM, 2005b).

Ainda segundo a CPRM (2005b), o município de Parnamirim encontra geologicamente inserido na Província Borborema, sendo constituído pelos sedimentos do Grupo Barreiras (ENb), pelos depósitos Litorâneos (Q2l), Aluvionares (Q2a) e Dunas Inativas (Qd). O mapa estratigráfico simplificado dos três municípios pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 - Mapa Estratigráfico Simplificado dos Municípios



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

O município de São José do Mipibu possui aptidão agrícola regular e restrita para lavouras, suas limitações decorrem da baixa fertilidade natural e falta d'água, sendo necessárias adubações parceladas e irrigação durante boa parte do ano (CPRM, 2005b). Ainda na Figura 4, é possível observar que duas localidades foram georreferenciadas levemente fora dos limites do município de Parnamirim, no entanto, reafirmam os agricultores que seus cultivos são reconhecidos como integrantes do município.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Apresentação e Integração dos Resultados

A etapa de Apresentação e Integração dos Resultados desempenha um papel crucial na compreensão dos achados desta pesquisa. Neste segmento, os resultados obtidos a partir dos índices de sustentabilidade foram analisados e apresentados de maneira resumida e concisa. Inicialmente foram detalhados médias gerais e outros detalhes estatísticos encontrados na análise quantitativa dos agroecossistemas, seguidas de considerações qualitativas complementares dos dados apurados.

Adiante, foram apresentadas as comparações feitas entre agroecossistemas distintos. Buscou-se estabelecer conexões significativas entre os diferentes aspectos dos resultados, com o objetivo de oferecer uma visão abrangente e interpretativa das descobertas. A integração destes resultados foi fundamental para a obtenção de insights mais profundos, permitindo que se tirem conclusões embasadas e se abram portas para futuras investigações e aplicações práticas.

4.2 Média geral dos indicadores

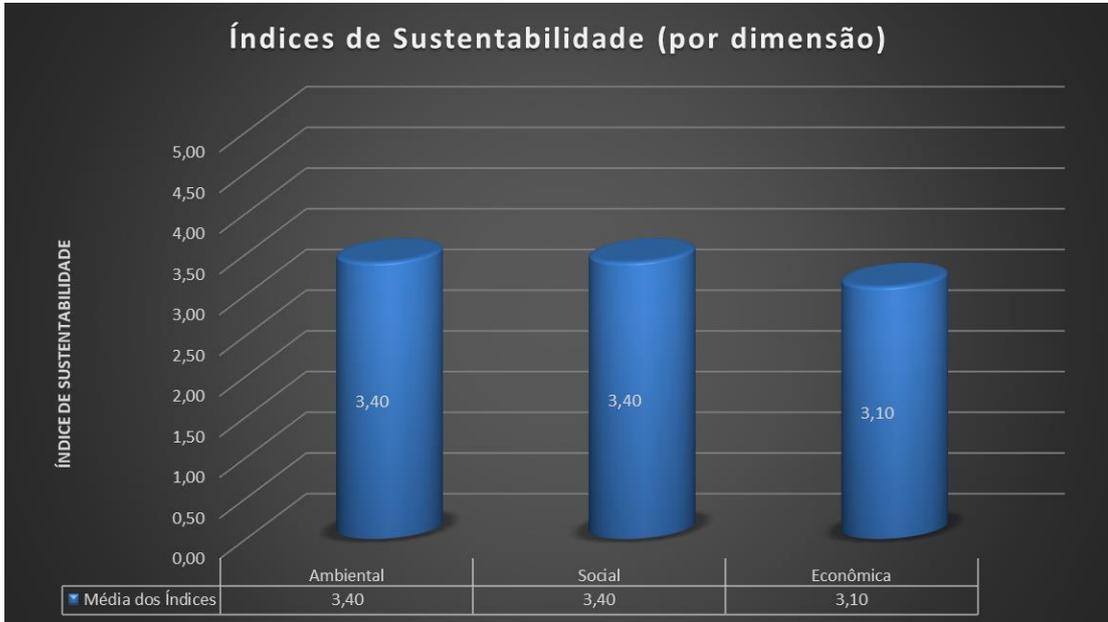
Todos os dados obtidos junto aos agricultores foram devidamente processados, organizados em planilhas eletrônicas e representados graficamente, estando disponíveis nesta seção. Inicialmente, foram examinadas as médias globais envolvendo os agroecossistemas analisados com objetivo de identificar as tendências iniciais relacionadas à sustentabilidade presentes na amostra.

Alguns dos dados gerais apurados foram:

- Acerca da dimensão dos agroecossistemas avaliados nos dados, podemos destacar que, do total, 65% dos agroecossistemas apresentam tamanho de até 5 hectares, 25% entre 5 e 10 hectares, e apenas 10% acima de 10 hectares;
- Destes, 66% utilizam técnicas de cultivo de matriz convencional, 20% de matriz orgânica e 14% agroecológicas;
- Dos agricultores entrevistados 45% declaram-se proprietários dos terrenos, 20% assentados, e 35% exerciam algum tipo de parceria com os proprietários da terra;

A média dos índices de sustentabilidade, separados por dimensão, obteve um valor de 3,40 para as dimensões ambiental e social, e 3,10 para a dimensão econômica. Os resultados podem ser visualizados no Gráfico 1.

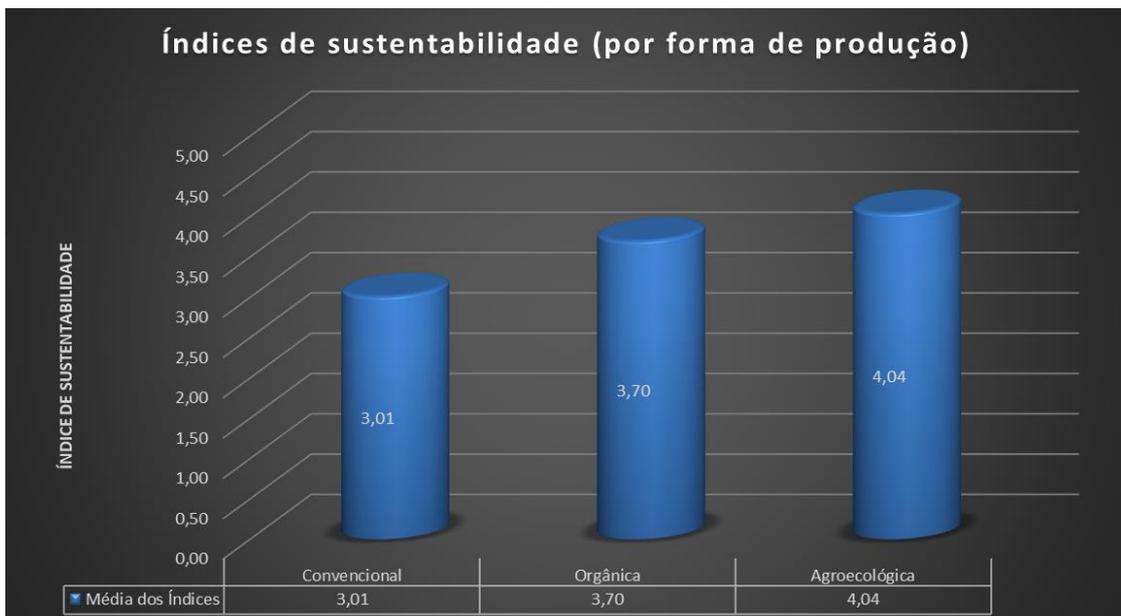
Gráfico 1 – Índices de Sustentabilidade (por dimensão)



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A média dos índices de sustentabilidade, estratificada por forma de produção, revelou um valor de 3,01 para a produção convencional, 3,70 para a produção orgânica e 4,04 para a produção agroecológica. Os resultados podem ser visualizados no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Índices de Sustentabilidade (por forma de produção)



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Alguns destaques observados nos limiares das apurações dos índices incluem o maior índice de sustentabilidade, que atingiu 4,16 e foi alcançado por um cultivo de base agroecológica, enquanto o menor índice, de 2,67, pertenceu a um cultivo de base convencional. Quando analisamos os índices estratificados por dimensão da sustentabilidade, encontramos o maior índice de sustentabilidade ambiental no espaço amostral, que foi de 4,8 e foi obtido por uma produção agroecológica no município de Nísia Floresta. Em contraste, o menor índice de sustentabilidade ambiental, de 2,4, foi associado a uma produção convencional no município de São José do Mipibu.

No que diz respeito à dimensão da sustentabilidade social, o maior índice registrado foi de 4,5 e foi alcançado por dois agroecossistemas, um convencional localizado em assentamento rural e um agroecológico na localidade de Lagoa Redonda. Em contrapartida, o menor índice de sustentabilidade social encontrado foi de 2,5 e estava relacionado a duas produções convencionais.

Por fim, em relação à dimensão da sustentabilidade econômica, o maior índice detectado foi de 3,9 e foi compartilhado por uma produção orgânica e uma convencional. Enquanto o menor índice de sustentabilidade econômica, de 2,3, foi identificado em uma produção convencional.

Os destaques máximos e mínimos servem como referência para indicar o que representa um índice alto ou baixo no contexto do estudo. A obtenção de altos índices de sustentabilidade social e econômica por parte de algumas produções convencionais, embora sejam exceções à média do setor, demonstra o potencial de expansão da sustentabilidade que pode ser compartilhado por outras produções. Por outro lado, a ausência de destaques em sustentabilidade econômica por parte das produções agroecológicas revela uma área de melhoria no setor, que pode ser abordada por meio de medidas simples de administração financeira.

4.3 Distribuição da média dos indicadores por Forma de Produção

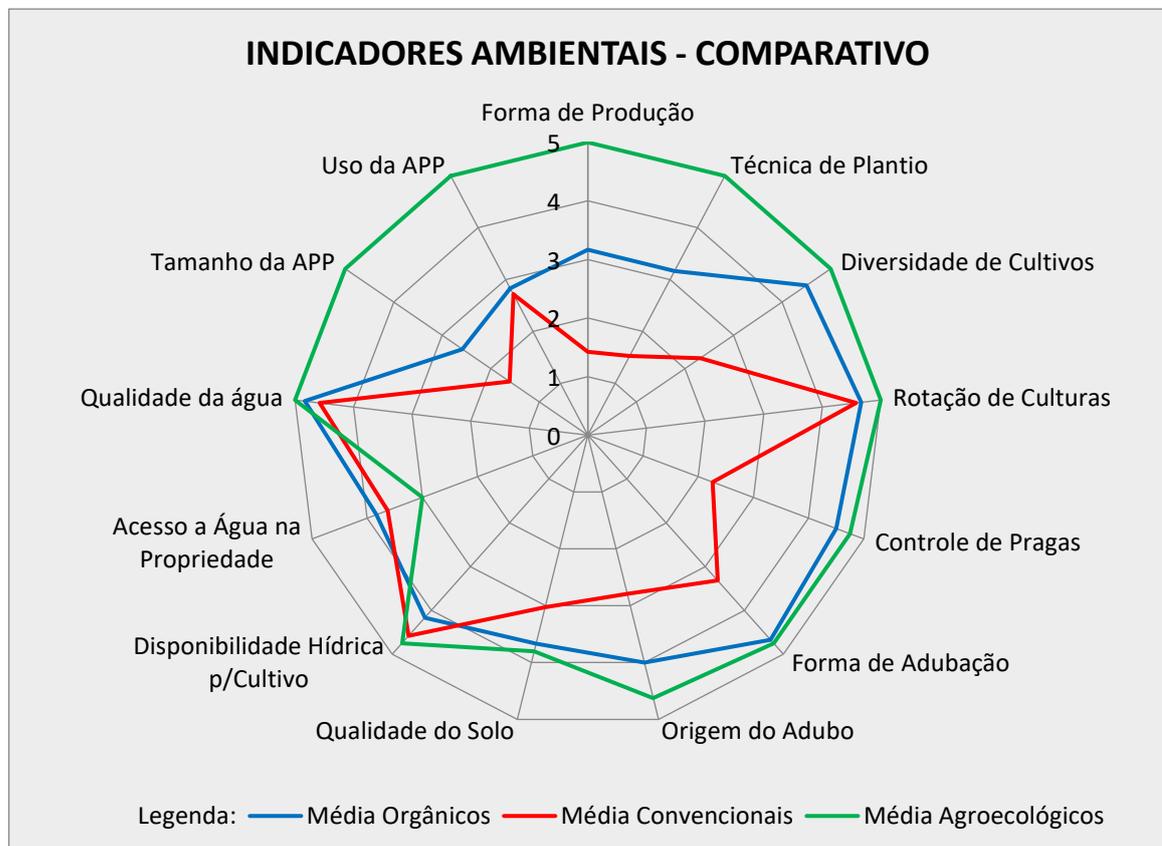
Neste tópico, analisamos os gráficos de distribuição das médias dos indicadores, atribuídas as diferentes Formas de Produção (convencional, orgânica e agroecológica) que foram selecionadas como base comparativa no presente estudo. Esta análise contribui para uma compreensão mais profunda dos fatores que influenciaram os resultados e proporciona uma visão contextualizada das implicações práticas na sustentabilidade de cada forma de produção.

Os indicadores ambientais, sociais e econômicos, foram fruto do Questionário de Indicadores (Apêndice A). Cada indicador está associado a uma pergunta dirigida aos agricultores, cujas respostas foram a base para a apuração de seus índices de sustentabilidade. Os procedimentos para condução das entrevistas, observações de campo e coleta de respostas foram discutidos anteriormente. Neste tópico, nos concentraremos exclusivamente na análise dos resultados obtidos.

4.3.1 Distribuição dos indicadores ambientais

O Gráfico 3 revela a distribuição das médias obtidas pelos agroecossistemas de base agroecológica, orgânica e convencional em relação aos 13 indicadores ambientais avaliados neste estudo. Nota-se, em primeiro plano, que os agroecossistemas de base agroecológica (representados em verde) apresentam o melhor desempenho, seguidos pelos de base orgânica (em azul) e, em uma posição mais interna, com um desempenho inferior, encontram-se os de base convencional (em vermelho).

Gráfico 3 – Indicadores Ambientais



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Os indicadores "Forma de Produção" e "Técnica de Cultivo" complementam um ao outro, reforçando índices maiores ou menores, segundo o grau de comprometimento dos agricultores com práticas de plantio sustentáveis. Neste ponto, a distância visual entre os três tipos de cultivo é a mesma, reforçando premissas sobre os mesmos.

Entretanto, quando nos aproximamos do indicador "Diversidade de Cultivos," é perceptível um estreitamento entre os cultivos alternativos em relação ao cultivo convencional. Sugerindo uma maior convergência de desempenho entre os agroecossistemas alternativos, em se tratando da diversidade das culturas, em comparação com os cultivos convencionais.

O indicador de Rotação de Culturas revela um fenômeno interessante do ponto de vista da sustentabilidade de cultivos convencionais. Qualquer agricultor, independentemente de seu nível de instrução, sabe que deve rotacionar suas culturas para oferecer um 'descanso' a terra. Os altos índices gerais revelam que há espaço no entendimento dos agricultores para a compreensão e adoção de práticas sustentáveis, desde que estas sejam constantemente reforçadas pela comunidade agrícola, como é o caso das rotações de culturas.

Explica Primavesi (1990), que seleção das espécies a serem cultivadas na rotação deve levar em consideração tanto propósitos comerciais quanto a recuperação do solo. Essa prática permite que o agroecossistema reutilize seus estoques de nutriente. A incorporação de leguminosas, por exemplo, pode colaborar com a reposição do nitrogênio perdido. Ainda contribui para o controle de plantas espontâneas, doenças e pragas, além de desempenhar um papel importante na reposição de matéria orgânica no solo, evitando a compactação, e promovendo sua fertilidade e saúde.

Os indicadores de Controle de Pragas, Forma e Origem da adubação apresentam, mais uma vez, fragilidades evidentes nos cultivos convencionais, registrando índices médios de 2,2, 3,3 e 2,7, respectivamente. Refletindo desafios significativos no que diz respeito à sustentabilidade dessas práticas agrícolas. Durante a pesquisa, relatos nas conversas com os agricultores apontam que a grande maioria nunca ouviu falar sobre calda bordalesa ou quaisquer defensivos ecológicos e apresentam franca dúvida quanto a sua eficácia. Associando pesadamente o sucesso da lavoura ao uso de defensivos químicos.

A simples busca por assistência profissional antes de empreender tais atividades já teria o potencial de melhorar significativamente os índices das produções convencionais. No entanto, a escassez de profissionais de extensão rural, combinada a uma cultura que adota um uso indiscriminado de insumos, ignorando por completo os riscos envolvidos, restringe as ações a abordagens apenas básicas. Causando uma degradação ambiental desnecessária.

Nem todos os indicadores estão sob o controle direto das decisões dos agricultores. Muitos deles são influenciados por fatores acidentais, como condições geográficas e ambientais, ou, dada a natureza da pesquisa, dependem da percepção do agricultor. Isso se aplica especialmente aos indicadores de Qualidade do Solo, Disponibilidade, Acesso e Qualidade da Água para Cultivo.

Em relação à percepção da Qualidade do Solo, é possível observar que ela foi positiva e semelhante tanto em cultivos agroflorestais (3,8) quanto orgânicos (3,6). No entanto, é importante notar que, enquanto um dos grupos utiliza adubos químicos e corretivos de solo de alto custo para manter essa percepção, o outro depende apenas de técnicas de cultivo e manejo do solo. Os cultivos convencionais, apesar de utilizarem os mesmos insumos, obtiveram a menor percepção relativa da Qualidade do Solo (3,0).

Sobre a qualidade natural do solo em sua propriedade, um agroflorestor da localidade de Pium afirmou: “Melhorou porque agora temos solo de boa qualidade”. Referindo-se aos efeitos do processo de implantação de sistemas agroflorestais na recuperação dos solos anteriormente tidos como degradados. “No começo foi difícil, mas agora produzindo os nossos próprios insumos, cultivos que antes não davam (produziam), agora vem (produzem)”, referindo-se ao uso da sucessão primária e do adensamento para cultivo e uso da biomassa como adubo.

Com boa parte dos cultivos inseridos em regiões de lagoas dunares, de águas límpidas e abundantes, os índices alcançados pelos diferentes modelos produtivos foram muito parecidos. Com destaque apenas para o Acesso a Água na propriedade, que foi relativamente menor em cultivos agroecológicos. Uma possível explicação pode estar relacionada ao fato de que cultivos agroecológicos, por serem alternativos, enfrentam maior resistência de estabelecerem-se em áreas de cultivo próximas a mananciais, muitas vezes alvos de disputa.

Em encontro com agricultores realizado na localidade de Lagoa Redonda, foram vários os relatos de lagoas que não possuem mais os mesmos níveis de antigamente, como a Lagoa de Alcaçuz e a Lagoa do Bonfim, tão grande, que abastece a Adutora Monsenhor Expedito Alves, responsável pelo abastecimento de 30(trinta) cidades do agreste potiguar.

Depõem agricultores sobre o potencial hídrico do município, que “[...] a prioridade (do governo) deveria ser recuperar corpos hídricos”, “A agricultura comunitária aqui é organizada principalmente com relação ao uso de água”, falando da dificuldade de pequenos produtores em obter autorização do governo para utilizar tais fontes de água para o cultivo.

Por fim, é importante destacar os indicadores de Tamanho e Uso da APP (reserva legal), que marcam uma discrepância significativa no gráfico. Esses índices revelaram valores baixos

tanto para as produções orgânicas (< 3) e ainda mais baixos nas convencionais (< 2). Por outro lado, as produções agroecológicas tendem a atingir o valor máximo (5), indicando que possuem áreas de reserva legal maiores e com um melhor manejo.

A Instrução Normativa no 4, de 8 de setembro de 2009, dispõe, autoriza e regulariza procedimentos técnicos para a utilização da vegetação da Reserva Legal para a exploração florestal eventual, sem propósito comercial direto ou indireto, para consumo nas propriedades do agricultor familiar, do empreendedor familiar rural e dos povos e comunidades tradicionais (Brasil, 2009).

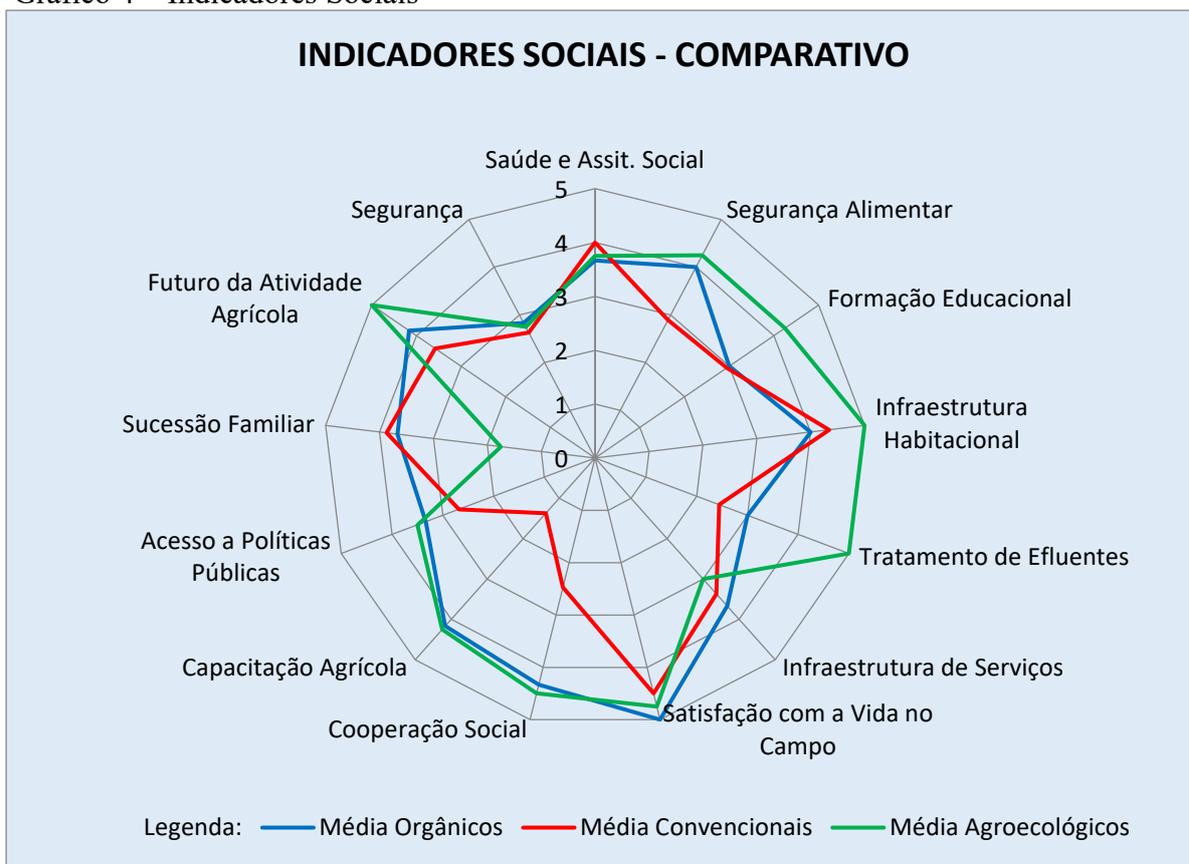
Em entrevista, um dos agroflorestores afirmou ser errônea a interpretação de que áreas de preservação devam ser áreas necessariamente intocáveis, pelo contrário, segundo o mesmo, o correto manejo, com estímulo de crescimento, pode acelerar os processos de regeneração, evolução e abundância da mata. Outro aspecto relevante está relacionado ao tamanho das áreas de reserva legal, que demonstraram ser consideravelmente maiores nos cultivos agroecológicos. Esses sistemas, por sua natureza ecológica, atribuem grande valor às áreas de reserva legal, ao contrário do que foi observado nos demais modelos produtivos.

4.3.2 Distribuição dos indicadores sociais

O Gráfico 4, revela a distribuição das médias alcançadas por produções agroecológicas, convencionais e orgânicas nos 13 indicadores sociais avaliados pelo presente estudo. Uma observação preliminar nos permite identificar uma dinâmica ligeiramente distinta da análise anterior. Neste cenário, não há vantagem visível dos cultivos agroecológicos, embora estes ainda registrem as pontuações mais altas em alguns indicadores. Em seguida, estão os índices da agricultura orgânica, que exibem uma notável proximidade.

Os indicadores de Saúde e Assistência Social, Infraestrutura de Serviços (Energia, internet e estradas) e Segurança, mediram o acesso a tais serviços por parte os agricultores e suas famílias em termos de qualidade, proximidade e cobertura. A análise dos três indicadores revelou índices similares em todas as culturas, com resultados ligeiramente maiores em produções convencionais. Tal proximidade reflete a consistência da metodologia, revelando valores coesos mesmo em face de variáveis onde diferenças significativas não eram esperadas, uma vez que os cultivos compartilham, de fato, contextos semelhantes.

Gráfico 4 – Indicadores Sociais



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

O indicador social de Segurança Alimentar reforçou a ideia de que cultivos mais diversos ficam menos expostos a insegurança alimentar que os demais. Para muitos agricultores, a atividade agrícola é muito mais do que uma fonte de renda, é uma forma de vida e uma tradição passada de geração em geração. Nesse sentido, é importante destacar a opinião de um dos agricultores avaliados ao afirmar que: "Agricultura familiar sem garrote, galinha, uma criação de porco, não é agricultura familiar".

Essa afirmação destaca a importância da criação de animais na agricultura familiar. Para muitos agricultores, a criação de animais é fundamental para complementar a renda e garantir a subsistência da família. Além disso, essa atividade pode ser uma forma de preservar a cultura e as tradições locais, já que muitas famílias têm na criação de animais uma forma de manter seus costumes e sua identidade cultural.

A abordagem de Altieri (2009) destaca que o cultivo de múltiplas variedades de culturas proporciona uma maior segurança na colheita. Isso ocorre porque diferentes espécies ajudam a criar habitats para os inimigos naturais das pragas e fornece hospedeiros alternativos para as próprias pragas. Além disso, frequentemente, o rendimento total por hectare é mais elevado em

sistemas de policultivos do que em monocultivos, mesmo quando a produção de cada componente individual é reduzida.

Outro indicador notável foi a Formação Educacional do grupo familiar, a qual é significativamente mais elevada nos cultivos agroecológicos. Embora não seja possível afirmar que a formação educacional seja o fator determinante para práticas agrícolas mais sustentáveis, é uma tendência intrigante que indica que indivíduos com maior nível educacional estejam mais inclinados a adotar abordagens sustentáveis. Isso renova a esperança na educação como uma ferramenta transformadora para promover a sustentabilidade.

O indicador de Infraestrutura Habitacional, que avaliou a qualidade das moradias dos agricultores e suas famílias, também mostrou um desempenho ligeiramente superior nos cultivos de base agroecológica. Isso reforça a abordagem holística da agroecologia, que se estende para além das práticas agrícolas e influencia a qualidade de vida no ambiente residencial.

Além disso, o indicador de Tratamento de Efluentes evidenciou essa mesma tendência. Todas as produções agroecológicas incluíram sistemas de tratamento de efluentes, destacando-se consideravelmente em comparação com as produções orgânicas e, ainda mais, com as convencionais, que demonstraram ter pouca ou nenhuma preocupação com essa variável. Isso ilustra a diferença de enfoque entre os sistemas de produção e destaca o compromisso dos agroecossistemas com a sustentabilidade em várias dimensões.

Esperava-se que o indicador de Satisfação com a Vida no Campo refletisse as diferentes experiências vividas pelos agricultores, no entanto, os índices foram bem similares, o que se explica no amor pela vida bucólica partilhado por todos os agricultores. De certo modo, todos que no campo estão, no campo desejam estar, quase sempre independentemente de suas condições.

Os indicadores de Cooperação Social e Capacitação Agrícola avaliaram o grau de envolvimento dos agricultores com entidades, grupos, associações e programas de formação continuada. Mais uma vez, esses indicadores destacaram os baixos níveis de sustentabilidade nas produções convencionais. Isso se torna evidente ao observar a média mais baixa, que foi de 1,36, no indicador de Capacitação Agrícola.

Esses resultados não refletem apenas os históricos níveis educacionais baixos da população rural, que já foram abordados na seção sobre Formação Educacional. Eles também evidenciam o quão limitado pode ser o espaço para o desenvolvimento do pensamento crítico e a busca por oportunidades de associação ou educação agrícola em sistemas de produção que operam sob as rígidas normas e padrões do agronegócio. Isso ressalta a importância de

promover práticas mais inclusivas e colaborativas no setor agrícola, especialmente nas produções convencionais, para avançar em direção à sustentabilidade.

Nas instalações do Centro de Treinamento (CT) da Emater, foi implementado um projeto de colaboração entre o centro e os agricultores locais, com o objetivo de promover a produção de alimentos no local para posterior venda ao próprio CT. No entanto, contrariamente às expectativas, constatou-se que os agricultores envolvidos no projeto nunca receberam treinamento específico no local. Esse cenário evidencia questões de exclusão e restrições institucionais que permeiam até mesmo os profissionais que atuam no campo da extensão rural e educação.

Deste paradigma, entende-se que, se para o agricultor comum foi relegado o papel de mero executor do plantio, seguindo normas e utilizando insumos segundo o que lhe é ditado, neste resta pouca ou nenhuma preocupação com a compreensão crítica de sua realidade. Fator que culmina por agravar a falta de sustentabilidade de suas práticas agrícolas.

O indicador de Acesso a Políticas Públicas, que avalia o acesso a políticas públicas voltadas para o meio agrícola mostrou que as produções alternativas, possuem acesso maior a essas políticas em comparação com as produções convencionais. Revelando o que pode ser o início de uma possível mudança positiva de postura do Estado brasileiro em direção a sustentabilidade.

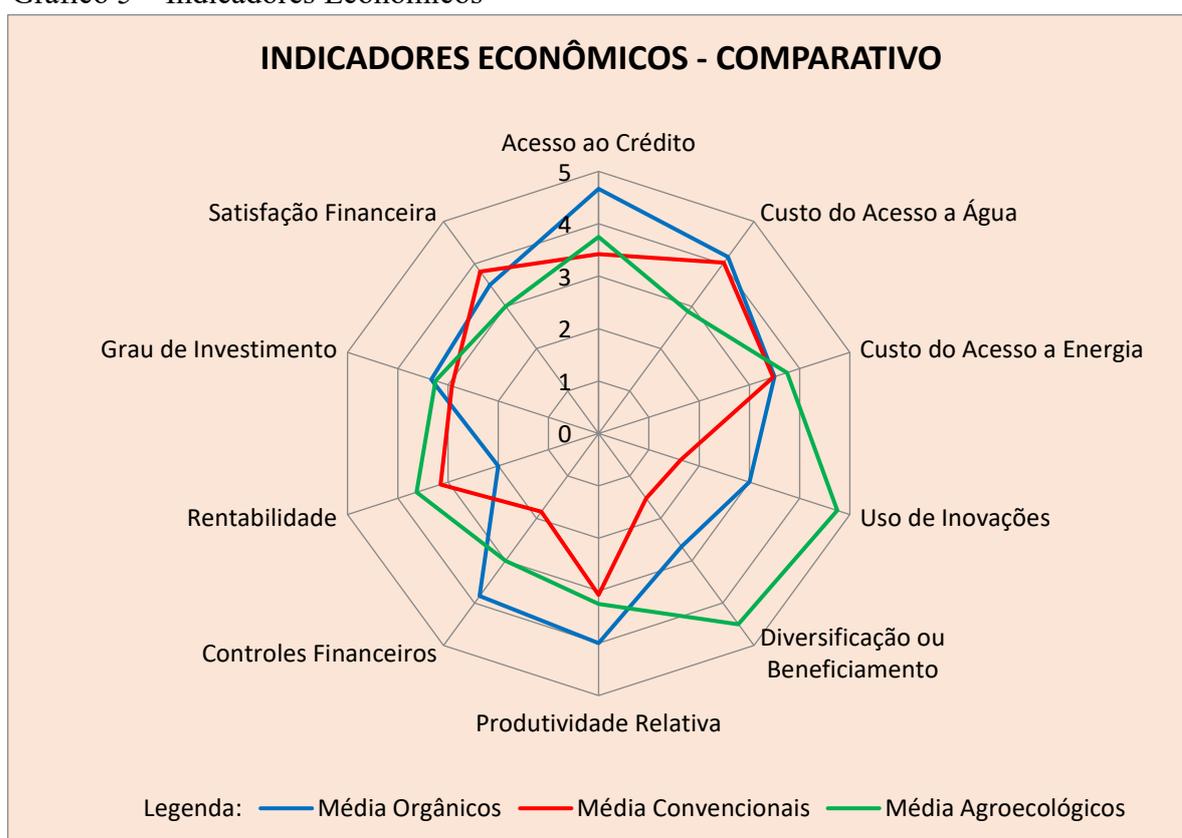
Algumas das localidades analisadas no presente estudo são fruto de políticas como o Vale do Lírio em São José do Mipibu e a Comunidade Hortigranjeira em Nísia Floresta. Quando comparado com concessões de terras isoladas umas das outras, pode-se dizer que tais modelos produzem sustentabilidade social mais forte. Segundo relatos dos próprios agricultores, comunidades produtivas como as citadas, adentram mais facilmente em políticas públicas de incentivo a atividade agrícola como o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), ambas políticas sociais onde o Estado se encarrega de comprar a produção para uso em escolas e repartições públicas.

O indicador de Sucessão Familiar mostrou índices consideravelmente mais baixos nas produções agroecológicas, refletindo a falta de tradição na herança da terra nesse tipo de cultivo. Por outro lado, as perspectivas de Futuro da Atividade Agrícola foram relativamente maiores nas produções agroecológicas, seguidas pelas orgânicas e convencionais. Assim, reforçando a ideia de que um agricultor que compreende seu espaço e sua realidade, pode traçar melhores planos para o futuro de seu cultivo.

4.3.3 Distribuição dos indicadores econômicos

A distribuição das médias obtidas pelos diferentes tipos de produção (agroecológica, convencional e orgânica) nos 10 indicadores econômicos avaliados neste estudo é apresentada no Gráfico 5. Nesse contexto, a distribuição dos indicadores econômicos se mostrou bastante equilibrada em comparação aos demais.

Gráfico 5 – Indicadores Econômicos



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Uma observação preliminar nos permite identificar uma dinâmica distinta das análises anteriores onde não há superioridade aparente por nenhuma das formas de produção. Assim, as diferentes formas de produção ocupam praticamente o mesmo espaço no gráfico, embora em áreas distintas.

O indicador de Acesso ao Crédito revelou maiores índices nos agroecossistemas de base orgânica (4,6), seguida um pouco abaixo pelos índices agroecológico (3,7) e convencional (3,4). Surpreende que os cultivos convencionais tenham sido aqueles com menor índice de acesso ao crédito, que geralmente é voltado para este tipo de produção. Aqui sugerimos dois fatores: O primeiro diz respeito aos incentivos de mercado, que buscam financiar cultivos orgânicos, o

que pode estar efetivamente chegando aos produtores. O segundo diz respeito a dimensão reduzida dos cultivos convencionais analisados, que podem acabar ficando de fora das fatias de financiamento voltadas para produções convencionais, especialmente em tempos de altas taxas de juros.

Os indicadores de Custo de Acesso a Água e a Energia mostraram índices relativamente elevados e similares para as produções convencionais e orgânicas, o que na verdade significa baixos custos relativos, e geralmente refletem algum tipo de financiamento por programas ou políticas públicas.

Os indicadores de Uso de Inovações e Diversificação ou Beneficiamento da produção, tinha como objetivo avaliar o quão concentradas estão os empreendimentos econômicos das famílias de agricultores. Os índices foram bem superiores e considerados economicamente sustentáveis nas produções agroecológicas (>4), menores nas produções orgânicas (<3) e baixíssimos nas produções convencionais (<2). Reforçando novamente a ideia de que cultivos convencionais tendem a reproduzir padrões de inércia total no que diz respeito a expansão do próprio empreendimento, seja em que sentido for.

Os indicadores de Produtividade Relativa e Uso de Controles Financeiros demonstraram desempenho significativamente superior nos cultivos orgânicos em comparação com outras formas de produção. Esse resultado pode ser atribuído às rigorosas normas e padrões impostos pelas certificadoras de produtos orgânicos, que desempenham um papel crucial no controle e na produtividade desses cultivos.

No entanto, é importante destacar que esse cenário revela uma situação mais preocupante para as produções convencionais, uma vez que, teoricamente, ao adotarem técnicas e insumos respaldados pela ciência, esperar-se-ia que alcançassem índices mais elevados de produtividade. Isso sugere que, apesar dos altos custos e impactos associados à agricultura convencional, a garantia de alta produtividade ainda não está assegurada nesses agroecossistemas.

Por outro lado, os indicadores de Rentabilidade, apesar de alcançarem níveis medianos nas produções convencionais, apresentaram desempenho muito desfavorável nas produções orgânicas. Essa discrepância pode estar relacionada aos desafios associados à comercialização de produtos orgânicos, que geralmente envolvem preços mais elevados e um mercado mais complexo em comparação com produtos convencionais.

Em condições ideais, a agricultura convencional geralmente supera a agricultura orgânica em termos de produtividade. No entanto, a rentabilidade pode não ser tão diferente. Apesar da agricultura convencional ter mais gastos com insumos químicos do que a agricultura

orgânica, as propriedades orgânicas tendem a adotar práticas altamente mecanizadas e podem exigir uma quantidade maior de mão-de-obra em comparação às propriedades convencionais. Logo, a vantagem da agricultura orgânica parece residir mais na redução dos efeitos ambientais e de saúde adversos, devido ao menor uso de insumos que não necessariamente diminui a produção por acre, do que em um melhor desempenho em rentabilidade (ALTIERI, 2009).

É surpreendente que as produções de caráter agroecológico tenham obtido índices superiores em rentabilidade (0,5 pontos acima da convencional e 1,6 da orgânica), mesmo que frequentemente requeiram vários anos para se estabelecerem como lucrativas. Esse resultado ressalta a resiliência e o potencial de longo prazo das produções agroecológicas nestes termos.

Aprofundando o debate, dois agroflorestores cujos agroecossistemas foram avaliados, alegaram que ganhos em rentabilidade não precisam ser apenas monetários, mas dependem do foco da produção e que podem estar ligados a melhoria da qualidade do solo. Um agricultor orgânico chegou a mencionar que “A minha maior poupança é a valorização do solo”, ligando diretamente a qualidade do solo a noções de investimento no futuro.

Agricultor da Comunidade Laranjeiras afirmou que ganhos significativos em rentabilidade dependem muito da dedicação ao plantio e manejo da cultura, bem como lembrou da importância de uma quadra chuvosa longa e bem distribuída para ganhos em rentabilidade.

Por outro lado, os indicadores de Satisfação Financeira compensaram a baixa rentabilidade das produções orgânicas, indicando que, apesar dos lucros limitados, os agricultores desse segmento ainda se mostram satisfeitos com sua situação financeira.

No que diz respeito aos indicadores de Grau de Investimento, observou-se uma uniformidade geral em todos os modelos de produção. Isso sugere uma percepção compartilhada de que é necessário investir em insumos e equipamentos para a próxima safra. No entanto, essa uniformidade não garante necessariamente a sustentabilidade a longo prazo, uma vez que os impactos desses investimentos podem variar de acordo com as práticas de produção e as condições específicas de cada agricultor.

4.4 Análises comparativas entre agroecossistemas

Neste tópico, realizamos uma análise de algumas propriedades específicas dentre os 29 cultivos incluídos neste estudo, que foram catalogadas numericamente de 1 a 29. Essa comparação entre diferentes agroecossistemas desempenha um papel fundamental no método utilizado. Embora se baseie em dados quantitativos fornecidos pelos índices de sustentabilidade, também será explorada qualitativamente por meio de uma análise de cada

caso. O objetivo é identificar discrepâncias e semelhanças entre os cultivos e revelar os principais fatores que influenciam sua sustentabilidade.

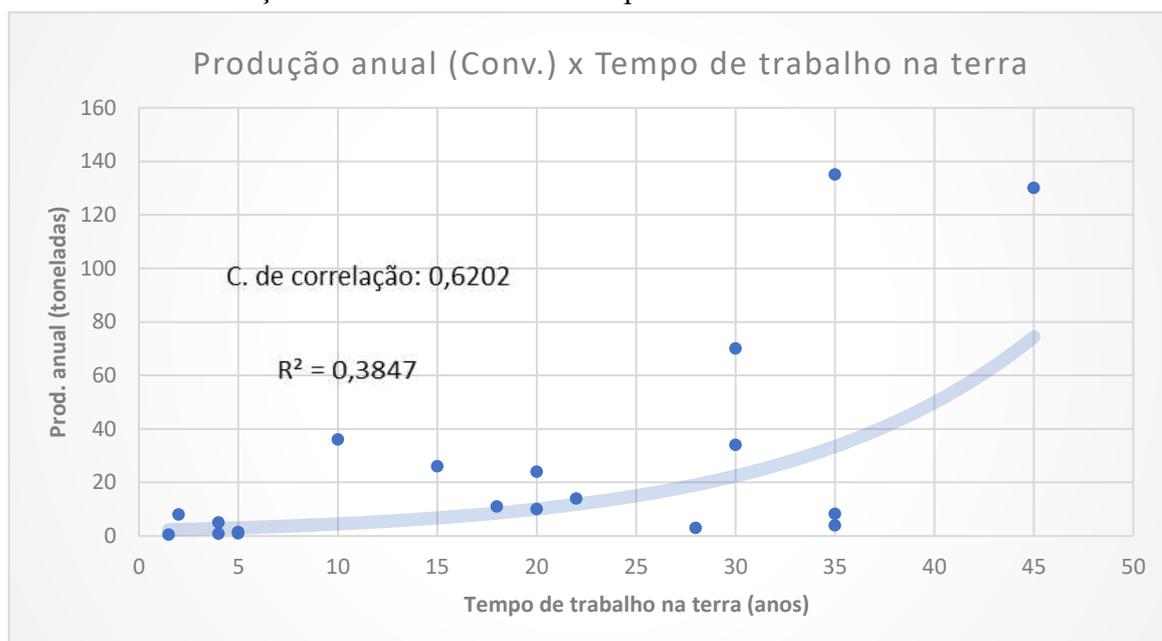
O propósito subjacente à implementação de um agroecossistema é, de maneira evidente, a produção de alimentos. Ao avaliar o desempenho de um agroecossistema, o modo mais resumido para aferir tal desempenho seria considerar a sua produção anual, geralmente expressa em toneladas por ano (ton/ano). Nesse contexto, o presente estudo buscou extrair dos agroecossistemas outra medida aritmética relativa ao seu desempenho, nomeada de índice de sustentabilidade. Antecedendo a etapa de comparação entre os agroecossistemas, foram conduzidas diversas análises estatísticas, empregando o coeficiente de correlação de Pearson, com o intuito de discernir padrões ou correlações entre estas variáveis e outras, elencadas neste estudo, que poderiam potencialmente influenciar as análises.

O coeficiente de correlação de Pearson (r) é uma medida adimensional, amplamente utilizada em análises do tipo, que pode assumir valores no intervalo entre -1 e +1. Quando há correlação positiva (as variáveis crescem juntas), os valores se aproximam de +1. Em caso de correlação negativa (as variáveis decrescem juntas), os valores se aproximam de -1. Em casos onde não é encontrada nenhuma correlação, a consideramos uma Correlação nula, $r = 0$. Vale lembrar, que correlação não é o mesmo que causa e efeito. Duas variáveis podem estar altamente correlacionadas e, no entanto, não haver relação de causa e efeito entre elas.

No entanto, foi encontrada apenas uma leve correlação positiva quando cruzando isoladamente os modos de produção (agroecológico, orgânico e convencional) com os dados de tempo de trabalho na terra e a produção anual. Por exemplo, se considerarmos apenas as produções agroecológicas ou convencionais, há uma correlação positiva ($r > 0$) entre a produção (t/ano) e o tempo de trabalho na terra que, no entanto, não chega a representar uma correlação perfeita, além de ser uma análise aproximada e dependente de inúmeros outros fatores.

Na ocasião, por exemplo, quando consideramos apenas o modo de produção convencional (Gráfico 6), o coeficiente de correlação de Pearson é de 0,620, com $r^2 = 0,384$. Portanto, o tempo de trabalho na terra chega a explicar quase 40% da correlação com a produção. Embora baixa, tal relação nos ajudará a compreender o debate da comparação entre diferentes agroecossistemas e seus índices de sustentabilidade.

Gráfico 6 – Correlação entre Prod. Anual e Tempo de Trabalho na Terra



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Adiante, o primeiro bloco de comparações parte de características semelhantes entre os agroecossistemas estudados, são elas: dimensão da área agricultada, tempo de trabalho na terra, maiores produtores, e produtores da agricultura familiar de subsistência e comercial. O recorte da semelhança nos permite melhor visualizar as potencialidades de cada cultivo, e observar o impacto de diferentes decisões dos agricultores na sustentabilidade de seus agroecossistemas.

Seguinte, o segundo bloco de análises ainda compara agroecossistemas semelhantes, porém, prioriza cultivos geograficamente próximos ou numa mesma localidade, com objetivo de avaliar não somente a sustentabilidade, mas também a viabilidade prática da opção agroecológica. O recorte geográfico proposto viabiliza a comparação entre agricultores que compartilham contextos similares em termos de composição do solo, mercados, disponibilidade hídrica, entre outros elementos passíveis de exercer influência sobre esse processo decisório.

4.4.1 Análises comparativas por dimensão (Área agricultada/Produção estimada/Força de trabalho)

Com todos os dados adquiridos durante as visitas de campo, as análises classificadas por dimensão tratam essencialmente de 3 aspectos: Dimensão da área agricultada, produção estimada em toneladas/ano, e força de trabalho empregada.

A dimensão das áreas fora informada pelos agricultores, levando em consideração a distinção entre área total, área de reserva e área agricultada, sendo apenas a última considerada para análise neste estudo. Já a produção, quando na ausência de pesagem feita pelos agricultores, foi estimada levando em consideração a quantidade de sacas ou caixotes produzidos por período de colheita, numa estimativa média de 60kg por saca e 30kg por caixote, como relatavam ser de praxe em suas anotações.

Por sua vez, a medida de força de trabalho empregada foi traduzida numa unidade de homens/dia (h/dia), e diz respeito a estimativa de quantos agricultores(as) dedicam, pelo menos, cerca de oito horas por dia na terra. Todas as estimativas foram feitas com o devido cuidado e atenção científica e em conjunto com os agricultores.

4.4.1.1 Dimensão da área agricultada (4hec): Agroecológico x Convencional

Identificado como ‘Cultivo 3’, empregando matriz agroecológica, o cultivo em questão possui 4 hectares de área agricultada, onde, com trabalho de 1homem/dia produz cerca de 6 toneladas anuais. Esta produção é distribuída em três áreas de Sistemas Agrofloretais (SAF’s) dispostas ao longo da propriedade.

Estabelecido na terra há 4 anos, o proprietário possui formação acadêmica superior em tecnologia da informação, e descobriu a agroecologia por meio da internet. A partir de então, por meio de uma série de formações na área adquiriu uma parcela de terra com intuito de aplicar os princípios da agrofloresta. Atualmente, a propriedade é ocupada pela família do zelador e principal agricultor, que assume as tarefas diárias da fazenda. Vale ressaltar que uma parte substancial dos recursos financeiros direcionados para este cultivo é proveniente de fontes externas. Os cultivos foram instalados com a colaboração de voluntários externos e agricultores locais em esforços conjuntos chamados de mutirões.

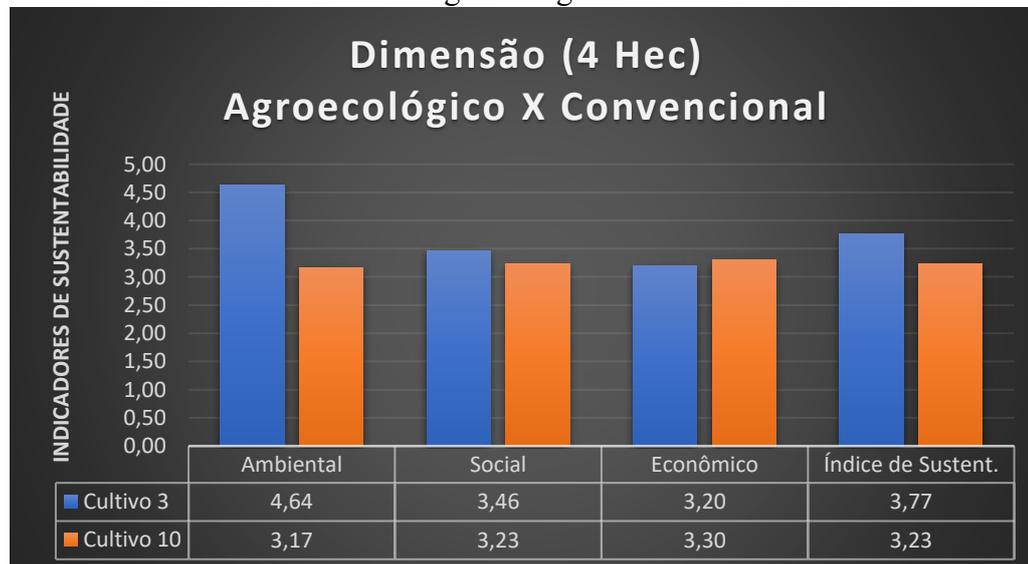
Mutirões agroecológicos são eventos ou práticas colaborativas realizadas por agricultores, agricultoras e comunidades que seguem os princípios da agroecologia. Essas atividades geralmente envolvem o cultivo, manejo ecológico de terras, a troca de conhecimentos, a solidariedade e o fortalecimento dos vínculos comunitários.

Por outro lado, o cultivo designado como 'Cultivo 10', de natureza convencional, também ocupa a mesma extensão de 4 hectares. Apesar de empenhar um maior trabalho de 2 homens/dia, sua produção é inferior à do cultivo supracitado, alcançando um valor aproximado de 4 toneladas anuais.

Estabelecido na região há 25 anos, o cultivo é tocado por um casal idoso, cujas vidas foram integralmente dedicadas à prática agrícola. Esta situação ilustra uma questão recorrente na agricultura campesina: a avançada idade dos agricultores ativos nesta atividade. Destacam-se, entre as diversas variáveis que limitam tanto a produtividade quanto a sustentabilidade deste cultivo, a falta de acesso a informações agronômicas e opções limitadas no que tange à comercialização da produção. Os agricultores citam principalmente a dedicação a cultivos exclusivos e a dependência de atravessadores que juntas chegam a comprometer a segurança alimentar da família.

A ausência de mercados firmes ou a dificuldade de conseguir vender os produtos agrícolas configura-se fator limitante para agricultura familiar. Com o mercado saturado por grandes produtores, os agricultores são levados a vender suas colheitas por meio da figura do atravessador, o que gera dependência, além de reduzir significativamente seus lucros (SANTANA; LIMA, 2018). Desde o advento da pandemia, o casal expressou um retorno à prática de cultivo de alimentos destinados tanto ao consumo interno quanto à comercialização, em proporções melhor equilibradas.

Gráfico 7 – Dimensão de 4hec: Agroecológico x Convencional



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Os indicadores e o índice de sustentabilidade alcançados pelos agroecossistemas, estão documentados no Gráfico 7. Neste, é possível constatar que os patamares mais elevados foram atingidos pela produção agroecológica (Cultivo 3), com exceção dos indicadores de cunho econômico onde a percepção dos agricultores entrevistados, além do alto valor de implantação e o longo tempo necessário para retorno dos investimentos, podem ter impactado negativamente a produção agroecológica de apenas quatro anos.

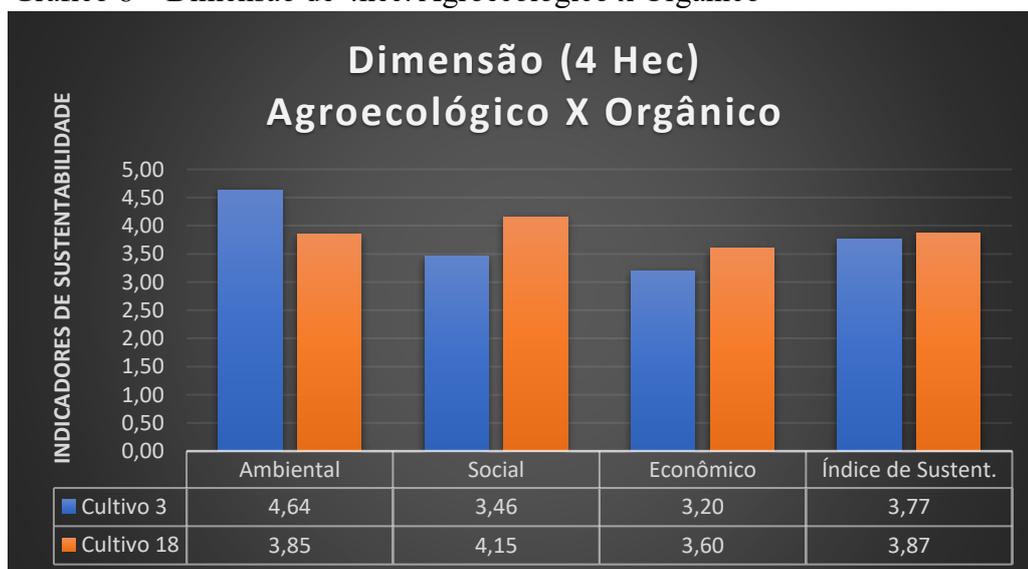
4.4.1.2 Dimensão da área agricultada (4hec): Agroecológico x Orgânico

A seguir, dando continuidade a análise de propriedades de dimensões semelhantes (4hec), contrastamos a mesma produção agroecológica, o Cultivo 3, dessa vez com o Cultivo 18, de matriz orgânica.

Situado em assentamento estabelecido há 13 anos, o Cultivo 18, abrangendo a mesma extensão agrícola, e utilizando-se de força de trabalho um pouco maior, de cerca de 3 homens/dia, alcança uma produtividade notável, em torno de 16 toneladas por ano. Pertencendo a uma associação que congrega produtores da agricultura familiar de toda a região, a administração do terreno está a cargo de um casal de agricultores experientes de cerca de 45 anos de idade. Assim como no Cultivo 3, a instalação das culturas nesta área foi viabilizada inicialmente através de mutirões de agricultores locais, embora atualmente sejam exclusivamente gerenciadas pelo casal mencionado.

Utilizando forma de produção orgânica, o cultivo em questão possui plantação diversificada, com mais de 20 espécies distintas, com finalidades de comercialização, consumo e compartilhamento dos excedentes de produção com a associação que coadjuva sobretudo no processo de distribuição e venda da mesma. O casal relata que experiências negativas no passado, quando trabalhando em propriedades de terceiros utilizando defensivos agrícolas, os motivaram a adotar somente agentes defensivos reconhecidamente orgânicos para seu próprio terreno.

Gráfico 8 – Dimensão de 4hec: Agroecológico x Orgânico



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

No Gráfico 8, é possível observar que os indicadores de sustentabilidade das esferas social e econômica alcançaram seus níveis mais elevados na produção orgânica (Cultivo 18), exceção feita ao indicador ambiental, onde já era antecipado um desempenho superior por parte da produção agroecológica. Conseqüentemente, o Índice de Sustentabilidade obtido pelo agroecossistema de base orgânica também superou ligeiramente o agroecológico.

No que concerne aos fatores que podem ser considerados determinantes para o êxito da produção orgânica, merecem destaque as considerações de ordem organizacional. O afiliação a uma associação de produtores confere notável vantagem, particularmente para produtores de pequena escala. Ao adotar um enfoque minimamente sensível à dimensão ambiental, como é o caso de agricultores que optam por práticas de policultura e de uso responsável de agentes químicos, é possível harmonizar maior produtividade e rentabilidade sem prescindir de preocupações sociais.

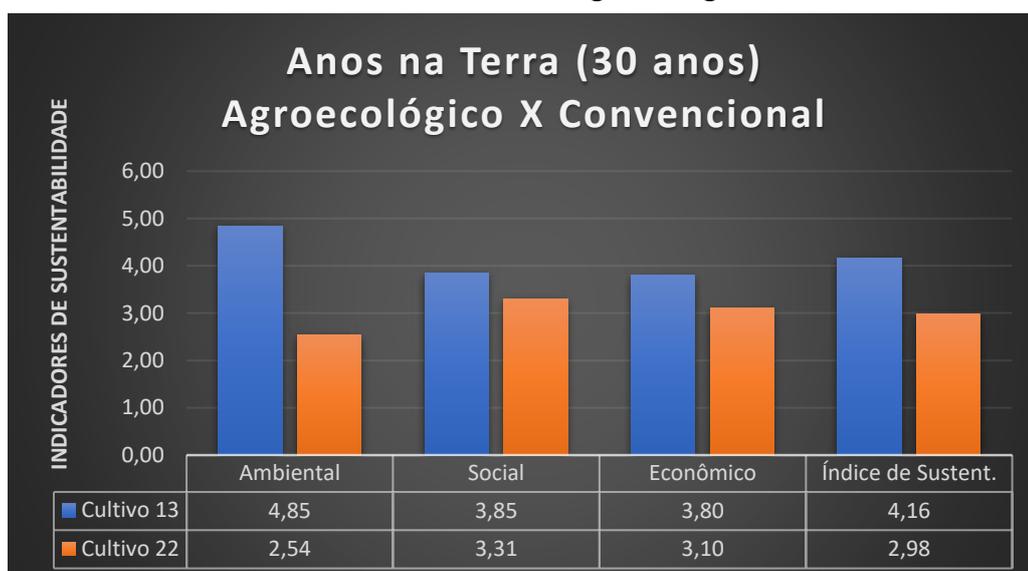
4.4.1.3 Dimensão de tempo na terra (30 anos): Agroecológico x Convencional

No decorrer da análise dos dados provenientes dos diversos agroecossistemas submetidos à avaliação no âmbito do presente estudo, emergiram correlações intrigantes, cuja comparação direta contribui para uma melhor compreensão das dinâmicas que separam distintas matrizes produtivas.

Os Cultivos 13 (de natureza agroecológica) e 22 (de natureza convencional), ambos inseridos no contexto da agricultura familiar e há três décadas enraizados em suas respectivas localidades. Ambos manifestam uma produção anual equivalente de 70 toneladas, empregando uma média de 3 homens/dia. No entanto, destaca-se a discrepância em relação à área ocupada pelos mencionados cultivos. Enquanto o agroecossistema de base convencional requer uma extensão de aproximadamente 5 hectares, o de orientação agroecológica se satisfaz com somente 1,5 hectares.

Essa acentuada discrepância na produtividade por unidade de área dos cultivos não se limita à diferença nas modalidades de produção empregadas, mas reflete um conjunto mais amplo de princípios e perspectivas em relação à utilização e ocupação do solo, que circunda aqueles que optam pelo viés agroecológico. Ao examinar o Gráfico 9, pode-se notar que todos os indicadores de sustentabilidade, incluindo o Índice de Sustentabilidade, apresentaram valores superiores na produção de natureza agroecológica.

Gráfico 9 – Cultivos com 30 anos na terra: Agroecológico x Convencional



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

O Cultivo 13 é gerenciado por um casal de aproximadamente 55 anos de idade, ambos com formação superior em áreas não agrônômicas. Há trinta anos, eles optaram por adotar um modo de vida voltado à atividade agrícola, com os primeiros 20 anos dedicados ao cultivo orgânico, devidamente certificado, e os anos subsequentes comprometidos integralmente com práticas de agroecologia. O agroecossistema em questão comporta até 35 espécies diferentes por SAF, num sistema denominado agroecológico adensado. Englobando os conceitos de sucessão de espécies, a maior parte delas é cultivada para produção de biomassa que será mais tarde utilizada para cobrir o solo do próprio sistema.

O espaço ocasionalmente hospeda cursos de formação em permacultura e agroecologia, e já recebeu nomes de peso na área como Ernst Götsch, proporcionando aos estudantes vivências práticas na abordagem agroecológica. Cumpre salientar que todos os resíduos orgânicos e efluentes gerados na propriedade são devidamente tratados através de compostagem, biodigestores e sistemas de banheiros secos, posteriormente aproveitados como fertilizantes na produção.

Em contraste, o Cultivo 22 constitui um exemplo clássico de atividade agrícola familiar que cresceu com os anos de dedicação à terra. Principalmente conduzido pelo patriarca da família e seus dois filhos, a residência da família situa-se em uma habitação adjacente à área de cultivo. Apesar de uma vida inteira de atuação no setor agrícola, a agroecologia é um conceito praticamente desconhecido por eles, e tampouco estão familiarizados com métodos menos impactantes para a fertilização do solo e o controle de pragas.

A família raramente recebe a visita de profissionais da agronomia e, portanto, baseia suas escolhas de insumos principalmente em sua própria experiência e nas orientações fornecidas por vendedores em lojas especializadas. Seu cultivo está focado principalmente em milho e feijão, intercalados com plantações de macaxeira e batata-doce. A família relata que o solo está perdendo produtividade e que enfrentaram recentes quedas na receita devido ao aumento dos custos dos insumos.

Apesar de esperarmos um desempenho superior da produção agroecológica, é notável a disparidade entre ambas, especialmente quando consideramos que ambas representam vidas igualmente dedicadas à terra e ao cultivo de alimentos, porém vivem realidades distintas em termos de sua relação com a natureza e o ambiente ao seu redor.

4.4.1.4 Dimensão de produção anual estimada (maiores produtores): Convencional x Orgânico

Neste bloco, procedemos à avaliação dos maiores produtores (em toneladas por ano) encontrados no âmbito dos dados apurados pelo presente estudo. Situadas em diferentes municípios, e não pertencentes a agricultura familiar, embora as propriedades não compartilhem tantas similaridades, a análise de suas características revelou aspectos interessantes de empreendimentos agrícolas de grande envergadura. Estas propriedades foram identificadas como Cultivo 23 (Convencional) e Cultivo 12 (Orgânico).

O Cultivo 23 não chega a configurar um exemplo de monocultura extensiva, mas abrange uma área cultivada de aproximadamente 14 hectares, voltada exclusivamente ao plantio de milho e cana-de-açúcar. Utilizando o trabalho de 6 homens/dia, este agroecossistema é capaz de alcançar uma produção anual da ordem de 140 toneladas. Enquanto a safra de milho é direcionada à comercialização nos municípios vizinhos, a produção de cana é inteiramente destinada à Usina Estivas, uma instalação voltada à produção de açúcar e álcool presente na região desde 1964, localizada no município de Arês-RN, adjacente a São José do Mipibu.

O empreendimento é administrado por um agricultor que herdou a propriedade de seus progenitores e ali tem residido e laborado ao longo de 45 anos, dedicando-se ao cultivo agrícola e à criação de animais. Com formação educacional limitada ao ensino fundamental, o referido agricultor, amparado por um amplo conhecimento prático, possui um arcabouço teórico mais restrito, e menciona visitas periódicas por parte de profissionais agrônomos que o orientam na tomada de decisões relacionadas à aquisição de insumos.

Por sua vez, o Cultivo 12 é administrado pelo empreendedor que fundou a Associação dos Produtores Orgânicos do Rio Grande do Norte (APORN), sendo a maior unidade produtiva

de orgânicos no estado. Com uma área cultivada de apenas 6 hectares e mobilizando uma equipe de trabalho considerável composta por 14 indivíduos, este agroecossistema, que detém múltiplas certificações orgânicas, é capaz de gerar uma produção anual de cerca de 280 toneladas, englobando mais de 20 culturas diversas de frutas, leguminosas e vegetais folhosos. A produção é distribuída pela própria fazenda, sendo comercializada em diversos supermercados na capital Natal, além de ser vendida em estabelecimentos próprios.

Com 70 anos de idade e titulado com diploma de nível superior em agronomia, o proprietário estabeleceu-se no local há 25 anos, dedicando grande parte desse período à agricultura orgânica. Por possuir filhos formados e distantes da atividade agrícola, e em virtude do falecimento de sua esposa durante a pandemia de Covid-19, o mesmo gere os negócios familiares sozinho. Apesar da sua idade, ele ainda mantém firme o propósito de transformar a APORN em uma entidade certificadora de produtos orgânicos.

Gráfico 10 – Maiores produtores: Convencional x Orgânico



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Estabelecendo uma comparação entre os dois agroecossistemas em questão, destacam-se mais uma vez disparidades significativas no aproveitamento do uso do solo, mesmo quando se considera a variação na massa dos diferentes cultivos. Nesse contexto, a produção de caráter convencional, apesar de fazer uso de uma área que excede mais que o dobro da utilizada pelo sistema orgânico, resulta em uma produção anual que equivale apenas à metade da colheita observada na produção orgânica.

A partir da análise do Gráfico 10, evidencia-se que todos os indicadores de sustentabilidade revelaram valores superiores na produção de viés orgânico, destacando-se os

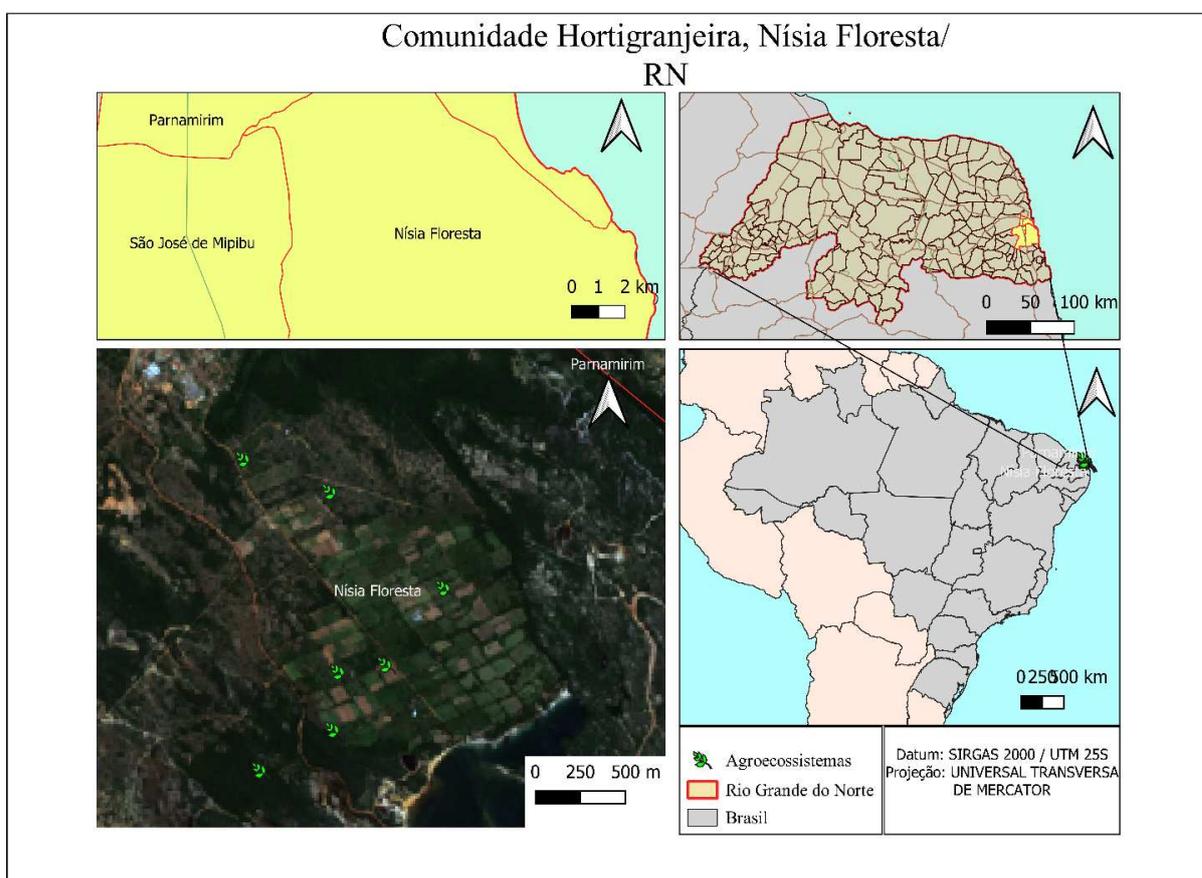
indicadores ambientais que atingiram quase o dobro do patamar alcançado pela produção convencional. Esse fato reitera os consideráveis índices de sustentabilidade ambiental alcançados por práticas agrícolas orgânicas.

4.4.2 Análises comparativas por localidade ou proximidade geográfica

4.4.2.1 Comunidade Hortigranjeira (Nísia Floresta): Agroecológico x Convencional

Dando início as análises comparativas por localidade ou proximidade geográfica nos debruçamos sobre o distrito ou povoado de Hortigranjeira (Figura 5), localidade situada no município de Nísia Floresta, há 35km da sede do município, ficando mais próxima da capital, Natal, há 25km da localidade pela RN-063. Atualmente, a localidade é conhecida por abrigar a penitenciária de Alcaçuz, palco de rebeliões e episódios de violência que impactaram duramente a vida da comunidade que um dia ali foi estabelecida pelo estado com objetivos unicamente agrícolas.

Figura 5 - Mapa da Região da Comunidade Hortigranjeira



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

O projeto "Cidade Hortigranjeira", foi desenhado na década de 1980 para abastecer a capital Natal, cuja demanda excedia a capacidade produtiva do estado. A Cidade Hortigranjeira começou a operar efetivamente em 1982, com a ideia inicial de cultivar 185 hectares e suprir 40% do consumo da Grande Natal. Juntamente com as terras, cada colono recebeu uma casa para morar com sua família, formando uma área residencial no local, que deveria contar com 168 residências e instalações com energia elétrica e água potável (BEZERRA, 2020).

O projeto também incluía o fornecimento de incentivos aos trabalhadores rurais, como sementes, adubo e suporte técnico, inclusive para o beneficiamento da produção da goiaba que era transformada em doces, empregando moradores da comunidade. O objetivo era promover a comercialização direta entre produtores e consumidores, eliminando intermediários para reduzir os preços dos alimentos vendidos nas feiras. No entanto, com passar dos anos, o projeto enfraqueceu por conta de seguidos cortes nos investimentos governamentais que tornaram a atividade inviável (BEZERRA, 2020).

Tomando como objeto de análise dois empreendimentos agrícolas situados na localidade, foram selecionados os Cultivos 3, de matriz agroecológica, e o Cultivo 7, de matriz convencional, ambos dedicados a comercializar suas produções.

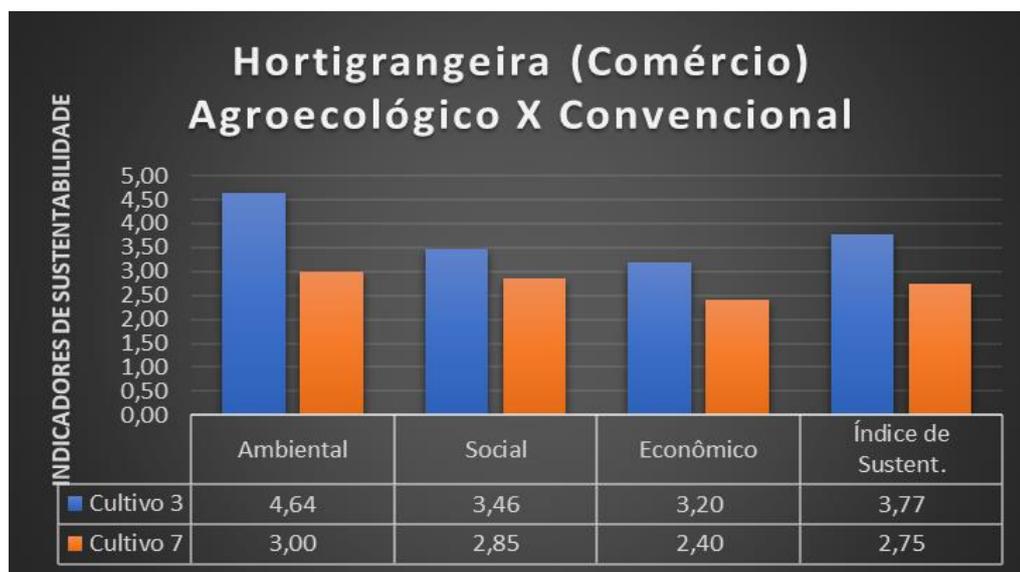
Como anteriormente abordado, o Cultivo 3 emprega matriz agroecológica, possui 4 hectares de área agricultada e com a força de trabalho de 1h/dia produz cerca de 6 toneladas anuais. Dado o contexto anterior da propriedade, merece destaque o fato de que o proprietário do Cultivo 3 se enquadra no emergente perfil dos novos habitantes rurais, caracterizados principalmente por indivíduos que buscam uma vida bucólica, permeada por uma conscientização prévia da amalgamação entre conservação ambiental e atividade agrícola, fenômeno já relatado em estudos sobre o Novo Rural.

A principal compensação ambiental desenhada pelo projeto "Cidade Hortigranjeira" foi o desenho de uma área de Reserva Legal externa à comunidade. No contexto do estado do Rio Grande do Norte, é importante ressaltar que não se impõe a obrigatoriedade de constituição de reserva legal para a efetivação do Cadastro Ambiental Rural em propriedades cuja extensão seja inferior a 10 hectares. Todavia, destaca-se que o proprietário do Cultivo 3 optou por alocar 20% de sua área total como uma reserva ecológica.

Por outro lado, o Cultivo 7, enraizado em práticas de produção convencionais, abarca uma área agricultada de 5 hectares, sendo que a dedicação de dois trabalhadores diários culmina em uma produção anual de cerca de 24 toneladas. O proprietário deste cultivo, descendente de colonos originais, encontra-se empenhado na produção irrigada de feijão-caupi, intercalada por duas safras anuais de macaxeira.

Embora detentor apenas de um diploma de ensino básico, o proprietário é conhecido na região por ser um agricultor de mão cheia, demonstrando manter-se atualizado quanto às tendências de mercado e bem assessorado no âmbito agrônomo. Tanta experiência e dedicação mantêm sua produtividade bem acima da média da região. O agricultor lamenta a redução dos investimentos governamentais e, de maneira vívida, rememora o auge da implementação da comunidade Hortigranjeira.

Gráfico 11 – Comunidade hortigranjeira: Agroecológico x Convencional



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

No Gráfico 11 é possível observar os indicadores bem como os índices de sustentabilidade alcançados pelas respectivas produções. Apesar da dedicação, conhecimento e tempo na terra do Cultivo 7 todos os indicadores de sustentabilidade foram superados pela produção agroecológica (Cultivo 3). O desempenho da sustentabilidade da produção agroecológica reflete a convergência de valores, práticas e conhecimento que promovem uma harmonia entre a agricultura e o ambiente que geralmente resulta em benefícios ambientais e econômicos duradouros, destacando a relevância de abordagens sustentáveis na agricultura contemporânea mesmo entre os mais experientes.

4.4.2.2 Colônia de Pium (Parnamirim/Nísia Floresta): Agroecológico x Orgânico

A localidade de Pium, inserida no município de Parnamirim-RN, a 20km da sede do município. Localizada numa zona interseccional muito próxima aos limites do município de Nísia Floresta, é conhecida por suas atrações turísticas, com destaque para a Praia do Cotovelo

e a Feira de Pium, cuja demanda por frutas, legumes e hortaliças frescas, mantém e estimula cultivos na localidade. A feira fica as margens da RN-063, conhecida como a 'Rota do Sol', e é visitada tanto por turistas, quanto por moradores da Grande Natal que ali vão em busca de alimentos "vindos diretamente do produtor", frequentemente com a demanda por alimentos mais "naturais" ou "orgânicos".

Outra característica em crescimento na localidade é o turismo espiritual, que inclui espaços alternativos para retiros espirituais, templos umbandistas, da União do Vegetal (ayahuasca), Ashrams (eremitérios hindus) e outros. Esses locais muitas vezes promovem dietas livres de carne e incentivam o consumo de alimentos sem agroquímicos. Nesse contexto, selecionamos dois cultivos para análise nesta seção: o Cultivo 13, de base agroecológica, e o Cultivo 28, de base orgânica. Ambos estão inseridos no mesmo contexto local e de mercado.

Anteriormente apresentado, o Cultivo 13 pertence a um casal que produz alimentos orgânicos há 30 anos, sendo os últimos 10 dedicados as práticas agroflorestais. O agroecossistema possui 1,5 hectares de cultivos de 20 espécies diferentes, e com a força de trabalho de 3h/dia produzem 70 toneladas anuais de alimento. Neste contexto, vale destacar que dentro da propriedade, funciona um restaurante vegano, pautado na culinária Ayurvédica, onde praticamente todos os ingredientes utilizados derivam da produção local e são processados em refeições ou beneficiados em produtos como doces, geleias, polpas e bolos.

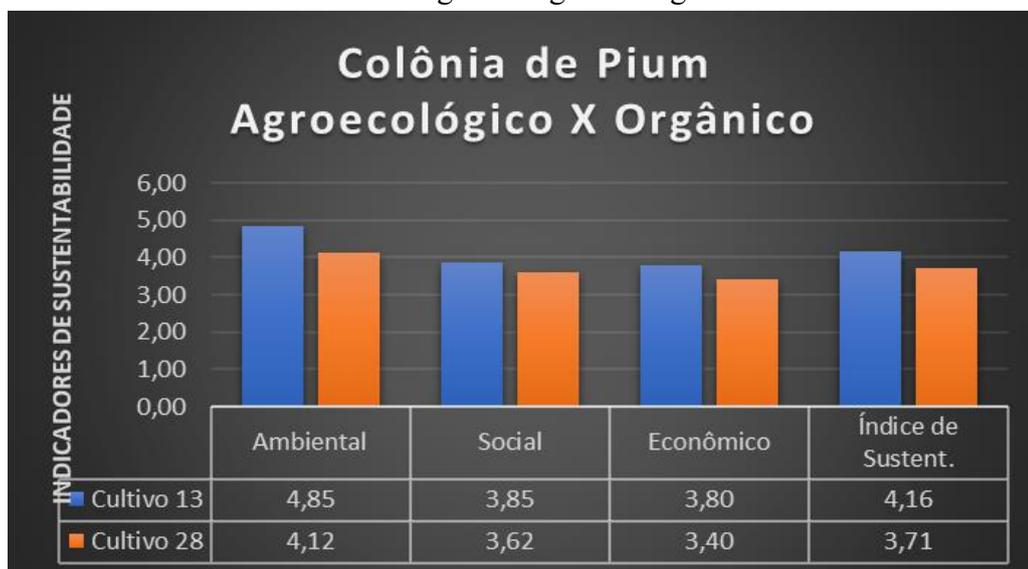
O Cultivo 28, que está estabelecido na localidade há cerca de 45 anos, iniciou uma transição para a agricultura orgânica há três anos, em parte para atender às demandas da região. A propriedade compreende apenas 1 hectare de terra cultivada, mas, com um trabalho de 5 homens/dia, consegue produzir aproximadamente 11 toneladas de alimentos anualmente, incluindo frutas, verduras e hortaliças. Nos finais de semana, a propriedade abre suas portas para a comercialização de produtos locais e itens de revenda.

Apesar de ainda não possuir certificação orgânica, o agricultor responsável afirma receber orientações de agrônomos sobre os insumos (pesticidas e fertilizantes) autorizados por agências reguladoras para uso. Como resultado da transição, ele relata melhorias significativas na qualidade do capim e da serrapilheira, bem como um aumento nos rendimentos, que se tornaram mais constantes desde que passou a atender ao mercado orgânico. Além disso, ele expressa alívio por não precisar mais aplicar alguns dos insumos que utilizou por muitos anos.

No Gráfico 12 é possível observar que todos os indicadores, bem como o Índice de Sustentabilidade, foram superiores no cultivo 13. Outro padrão observado foi a baixa produtividade do cultivo orgânico (11ton/hect) em comparação a produção agroecológica (46,6ton/hect). No entanto, diferente de quando contrastado com um cultivo de matriz

convencional, a diferença dessa vez foi consideravelmente menor, tanto dos indicadores quanto da produtividade, com os resultados obtidos pelo Cultivo 28 estabelecendo-se acima da média para a região.

Gráfico 12 – Colônia de Pium: Agroecológico x Orgânico



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Os resultados evidenciam a magnitude e a rapidez do impacto positivo na sustentabilidade de agroecossistemas que estão em processo de transição para modelos de agricultura menos agressivos. Mesmo em um curto período de tempo, é possível afirmar que tanto a metodologia empregada quanto a percepção do próprio agricultor conseguiram identificar melhorias na sustentabilidade do empreendimento.

4.4.2.3 Zona Rural de Parnamirim: Convencional x Orgânico

Por ser muito diluída e geralmente ligada as margens de rodovias como a BR-304, optamos por categorizar esta localidade como zona rural de Parnamirim. Conforme relatos de agricultores e do Presidente do Sindicato dos Trabalhadores de Parnamirim, que também participou da pesquisa na qualidade de agricultor, a produção agrícola no município tem experimentado uma queda significativa nos últimos anos.

Ainda segundo relatos, isso se deve principalmente ao impacto do turismo, atividades industriais e à especulação imobiliária, que, juntamente com a expansão do perímetro urbano, exercem pressão sobre as áreas agrícolas remanescentes. Dentre outras razões ainda é possível citar o aumento da violência, a piora nas condições de trabalho do agricultor e as baixas margens

de lucro diante da alta dos insumos. Como comprovação, o presidente do sindicato relatou que em 1997 haviam mais de 200 propriedades produtivas cadastradas onde hoje existem somente 10.

Identificado como Cultivo 27, o agroecossistema utiliza matriz convencional, ocupa uma área de 2 hectares, e com o trabalho de 3 homens/dia, consegue produzir aproximadamente 5 toneladas por ano. Essa unidade agrícola faz parte de uma rede de supermercados e foi estabelecida como uma solução interna da empresa diante da falta de fornecedores estáveis, principalmente para hortaliças folhosas e outras espécies de verduras de ciclo curto com valor comercial, como pimentão, quiabo e jiló.

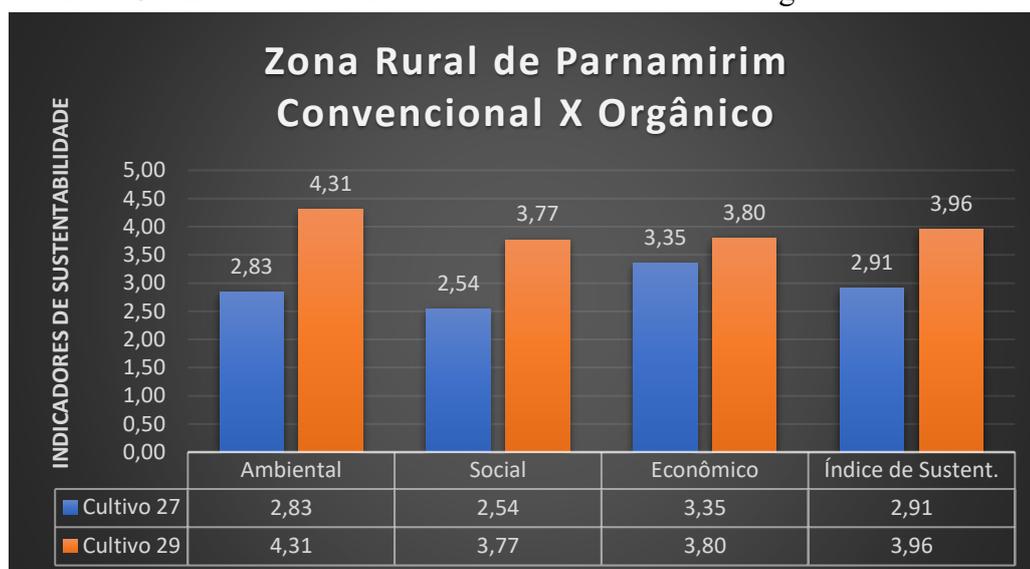
Ao longo dos últimos cinco anos, a propriedade manteve diversos canteiros organizados em ciclos de cultivo e produção constante. Embora não atenda completamente às necessidades dos supermercados, ajuda a evitar a falta desses produtos nas prateleiras. Além das hortaliças, a propriedade também mantém um pequeno aviário de galinhas poedeiras e um cercado de ovinos destinados ao consumo interno.

O Cultivo 29 é de propriedade de um empresário aposentado que decidiu investir na agricultura, mais especificamente na agricultura orgânica. O cultivo em questão é membro da APORN e possui uma certificação orgânica auditada. O agroecossistema abrange uma área de 2 hectares e é cultivado com o trabalho de 2 homens/dia, produzindo cerca de 8,4 toneladas por ano, com foco principalmente em frutas e verduras. O proprietário, um agricultor e empresário de 60 anos, tomou a decisão de ingressar na agricultura orgânica há quatro anos. Ele expressa orgulho em sua produção e vê essa atividade como uma forma sustentável de dar um novo propósito à terra da família, que está sob sua posse há décadas.

Dedicado e antenado com as principais tendências do mercado orgânico, o mesmo destaca as dificuldades e os custos envolvidos na obtenção de uma certificação orgânica, mencionando obstáculos que considera desconexos com o objetivo de promover práticas agrícolas mais sustentáveis. Entusiasta das técnicas agroflorestais, o mesmo ainda afirma ter desenhado seu cultivo pensando em torná-lo agroflorestal no futuro.

No Gráfico 13 é possível observar que todos os indicadores, incluindo o Índice de Sustentabilidade, foram superiores no Cultivo 29, de base orgânica. Além da maior produtividade no cultivo de base orgânica (4,2 ton/hec/ano), comparado ao convencional (2,5 ton/hec/ano), diferença que pode ser facilmente explicada pelas variações nas espécies cultivadas. É ainda mais notável a significativa discrepância nos índices de sustentabilidade obtidos pelo método entre dois cultivos tão próximos, estabelecidos praticamente ao mesmo tempo e com condições de financiamento semelhantes.

Gráfico 13 – Zona rural de Parnamirim: Convencional x Orgânico



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A partir desse cenário, é possível inferir que, na presença de recursos financeiros e, mesmo diante das dificuldades associadas à obtenção de certificações adequadas, a simples decisão de buscar informações e a vontade de adotar práticas agrícolas mais sustentáveis podem ter um impacto substancial na elevação da sustentabilidade de um agroecossistema. Isso destaca a importância de fatores não puramente financeiros na transição para sistemas de agricultura mais sustentáveis, enfatizando a influência da conscientização, da disposição para a mudança e da busca por conhecimento na promoção de práticas agrícolas que respeitem o meio ambiente e atendam às demandas da sociedade contemporânea por alimentos mais sustentáveis.

4.4.2.4 Vale do Lírio (São José do Mipibu): Convencional x Orgânico

A localidade de Vale do Lírio fica no município de São José do Mipibu e foi estabelecido pelo Inra na região como um assentamento da reforma agrária por volta de 2009, com parcelas distribuídas a dezenas de famílias. Pouco após estabelecidos, os assentados do Vale do Lírio formaram uma associação de produtores com objetivo de facilitar a comercialização, além de buscar programas e editais que estimulem a produção.

Logo na entrada, que serve como acesso ao conjunto de casas e lotes, destaca-se uma estrutura semelhante a uma barraca de feira, onde são exibidos frutas e legumes. A instalação foi construída e concebida pela associação de produtores da região. Segundo os agricultores entrevistados no assentamento, a maior conquista da associação foi a adequação da produção

ao Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) que envia os alimentos produzidos para escolas no município através do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE).

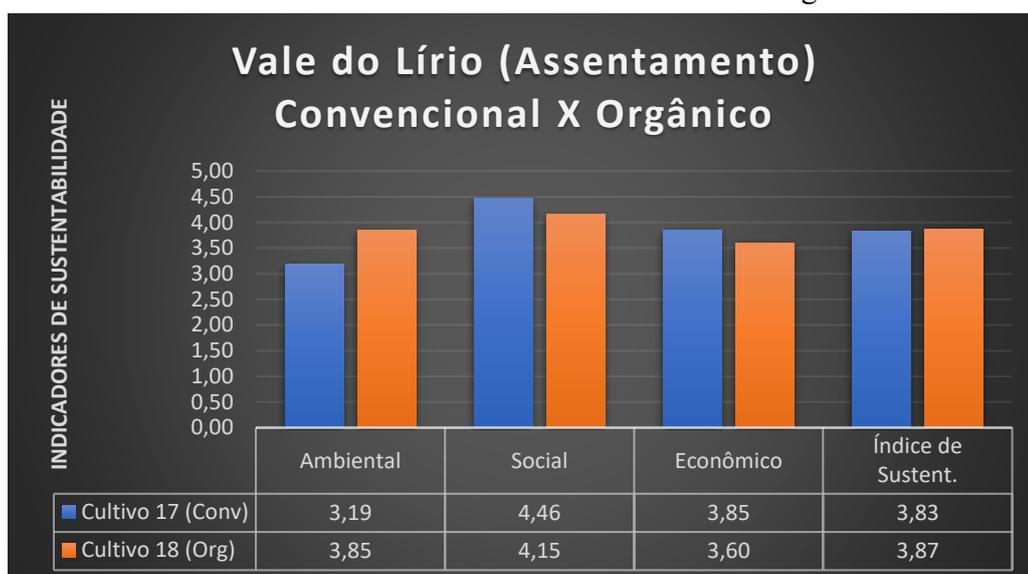
O PAA e o PNAE foram instituídos com o propósito de catalisar o desenvolvimento da agricultura familiar em nível local. Operando como parte das medidas estruturais delineadas pelo Programa Fome Zero, tais programas, além de viabilizarem a aquisição de alimentos a preços justos, conferem uma fonte de renda estável aos agricultores, consolidando, assim, um mecanismo que promove tanto a segurança alimentar quanto a melhoria das condições socioeconômicas no meio rural (SANTANA; LIMA, 2018). O acesso a políticas públicas para o meio agrícola foi um dos indicadores diretos de sustentabilidade social elencados pelo presente estudo e tiveram impacto positivo em todas os agroecossistemas avaliados na localidade em questão.

Na ausência de produções de base agroecológica na localidade foram comparados o Cultivo 17, de base convencional, e o Cultivo 18, de base orgânica, ambos pertencentes a agricultura familiar. O Cultivo 17, possuindo 4 hectares de área agricultada, com o trabalho de 4 homens/dia, produz cerca de 36 toneladas por ano. O referido cultivo é administrado por uma família composta por cinco pessoas, das quais quatro estão diretamente envolvidas nas atividades agrícolas.

Mesmo alcançando uma produtividade considerável e possuindo terras próprias, esta família, como muitas outras entrevistadas ao longo do estudo, expressou a necessidade de buscar renda adicional para cobrir as despesas domésticas. Uma das filhas do casal atua como professora, enquanto um dos filhos realiza trabalhos temporários em outras propriedades, muitas vezes dentro do assentamento. É comum que, durante os períodos de plantio e colheita, os agricultores contratem uns aos outros de maneira informal, relatando a dificuldade em viver apenas da própria terra.

Por sua vez, o Cultivo 18, também com 4 hectares de área agricultada, mas com o trabalho de 2 homens/dia, produz cerca de 16 toneladas por ano. Sob a administração de um casal de cerca de 63 anos, o cultivo de base orgânica se destaca dentro do assentamento, com cercas vivas e plantas ornamentais para comercialização. Embora não tenham obtido certificação orgânica por meio de auditoria, o casal assegura que não adquire nem utiliza qualquer tipo de insumo agroquímico. Eles adotam práticas de adubação orgânica, empregando esterco e adubo verde provenientes de podas e cultivos anteriores, bem como recorrem a defensivos alternativos, como a calda bordalesa, cal hidratada, sabão, entre outros.

Gráfico 14 – Assentamento Vale do Lírio: Convencional x Orgânico



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Observando o Gráfico 14, destacam-se os altos indicadores de sustentabilidade social alcançados por ambos os cultivos (>4), liderado pelo convencional, muito provavelmente ligado ao fato de participarem de um assentamento que possui associação de produtores, agindo como um coletivo. O desempenho econômico foi maior no cultivo convencional, o que pode facilmente explicado pela maior mão de obra e produtividade. O Cultivo 18 apresentou maiores indicadores apenas no desempenho em sustentabilidade ambiental, mas foi o suficiente para que seu índice de sustentabilidade fosse levemente superior ao do Cultivo 17.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para uns, o estágio atual da humanidade demonstra que evolução, progresso e desenvolvimento são várias definições do mesmo mito e apontam seus efeitos deletérios para as populações do “Terceiro Mundo”; para outros, trata-se de encontrar as determinações capazes de explicar como as sociedades se desenvolvem e, ao entendê-las, pensar os caminhos para que elas o façam de maneira a equacionar os elementos levantados pela crítica social (FAVARETTO, 2007)

Ao longo do desenvolvimento desta pesquisa, destacaram-se a engenhosidade aplicada, a dedicação ao cuidado do solo e a habilidade em enfrentar as adversidades por parte daqueles que estão imersos na prática da agroecologia. A análise minuciosa permitiu desvendar as complexidades e desafios inerentes a este campo, fornecendo uma visão mais aprofundada dos esforços dedicados à promoção da harmonia entre a agricultura e o meio ambiente.

O primeiro esforço da pesquisa foi de identificar os pontos críticos que afetavam a produção agrícola na região, que dariam base para a elaboração dos indicadores e avaliação dos agroecossistemas. Concluída a pesquisa, podemos destacar aqueles que mais tiveram influência no resultado final, dentre eles: a perda de fertilidade do solo, a redução do volume hídrico das lagoas, o uso indiscriminado de insumos químicos, a baixa escolaridade, a ausência de controles financeiros e as elevadas despesas com logística.

Após caracterizar, analisar e cruzar o desempenho dos diferentes agroecossistemas, foi possível visualizar o que alguns deles alcançaram como resposta para estes pontos e as lições que podem ser aprendidas pelos demais. Algumas destas respostas são: a utilização de técnicas ecológicas para recuperação da qualidade do solo e melhor aproveitamento dos recursos hídricos disponíveis, o alinhamento comunitário para promoção de informações ecológicas valiosas entre os agricultores, e o desenvolvimento de tecnologias sociais, como o CSA, que promovem sustentabilidade social e econômica.

Os resultados quantitativos obtidos por meio desta pesquisa revelaram uma diferença notável nos índices de sustentabilidade entre os diferentes sistemas de cultivo. A média dos cultivos de matriz convencional foi de 2,97, enquanto os cultivos orgânicos alcançaram uma média de 3,70, e os agroecológicos obtiveram a mais alta média, atingindo 4,04. Esses números evidenciam uma clara tendência em direção a índices mais elevados de sustentabilidade nos cultivos agroecológicos, seguidos pelos orgânicos e, por fim, pelos convencionais. Essa discrepância ressalta a importância do pequeno agricultor em adotar técnicas de cultivo mais sustentáveis, mesmo que cultivando de forma convencional.

Ao longo do estudo, foram identificadas diversas tendências e padrões que evidenciaram a importância da agroecologia na promoção de um desenvolvimento rural sustentável. As análises estatísticas permitiram uma avaliação mais precisa das relações entre os indicadores elencados, permitindo a validação das hipóteses propostas. Esse processo de investigação ofereceu uma visão aprofundada sobre a realidade dos pequenos agricultores e suas implicações na sustentabilidade dos agroecossistemas.

Os resultados das análises qualitativas dos indicadores, obtidos após a comparação entre diferentes modelos produtivos - como preconizado pelo método adotado - revelaram fatores críticos para alcançar índices mais elevados de sustentabilidade nas dimensões ambiental, social e econômica. Nos cultivos de matriz convencional, merecem destaque a prática de rotação de culturas, a continuidade da sucessão familiar e a eficácia no gerenciamento financeiro da produção. Já nos cultivos de matriz orgânica, observou-se um desempenho significativo no controle de pragas, na produtividade relativa e na capacitação agrícola.

No contexto dos cultivos de base agroecológica, destacaram-se positivamente a maioria dos indicadores ambientais, com ênfase na gestão da área de reserva legal, além de aspectos como o tratamento de efluentes, a segurança alimentar, a cooperação social, a adoção de práticas inovadoras e a diversificação na produção.

A produção convencional, embora ocupe uma extensão territorial consideravelmente maior, revela uma menor eficiência produtiva quando comparada as demais. Isso sugere a possibilidade de que os métodos convencionais, apesar de empregarem uma maior área de cultivo e possivelmente mais insumos, não estejam maximizando o potencial produtivo do solo e dos recursos utilizados. Vale ressaltar que houve também uma notável discrepância nos índices de sustentabilidade obtidos pelo método ao comparar cultivos próximos, estabelecidos praticamente ao mesmo tempo e sob condições de financiamento semelhantes.

O homem do campo reage com tristeza e até desespero ante a falta de respostas para a crise do desenvolvimento, buscando cada vez mais coalizões políticas que surgem das margens, buscando ressignificar a definição de necessidade através de noções mais comunitárias de consumo. Assim surgem em toda parte, comunidades de regeneração, novas comunidades criadas por homens comuns que representam o surgimento de uma era que evitará a todo custo o privilégio e o abuso onde, após a dissolução do desenvolvimento passa a existir margem para o restabelecimento do senso de realidade do natural que tanto falta ao pensamento humano (SACHS, 2000).

Em resumo, as análises destacam que a sustentabilidade não é ditada apenas pelo modo de produção escolhido, mas também engloba a mentalidade, os valores e a visão de futuro dos

agricultores. Enquanto as produções orgânicas e agroecológicas se mostram como alternativas mais eficazes em termos de produtividade e sustentabilidade, isso não se restringe somente ao manejo das culturas, mas também à maneira como a terra é compreendida e cuidada. Portanto, a simples busca por informações, seja para acessar políticas públicas, adotar novas técnicas agrícolas ou, simplesmente, o desejo de inovar, pode significativamente elevar a sustentabilidade de um agroecossistema.

No desenvolvimento deste trabalho, foi imprescindível o valor da revisão crítica da literatura, que proporcionou um embasamento teórico sólido para uma ampla compreensão dos resultados apurados. As teorias e abordagens apresentadas por diversos autores contribuíram para a sustentação das análises realizadas, conferindo-lhes rigor científico. O método avaliativo selecionado demonstrou-se eficaz na transcrição das diversas potencialidades e limitações inerentes à realidade dos cultivos analisados. Através dessa abordagem, pôde-se decifrar com precisão os fatores determinantes que moldam o panorama agroecológico em relação aos demais, permitindo uma análise abrangente e fundamentada das práticas agrícolas sustentáveis adotadas, que validam a opção ecológica pelo pequeno produtor

Assim como em qualquer pesquisa, este estudo apresentou algumas limitações. Entre elas, destaca-se a ausência de análises físico-químicas para avaliar a qualidade do solo e da água, devido a restrições orçamentárias. No entanto, é relevante observar que a pesquisa coletou uma ampla quantidade de dados como fonte primária, os quais possuem um alto valor e que, apesar de não terem sido completamente explorados, podem ser utilizados em futuras pesquisas para ampliar o conhecimento adquirido.

Os resultados também evidenciaram uma inclinação promissora no sentido de serem utilizados como guia orientador para os agricultores, oferecendo direcionamento valioso para a expansão da sustentabilidade nas atividades agroecológicas. Esses achados sugerem uma relação estreita entre a aplicação desses resultados e a tomada de decisões estratégicas que promovam a eficiência produtiva, ao passo que minimizam o impacto ambiental. Assim, pode-se considerar que o presente estudo se coloca como um importante degrau na compreensão do desenvolvimento rural sustentável e suas implicações mais amplas.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. **Desenvolvimento sustentável: qual a estratégia para o Brasil?** Novos estudos CEBRAP, n. 87, p. 97-113, 2010.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 5. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Disponível em: https://arca.furg.br/images/stories/producao/agroecologia_short_port.pdf. Acesso em: 01 abr. 2023.

BAHIA, SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE-SEMA. **Como cultivar alimentos plantando florestas: histórias de pessoas, florestas e roças**. Secretária do Meio Ambiente. Salvador, BA: SEMA, 2017. 23 p. Disponível em: <http://www.meioambiente.ba.gov.br/arquivos/File/ZComoCultivarAlimentos.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2023.

BARBIERI, J. C. **Desenvolvimento e meio ambiente: as estratégias de mudanças da Agenda 21**. 4. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997.

BARROS, I. F. **O agronegócio e a atuação da burguesia agrária: considerações da luta de classes no campo**. Serviço Social & Sociedade, n. 131, jan/abr. São Paulo: 2018. 175-195 p. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ssoc/a/Tw3vz4S59FgfcX6TPtHPyVv/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 06 ago. 2021.

BEZERRA, B. B. A. **Os efeitos da instalação de prisões em nível local: um estudo da presença do Complexo Penal de Alcaçuz na vida comunitária da Comunidade de Hortigranjeira**. Dissertação (mestrado) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Programa de Pós-graduação em Estudos Urbanos e Regionais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/31398>. Acesso em: 10 jul. 2023.

BRASIL. **Instrução Normativa no 4, de 8 de setembro de 2009**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 09 set. 2009.

BRUNO, R. Desigualdade, agronegócio, agricultura familiar no Brasil. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v. 24, n. 1, p. 142-160, 2016. Disponível em: <https://revistaesa.com/ojs/index.php/esa/article/view/712>. Acesso em: 10 ago. 2021.

CÂNDIDO, G. A. *et al.* Avaliação da Sustentabilidade de Unidades de Produção Agroecológicas: Um Estudo Comparativo dos Métodos IDEA e MESMIS. **Ambiente & Sociedade**. v. 18, n. 3, set. São Paulo: 2015. 99-120 p. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/PcdvRbCRYvr7RBL9SWg7KPr/?lang=pt>. Acesso em: 31 out. 2020.

CÂNDIDO, G. A; SILVA, V. P. **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas: aplicações em diversos tipos de cultivo e práticas agrícolas do Rio Grande do Norte**. Natal: Editora IFRN, 2015. 258 p. ISBN 978-85-8161-070-2

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Análise Multidimensional da Sustentabilidade Uma proposta metodológica a partir da Agroecologia. *In*: CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia: enfoque científico e estratégico para apoiar o desenvolvimento rural sustentável**. Agroecol. e Desenv. Rur. Sustent., Porto Alegre, v.3, n.3, 2002.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Segurança alimentar e agricultura sustentável: uma perspectiva agroecológica. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, RS: v.1, n.27, p. 153-165, 2003.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia: alguns conceitos e princípios**. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, p. 24, 2004.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia e Extensão Rural: Contribuições para a promoção do Desenvolvimento Rural Sustentável**. Brasília: MDA/SAF/DATER - IICA, p. 166, 2004.

CARNEIRO, F. F. (Org.) **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde / Organização de Fernando Ferreira Carneiro, Lia Giraldo da Silva Augusto, Raquel Maria Rigotto, Karen Friedrich e André Campos Búrigo**. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015. Disponível em: <https://abrasco.org.br/download/dossie-abrasco-um-alerta-sobre-os-impactos-dos-agrotoxicos-na-saude/#> Acesso em: 15 nov. 2022

CASTRO, R. A.; CASTRO, E. M. R. **As Monoculturas e a Sustentabilidade: Análises de Três Regiões do Brasil**. Sustentabilidade em Debate, Brasília, v. 6, n. 2, p. 228-248, mai/ago 2015. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/sust/article/view/15743/14055>. Acesso em: 20 maio. 2021.

COSTA, A. M.; FERREIRA, J. M. L.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, A. R. de. **Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA)**. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 34., 2013. Florianópolis. Anais. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Diagnóstico do município de Nísia Floresta - RN**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005a. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/17031/1/rel_nisia_floresta.pdf. Acesso em: 21 out. 2022.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Diagnóstico do município de Parnamirim - RN**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005b. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/17039/rel_parnamirim.pdf?sequence=1. Acesso em: 21 out. 2022.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Diagnóstico do município de São José do Mipibu - RN**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005c. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/17258/1/rel_sao_jose_mipibu.pdf. Acesso em: 21 out. 2022.

DELGADO, G. C. "Questão Agrária no Brasil, 1950-2003". *In*: RAMOS FILHO, L. O.; ALY JUNIOR, O. (Org.). **Questão Agrária no Brasil: Perspectiva Histórica e Configuração Atual**. 1. Ed. v. 01. São Paulo, SP: INCRA - SP, 21-81 p. 2005.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Área de Reserva Legal (ARL)**. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/area-de-reserva-legal-arl>. Acesso em: 03 abr. 2023.

EMBRAPA. Ageitec: AGÊNCIA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA DA EMBRAPA. **Rotação de culturas**. Brasília, DF. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/rotacao-de-culturas#>. Acesso em: 03 abr. 2023.

ESTEVA, G.; *In*: SACHS, W. (Ed.) **Dicionário do Desenvolvimento**: guia para o conhecimento do poder. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000. ISBN: 85.326.2171-6

EULER, M. Agronegócio espera crescimento de 2,5% do PIB do setor em 2023. **Agência Brasil**, 2022. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/economia/audio/2022-12/agronegocio-espera-crescimento-de-25-do-pib-do-setor-em-2023>. Acesso em: 08 mar. 2023.

FAVARETO, A. **Paradigmas do desenvolvimento rural em questão**. São Paulo: Ed. Iglu/Fapesp. P. 37-56, 2007.

FEIDEN, Alberto. Agroecologia: introdução e conceitos. *In*: **Agroecologia**: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 49–69, 2005.

FERREIRA, J. M. L. *et al.* **Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.33, n.271, 12-25 p. nov./dez. 2012.

FREIRE, L. C. Alcaçuz – O éden existe. **Nísia floresta por Luís Carlos Freire**, Natal, 18 nov. 2016. Disponível em: <https://nisiastoretaporluiscarlosfreire.blogspot.com/2016/11/alcaucz-o-eden-existe.html>. Acesso em: 16 nov. 2021

FREITAG, C. **Avaliação da sustentabilidade em agroecossistemas de produção familiar com aplicação do método Mesmis**. Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 2020.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOTSCH, E. **O renascer da agricultura**. 2. ed. Rio de Janeiro: AS-PTA. 24 p. 1996.

GRAZIANO, F. N. **Questão agrária e ecologia: crítica da moderna agricultura**. 3. ed. São Paulo: Brasiliense, 1982.

GRISA, C.; SCHNEIDER, S. **Três gerações de políticas públicas para a agricultura familiar e formas de interação entre sociedade e estado no Brasil**. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 52, p. 125–146, 2014.

GUERRA, L. D.; RAMALHO, D. de S.; SILVA, J. B.; VASCONCELOS, C. R. P. Ecologia política da construção da crise ambiental global e do modelo do desenvolvimento sustentável.

INTERAÇÕES: **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**. V. 8, N. 1, 09-25 p. Mar. 2007.

HIRAKURI, M. H.; DEBIASI, H.; PROCOPIO, S.O.; FRANCHINI, J.C.; CASTRO, C.; **Sistemas de Produção**: conceitos e definições no contexto agrícola. Embrapa Soja Londrina, PR, p.13. Set 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama das Cidades**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15 nov. 2022.

KAGEYAMA, A. **Desenvolvimento rural**: conceitos e aplicação ao caso brasileiro. 1. ed. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2008.

KAY, C. *In* Edelmira Pérez C. **La Enseñanza del Desarrollo Rural**: Enfoques y Perspectivas, Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2007. 49-111 pp. ISBN: 978-958-716-007-9.

KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu, SP: Agroecológica, 2001.

MARQUES, L. **Capitalismo e colapso ambiental**. 3ª edição revista. Campinas: Editora da Unicamp, 2018. ISBN: 978-85-268-1468-4

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. **Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales**: el marco de evaluación MESMIS. Cuauhtémoc - México: Mundi Prensa, 2000.

MATTEI, L. O papel e a importância da agricultura familiar no desenvolvimento rural brasileiro contemporâneo. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 45, n. 2, p. 83-91, 2014

MINAYO, M. C. de S. (org.). **Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade**. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

MORAES, D. S. de L.; JORDÃO, B. Q. **Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana**. Rev. de Saúde Pública. 2002.

MUELLER, C. C. O debate dos economistas sobre a sustentabilidade – uma avaliação sob a ótica da análise do processo produtivo de Georgescu-Roegen. **Revista Estudos Econômicos**, São Paulo, vol.35, no.4, out/dez, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ee/a/Q9sqCGjL85yNDx6PJzPJdtg/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 12 mar. 2023

NETO, F. G. **Questão agrária e ecologia**: crítica da moderna agricultura. 1ª ed. São Paulo, SP: Brasiliense, 1982.

PASINI, F. dos S. A. **Agricultura Sintrópica de Ernst Götsch**: história, fundamentos e seu nicho no universo da Agricultura Sustentável. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Conservação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

PICOLOTTO, E. L. Os atores da construção da categoria agricultura familiar no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural** (Impresso), v. 52, p. 63-84, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032014000600004&lng=pt&tlng=pt Acesso em: 15 out. 2021

PRIETO, G. F. T. A aliança entre terra e capital na ditadura brasileira. **MERCATOR (Fortaleza)**, v. 16, p. 1-14, 2017.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. 9. ed. São Paulo: Nobel, 1990.

QGIS. **QGIS Development Team**. Version 3.22.12 Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. 2022. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>. Acesso em: 27 out. 2022.

RAYNAUT, C. **Atrás Das Noções De Meio Ambiente E De Desenvolvimento Sustentável: Questionando Algumas Representações Sociais**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2008.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2000.

SANTANA, L. S. L.; LIMA, F. A. X. Os programas PAA e PNAE e seus efeitos sobre um grupo de mulheres do Assentamento Lagoa do Serrote II. **Revista de extensão e Estudos Rurais**. V. 7, N.1 Jan/Jun, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/35373/1/2018_art_lslsantana.pdf. Acesso em: 06 ago. 2023.

SANTOS, A. R. R. **Indicadores socioambientais do alto sertão sergipano: relações de poder e convivência com a seca**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal do Sergipe, São Cristóvão, SE. 2019.

SCHNEIDER, S. Teoria social, agricultura familiar e pluriatividade. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 18, n. 51, 2003.

SCHNEIDER, S. Publicado em GRAMMONT, H. C.; MARTINEZ VALLE, L. (Comp.). (Org.). **La pluriactividad en el campo latinoamericano**. Quito, Equador: Ed. Flacso - Serie FORO, 1ª ed. v. 1. P. 132-161, 2009.

SEABRA, G. (org.). **Terra - Políticas Públicas e Cidadania**. 1. ed. Ituiutaba: Barlavento, p. 168-181, 2019.

SILVA, H. L. da. CAMELO, G. L. P. **Medição e monitoramento de indicadores em agroecossistemas familiares de cultivo de manga irrigada e sequeiro sob a ótica do MESMIS**, Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN: 2019.

SILVA, M. S. L.; FERREIRA, G. B.; RIBEIRO, F. N. **O uso da metodologia MESMIS na avaliação de agroecossistemas com barragem subterrânea**. In: I Congresso Internacional Interdisciplinar em Extensão Rural e Desenvolvimento - I CIIERD, 2017, Juazeiro, BA. Anais

do I Congresso Internacional Interdisciplinar em Extensão Rural e Desenvolvimento - I CIIERD. Petrolina, PE: UNIVASF, 2017.

VEIGA, J. E. Da; ZATZ, L. **Desenvolvimento Sustentável, que bicho é esse?** Campinas: Autores Associados, 2008.

WANDERLEY, M. N. B. **Raízes históricas do campesinato brasileiro.** XX Encontro Anual da ANPOCS. Caxambu, 1996.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE PONTOS CRÍTICOS

Este questionário possui como objetivo levantar, junto a profissionais, prestadores de serviços, e entidades representativas de classe do setor agrícola, os pontos críticos (positivos e negativos) que estes relatam em suas relações com agricultores e seus familiares, bem como nos agroecossistemas em que exercem influência.

O conceito de sustentabilidade que dá início a execução do método MESMIS e o estabelecimento de critérios para os indicadores pode ser definido a partir de cinco atributos comuns a serem avaliados, são eles:

- a) Produtividade
- b) Estabilidade, confiabilidade e resiliência.
- c) Adaptabilidade
- d) Equidade
- e) Autogestão.

INFORMAÇÕES GERAIS

Nome do Entrevistado:

Telefone:

Empresa/Entidade/Localidade:

DIMENSÃO AMBIENTAL

Relacione quais os principais pontos positivos e negativos elencados rotineiramente pelos produtores rurais, considerando: Conservação de Solo, Disponibilidade e Qualidade da Água, Uso de Agrotóxicos, Formas de Produção e Conservação de Recursos Naturais na região.

- Positivos:

- Negativos:

DIMENSÃO SOCIAL

Relacione quais os principais pontos positivos e negativos elencados rotineiramente pelos produtores rurais, considerando: Saúde e Assistência Social, Condições Sanitárias, Educação, Habitação, Vida no Campo, Capacitação, Infraestrutura, Assistência Técnica, Sucessão, etc.

- Positivos:

- Negativos:

DIMENSÃO ECONÔMICA

Relacione quais os principais pontos positivos e negativos elencados rotineiramente pelos produtores rurais, considerando: Crédito, Produtividade, Rentabilidade, Controles Financeiros, Adaptação a Mudanças Tecnológicas, etc.

- Positivos:

- Negativos:

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE INFORMAÇÕES GERAIS

Nome do Participante:

Telefone:

Endereço de residência:

Endereço do local de cultivo:

Distância da cidade:

Coordenadas UTM:

Composição Familiar:

Nome	Idade	Escolaridade	Tempo de atividade na terra

Caracterização da Posse da Propriedade:

Ocupante

Parceiro

Arrendatário

Assentado

Proprietário

Possui escritura própria? Sim Não

Quantos membros da família trabalham nas atividades rurais? _____

Quantos membros da família obtém renda de fora da atividade agrícola? _____

Qual a contribuição dessa renda no orçamento familiar? _____ %

Quantos membros da família possuem plano de saúde? _____

Mão de Obra Contratada

Permanente:

Temporária:

Possui empréstimos em seu nome ou no nome da propriedade? _____

Qual tipo (Pessoal, rural, investimento) ?

DADOS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Área total do terreno/propriedade/assentamento: _____

Área dedicada a ocupação humana (estruturas e espaços de lazer) (m²): _____

Área dedicada a atividade agrícola: _____

Área dedicada a criação de animais: _____

Área dedicada a Reserva Legal: _____

Área de APP (corpos hídricos, etc): _____

Atividade Rural	Área	Percentual de Faturamento	Produção anual (Apróx)	Comercialização (Local, feira, atravessador)

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

DIMENSÃO AMBIENTAL

- 1 - Forma de produção do agroecossistema
 - a) Convencional
 - b) Transição entre convencional e orgânica
 - c) Orgânica
 - d) Transição entre orgânica e agroecológica
 - e) Agroecológica

- 2 - Técnica de plantio utilizada no agroecossistema
 - a) Plantio em monocultura
 - b) Plantio em consórcio
 - c) Plantio de base ecológica
 - d) Policultivo
 - e) Policultivo adensado agroecológico

- 3 - Variedade de cultivo (em culturas diferentes)
 - a) 1 a 3 culturas
 - b) 4 a 6 culturas
 - c) 8 a 10 culturas
 - d) 10 a 20 culturas
 - e) 20+ culturas

- 4 - Rotação de culturas
 - a) Não faz rotação
 - b) Faz rotações ocasionais
 - c) Faz rotações planejadas
 - d) Faz rotações planejadas e diversificadas
 - e) Faz rotações planejadas e com adubação verde

- 5 - Controle de pragas e doenças na plantação
 - a) Defensivo químico intenso e sem receituário
 - b) Defensivo químico intenso, segundo receituário
 - c) Uso orientado de defensivos químicos e ecológicos
 - d) Apenas defensivos ecológicos
 - e) Controle ecossistêmico, biológico

- 6 - Forma de adubação utilizada na produção
 - a) Adubação química
 - b) Não usa adubação
 - c) Adubação química, mas também orgânica e verde
 - d) Adubação orgânica ou verde
 - e) Adubação orgânica e verde

- 7 - Origem da adubação utilizada na produção

- a) Compra todo o insumo
- b) Compra todo o insumo químico e orgânico
- c) Compra todo o insumo químico e produz o orgânico
- d) Compra parte do insumo orgânico e verde
- e) Produz todo o insumo orgânico e verde necessário

8 - Percepção da qualidade do solo (para cultivos em sequeiro, sem adubação)

- a) Crítico (Compactado, infértil ou erodido)
- b) Ruim (Semi compactado, pouco fértil, com evidências de erosão)
- c) Moderado (Solo formado, mas visivelmente pobre em MO e nutrientes)
- d) Bom (Solo fértil, com presença de raízes e Horizonte O)
- e) Ótimo (Solo muito fértil, com visível atividade de animais)

9 - Disponibilidade de água no local de cultivo

- a) Pouca e incerta
- b) Pouca e com falta em períodos de seca
- c) Pouca, mas nunca falta
- d) Suficiente e raramente falta
- e) Abundante e nunca falta

10 - Forma de acesso a água no local de cultivo

- a) Sem acesso
- b) Poço raso
- c) Poço Artesiano ou Rede de distribuição
- d) Corpo hídrico (Lagoa ou Rio)
- e) Corpo hídrico + Cisterna de captação

11 - Percepção da qualidade da água utilizada no cultivo com relação às fontes de acesso, sistema de tratamento, localização e proteção de fontes e nascentes

- a) Muito ruim
- b) Ruim
- c) Média
- d) Boa
- e) Excelente

12 - Tamanho efetivo da área de preservação permanente

- a) O mínimo exigido pelo CAR
- b) Mais que o exigido pelo CAR
- c) Reserva Externa Planejada
- d) Reserva Ext. Plan. e/ou Reserva Interna
- e) Manutenção de nativas + Agrofloresta

13 - Uso efetivo da área de preservação permanente (área verde, nativa)

- a) Extrativista
- b) Não faz uso
- c) Manejo ocasional
- d) Manejo obtendo alimento
- e) Manejo com estímulo ecológico

DIMENSÃO SOCIAL

1 - Acesso aos serviços de saúde e assistência Social

- a) Péssimo, sem acesso
- b) Ruim, acesso distante e pouca atenção
- c) Médio, acesso próximo, mas pouca atenção
- d) Bom, acesso próximo e atencioso
- e) Excelente, acesso próximo e com saúde preventiva

2 - Segurança alimentar

- a) Compra todos os alimentos e não consome nada do que cultiva
- b) Compra a maior parte dos alimentos e consome uma pequena parte do que cultiva
- c) Compra boa parte dos alimentos e consome boa parte do que cultiva
- d) Compra uma parte dos alimentos e sempre se dedica a produzir os alimentos que consome
- e) Compra pouco ou nada do que consome em alimentos, com a maior parte sendo produzida no terreno ou na comunidade

3 - Formação educacional do grupo familiar que trabalha nas atividades agrícolas

- a) Muito baixa, analfabetos
- b) Baixa, alfabetizados
- c) Média, ensino fundamental
- d) Boa, ensino médio
- e) Excelente, ensino profissionalizante

4 - Percepção das condições de moradia

- a) Totalmente inadequadas
- b) Inadequadas, necessitando de ampliação e reformas
- c) Adequadas, mas necessitando de reformas
- d) Adequadas, mas necessitando de ampliação
- e) Totalmente adequadas

5 - Destinação e tratamento do esgoto doméstico utilizado no terreno

- a) Lança a céu aberto
- b) Destino sem tratamento para fossa negra
- c) Destino sem tratamento para fossa séptica
- d) Utiliza sistemas de tratamento parciais e destino adequado
- e) Utiliza sistema completo e integrado de tratamento

6 - Condições de serviços de infraestrutura (Energia/Estradas/Telefonia)

- a) Péssimo
- b) Ruim
- c) Médio
- d) Bom
- e) Excelente

7 - Nível de satisfação com a vida no campo?

- a) Insatisfeito (1 a 2)
- b) Parcialmente insatisfeito (3 a 4)
- c) Nem insatisfeito e nem satisfeito (5 a 6)
- d) Satisfeito (7 a 8)
- e) Muito Satisfeito (9 a 10)

8 - Participação em organizações como sindicatos, cooperativas, associações, colônias, etc.

- a) Não participa
- b) Participa esporadicamente
- c) Participa assiduamente

9 - Participação em treinamentos e cursos de capacitação agrícola (EMATER/SENAR/SINDICATO)

- a) Não participa
- b) Pouca participação
- c) Média participação
- d) Boa participação
- e) Sempre participa

10 - Acesso a políticas públicas voltadas para o meio agrícola

- a) Não conhece e não possui acesso
- b) Conhece pouco mas não precisa e portanto não acessa
- c) Conhece mas não precisa, portanto não acessa
- d) Conhece e se acessa ocasionalmente
- e) Conhece, acessa e participa de processos decisórios

11 - Situação da terra em relação à sucessão familiar

- a) Não possui filhos ou sucessores
- b) Possui filhos que não moram na propriedade e não tem interesse em continuar com a atividade
- c) Possui filhos que moram na propriedade mas não tem interesse em permanecer na atividade
- d) Possui filhos ou sucessores que moram na propriedade e querem permanecer na atividade
- e) Já tem sucessor definido

12 - Percepção do futuro de sua atividade agrícola

- a) Muito Incerto, planeja abandonar a atividade agrícola
- b) Difícil, cogitando abandonar a atividade agrícola
- c) Normal, pretende continuar do mesmo jeito as atividades agrícolas
- d) Esperançoso, pretende um dia melhorar o desempenho de sua atividade agrícola
- e) Promissor, planeja melhorias constantes das atividades agrícolas

13 - Percepção da segurança e integridade física do grupo familiar

- a) – Péssima, já sofreram algum tipo de violência
- b) – Ruim, ameaças constantes
- c) – Regular, relatos negativos na região
- d) – Boa, apenas ocorrências menores na região
- e) – Ótima, com amparo comunitário e policial

DIMENSÃO ECONÔMICA

1 - Condição de acesso ao crédito

- a) Tem dificuldades ou não tem acesso
- b) Acessa, mas não consegue pagar
- c) Acessa, mas tem dificuldades para pagar
- d) Acessa, e paga em dia
- e) Tem acesso, mas não utiliza

2 - Custo total do acesso da água

- a) Alto custo inicial e de manutenção (Poço profundo + bomba)
- b) Alto custo inicial e médio custo de manutenção
- c) Médio custo inicial e de manutenção (Poço médio + bomba)
- d) Baixo custo inicial e médio custo de manutenção (Abastecimento público)
- e) Baixo custo inicial e de manutenção (Água superficial + bomba)

3 - Custo total do acesso da energia

- a) Alto custo inicial e altas taxas de energia (Regiões remotas)
- b) Alto custo inicial e médias taxas de energia
- c) Médio custo inicial e de taxas de energia (Instalações comuns)
- d) Alto custo inicial e baixas taxas de energia (Painéis solares)
- e) Médio custo inicial e baixas taxas de energia (Programas sociais)

4 - Conhecimento e uso de inovações tecnológicas em sua atividade

- a) Não conhece nem utiliza
- b) Conhece muito pouco e não utiliza
- c) Conhece um pouco e procura utilizar
- d) Acompanha inovações e as utiliza
- e) Busca e desenvolve novas tecnologias para utilizar

5 - Diversificação ou beneficiamento das atividades agropecuárias

- a) Não possui
- b) Possui, mas não integradas
- c) Possui atividades integradas com a produção

6 - Percepção da produtividade relativa das atividades que explora

- a) Bem abaixo da média regional
- b) Abaixo da média regional
- c) Igual à média regional
- d) Acima da média regional
- e) Bem acima da média regional

7 - Controles e registros financeiros das atividades

- a) Não utiliza controles financeiros
- b) Utiliza anotações simples em caderneta
- c) Faz anotações dos fluxos de entradas e saídas
- d) Anota entradas e saídas e calcula custos de produção
- e) Anota entradas e saídas, calcula custos de produção e faz apuração de lucros

8 - Percepção da rentabilidade da produção

- a) Piorou consideravelmente
- b) Piorou um pouco
- c) Continua do mesmo jeito
- d) Melhorou um pouco
- e) Melhorou consideravelmente

9 - Destinação das sobras financeiras da produção (Grau de Investimento)

- a) Faltam recursos
- b) Não sobram recursos
- c) Investe em insumos da próxima safra
- d) Investe em insumos e manutenção de máquinas e equipamentos
- e) Investe em insumos, manutenção de máquinas e equipamentos e formação contínua do grupo familiar

10 - Nível de satisfação em relação a própria situação econômico-financeira

- a) Insatisfeito
- b) Parcialmente insatisfeito
- c) Nem insatisfeito e nem satisfeito
- d) Satisfeito
- e) Muito Satisfeito