

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA**  
**ORGÂNICA**

**DISSERTAÇÃO**

**Avaliação Participativa do Manejo do Solo e Sanidade dos  
Cultivos na Rede de Agroecologia Povos da Mata/BA**

**Lucas Dantas Denny**

**2023**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

**AVALIAÇÃO PARTICIPATIVA DO MANEJO DO SOLO E SANIDADE DOS  
CULTIVOS NA REDE DE AGROECOLOGIA POVOS DA MATA/BA**

**LUCAS DANTAS DENNY**

*Sob a Orientação do(a) Professor(a)*  
**José Antonio Azevedo Espindola**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agricultura Orgânica**, no Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica.

Seropédica, RJ  
**Maio/2023**

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

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Biblioteca Central /  
Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

D412a Denny, Lucas Dantas, 1993-  
Avaliação Participativa do Manejo do Solo e  
Sanidade dos Cultivos na Rede de Agroecologia Povos  
da Mata/BA / Lucas Dantas Denny. - Salvador, 2023.  
64 f.: il.

Orientador: José Antonio Azevedo Espindola.  
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal Rural do  
Rio de Janeiro, Programa de pós-graduação em agricultura  
orgânica, 2023.

1. Manejo ecológico do solo,. 2. Metodologias  
participativas. 3. Redes sociotécnicas. I. Espindola, José  
Antonio Azevedo, 1968-, orient. II Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro. Programa de pós graduação em  
agricultura orgânica III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

**LUCAS DANTAS DENNY**

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre**, no Programa de Pós Graduação em Agricultura Orgânica, área de concentração em Agricultura Orgânica.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 30/06/2023

---

José Antonio Azevedo Espindola  
Dr., EMBRAPA Agrobiologia  
(Orientador Presidente)

---

Anelise Dias  
Dra., UFRRJ  
(Membro Titular)

---

Cynthia Torres de Toledo Mchado  
Dra., Embrapa Cerrados  
(Membro Titular)



**DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS Nº 2602/2024 - PPGA0 (12.28.01.00.00.00.36)**

**(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)**

**(Assinado digitalmente em 16/02/2024 08:33 )**

**ANELISE DIAS**  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
PPGA0 (12.28.01.00.00.00.36)  
Matrícula: ###455#5

**(Assinado digitalmente em 17/02/2024 09:22 )**

**JOSÉ ANTONIO AZEVEDO ESPINDOLA**  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: ###.###.757-##

**(Assinado digitalmente em 16/02/2024 13:13 )**

**CYNTHIA TORRES DE TOLEDO MACHADO**  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: ###.###.046-##

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrrj.br/documentos/> informando seu número: **2602**, ano: **2024**, tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS**, data de emissão: **16/02/2024** e o código de verificação: **e10520b2d7**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico essa dissertação a todos os agricultores, principalmente os agroecológicos, que lutam diariamente para alimentar o planeta de forma sustentável, sempre em busca de um mundo melhor e com mais diversidade.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer inicialmente aos meus ancestrais, pois sem eles eu não me faria presente nesse plano.

Ao meus pais, por sempre me apoiarem e acreditarem em meu potencial

Ao meu filho Tito, que durante o processo de formação do mestrado surgiu em minha vida, me dando forças e inspiração para seguir em frente, com foco em construir um mundo melhor para os que irão ocupar os espaços depois de mim

A minha companheira Lua, por sempre me incentivar a ser melhor e por todos os ensinamentos sobre agricultura e agrofloresta.

Aos meus amigos da Rede de Agroecologia Povos da Mata, por tanto me ensinarem no caminhar dos processos

Ao meu Mestre Cobra Mansa e o kilombo tenondè pelo acolhimento e por todos os ensinamentos e confiança.

Aos meus amigos das turmas 10, 11 e 12 do PPGAO, no qual eu tive o prazer de conhecer e desfrutar de momentos de aprendizado, alegria e conexão com pessoas que acreditam no mesmo propósito.

## RESUMO

DENNY, Lucas Dantas. **Avaliação participativa do manejo do solo e sanidade dos cultivos na Rede de Agroecologia Povos da Mata/BA**. 2023. 52 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2023.

O Organismo Participativo de Avaliação da Conformidade (OPAC) Rede de Agroecologia Povos da Mata desempenha um papel fundamental na vida de 850 famílias no Estado da Bahia. Através da ferramenta visita de pares, têm garantido trocas de experiências, realizando a manutenção e troca de saberes de técnicas agrícolas de base agroecológica. Na região, ainda é pequeno o número de experiências empregando metodologias participativas para realizar avaliações sobre a qualidade do solo e sanidade dos cultivos. O objetivo desse trabalho foi avaliar o manejo do solo e a sanidade dos cultivos em determinados agroecossistemas das Unidades de Produção (UP) de produtores orgânicos certificados, participantes da OPAC-Rede de Agroecologia Povos da Mata e discutir a importância de diferentes técnicas para a promoção de um solo saudável. Nesse estudo, foi utilizado o sistema de avaliação rápida da qualidade do solo e sanidade dos cultivos em 5 UP, situadas no estado da Bahia, municípios de Aratuípe, Mata de São João, Santo Antônio de Jesus, Valença e Vera Cruz. Obteve-se um panorama das UP analisadas e houve discussão sobre as possíveis intervenções a serem feitas em cada caso. Os participantes avaliaram a ferramenta como viável para utilização em diferentes contextos, necessitando apenas de algumas adaptações. A utilização do sistema de avaliação rápida da qualidade do solo e sanidade dos cultivos nas UP presentes nesse estudo contribuíram para ampliar a visão dos agricultores sobre seus agroecossistemas.

**Palavras-chave:** Manejo ecológico do solo, metodologias participativas, redes sociotécnicas.



## ABSTRACT

DENNY, Lucas Dantas. **Participatory evaluation of soil management and crop health in the Povos da Mata Agroecology Network/BA.** 2023. 52 p. Dissertation (Master's in Organic Agriculture Degree). Institute of Agronomy, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2023.

The Participatory Conformity Assessment Body (OPAC) Povos da Mata Agroecology Network plays a fundamental role in the lives of 850 families in the State of Bahia. Through the peer visit tool, they have guaranteed exchanges of experiences, maintaining and exchanging knowledge on agroecological-based agricultural techniques. In the region, the number of experiences using participatory methodologies to carry out assessments on soil quality and crop health is still small. The objective of this work was to evaluate soil management and crop health in certain agroecosystems of the Production Units (PU) of certified organic producers, participants in the OPAC-Rede de Agroecologia Povos da Mata, and discuss the importance of different techniques for promoting of healthy soil. In this study, the rapid assessment system for soil quality and crop health was used in 5 UPs, located in the state of Bahia, municipalities of Aratuípe, Mata de São João, Santo Antônio de Jesus, Valença and Vera Cruz. An overview of the PU analyzed was obtained and there was a discussion about the possible interventions to be made in each case. Participants assessed the tool as viable for use in different contexts, requiring only some adaptations. The use of the rapid assessment system for soil quality and crop health in the PU present in this study contributed to expanding farmers' vision of their agroecosystems.

**Keywords:** Ecological soil management, participatory methodologies, sociotechnical networks.

## LISTA DE ABREVIACOES E SÍMBOLOS

ATER	Assistência Técnica e Extensão Rural
CNPOrg	Comissão Nacional de Produo Orgânica
CPOrg	Comissão Estadual de Produo Orgânica
MAPA	Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
OAC	Organismo de Avaliao da Conformidade
OCS	Organismo de Controle Social
OPAC	Organismo Participativo de Avaliao da Conformidade
RAPM	Rede de Agroecologia Povos da Mata
SAF	Sistemas Agroflorestais Sucessionais
SPG	Sistema Participativo de Garantia
UP	Unidade Produtiva

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classes atribuídas aos Indicadores da qualidade de solo na unidade produtiva, sendo de 0-3 para indesejado (vermelho), 4-7 regular (amarelo) e de 8-10 para ótimo (verde).....	30
Tabela 2. Classes atribuídas aos indicadores de sanidade de solo por unidade produtiva, sendo de 0-3 para indesejado (vermelho), 4-7 regular (amarelo) e de 8-10 para ótimo (verde).....	38
Tabela 3: Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas – <i>qualidade do solo</i> - com seus valores e características correspondentes. Valores entre 1 e 10 podem ser assumidos .....	49
Tabela 4: Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas – <i>sanidade dos cultivos</i> - com seus valores e características correspondentes. Valores entre 1 e 10 podem ser assumidos .....	51

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa do estado da Bahia com ênfase nos municípios participantes da pesquisa. Fonte: Figura do autor. ....	14
Figura 2. Visita a UP 4, no momento do preenchimento do gráfico radar, em Vera Cruz, BA. Foto de Eva Peixoto, 2023 .....	18
Figura 3. Exemplo de gráfico radar preenchido após a avaliação de campo na UP 2.....	19
Figura 4. Gráfico radar comparativo da qualidade de solo nos 6 agroecossistemas (UP 1)....	20
Figura 5. Gráfico radar comparativo da qualidade de solo nos 6 agroecossistemas (UP 1)....	21
Figura 6. Gráfico radar comparativo da sanidade dos cultivos nos agroecossistemas SAF 2 e SAF 6 (UP 1).....	22
Figura 7. Gráfico radar comparativo da sanidade dos cultivos nos 6 agroecossistemas (UP 1).....	22
Figura 8. Gráfico radar comparativo da qualidade de solo nos agroecossistemas da UP 2....	23
Figura 9. Gráfico radar comparativo da sanidade dos cultivos nos agroecossistemas da UP 2....	24
Figura 10. Gráfico radar comparativo da qualidade de solo nos agroecossistemas da UP 3....	25
Figura 11. Gráfico radar comparativo da sanidade dos cultivos nos agroecossistemas (UP 3)....	25
Figura 12. Gráfico radar comparativo da qualidade de solo nos agroecossistemas (UP 4) .....	26
Figura 13. Gráfico radar comparativo da sanidade dos cultivos nos agroecossistemas (UP 4) .....	27
Figura 14. Gráfico radar comparativo da qualidade de solo nos agroecossistemas (UP 5)....	28
Figura 15. Gráfico radar comparativo da sanidade dos cultivos nos agroecossistemas (UP 5)....	28
Figura 16. Visita a UP 5, com torrão de solo sem resistência, área do canavial, Mata de São João, BA. Foto de Lucas Dantas Denny, 2023.....	32
Figura 17. Visita a UP 1, com análise de atividade microbiana no SAF 3, Fazenda Carápe, Aratuípe, BA. Foto de Lucas Dantas Denny, 2023.....	36
Figura 18. Análise comparativa entre a média das avaliações de qualidade do solo, sanidade dos cultivos e média geral .....	42

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	1
2 OBJETIVO .....	4
3 REVISÃO DE LITERATURA .....	5
3.1 Manejo de solo e caminhos para a criação de processos sustentáveis.....	5
3.3 Legislação sobre Agricultura Orgânica, Sistema Participativo de Garantia e o caso da Rede Povos da Mata.....	7
3.4 Sistema de Avaliação Rápida da Qualidade do Solo e Sanidade dos Cultivos .....	9
4 MATERIAL E MÉTODOS .....	14
4.1 Caracterização das áreas de estudo .....	14
4.3 Etapas da Pesquisa .....	16
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	20
5.1 Análise comparativa entre os agroecossistemas dentro de cada UP .....	20
5.1.1 Unidade Produtiva 1 .....	20
5.1.2 Unidade Produtiva 2 .....	22
5.1.3 Unidade Produtiva 3 .....	24
5.1.4 Unidade Produtiva 4 .....	26
5.1.5 Unidade Produtiva 5 .....	27
5.2 Análise comparativa dos indicadores de qualidade de solo nos agroecossistemas das diferentes UP .....	29
5.3 Análise comparativa dos indicadores de sanidade dos cultivos nos agroecossistemas das diferentes UP .....	37
5.5 Estratégias construídas de forma participativa para otimizar os agroecossistemas .....	43
5.6 Avaliação de metodologia pelos agricultores participantes .....	44
6 CONCLUSÕES .....	45
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	46
8 ANEXO .....	49
8.1 Anexo A-Tabelas de campo, indicadores de qualidade de solo e sanidade dos cultivos .....	49

# 1 INTRODUÇÃO

O modelo atual hegemônico de agricultura convencional não leva em conta o solo como um organismo vivo, onde cada ação realizada tem influência direta ou indireta em suas características, sendo determinantes para o sucesso da produção agrícola. O esgotamento de recursos do solo ocorre de forma acelerada e as técnicas utilizadas por esse modelo comprometem os atributos químicos, físicos e biológicos.

Segundo Altieri (2012), a maioria dos agroecossistemas conduzidos nessas condições não possui equilíbrio, o que é mostrado através dos surtos de pragas nas áreas cultivadas. Junta-se a esse fato a condução de processos provenientes de práticas agrícolas baseadas em monoculturas, tais como: mecanização agrícola intensiva, melhoramento genético focado apenas na produtividade agrícola, uso massivo de agroquímicos, fertilizantes sintéticos com alta solubilidade, entre outras. Essa degradação se manifesta através de perda de nutrientes, erosão, compactação, redução da biodiversidade, entre outros impactos negativos. Além disso, esse modelo tem levado à contaminação do solo, da água e do ar, afetando a saúde humana e a biodiversidade.

Para mitigar esses impactos negativos, a agroecologia surge como uma alternativa mais sustentável. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2013), a agroecologia é uma abordagem sistêmica que considera os aspectos ecológicos, sociais e econômicos da agricultura, promovendo a conservação dos recursos naturais e a produção de alimentos saudáveis e de qualidade. Essa abordagem se baseia na diversificação de cultivos, no manejo integrado de pragas e doenças, no uso de práticas e tecnologias ecológicas, na valorização do conhecimento local e na participação ativa dos agricultores na gestão e tomada de decisão (AQUINO; ASSIS, 2012).

No Brasil, existem três mecanismos de avaliação da conformidade orgânica: por auditoria, através dos organismos de controle social e pelo sistema participativo de garantia. A certificação por auditoria é realizada por empresas especializadas, que avaliam se o produtor segue as normas estabelecidas para a produção orgânica. Já a avaliação da conformidade realizada através do Organização de Controle Social (OCS) é um mecanismo de constatação de produtos e processos que se baseia na relação de confiança entre produtores e consumidores quando das relações comerciais de venda direta. Por sua vez, o sistema participativo de garantia (SPG) é uma forma de avaliação da conformidade em que os próprios produtores se organizam em grupos para avaliar e garantir a qualidade da produção orgânica. Esses grupos são formados por produtores, técnicos e consumidores que trabalham juntos para garantir a qualidade dos produtos orgânicos

(BRASIL, 2003).

Os SPG são baseados na construção de confiança entre os agricultores e consumidores, através de processos de certificação participativa e do diálogo entre pares e têm se mostrado uma alternativa viável e eficaz para a disseminação da agroecologia. O fortalecimento dos SPG é fundamental para a disseminação da agroecologia e a construção de sistemas alimentares mais sustentáveis. Oferece uma alternativa aos outros sistemas de avaliação da conformidade, que são frequentemente inacessíveis para pequenos agricultores e não levam em conta as especificidades locais, além de promover a participação ativa dos agricultores na construção de um sistema de garantia de qualidade, baseado em confiança e cooperação mútua (SIQUEIRA et al., 2018).

A rede de agroecologia Povos da Mata (RAPM), no estado da Bahia, é um exemplo de organização que vem promovendo a agroecologia através do SPG. A RAPM tem contribuído para o fortalecimento da agricultura familiar, para a conservação da biodiversidade e dos recursos naturais, para a melhoria da qualidade de vida das comunidades rurais e para a construção de um modelo de produção mais justo e sustentável. A RAPM conta atualmente com 850 agricultores e tem sido reconhecida como uma das principais redes de agroecologia do país.

Compreender a dinâmica do solo é essencial para uma agricultura sustentável e de longo prazo. O solo é um recurso natural finito e complexo, que deve ser gerenciado de maneira apropriada, para que sua qualidade possa ser mantida ou melhorada. A agroecologia busca compreender a dinâmica do solo e das interações ecológicas entre plantas, animais, micro-organismos e o ambiente em que vivem.

No estado da Bahia, ainda não há ampla utilização de métodos alternativos de avaliação dos atributos do solo. Isto faz com que os agricultores não consigam dimensionar de forma dinâmica como estão ocorrendo os processos relacionados ao manejo do solo, dificultando uma visualização dos processos de forma sistematizada fora do campo ou até mesmo a orientação sobre tomadas de decisões de manejo adequadas para melhorar determinados indicadores.

O Sistema de Avaliação Rápida da Qualidade do Solo e Sanidade dos Cultivos, proposto por NICHOLLS et al. (2004), conta com a utilização de indicadores sensíveis e fáceis de serem mensurados em campo, utilizando-se tabelas que podem ser moldadas às realidades encontradas em cada região ou de determinada unidade produtiva (UP). Esse sistema tem grande potencial para ser aplicado nas UP dos agricultores da rede como estratégia auto avaliativa, podendo também enriquecer as “visitas de pares”, avaliando as UP visitadas e acompanhando a evolução das áreas durante o tempo, ou até mesmo ser utilizado pelas instituições de assistência técnica e extensão rural (ATER) que atuam nos territórios da RAPM como estratégia de acompanhamento

e instrumento para facilitar a tomada de decisão sobre a condução e criação de estratégias de manejo.



## **2 OBJETIVO**

Avaliar o manejo do solo e a sanidade dos cultivos em determinados agroecossistemas de Unidades Produtivas (UP) vinculadas ao Organismo Participativo de Avaliação da Conformidade (OPAC)-Rede de Agroecologia Povos da Mata.

## 3 REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1 Manejo de solo e caminhos para a criação de processos sustentáveis

Altieri (2012) destaca que a agricultura é um processo de simplificação da natureza, resultando em agroecossistemas que exigem constante intervenção humana para seu manejo. A aplicação de agroquímicos, como fertilizantes e pesticidas, é amplamente utilizada na agricultura convencional, mas pode resultar em diversos custos ambientais e sociais. c apontam que o manejo inadequado do solo é a principal causa antrópica da desertificação e da salinização do solo.

A agricultura convencional possui alta dependência de insumos sintéticos, além de práticas que causam compactação do solo, erosão e perda de biodiversidade. Em contrapartida, sistemas agrícolas baseados na agroecologia buscam a diversificação de cultivos e a implementação de técnicas de manejo do solo que promovem a saúde dos ecossistemas e a resiliência do sistema produtivo. Segundo Nicholls et al. (2004), a agroecologia propõe o uso de tecnologias e conhecimentos tradicionais, aliados a pesquisas científicas, para a construção de sistemas agrícolas mais sustentáveis e justos.

Os princípios básicos que dão base aos fundamentos da agricultura devem ser buscados nos ecossistemas naturais e os princípios que os regem. O solo deve estar sempre coberto, protegido da ação direta do sol, chuva e vento. Buscando maior eficiência fotossintética, com as culturas sendo distribuídas em diferentes estratos, que atuam reduzindo o impacto de gotas de chuva sobre o solo. Os estratos também funcionam como uma barreira para ventos fortes, consequentemente evitando erosões eólicas. A cobertura de solo e a grande diversidade de raízes e texturas radiculares contribuem ainda para conservar a água e explorar melhor os recursos disponíveis no solo (HOWARD, 2012).

Segundo Primavesi (2016), o solo deve ser bem agregado, grumoso, com um sistema poroso. Não deve possuir crostas superficiais, lajes subsuperficiais, adensamentos ou compactações e não deve ter erosão hídrica, erosão eólica ou presença de elementos contaminantes como metais pesados. Os nutrientes devem estar equilibrados de forma que as plantas possam se desenvolver saudáveis, sem a ocorrência de pragas e doenças. Isso permite a produção de alimentos com maior valor nutricional.

O uso de cobertura vegetal no solo pode trazer diversos benefícios, como a estruturação do solo, maior infiltração de água, prevenção da erosão, melhoria da fertilidade, abrigo para inimigos naturais e criação de um microclima favorável O solo deve apresentar condições de equilíbrio entre os organismos nele encontrados, além de ser o espaço vital da raiz vegetal. Esta

interação solo-planta-microflora-microfauna é chamada de biocenose do solo (PRIMAVESI; PRIMAVESI, 2018).

Áreas de cultivo que possuem cobertura vegetal do solo apresentam benefícios, tais como: estruturação do solo, maior infiltração de água, prevenção de processos erosivos, melhoria da fertilidade do solo e agregação de partículas. Além disso, servem de abrigo para inimigos naturais, auxiliando no controle de pragas e criando um microclima favorável. Assim, reduz-se a competição entre a cultura de interesse econômico e as plantas espontâneas (ALTIERI, 2012).

A agregação do solo é influenciada diretamente pelo manejo, sendo que a matéria orgânica é um dos principais responsáveis por essa característica. Um manejo inadequado pode levar à perda parcial ou total da qualidade de seus atributos físicos, químicos e biológicos, que são essenciais para viabilizar a produção agrícola (CAMPOS et al., 2022).

Uma das técnicas de manejo do solo amplamente utilizada em sistemas agroecológicos é a rotação de culturas, que consiste na alternância de diferentes culturas em um mesmo terreno, visando reduzir a incidência de pragas e doenças, além de melhorar a fertilidade do solo. De acordo com Francis et al. (2003), a rotação de culturas pode promover a biodiversidade e a estabilidade do ecossistema, além de reduzir a erosão do solo e a contaminação por agroquímicos.

Sistemas agroflorestais (SAFs) são caracterizados como sistemas de produção integrada que englobam árvores, culturas agrícolas e/ou animais dentro de uma mesma área, visando a obtenção de múltiplos produtos e serviços. Os SAFs são definidos como "sistemas produtivos que buscam a integração entre a produção agrícola e florestal, com o objetivo de aumentar a eficiência do uso da terra, conservar os recursos naturais e melhorar a qualidade de vida das populações rurais". Esses sistemas representam uma alternativa sustentável para a produção diversificada de alimentos, fibras, madeira e outros recursos, além de contribuir para a conservação do solo e da biodiversidade (ENGEL, 1999).

A diversificação de espécies vegetais em sistemas agrícolas é um importante princípio da agroecologia, que promove combinações de culturas, além de contribuir para a melhoria dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo. Os SAF de base agroecológica possibilitam a produção de alimentos saudáveis e a geração de renda, configurando-se como alternativa de melhoria da biodiversidade, auxiliando na recuperação e conservação do solo. Além disso, os sistemas agroflorestais contribuem para a conservação da biodiversidade, a segurança alimentar e nutricional dos agricultores e a sustentabilidade dos assentamentos de reforma agrária onde esses agroecossistemas estão implantados (SANGALLI et al., 2021).

A agroecologia pode contribuir para a melhoria da qualidade dos alimentos produzidos, com maior teor nutricional e menor contaminação ambiental por agroquímicos. Além disso, pode

promover a justiça social e a autonomia dos agricultores, por meio da valorização do conhecimento local e da implementação de práticas mais sustentáveis e justas (LIMA et al., 2019).

A agricultura orgânica é um sistema de produção importante relacionado às técnicas agroecológicas, pois promove benefícios ambientais, sociais, econômicos e na saúde humana (MOURA et al., 2021). A produção e comercialização de produtos orgânicos têm crescido e conquistado uma grande parcela do mercado, o que demonstra a conscientização dos consumidores sobre a importância de consumir alimentos provenientes da agricultura orgânica (VIEIRA; BRASILEIRO, 2022). A agricultura orgânica contribui para a redução de impactos ambientais, como o uso de agrotóxicos, e para a segurança alimentar, oferecendo alimentos livres de resíduos químicos (SILVA et al., 2021). Além disso, a agricultura orgânica promove a melhoria na saúde dos agroecossistemas e a qualidade de vida dos produtores. Para que a agricultura orgânica seja amplamente adotada, é necessário implementar políticas públicas que disponibilizem tecnologias aos produtores e reduzam os impactos socioeconômicos na produção primária. Através da conscientização dos consumidores e do apoio governamental, a agricultura orgânica pode se tornar uma prática mais difundida, promovendo a sustentabilidade e a saúde de todos os envolvidos no processo de produção de alimentos (MOURA et al., 2021).

### **3.3 Legislação sobre Agricultura Orgânica, Sistema Participativo de Garantia e o caso da Rede Povos da Mata**

A agricultura alternativa no Brasil teve seu início a partir da década de 1970, com a expansão da fronteira agrícola e a adoção da chamada Revolução Verde. A modernização da agricultura consistiu no uso de novas tecnologias, maquinários, adubos e defensivos agrícolas para aumentar a produção. No entanto, essa modernização também trouxe impactos negativos, como a degradação do meio ambiente. (SOUSA; GOIÁS, 2015).

No ano de 1998, foi feita uma consulta pública para a elaboração da Instrução Normativa nº 7, com o objetivo de oficializar as normas da produção orgânica, além da definição dos Organismos de Avaliação da Conformidade Orgânica (OAC) de sistemas orgânicos de produção agropecuária e industrial. Através da IN nº 7, surgiram a Comissão Nacional (CNPOrg) e as Comissões Estaduais de Produção Orgânica (CPOrg), com a função de normatizar e credenciar os organismos responsáveis pela certificação e controle da conformidade orgânica (BRASIL, 1999).

A lei 10.831, de 2003, regulamenta a agricultura orgânica no Brasil, estabelecendo as

normas e os critérios que definem a produção, a certificação e a comercialização de produtos orgânicos no país (MECENAS; ARAÚJO, 2021). Existem atualmente no país três mecanismos, que são reconhecidos e oficializados, com atribuições para avaliar, verificar e atestar que iniciativas rurais ou comerciais estejam de acordo ao que é exigido nos regulamentos da lei que rege a produção orgânica. Foram denominados como Organismos de Avaliação da Conformidade Orgânica (OAC). Além do sistema de certificação por auditoria, existem mais dois sistemas que promovem o controle social para a garantia da conformidade orgânica, a Organização de Controle Social (OCS), constituído por grupos, associações, cooperativas, consórcios, com ou sem personalidade jurídica, que são cadastrados previamente no Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Os OCS são ligados à unidade produtiva, tendo permissão para realizar a venda direta, desde que garantam comprometimento, transparência, confiança e que seja reconhecido pela sociedade. Já o Sistema Participativo de Garantia (SPG) é organizado através de grupos constituídos por integrantes do sistema, sendo eles produtores, colaboradores, consumidores e técnicos, formando o Organismo Participativo de Avaliação da Conformidade (OPAC), que é credenciado pelo MAPA, assumindo a responsabilidade pautada na legislação. Nos casos do OCS e SPG devem ser integradas por agricultores familiares reconhecidos conforme a lei 11.326, de 2006 (BRASIL, 2009).

O Sistema Participativo de Garantia (SPG) permite a avaliação da conformidade orgânica baseada na participação ativa dos atores interessados que se organizam em rede (HIRATA et al., 2021). Ele tem como objetivo garantir que um produto, processo ou serviço atenda aos regulamentos técnicos da agricultura orgânica por meio de um processo de avaliação participativa. O SPG envolve a criação de um comitê ou estrutura orgânica que estabelece normas e procedimentos a serem seguidos na implementação dos processos produtivos, bem como mecanismos de controle e verificação (HIRATA et al., 2018).

A Portaria nº 52, de 15 de março de 2021, define: “Organismo Participativo de Avaliação da Conformidade Orgânica – OPAC como uma organização que assume a responsabilidade formal pelo conjunto de atividades desenvolvidas num Sistema Participativo de Garantia - SPG, constituindo na sua estrutura organizacional uma Comissão de Avaliação e um Conselho de Recursos, ambos compostos por representantes dos membros do SPG (BRASIL, 2021).

O plano de manejo no sistema orgânico de produção é obrigatório nos três mecanismos e desempenha um papel fundamental na promoção de práticas sustentáveis e na preservação do meio ambiente. Esse plano tem como objetivo orientar e regular as atividades realizadas na produção orgânica, visando minimizar os impactos negativos e maximizar os benefícios ambientais. Ele abrange diversas áreas, como o manejo do solo, o uso de insumos orgânicos, a

conservação da biodiversidade e a gestão dos resíduos (SANTOS et al., 2021). Além dos documentos exigidos no caso do SPG, a credibilidade também é construída de forma coletiva. Sendo assim, a participação, a comunicação e o entendimento entre membros do grupo, núcleos regionais e consumidores constituem o ponto chave neste processo de avaliação da conformidade orgânica (STUMN, 2008).

No estado da Bahia, a Rede de Agroecologia Povos da Mata (RAPM) foi a primeira OPAC a ser credenciada pelo MAPA, sendo construída através de um processo de articulação popular entre agricultores familiares, assentados da reforma agrária, comunidades indígenas e quilombolas. A estrutura organizacional é iniciada por agricultores, que se juntam com outros próximos e formam um grupo, devendo o grupo estar filiado a um núcleo, que represente sua região, enquanto o núcleo deve estar ligado a OPAC. A rede é aberta à participação de novos integrantes, sejam eles consumidores, produtores, técnicos ou instituições parceiras (REDE POVOS DA MATA, 2021).

Atualmente, há 850 famílias cadastradas em 70 grupos. No caso da RAPM, as visitas de verificação da conformidade orgânica também são conhecidas por visitas de pares. Este é um processo feito pelos próprios agricultores, os quais visitam as propriedades de outros integrantes de seu grupo, onde avaliam a produção e as práticas utilizadas. No momento da visita, há intensa troca de experiências e práticas agroecológicas, sendo de fundamental importância para a manutenção e resgate de conhecimentos tradicionais e tecnologias relacionadas ao manejo ecológico do solo. Periodicamente, há capacitações dos integrantes da RAPM para realização do olhar externo, procedimento similar à visita de pares, porém realizados por integrantes de outros grupos e com o intuito de certificar as UP (REDE POVOS DA MATA, 2017).

A escassez de ferramentas eficazes para avaliar a qualidade do solo e a sanidade dos cultivos representa um desafio significativo para os produtores, que dependem dessas informações cruciais para otimizar o manejo de suas lavouras. A saúde do solo é fundamental para o crescimento saudável das plantas e a produtividade agrícola, mas a falta de tecnologias acessíveis e de fácil utilização muitas vezes limita a capacidade dos agricultores de monitorar e melhorar suas práticas agrícolas de maneira sustentável.

### **3.4 Sistema de Avaliação Rápida da Qualidade do Solo e Sanidade dos Cultivos**

Altieri; Nicholls (2002) desenvolveram um método rápido para avaliar a sustentabilidade de sistemas de cultivo de café. O objetivo foi oferecer aos agricultores uma ferramenta que lhes permitisse avaliar de maneira eficiente a sustentabilidade de seus sistemas de produção de café.

O método considera diferentes aspectos, como a diversidade de espécies, a saúde do solo, o uso de insumos agrícolas e a resiliência do sistema. Através da aplicação desse método, existe a possibilidade de identificar áreas a serem aprimoradas e, assim, implementar práticas mais sustentáveis em seus sistemas.

Neste mesmo trabalho, o método proposto tinha como objetivo desenvolver uma ferramenta ágil para avaliar a sustentabilidade de sistemas de cultivo de café. Já em 2004, o método foi adaptado para avaliar a qualidade do solo e a saúde das culturas em sistemas de cultivo de videiras (NICHOLLS et al., 2004). Além disso, foi simplificado para se tornar acessível aos agricultores, com um formato mais amigável e fácil de usar. A evolução do método evidencia a importância da adaptação e da melhoria contínua das ferramentas para atender às necessidades dos agricultores e promover a sustentabilidade dos sistemas de cultivo.

No Brasil, a metodologia foi inicialmente aplicada em um trabalho no assentamento Mulungu, em Brasília, por (MACHADO; VIDAL, 2006) e no assentamento Cunha, em Goiás, por Machado et al. (2007).

É importante ressaltar que a análise química do solo apresenta grande relevância, embora não seja suficiente para avaliar o potencial produtivo de um solo, como destacado por Ferreira et al. (2009) e Calegari; Carlos (2014). No entanto, quando combinada com a avaliação dos atributos físicos e biológicos, pode proporcionar resultados mais abrangentes. Com o diagnóstico de todos esses atributos, os manejos podem ser conduzidos de maneira mais assertiva (FERREIRA et al., 2009).

Mais recentemente, a tecnologia de bioanálise do solo (BioAs) representa uma evolução na análise de fertilidade do solo, pois incorpora a medição das atividades das enzimas arilsulfatase e beta-glicosidase, que são indicadores da atividade microbiana no solo e da sua capacidade de suportar a produção agrícola. Essa técnica tem sido amplamente utilizada em diferentes regiões do Brasil, permitindo uma avaliação mais precisa da qualidade do solo e da sua capacidade de suportar a produção agrícola. Esta técnica permite uma avaliação mais precisa da fertilidade do solo e, conseqüentemente, uma melhor gestão dos recursos naturais (MENDES et al., 2018). O fator limitante dessa técnica no momento é o alto custo e a baixa disponibilidade de laboratórios credenciados.

Para Carvalho (2016), é de extrema importância ampliar a visão dos agricultores sobre a necessidade de se avaliar o estado do solo onde eles cultivam seus produtos, sendo fundamental para direcionar as estratégias de manejo necessárias para chegar em um equilíbrio no sistema solo, além de reduzir os custos de produção.

Segundo Casalinho (2004) os agricultores, através de sua experiência de vida nos

agroecossistemas, possuem um conhecimento inter e multidisciplinar, e quando estimulado a pensar de forma holística o solo como um recurso natural vivo e qual a sua conexão com outros fatores ambientais como água, plantas e organismos, se tornam capazes de saber quais são as características mais favoráveis à atividade agrícola dentro ou fora de suas áreas. Dessa forma, quando provocados a apresentar suas percepções sobre o que é um solo com qualidade, tornam-se uma peça chave no desenvolvimento e aplicação de ferramentas que tem o intuito de avaliar de maneira prática os diferentes atributos do solo e como estes se interrelacionam.

Considerando a importância do saber local desenvolvido e transmitido entre as gerações pelos próprios agricultores, e em especial a sua integração com o conhecimento científico na construção coletiva do saber agroecológico, tem sido propostas ferramentas metodológicas que visam a avaliação participativa da qualidade do solo e da sustentabilidade dos agroecossistemas. Assim, a avaliação realizada em campo de determinados parâmetros como retenção de umidade, nível de compactação e atividade biológica do solo, possuem grande utilidade até mesmo quando são avaliados de forma comparativa, seja medindo diferentes sistemas de produção empregados num mesmo momento, ou as modificações sofridas por um mesmo sistema de produção ao longo de um determinado tempo. Isto possibilita o acompanhamento de sua evolução e o resultado de determinadas estratégias de manejo (FERREIRA et al., 2009).

Segundo Machado e Vidal (2006), há uma lista de indicadores possíveis para os avaliar os atributos de qualidade do solo e sanidade dos cultivos. Isto permite que seja apresentada aos agricultores para que sejam definidos, de forma participativa, quais serão os indicadores e atributos escolhidos. É necessário avaliar se todos são aplicáveis à realidade local e também se existem outros indicadores, que devam ser acrescentados, assim como suas características. Assim, no momento da visita para aplicação, deve-se proceder com a explicação detalhada de cada indicador e suas características, anteriormente e durante a atividade de campo, enfatizando a importância da participação dos membros das UP nesta avaliação.

O Sistema Rápido de Avaliação da Qualidade do Solo e Sanidade das Culturas baseia-se em uma avaliação participativa, que atribui notas a determinadas características de indicadores pré-definidos. Ao final, as notas são distribuídas em gráficos do tipo radar, de fácil interpretação e interativos, nos quais os resultados são apresentados com clareza e eficácia aos agricultores (NICHOLLS et al., 2004). Devido à sua metodologia simplificada e direta, essa abordagem permite uma interação mais próxima entre o agricultor e sua lavoura (ESTODUCTO et al., 2015).

As principais características desses indicadores são: a fácil utilização pelos agricultores; o fato de serem relativamente precisos e fáceis de interpretar; a praticidade para novas tomadas de decisão, sendo suficientemente sensíveis para perceber o efeito de técnicas de manejo no solo



e nos cultivos; a capacidade de interrelacionar os atributos, químicos, físicos e biológicos do solo; além de indicar a relação entre os processos existentes no agroecossistema, como a relação entre a diversidade de plantas e a incidência ou não de pragas e doenças na área estudada.(NICHOLLS, et al., 2004).

Esses indicadores apresentam, em sua maioria, os efeitos originados de estratégias de manejo empregadas nas lavouras, referentes a: 1. Efeitos no solo (aumento no teor de matéria orgânica, estímulo à atividade biológica, contenção e redução de processos erosivos, melhoria da estrutura, ciclagem e retenção de nutrientes); 2. Efeitos relacionados a pragas e doenças (plantios diversificados reduzindo pragas e dando suporte aos inimigos naturais, plantios consorciados reduzindo a incidência de patógenos) e 3. Efeitos sobre a produção (maior estabilidade e diversidade, menores riscos) (MACHADO & VIDAL, 2006).

Para CARVALHO (2018), a aplicação da metodologia participativa de avaliação da qualidade do solo fortaleceu a construção coletiva do conhecimento entre agricultores familiares e agentes de ATER. A utilização de ferramentas que permitam ao agricultor ter um diagnóstico rápido e que deem base para tomada de decisões não são somente úteis, mas necessárias para os agricultores realizarem uma agricultura de base ecológica com retorno econômico. Nesse sentido, tal metodologia permite ainda que o agricultor visualize o sistema de produção de forma mais abrangente, passando a entender onde são necessárias intervenções e assim buscar alternativas que venham a atender determinada necessidade, além de abrir possibilidades de se realizar auto-avaliações, que podem ser feitas a qualquer momento (CARVALHO, 2016).

Ainda segundo Carvalho (2016), é importante destacar que a avaliação da qualidade do solo não é limitada apenas aos aspectos técnicos, mas também considera as condições socioeconômicas e culturais dos agricultores, assim como suas práticas utilizadas no manejo e seus conhecimentos adquiridos e transmitidos localmente. Nesse sentido, a avaliação participativa da qualidade do solo e sanidade dos cultivos não apenas fornece informações técnicas valiosas para os agricultores, mas também ajuda a fortalecer sua capacidade de autogestão e tomada de decisões.

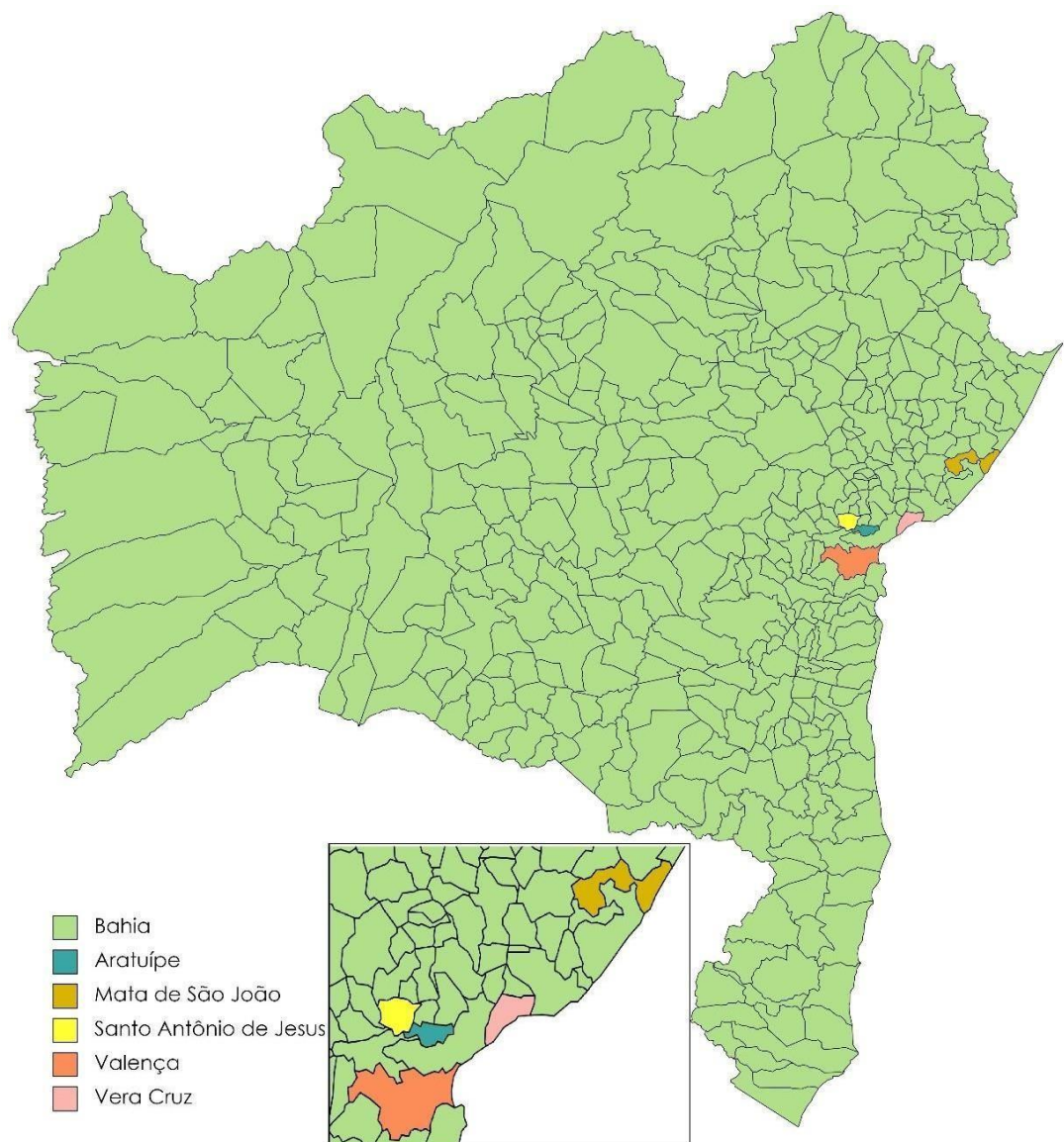
A avaliação participativa da qualidade do solo e sanidade dos cultivos também pode contribuir para o desenvolvimento de sistemas de produção mais sustentáveis e resilientes. Como destacam NICHOLLS et al. (2004), essa abordagem permite que os agricultores identifiquem e implementem práticas de manejo mais adequadas às condições específicas de seus agroecossistemas, levando em conta as interações complexas entre os diferentes componentes do sistema solo-planta-animal. Isso pode resultar em uma redução dos custos de produção, aumento da produtividade e melhoria da qualidade dos produtos, além de contribuir para a conservação

dos recursos naturais e a adaptação às mudanças climáticas.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Caracterização das áreas de estudo

O estudo foi realizado com produtores orgânicos certificados, integrantes do núcleo Recôncavo da RAPM, situada no estado da Bahia. Foram avaliadas 5 UP, sendo escolhidos 2 agroecossistemas em cada UP, com exceção da UP 1, onde foram avaliados 6 agroecossistemas. Os municípios onde as UP participantes da pesquisa estão sediadas são Aratuípe, Mata de São João, Santo Antônio de Jesus, Valença e Vera Cruz.



**Figura 1.** Mapa do estado da Bahia com ênfase nos municípios participantes da pesquisa. Fonte: Figura do autor.

Todas as UP envolvidas neste trabalho são remanescentes de um grupo pertencente ao Núcleo Pratiği da RAPM, chamado Ubuntu, onde ocorreram diversas trocas de experiência por ser um grupo bem heterogêneo. Dentre os seus participantes, encontram-se agricultores, agrônomos, biólogos, técnicos em agropecuária, zootecnistas, engenheiros florestais, comerciantes, mestres da cultura popular.

Neste trabalho, o autor atuou como um observador participante, na condição de pesquisador que esta inserido no sistema sociocultural que é objeto de estudo (Almeida, 1989), assumindo funções dentro do grupo, com a intenção de conhecer a comunidade e seus comportamentos. Neste caso, o autor é integrante da UP 1.

No município de Aratuípe, próximo à comunidade Terra Dura, está localizada a UP 1, da qual a família do autor faz parte. O município tem como principais atividades a agricultura e o artesanato em cerâmica. As propriedades na região são de pequeno a médio porte, com predominância da agricultura familiar. As principais culturas de interesse agrícola são a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), diversas variedades de *Citrus* spp. e banana (*Musa* spp.), todas cultivadas em monocultivo.

O agroecossistema da UP 1 difere dos encontrados na região, tanto em relação ao sistema de produção quanto às técnicas utilizadas. Ela se destaca pela implementação de sistemas agroflorestais sucessoriais biodiversos (SAFs) como estratégia principal de manejo. Os trabalhos em agroecologia e SAFs foram iniciados há 15 anos. A UP 1 obtém certificação orgânica há 5 anos e possui um cultivo variado, com o plantio multivarietal de Banana (*Musa* spp.), Cupuaçu (*Theobroma grandiflora*), Açaí (*Euterpe oleraceae*) e Cacau (*Theobroma cacao*) como culturas principais, além de diversas espécies que compõem seus consórcios.

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é classificado como "Af" – Tropical úmido (chuvoso sem estação seca), com pluviosidade anual superior a 1500 mm e temperatura média anual de 24,5°C (CLIMATE-DATA, 2021).

No município de Santo Antônio de Jesus, fica a UP 2, onde se trabalha com hortaliças e um pomar de *Citrus* spp. Está certificada há 5 anos e possui uma estação orgânica onde comercializa os seus produtos e os de outros produtores da RAPM. A UP e a estação orgânica são conduzidas com colaboração familiar. Possui uma pluviosidade significativa durante o ano, mesmo no mês mais seco. Segundo a Classificação de Köppen e Geiger, a classificação do clima é "Af". A temperatura média anual é de 23,5 °C, e o valor da pluviosidade média anual é de 1023 mm (CLIMATE-DATA, 2021).

A UP 3 fica no município de Valença e está certificada há 5 anos, mas já trabalha com permacultura há 18 anos. As principais culturas agrícolas são a Banana, o Cacau, o Cupuaçu e o

Açaí. As atividades de manejo são conduzidas por membros da UP 3 e pelos voluntários que vão até o UP para fazerem trocas de ensino-aprendizagem. Além da agricultura, acontecem eventos culturais relacionados à capoeira angola, permacultura, filosofia africana, entre outros assuntos. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região é classificado como "Af" – Tropical úmido (Chuvoso sem estação seca), com pluviosidade anual superior a 1500 mm e temperatura média anual de 24,5°C. (CLIMATE-DATA, 2021).

No município de Vera Cruz, localiza-se a UP 4, onde o sistema de cultivo utilizado é um quintal produtivo. Além disso, há uma área multivarietal de *Citrus* spp. Ela está certificada há 5 anos, tendo como principais culturas diversas variedades de *Citrus* spp., banana e uma ampla variedade de hortaliças. O clima é tropical, com uma pluviosidade significativa na maioria dos meses. A classificação do clima é "Am" de acordo com a Köppen e Geiger, apresentando uma temperatura média de 25,2°C e pluviosidade média anual de 1235 mm. (CLIMATE-DATA, 2021).

No município de Mata de São João, encontra-se a UP 5, intitulada Fazenda Andaiá, que está certificada há 1 ano e trabalha com Cana de Açúcar (*Saccharum officinarum*) para a produção de cachaça artesanal. Possui certificação de produção primária vegetal há um ano, e sua agroindústria de produção de cachaça foi recentemente certificada. Apresenta uma pluviosidade significativa durante o ano, mesmo no mês mais seco. Segundo a Classificação de Köppen e Geiger, o clima é classificado como "Af". A temperatura média anual é 23,5°C, e o valor da pluviosidade média anual é 1023 mm. (CLIMATE-DATA, 2021).

### **4.3 Etapas da Pesquisa**

A primeira etapa desta pesquisa foi iniciada com a mobilização dos agricultores, realizada por meio do aplicativo WhatsApp. Nesse momento, foi explicado o objetivo central da pesquisa e como este estudo poderia contribuir, apresentando ferramentas que auxiliem na tomada de decisão para o gerenciamento dos agroecossistemas dentro da UP, propondo sugestões para possíveis intervenções a serem realizadas no manejo de solo das UP e em sua respectiva dinâmica.

Foi enviado um termo de consentimento livre e esclarecido aos agricultores onde foram apresentados os aspectos éticos da pesquisa. No termo também haviam explicações sobre o objetivo geral e os objetivos específicos, quais eram os resultados esperados e como a pesquisa poderia contribuir com o manejo de suas UP.

Após a mobilização, as visitas de campo foram iniciadas. Cada visita, contou com a presença do pesquisador e da família responsável pela UP. A visita foi pautada por uma conversa

inicial, na qual o assunto da metodologia que seria aplicada nos agroecossistemas da UP foi abordado. Nesse momento, foi apresentando o Sistema de Avaliação Rápida da Qualidade do Solo e Sanidade das Culturas preconizado por NICHOLLS et al. (2004).

Foram apresentadas as tabelas, presentes no Anexo A, compostas por indicadores, contendo características relacionadas à qualidade do solo e à sanidade dos cultivos, relevantes às condições dos produtores. Para cada indicador, notas que variaram entre 1 (menos desejável), 5 (valor mediano) e 10 (mais desejável) foram atribuídas. Inicialmente, uma avaliação participativa relacionada à adequação dos indicadores para a realidade local foi realizada. Após a escolha dos indicadores que seriam utilizados, os itens listados foram avaliados em campo, reforçando os conceitos e integrando-os para orientar o propósito da metodologia (MACHADO; VIDAL, 2006).

A criação dos parâmetros utilizados no desenvolvimento e entendimento desses indicadores é baseada em técnicas agroecológicas que favorecem o manejo ecológico do solo, como por exemplo o aumento do teor de matéria orgânica no solo, o estímulo da atividade biológica, a prevenção e redução da erosão, a melhora da estrutura do solo, a ciclagem de nutrientes, sua respectiva retenção e disponibilização. Em relação à sanidade dos cultivos, as técnicas que são levadas em conta são relacionadas à diversidade cultural, estímulo dos inimigos naturais através do controle biológico conservativo, e a utilização de consórcios e variedades tolerantes que visem diminuir o potencial de determinados patógenos (NICHOLLS et al., 2004).

Os indicadores utilizados para realizar a avaliação da qualidade de solo foram: Profundidade; Estrutura; Compactação; Estado dos resíduos; Cor, odor e matéria orgânica; Retenção de água; Cobertura do solo; Erosão; Presença de invertebrados; Atividade microbiológica. Os indicadores utilizados na avaliação de sanidade dos cultivos foram: Aparência geral da cultura; Crescimento das plantas; Incidência de doenças; Incidência de insetos praga; Abundância e diversidade de inimigos naturais; Competição e supressão de plantas espontâneas; Diversidade de vegetação e culturas plantadas; Vegetação natural circundante; Desenho agroecológico; Diversidade genética; Sistema de manejo; Rendimento atual ou potencial.

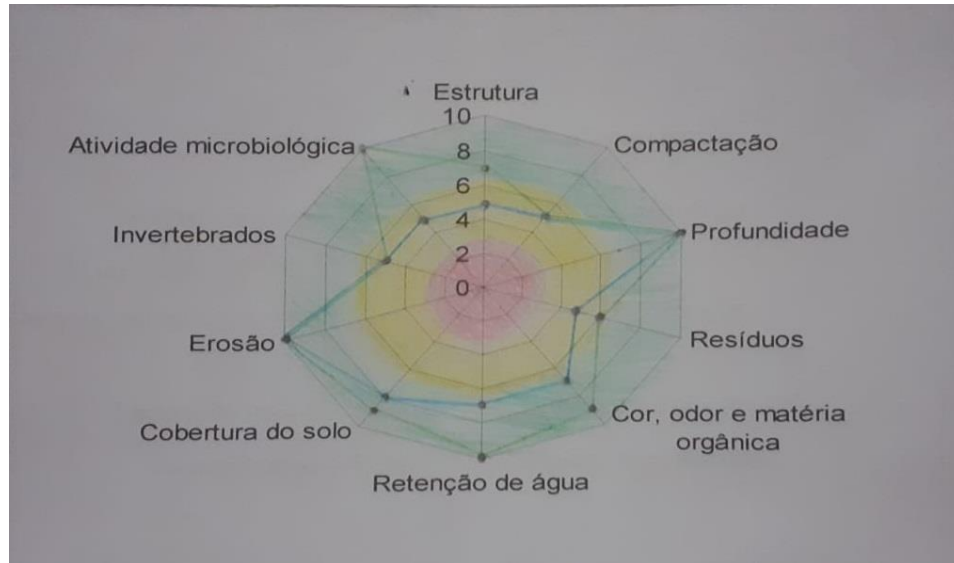
Cada indicador possui parâmetros pré-estabelecidos que orientam a avaliação e sugerem notas. As tabelas 3 e 4 presentes no Anexo A foram utilizadas nas avaliações. Na visita, cada indicador presente na tabela foi lido e contextualizado para trazer mais clareza no momento da avaliação. Foram utilizados como materiais na pesquisa: um enxadão, um arame, água oxigenada, prancheta, caneta, lápis de cor e a impressão das Tabelas 3 e 4 presentes no Anexo A.



**Figura 2.** Visita a UP 4, no momento do preenchimento do grafico radar, em Vera Cruz, BA. Foto de Eva Peixoto, 2023.

Na avaliação de campo, foi solicitado que fosse escolhido pelos responsáveis da UP, o produtor e a família, dois agroecossistemas dentro da UP. A seleção teve como base a opinião dos proprietários sobre a fertilidade de suas áreas, orientando-os a indicar quais dos agroecossistemas eram mais e menos férteis. Essa estratégia foi utilizada para permitir uma reflexão sobre as áreas em si e possibilitar a validação da ferramenta por meio de um processo comparativo dentro da própria UP, avaliando, assim, as contribuições para os respectivos desempenhos, ou seja, quais as contribuições para o aumento ou diminuição da qualidade dos atributos de cada área.

Uma vez realizada a avaliação a campo e o preenchimento das respectivas tabelas, os valores foram distribuídos em um gráfico de radar, conforme preconizado na metodologia proposta por Nicholls et al. (2004), sendo confeccionado de forma conjunta com o produtor e a família responsáveis pela UP, como exemplificado na Figura 3.



**Figura 3.** Exemplo de gráfico radar preenchido após a avaliação de campo na UP 2.

Ao final de cada visita e após o preenchimento dos gráficos correspondentes, as notas atribuídas a cada indicador foram apontadas e discutidas, havendo troca de saberes e sugestões de como melhorar os indicadores com práticas agroecológicas.

Posteriormente, os produtores foram mobilizados para realizar uma reunião online, que foi conduzida por meio da plataforma Google Meet. A proposta era realizar uma avaliação coletiva sobre a viabilidade de utilização da metodologia preconizada por NICHOLLS et al. (2004) e qual foi a sua aceitação pelos produtores como ferramenta de acompanhamento e diagnóstico de seus agroecossistemas, bem como a possibilidade de utilização durante as visitas de certificação participativa. A reunião contou com um roteiro pré-definido para orientar a conversa, o qual continha as seguintes perguntas:

1. Em sua opinião, qual é a viabilidade da ferramenta Sistema Rápido de Avaliação da Qualidade do Solo e Sanidade dos Cultivos? Qual indicador avaliado em campo foi mais interessante? Por quê?
2. Quais são as limitações da ferramenta apresentada? Em sua opinião, é necessário fazer adaptações à ferramenta?
3. Na sua opinião, a ferramenta apresentada é útil para compor as visitas de pares como auxílio na criação de estratégias de manejo do solo e sanidade dos cultivos? A UP repetiria a metodologia? Com qual frequência?

Como última pauta da reunião, foi apresentado o gráfico radar correspondente a cada UP, e de forma coletiva foram discutidas e sugeridas estratégias de manejo para melhorar os indicadores que obtiveram notas indesejáveis.



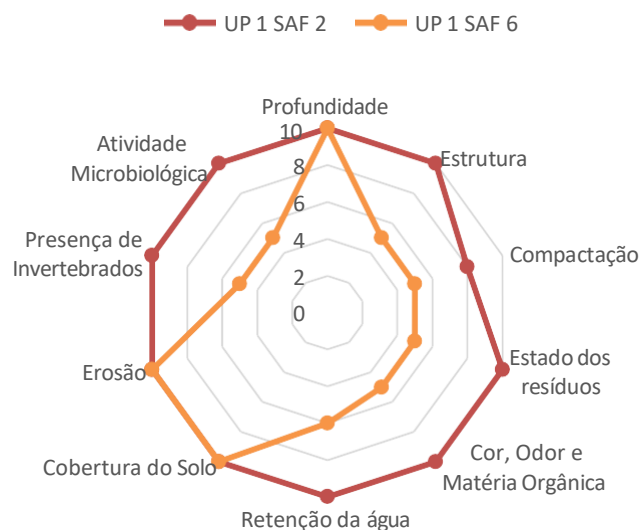
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Análise comparativa entre os agroecossistemas dentro de cada UP

#### 5.1.1 Unidade Produtiva 1

Foram avaliados 6 agroecossistemas na UP 1, sendo todos sistemas agroflorestais (SAF). Cada sistema foi implantado em épocas diferentes e todos foram instalados em áreas de pastagens degradadas. No momento da visita, o SAF 2 foi selecionado como a área de melhor 'desempenho', enquanto o SAF 6 foi apontado como a área de pior desempenho. É importante ressaltar que as áreas diferem entre si em 10 anos desde sua implantação, o que coloca as áreas em patamares diferentes. Desta forma, o objetivo neste caso não é comparar os agroecossistemas como se estivessem no mesmo status, mas sim observar os manejos adotados no início do desenvolvimento do SAF 2 para chegar a este ponto.

Na Figura 4, podemos observar os resultados da avaliação da qualidade do solo comparando os dois sistemas. Há uma discrepância entre os valores das áreas, e isso ocorre devido ao manejo realizado durante 12 anos no SAF 2, contando com intenso manejo de biomassa, através de roçadas e podas. No caso do SAF 6 o manejo realizado é parecido, porém a área ainda conta com um acúmulo de biomassa menor e, provavelmente por isso, não obteve altos valores de avaliação para os atributos de solo.

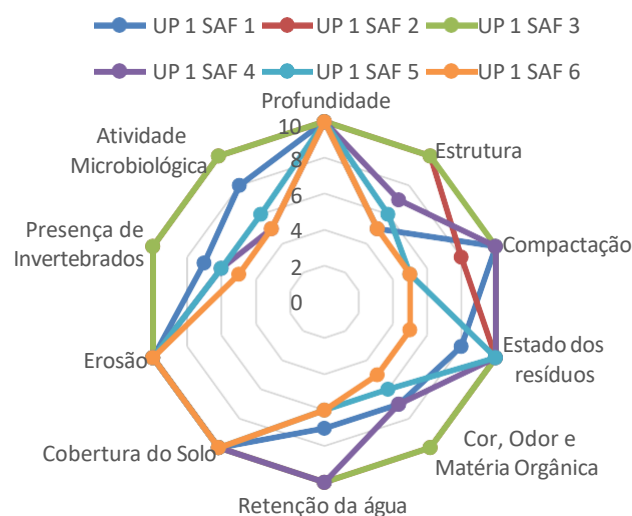


**Figura 4.** Gráfico radar comparativo da qualidade de solo nos 6 agroecossistemas (UP 1)

É possível observar que o SAF 2 tenha obtido nota máxima em praticamente todos os indicadores de qualidade do solo, com exceção do indicador de 'compactação', onde obteve

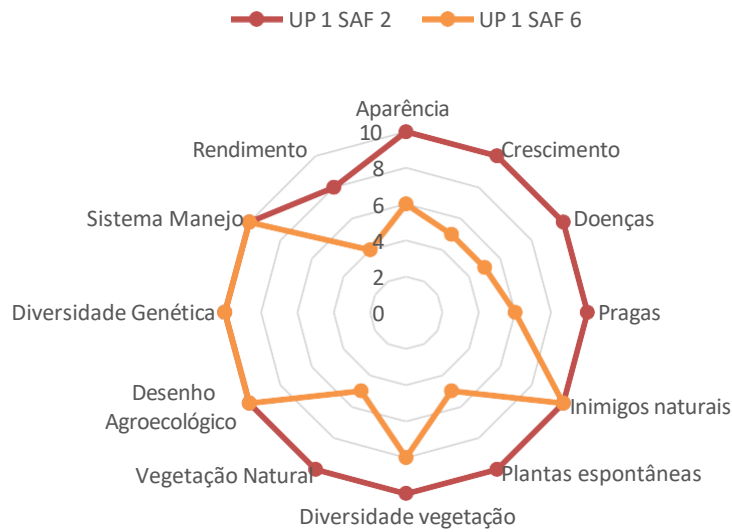
nota 8. O SAF 6 obteve nota máxima nos indicadores de 'erosão', 'cobertura do solo' e 'profundidade'. Nos demais indicadores, obteve notas medianas. O manejo dos SAF influencia diretamente nos atributos de qualidade do solo, e analisar áreas com idades diferentes é interessante para observar os ganhos obtidos ao longo do tempo. Mesmo sem terem sido realizadas avaliações nas áreas anteriormente, sabe-se que ambas as áreas eram pastos degradados e estão evoluindo para se tornarem áreas sustentáveis.

Na Figura 5, estão expressos os valores correspondentes à avaliação dos indicadores de qualidade do solo nos 6 agroecossistemas da UP 1. A numeração atribuída a cada agroecossistema corresponde a uma ordem cronológica, como explicitado a seguir: SAF 1 > SAF 2 > SAF 3 > SAF 4 > SAF 5 > SAF 6. Os resultados das avaliações se organizam praticamente de acordo com a mesma ordem cronológica, sendo que os agroecossistemas mais antigos foram avaliados com notas mais altas. Tal classificação é devido ao tempo de implantação e seu respectivo acúmulo de biomassa em cada agroecossistema, com os manejos recorrentes nas áreas apresentando um aumento na quantidade, diversidade e qualidade de materiais depositados sob o solo.



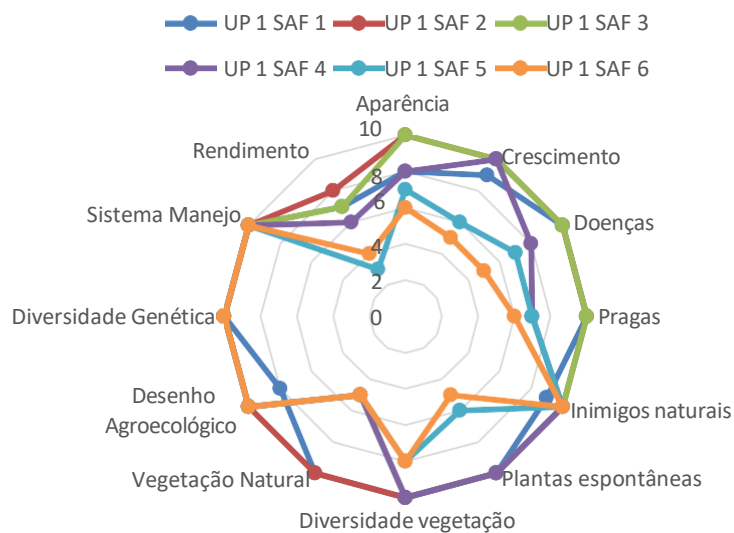
**Figura 5.** Gráfico radar comparativo da qualidade de solo nos 6 agroecossistemas (UP 1)

A figura 6 expressa os resultados obtidos na avaliação dos indicadores de sanidade dos cultivos nos agroecossistemas SAF 2 (melhor desempenho) e SAF 6 (menor desempenho). É possível observar uma situação semelhante àquela anteriormente descrita na avaliação da qualidade do solo, em que se nota que a sanidade das culturas está diretamente relacionada com a qualidade do solo.



**Figura 6.** Gráfico radar comparativo da sanidade dos cultivos nos agroecossistemas SAF 2 e SAF 6 (UP 1)

Analisando o conjunto dos 6 agroecossistemas da UP 1 na Figura 7, percebe-se o mesmo “padrão” cronológico nas notas inferidas aos indicadores de sanidade dos cultivos em relação à idade das áreas. Nesse caso, é possível inferir sobre a influência positiva do manejo da biomassa em áreas de SAF. A incorporação de materiais de roçada e poda trazem ganhos em relação aos atributos do solo que refletem em resultados com boa avaliação relacionados à sanidade dos cultivos.

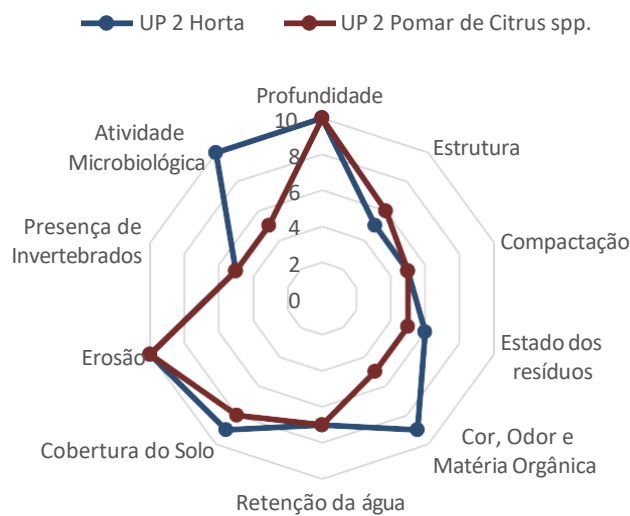


**Figura 7.** Gráfico radar comparativo da sanidade dos cultivos nos 6 agroecossistemas (UP 1).

### 5.1.2 Unidade Produtiva 2

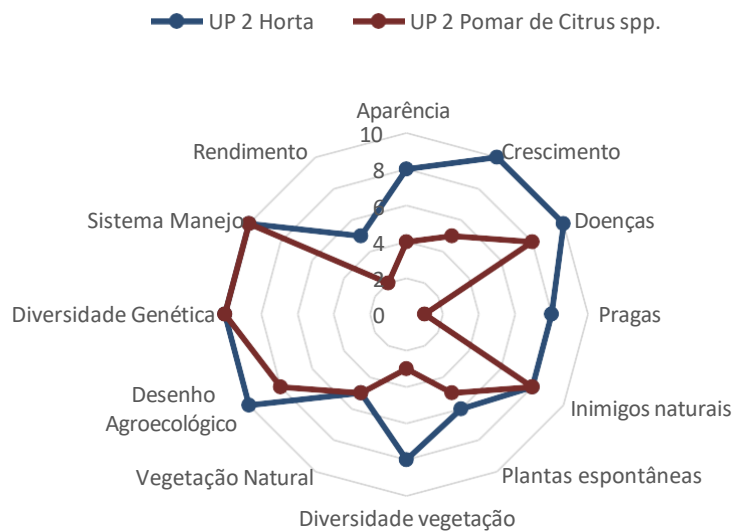
Os agroecossistemas avaliados na UP 2 foram a horta e o pomar de *Citrus spp.* Em relação

a avaliação de qualidade do solo, como expresso na Figura 8, as duas áreas tiveram um resultado muito parecido na maioria dos indicadores, havendo somente discrepância em relação aos indicadores “Atividade microbiológica” e “Cor, odor e matéria orgânica”, onde a área de horta foi avaliada com nota 10 para os atributos. No momento da avaliação, foi discutida a importância da adubação orgânica nos canteiros e sua contribuição para o bom desempenho desses indicadores. No caso do pomar de *Citrus spp.*, ambos os indicadores foram avaliados com nota 5.



**Figura 8.** Gráfico radar comparativo da qualidade de solo nos agroecossistemas da UP 2.

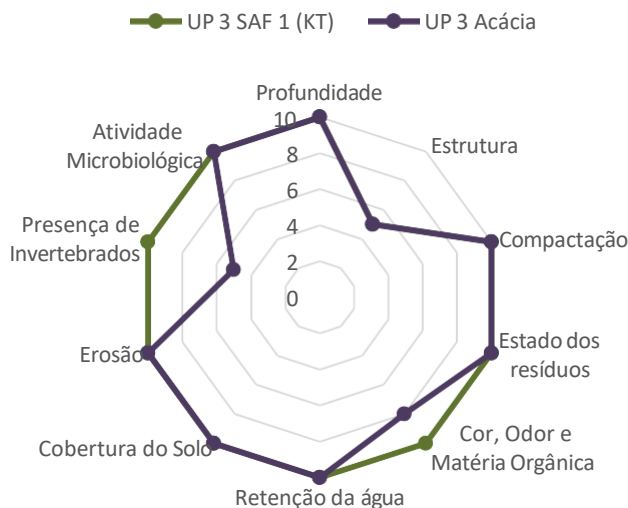
Ao se observar a Figura 9, percebemos que o desempenho da horta em relação ao pomar de *Citrus spp.* apresentou maiores valores quanto à avaliação da sanidade dos cultivos. A área do pomar obteve notas abaixo de 5 nos indicadores “Aparência geral das culturas”, “Diversidade da vegetação de culturas plantadas” e “Incidência de insetos e pragas”. A área vem sofrendo forte pressão de formigas cortadeiras, processo que vem desestimulando o produtor. Foram inferidas técnicas para contenção física de formigas cortadeiras, como limitadores de caule, uma solução viável para pequenas áreas.



**Figura 9.** Gráfico radar comparativo da sanidade dos cultivos nos agroecossistemas da UP 2.

### 5.1.3 Unidade Produtiva 3

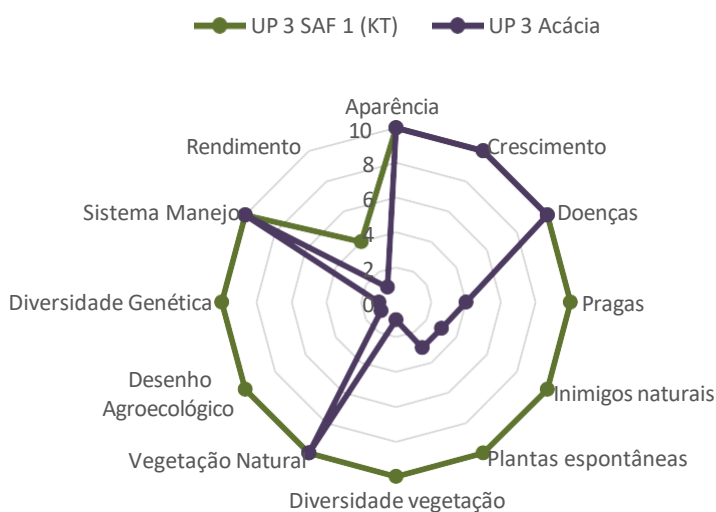
Os agroecossistemas estudados na UP 3 são compostos por um SAF de aproximadamente 18 anos e uma área onde ocorreu o plantio de acácia, que, no momento da visita de avaliação, havia sido recentemente colhida, contando com 10 anos desde sua implantação. Ambas foram estabelecidas em uma área de pastagem degradada. O resultado da avaliação das áreas foi bem semelhante, como expresso na Figura 10. No indicador “Cor, odor e matéria orgânica”, a área do SAF 1 foi melhor avaliada, tirando nota máxima e a área de acácia com nota 8. No indicador “Presença de invertebrados”, o SAF novamente tirou nota máxima, porém a área de acácia obteve nota 5. Nesse caso, os dois sistemas avaliados apresentavam características diferentes, pois o SAF representa um policultivo, contendo cacau, cupuaçu, banana, pupunha, manguba, jaca, açaí, enquanto a área de acácia foi um monocultivo onde havia sido realizado o corte recente das árvores. Mesmo sendo um monocultivo, a área de Acácia contribuiu para melhorar a qualidade do solo.



**Figura 10.** Gráfico radar comparativo da qualidade de solo nos agroecossistemas (UP 3).

Quando se avaliou a sanidade dos cultivos, percebeu-se uma diferença grande entre as áreas, devido ao fato que a área de acácia havia sido colhida recentemente. Foi interessante realizar a avaliação numa área onde a cultura havia sido colhida. Observou-se na área de Acácia maior presença de insetos praga; menor número de inimigos naturais, devido à ausência de microhabitats favoráveis; a dominância de plantas espontâneas; a baixa diversidade de vegetação plantada, sendo encontrado apenas um pasto degradado de *Brachiaria decumbens*; e baixa diversidade genética.

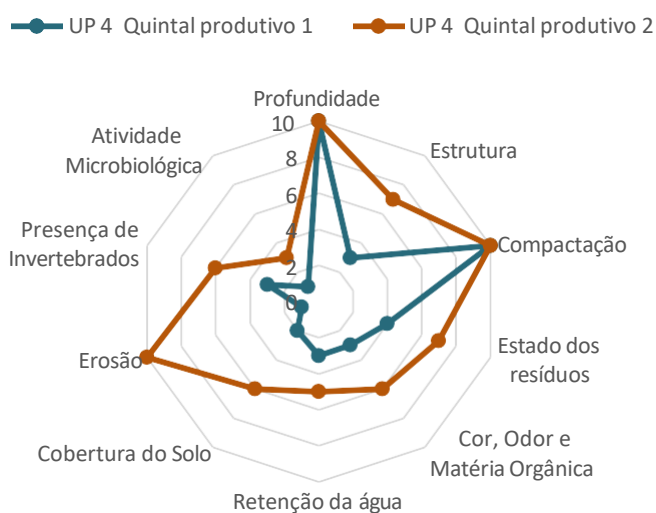
Assim como pode-se ver na Figura 11, as duas áreas obtiveram notas baixas em relação ao rendimento potencial ou atual, o que era esperado para a área de Acácia, porém no caso do SAF obteve nota 4. Segundo o produtor, apesar de obter rendimento baixo relacionado ao encontrado na região, ele acredita que obteve um rendimento adequado quando comparado ao investimento que foi feito na área, considerando um saldo positivo.



**Figura 11.** Gráfico radar comparativo da sanidade dos cultivos nos agroecossistemas (UP 3).

### 5.1.4 Unidade Produtiva 4

A UP 4 trabalha com policultivos e seus agroecossistemas são quintais produtivos. Foram escolhidos dois agroecossistemas para serem avaliados nesse estudo, denominados Quintal Produtivo 1 e Quintal Produtivo 2. É possível observar na Figura 12 que o desempenho do Quintal Produtivo 1 apresentou avaliação inferior à do Quintal Produtivo 2. Este fato se deu por conta de uma forte erosão ocorrida no momento da implantação. Segundo relatos do produtor, a área foi arada e gradeada, sem que tenham sido aplicadas técnicas de conservação do solo, como terraceamento e plantio em curva de nível. O preparo da terra foi feito em período chuvoso e a área possui relevo inclinado, fatores que influenciaram os processos erosivos ocorridos na área. O manejo de capina foi feito de forma recorrente, impedindo o desenvolvimento de plantas espontâneas, cujo sistema radicular poderia auxiliar no controle dos processos erosivos.

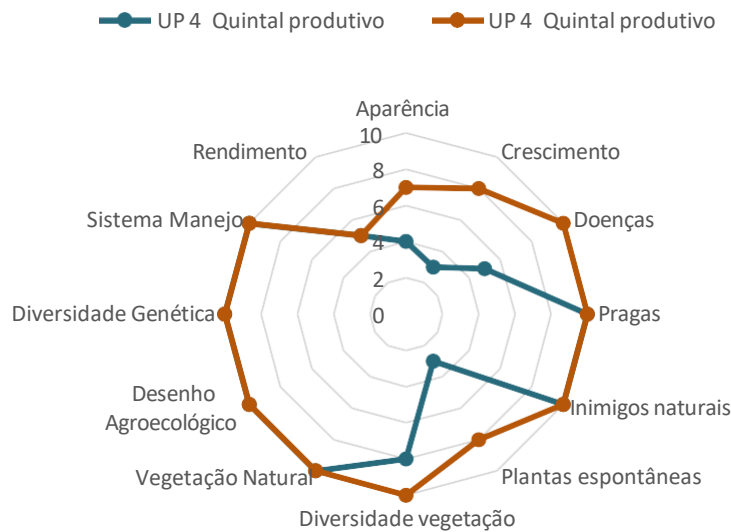


**Figura 12.** Gráfico radar comparativo da qualidade de solo nos agroecossistemas (UP 4).

No Quintal Produtivo 1, apenas dois indicadores foram avaliados com notas máximas, sendo eles “profundidade” e “compactação”. Os demais indicadores tiveram notas abaixo de 4, indicando insustentabilidade do agroecossistema. Já o Quintal Produtivo 2 obteve valores médios na maioria dos indicadores e notas elevadas nos indicadores “Profundidade”, “Erosão” e “Compactação”.

Quando analisamos a Figura 13, correspondente à avaliação de sanidade dos cultivos, podemos observar que as duas áreas obtiveram notas máximas nos indicadores “Incidência de insetos e pragas”, “Incidência de inimigos naturais”, “Vegetação natural circundante”, “Desenho agroecológico”, “Diversidade genética” e “Sistema de manejo”. Houve discrepância nos resultados dos demais indicadores, sendo o Quintal Produtivo 1 avaliado com notas inferiores a

4 nos indicadores “Aparência geral das culturas”, “Crescimento vegetal”, “Plantas espontâneas”. Tal resultado reflete um solo degradado, que se encontra com incapacidade de sustentar o agroecossistema.

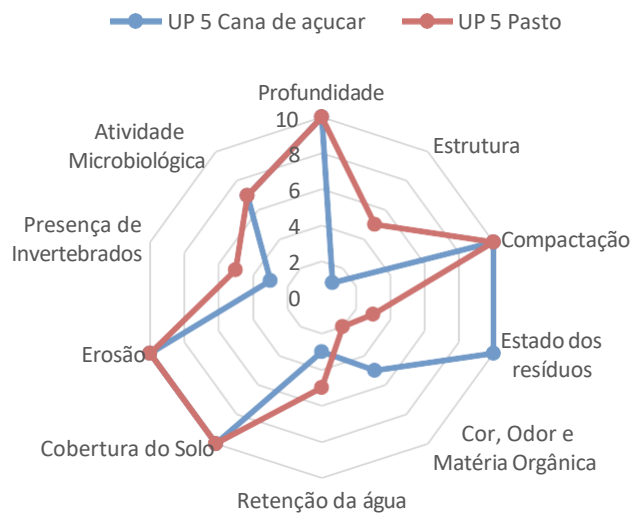


**Figura 13.** Gráfico radar comparativo da sanidade dos cultivos nos agroecossistemas (UP 4).

### 5.1.5 Unidade Produtiva 5

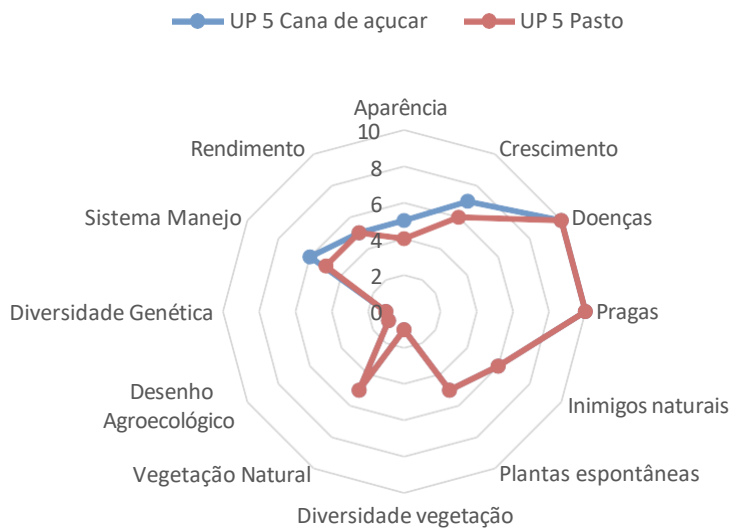
A UP 5 é ocupada pela cultura da cana-de-açúcar, com o objetivo de produzir cachaça e pecuária de corte. Os sistemas escolhidos para participar do estudo foram o agroecossistema denominado de cana de açúcar e o pasto, tratando-se de duas gramíneas. Ao observar a Figura 14, observa-se que a área da cana-de-açúcar apresentou melhor desempenho em diversos indicadores. Os indicadores “Profundidade”, “Compactação”, “Cobertura do solo” e “Erosão” foram avaliados com nota máxima. O indicador “Estado dos resíduos” foi avaliado com nota 10 na área da cana-de-açúcar, enquanto no pasto obteve nota 3 pela reduzida presença de biomassa vegetal no sistema. Em relação ao indicador “Retenção de água”, o pasto foi melhor avaliado do que a área do canavial, ocorrendo esse fato por conta do constante trabalho com tratores de arado e grade na área do canavial, impedindo processos de estruturação do solo. Por conta disso, a área de pasto também foi melhor avaliada nos atributos estrutura e presença de invertebrados. A área do canavial obteve melhor nota do que a área do pasto no indicador “Cor, odor e matéria orgânica”, sendo que a área recebe adubação com o bagaço da cana e com vinhoto de cana, contribuindo para ganhos nesse atributo.





**Figura 14.** Gráfico radar comparativo da qualidade de solo nos agroecossistemas (UP 5)

Em relação à avaliação da sanidade dos cultivos, as duas áreas obtiveram notas similares, como é possível observar na Figura 15. Pelo fato de serem duas áreas com cultivos monoculturais de gramíneas e com baixa diversidade genética, este era um resultado inesperado.



**Figura 15.** Gráfico radar comparativo da sanidade dos cultivos nos agroecossistemas (UP 5)

## **5.2 Análise comparativa dos indicadores de qualidade de solo nos agroecossistemas das diferentes UP**

Com o objetivo de avaliar de forma comparativa os indicadores de qualidade do solo, as notas inferidas em cada visita aos agroecossistemas das UP estudadas foram categorizadas em três classes diferentes, seguindo a classificação proposta por CARVALHO (2016). A organização ocorreu da seguinte maneira: as notas de 1 a 3 foram consideradas "Indesejadas", as notas de 4 a 7 como "Regulares" e as notas de 8 a 10 como "Ótimas". Na Tabela 1 a seguir, os dados e as avaliações realizadas em campo são apresentados.

**Tabela 1.** Classes atribuídas aos Indicadores da qualidade de solo na unidade produtiva, sendo de 0-3 para indesejado (vermelho), 4-7 regular (amarelo) e de 8-10 para ótimo (verde).

Indicadores	Unidades e Agroecossistemas													
	UP 1 SAF 1	UP 1 SAF 2	UP 1 SAF 3	UP 1 SAF 4	UP 1 SAF 5	UP 1 SAF 6	UP 2 Horta	UP 2 <i>Citrus</i> <i>spp.</i>	UP 3 SAF 1	UP 3 Acácia	UP 4 Quintal produtivo 1	UP 4 Quintal produtivo 2	UP 5 Canavial	UP 5 Pastagem
Profundidade	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo
Estrutura	Regular	Ótimo	Ótimo	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Indesejada	Regular	Indesejada	Regular
Compactação	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Regular	Regular	Regular	Regular	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo
Estado dos resíduos	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Regular	Regular	Regular	Ótimo	Ótimo	Regular	Regular	Ótimo	Indesejada
Cor, Odor e Matéria Orgânica	Regular	Ótimo	Ótimo	Regular	Regular	Regular	Ótimo	Regular	Ótimo	Ótimo	Indesejada	Regular	Regular	Indesejada
Retenção da água	Regular	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Regular	Regular	Regular	Regular	Ótimo	Ótimo	Indesejada	Regular	Indesejada	Regular
Cobertura do Solo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Indesejada	Regular	Ótimo	Ótimo
Erosão	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Indesejada	Ótimo	Ótimo	Ótimo
Presença de Invertebrados	Regular	Ótimo	Ótimo	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Ótimo	Regular	Indesejada	Regular	Indesejada	Regular
Atividade Microbiológica	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Regular	Regular	Regular	Ótimo	Regular	Ótimo	Ótimo	Indesejada	Indesejada	Regular	Regular

Fonte: Resultado da pesquisa 2023

Para avaliar a profundidade do solo, foi necessário observar a paisagem da região, caracterizando o indicador, expondo sua importância e apontando como se relaciona com o desenvolvimento e sustentação das raízes no solo, além da absorção de água e nutrientes. Foi verificada ainda a exposição do subsolo, se havia afloramentos rochosos, presença de pequenas rochas e minerais, e a espessura do solo, buscando relacionar com os perfis do solo e seus horizontes. Os solos em todas as UP, em relação ao indicador "Profundidade", foram classificados como "Ótimos". Em sua maioria, consistiam em Latossolos ou Argissolos, de acordo com o banco de dados do PronaSolos (CPRM, 2023), com exceção da UP 5, onde os agroecossistemas estão inseridos em um Neossolo Flúvico.

Quando se abordou a estrutura do solo junto aos agricultores, iniciou-se conceituando os agregados e como eles são formados, através da atividade de microrganismos e raízes das plantas, por meio dos exsudatos liberados, que possibilitam a agregação de partículas presentes no solo. Para avaliar a presença dos agregados e sua estabilidade, foi retirada uma pequena amostra de terra, recém-coletada na superfície do terreno, fazendo-se pressão entre os dedos de acordo com a metodologia preconizada por Nicholls et al. (2004). Em seguida, explicou-se o conceito das partículas do solo (areia, silte, argila) e como estão relacionadas à qualidade do solo, bem como à disponibilização de água e ar na rizosfera.

As estruturas dos solos, na maioria das UPs, foram avaliadas como "regulares", com exceção de dois agroecossistemas da UP 1: o SAF 2 e o SAF 3. Estes foram avaliados como "ótimos" no indicador devido ao manejo empregado, o que pode estar associado a um abundante aporte de biomassa proveniente de podas de árvores e roçada. Isso provavelmente contribuiu para a melhoria da estrutura do solo, por meio da ação dos microrganismos e da fauna edáfica.

Dois áreas avaliadas receberam notas "indesejadas" nesse indicador:

- A primeira foi o Quintal Produtivo 1 da UP 4. Durante a avaliação, foi lembrado das práticas de manejo empregadas pelo agricultor no momento da implantação. Segundo sua descrição, foram realizadas aração e gradagem no preparo do solo. Devido à topografia inclinada e a textura média do horizonte A, é provável que o terreno tenha enfrentado processos erosivos durante o período chuvoso. Além disso, o manejo adotado durante o desenvolvimento foi a capina com enxada, impedindo a formação de raízes de plantas espontâneas e sua função na estruturação.
- A segunda área foi o canal localizado na UP 5. Trata-se de uma monocultura sem rotação de culturas e que é periodicamente submetida à mecanização. Devido à sua textura aparentemente arenosa, a formação de agregados é

impossibilitada nessas condições. O solo é extremamente solto, e o torrão se desfaz facilmente quando pressionado entre os dedos.



**Figura 16.** Visita a UP 5, com torrão de solo sem resistência, área do canavial, Mata de São João, BA. Foto de Lucas Dantas Denny, 2023.

Para avaliar a compactação do solo, utilizou-se uma metodologia que consiste em penetrar verticalmente no solo com um arame com marcações de 20 em 20 cm, anotando a profundidade em que o arame se curva devido à resistência do solo, atribuindo assim uma nota ao indicador. Além disso, foram abordados alguns fatores que, segundo Leão (2019), contribuem para a compactação, como o uso de maquinaria pesada e a descompactação do solo por meio do cultivo de plantas com raízes profundas, que quebram camadas compactadas.

O indicador de compactação mostrou-se “Ótimo” na maioria das UPs. Os agroecossistemas SAF 5 e SAF 6 da UP 1, bem como as áreas da UP 2, foram avaliados como "Regulares". Isso ocorreu devido à coesão encontrada no horizonte B dos solos da região, que são categorizados como Argissolos distrocoesos, de acordo com o PronaSolos (CPRM, 2023). As demais áreas da UP 1 obtiveram conceitos ótimos, o que pode ser associado ao trabalho das

espécies presentes no consórcio dos SAF, como o feijão guandu, que atua como adubo verde.

Para explicar aos agricultores como ocorre a decomposição dos resíduos e a ciclagem de nutrientes, foram abordados os fatores que influenciam esse processo, como o clima e os organismos, incluindo a mesofauna nos processos iniciais da decomposição e a microbiologia nos processos de ciclagem dos nutrientes. Também foi contextualizada a importância desses organismos na manutenção da fertilidade dos solos.

No canavial (UP 5), as avaliações atribuídas ao indicador "Estado dos resíduos" foram classificadas como "Ótimas". Essa classificação foi influenciada pelas práticas de manejo atualmente utilizadas na UP, como o retorno do bagaço para o campo e a manutenção de restos culturais na área, formando uma camada espessa de biomassa sob o solo. Observou-se também que praticamente todos os agroecossistemas que incluem SAF possuem uma boa camada de resíduos depositados sob o solo, com diferentes estados de decomposição e origens dos materiais. A exceção foi o SAF 6 da UP 1, classificado como regular devido à implantação recente, com apenas dois anos de acumulação de biomassa. As áreas da horta e do pomar de *Citrus* spp. (UP 2) e as áreas do Quintal Produtivo (UP 4) foram classificadas como regulares, sendo que o Quintal Produtivo 1 obteve a nota 4, muito próximo da classe indesejada. A área de pastagem recebeu a classificação indesejada, com pouca biomassa acumulada na superfície do solo.

O indicador de cor, odor e matéria orgânica do solo foi avaliado por meio de análise sensorial e visual, onde os agricultores participantes foram convidados a pegar um punhado de terra, analisar sua cor e cheirar, atribuindo notas com base em suas percepções. Foi explicado que essas características são influenciadas por diversos fatores, como a presença de minerais e matéria orgânica, além de fatores climáticos e biológicos. Também foi destacada a importância do húmus como uma das fontes de matéria orgânica do solo e sua função na retenção de água e fornecimento de nutrientes para as plantas (CANELLAS, 2013).

Quanto à cor, odor e matéria orgânica, as áreas do SAF 2 e SAF 3 (UP 1), SAF 1 e Acácia (UP 3) e Horta (UP 2) foram classificadas como "Ótimas". Nos casos das áreas de SAF, isso se deve ao constante aporte de biomassa por meio de podas de manutenção e à queda de folhas e galhos das próprias plantas, o que contribui para a ativação da biologia do solo e a formação de camadas ricas em matéria orgânica. Na área da acácia, apesar de ser uma monocultura, o depósito contínuo de folhas e galhos ao longo do tempo, provavelmente, contribuiu para o aumento da matéria orgânica. Na horta, a classificação provavelmente se deve à aplicação recorrente de adubos orgânicos nos canteiros. O SAF 1 (UP 1), o Quintal Produtivo 2 (UP 4) e o Canavial (UP 5) apresentaram pouca adição de matéria orgânica ao solo. A área do quintal produtivo 1 (UP 3) foi classificada como indesejada nesse indicador, provavelmente devido à erosão que ocorreu

durante a implantação e às práticas de capina ainda realizadas na área. Por último, a área de pastagem também foi classificada como indesejada, provavelmente devido ao baixo aporte de biomassa no sistema produtivo. Foram sugeridas, aos agricultores, práticas e estratégias que favorecem a presença de matéria orgânica no solo, como a utilização de cobertura viva e morta, adubação verde e adubação orgânica.

No indicador de retenção de água, a avaliação foi baseada na experiência do agricultor com as chuvas e os ciclos de umedecimento e secagem do solo. Para avaliar o indicador, um torrão de solo foi retirado com um enxadão e água foi jogada sobre ele para observar como era retida. As áreas do Quintal Produtivo 1 (UP 4) e do Canavial (UP 5) receberam classificações indesejadas. Isso ocorreu devido à relação entre a estrutura do solo e sua capacidade de reter água, além da textura aparentemente arenosa do solo em ambos os casos. Nas demais áreas, as classificações foram regulares ou ótimas.

A cobertura do solo foi avaliada observando-se a quantidade e qualidade da cobertura vegetal, sendo classificada como indesejada no Quintal Produtivo 1 (UP 4). O Quintal Produtivo 2 (UP 4) recebeu classificação regular devido à baixa densidade de plantas espontâneas e à falta de cobertura morta em algumas partes. As demais áreas foram classificadas como ótimas. Foi explicada a importância desse indicador na conservação do solo e da água, pois a presença de cobertura pode evitar problemas como baixa retenção de água no solo, aumento da temperatura do solo, riscos de erosão, entre outros. Como mencionado por Primavesi (2002), a biomassa vegetal depositada na superfície do solo, proveniente de coberturas vivas e mortas, é importante para a manutenção da qualidade do solo e para a disponibilidade de água para as culturas.

A avaliação do indicador erosão foi realizada observando a área quanto à presença de sulcos no solo, causados pelo escoamento superficial da água e arraste do solo. Todos os agroecossistemas receberam classificações “Ótimas”, exceto no Quintal Produtivo 1 (UP 4). Essa área está localizada em um terreno inclinado, com textura aparentemente média no horizonte A. Segundo o agricultor, o uso do trator foi feito sem a adoção de práticas de conservação do solo. Além disso, a área foi preparada durante um período chuvoso, o que resultou em erosão hídrica evidente. No momento de avaliação, também foi discutido com os agricultores sobre como os processos erosivos podem resultar na degradação dos atributos do solo, incluindo os físicos, químicos e biológicos, pela perda de nutrientes, arraste de partículas do solo e perda de organismos benéficos como é abordado por Primavesi (2002).

Para avaliar o indicador “Presença de invertebrados”, foram abertos diversos buracos ao longo dos agroecossistemas e observada a presença e diversidade dos mesmos. Durante a abordagem desse atributo, foi discutida a biodiversidade do solo e sua importância no

desenvolvimento da vida. Os agroecossistemas de Quintal Produtivo (UP 4) e o Canavial (UP 5) foram classificados como indesejados. Com exceção do SAF 2 e SAF 3 (UP 1) e do SAF 1 (UP 3), classificados como ótimos, as demais áreas receberam classificação “Regular”.

A atividade microbiológica foi medida com o uso de água oxigenada, que pode indicar a presença de matéria orgânica e a atividade de organismos invisíveis a olho nu, como bactérias, fungos, actinomicetos e outros. Para essa estimativa, foi aplicada uma quantidade de água oxigenada em uma amostra de solo, verificando-se a efervescência. Se a efervescência for baixa, pode indicar que o solo tem um teor de matéria orgânica baixo e pouca atividade microbiológica. Se a efervescência for alta, podemos inferir que o solo tem alto teor de matéria orgânica e alta atividade microbiológica. Durante essa etapa, foram destacadas as atividades que promovem a vida no solo, como a incorporação de matéria orgânica de qualidade e em abundância, rotação de culturas, cobertura viva ou morta do solo, entre outras (FRIGHETTO; VALARINI, 2000).

As melhores classificações relacionadas à atividade microbiológica foram obtidas no SAF 1, SAF 2 e SAF 3 (UP 1), na Horta (UP 2), no SAF 1 e na acácia (UP 3). Na maioria dos casos, o indicador foi avaliado como “Ótimo” em áreas que possuíam componentes arbóreos, o que resultou em um maior aporte de biomassa e ciclagem de nutrientes, fatores que contribuem para a ativação da microbiota do solo. A área da horta também obteve uma boa pontuação, provavelmente devido à aplicação constante de adubos orgânicos ao solo.





**Figura 17.** Visita a UP 1, com análise de atividade microbiológica no SAF 3, Fazenda Caráípe, Aratuípe, BA. Foto de Lucas Dantas Denny, 2023.

Nas avaliações dos atributos relacionados à qualidade do solo, os agroecossistemas das Unidades de Produção (UP) que utilizam os Sistemas Agroflorestais (SAF) como estratégia de manejo se destacaram. Além da diversidade cultural dos SAF, acredita-se que o destaque advém do manejo constante da biomassa, promovendo uma melhor cobertura do solo, o que tem como consequência um aumento no teor de matéria orgânica e ativação da microbiologia do solo, além do aumento da presença de invertebrados. Isso resulta em solos com melhor estrutura, reduzindo a compactação, aumentando a retenção de água e evitando erosão.

### **5.3 Análise comparativa dos indicadores de sanidade dos cultivos nos agroecossistemas das diferentes UP**

Com o objetivo de avaliar de forma comparativa os indicadores da sanidade dos cultivos, as notas inferidas em cada visita aos agroecossistemas das UP estudadas foram categorizadas em três classes diferentes, seguindo a classificação proposta por CARVALHO (2016). A organização ocorreu da seguinte maneira: as notas de 1 a 3 foram consideradas "Indesejadas", as notas de 4 a 7 como "Regulares" e as notas de 8 a 10 como "Ótimas". Na Tabela 2 a seguir, os dados e as avaliações realizadas em campo são apresentados.

**Tabela 2.** Classes atribuídas aos indicadores de sanidade de solo por unidade produtiva, sendo de 0-3 para indesejado (vermelho), 4-7 regular (amarelo) e de 8-10 para ótimo (verde).

Indicadores	Unidades Produtivas e suas respectivas áreas													
	UP 1 SAF 1	UP 1 SAF 2	UP 1 SAF 3	UP 1 SAF 4	UP 1 SAF 5	UP 1 SAF 6	UP 2 Horta	UP 2 <i>Citrus spp.</i>	UP 3 SAF 1	UP 3 Acácia	UP 4 Quintal produtivo 1	UP 4 Quintal produtivo 2	UP 5 Canavial	UP 5 Pastagem
<i>Aparência geral da cultura</i>	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Regular	Regular	Ótimo	Regular	Ótimo	Ótimo	Regular	Regular	Regular	Regular
<i>Crescimento das plantas</i>	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Regular	Regular	Ótimo	Regular	Ótimo	Ótimo	Indesejada	Ótimo	Regular	Regular
<i>Incidência de doenças</i>	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Regular	Regular	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Regular	Ótimo	Ótimo	Ótimo
<i>Incidência de insetos e pragas</i>	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Regular	Regular	Regular	Ótimo	Indesejada	Ótimo	Regular	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo
<i>Abundância e diversidade de inimigos naturais</i>	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Indesejada	Ótimo	Ótimo	Regular	Regular
<i>Competição e supressão de plantas espontâneas</i>	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Regular	Regular	Regular	Regular	Ótimo	Indesejada	Indesejada	Ótimo	Regular	Regular
<i>Diversidade vegetação de culturas plantadas</i>	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Regular	Regular	Ótimo	Regular	Ótimo	Indesejada	Ótimo	Ótimo	Indesejada	Indesejada
<i>Vegetação natural circundante</i>	Ótimo	Ótimo	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Regular	Regular
<i>Desenho Agroecológico</i>	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Indesejada	Ótimo	Ótimo	Indesejada	Indesejada
<i>Diversidade Genética</i>	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Indesejada	Ótimo	Ótimo	Indesejada	Indesejada
<i>Sistema Manejo</i>	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Regular	Regular
<i>Rendimento atual ou potencial</i>	Regular	Ótimo	Regular	Regular	Indesejada	Regular	Regular	Indesejada	Regular	Indesejada	Regular	Regular	Regular	Regular

Fonte: Resultado da pesquisa 2023

Nas avaliações referentes, a aparência geral da cultura, foram avaliados o estado nutricional e o respectivo desenvolvimento das culturas. No geral os agroecossistemas foram classificados como "Ótimos" ou "Regulares". As áreas de pastagem (UP 5), o pomar de *Citrus* spp. (UP 3) e o quintal produtivo 1 (UP 4), apesar de serem classificadas como "Regulares", receberam nota 4, quase sendo classificadas como "Indesejadas". Nos dois casos, tratam-se de monoculturas, enquanto no caso da área da UP 4 reflete o que foi expressado anteriormente nos indicadores de solo.

Para avaliar o indicador crescimento das plantas utilizou-se métodos de indicação visual do padrão de crescimento das plantas e se haviam deficiências ou toxidades. A maioria dos agroecossistemas foi classificada como "Regular" no indicador de crescimento das plantas, com exceção do quintal produtivo 1 (UP 4), que foi classificado como "Indesejado". Nessa área, foi possível observar o encurtamento dos entrenós recém-formados nas plantas cultivadas na áreas, o que indica a paralisação ou diminuição do crescimento vegetal.

Em relação aos indicadores "Incidência de doenças" e "Incidência de insetos e pragas", utilizou-se uma análise visual, para inferir sobre tais indicadores. As áreas foram classificadas como "Regulares" ou "Ótimas" no indicador "Incidência de doenças", pois não foi observada uma presença expressiva de patógenos nos agroecossistemas. No caso da incidência de insetos e pragas, o resultado foi semelhante, com exceção do pomar de *Citrus* spp. (UP 2), que foi avaliado como "Indesejado", pois tem sofrido forte pressão de formigas cortadeiras (*Atta* spp.).

Em conjunto com a análise anterior, foi observada a abundância e diversidade de inimigos naturais. Iniciou-se esta avaliação com a conceituação de inimigos naturais e o equilíbrio de populações, sempre atrelando-se ao fato de que esse atributo está altamente relacionado com a biodiversidade é sensível ao manejo, ao arranjo produtivo, a diversidade de plantas espontâneas, a diversidade genética, além de outros fatores e condições. Foi observado que o indicador de abundância e diversidade de inimigos naturais foi influenciado pelo desenho agroecológico. Em todas as áreas dos agroecossistemas das UP 1, 2, 3 e 4, os indicadores foram classificados como "Ótimos". No caso da UP 5, os agroecossistemas foram classificados como "Regulares" em relação aos inimigos naturais. Os resultados destacam a importância de plantios diversificados que utilizam práticas agroecológicas.

Para avaliar o indicador "Competição e supressão de plantas espontâneas", inicialmente foi discutida a questão da competição entre as plantas cultivadas e espontâneas na questão hídrica e nutricional, além da possibilidade de serem vetores de patógenos e abrigos para insetos praga. Foram também trazidos conteúdos relacionados ao que essas plantas indicam, por exemplo, distúrbios nutricionais. Foram abordados ainda aspectos relevantes de determinadas plantas

espontâneas, como a atração de insetos benéficos (polinizadores, inimigos naturais, dentre outros), fornecendo microhabitats. Alternativas para uma convivência harmônica foram discutidos, como por exemplo a capina seletiva, a cobertura morta e o plantio de plantas de cobertura.

As áreas que possuem componentes arbóreos na composição de seus consórcios obtiveram classificações melhores no indicador “Competição e supressão de plantas espontâneas”. Na UP 1, os SAF 1, SAF 2, SAF 3 e SAF 4 foram classificados como “Ótimos”, enquanto os SAF 5 e SAF 6 foram classificados como “Regulares”, uma vez que são áreas recém-implantadas e não tiveram tempo suficiente para exercer sua influência na supressão das plantas espontâneas. Da mesma forma, na UP 2, as áreas não contribuíram para suprimir plantas espontâneas e, no momento da avaliação, foram classificadas como “Regulares”. Na UP 3, a área do SAF 1 foi classificada como “Ótima”, e a área da acácia, devido à recente colheita da madeira, foi classificada como “Indesejada”. O Quintal Produtivo 1 da UP 4 foi classificado como “Indesejado”, devido ao baixo vigor e crescimento do consórcio plantado, enquanto o Quintal Produtivo 2 foi classificado como “Ótimo”. Em relação aos agroecossistemas da UP 5, ambos são ocupados por gramíneas e tendem a ocupar bem a área, devido ao seu metabolismo C4, mas no caso da cana é necessário ao menos uma capina para que a cultura se estabeleça, enquanto na área de pastagem há a necessidade de roçadas esporádicas, devido ao pastoreio seletivo do gado, deixando o pasto sujo ao longo do tempo.

Sobre a diversidade de vegetação e culturas plantadas, foi conceituado o monocultivo e o policultivo, atentando-se para o processo de simplificação do ecossistema da primeira modalidade e suas consequências. Também foram apontadas estratégias para a utilização de policultivos e quais são seus benefícios. As áreas de SAF e Quintal Produtivo foram classificadas como “ótimas” para o indicador de diversidade da vegetação e das culturas plantadas, uma vez que esses sistemas têm a biodiversidade como um dos pilares para o seu funcionamento. O oposto ocorre em sistemas de monocultivo, como no caso do pomar de *Citrus* spp., acácia, canavial e pastagem, que foram classificados como “Indesejados”.

A vegetação natural circundante foi ressaltada e avaliada. A presença de áreas de reserva legal, barreiras vegetais e quebra ventos, foram exemplificados como áreas responsáveis pela diversificação do entorno, funcionando como abrigo, refúgio e fonte de alimentação para inimigos naturais, além da diminuição do inoculo de patógeno através do vento. As UP foram classificadas como “Ótimas” ou “Regulares” para este indicador, com todas as áreas adjacentes a vegetação natural em pelo menos um dos lados.

Para a avaliação da diversidade genética, foi feita uma introdução sobre sua importância

para a criação de áreas com maior resiliência, trazendo menor risco para o agricultor, além da menor incidência de pragas e doenças. Foi avaliada a quantidade de variedades dentro daquela área. A diversidade genética foi classificada como "Ótima" na maioria das UP. Na UP 3, na área de Acácia, o indicador foi classificado como "Indesejado", pois não havia nenhuma cultura plantada no momento da visita, visto que a área havia sido recentemente colhida. As áreas da UP 5 também foram classificadas como "Indesejadas", uma vez que cada área contém apenas uma variedade cultivada.

Em relação ao sistema de manejo, todas as áreas foram classificadas como "ótimas", uma vez que o manejo é orgânico e diversificado, com reduzido uso de insumos externos. A UP 5 foi a única classificada como "Regular", na área da cana, mesmo sendo certificada como orgânica, pois não possui plantio diversificado. A área de Pastagem está em transição ecológica no momento, sem a presença de diversidade de espécies cultivadas.

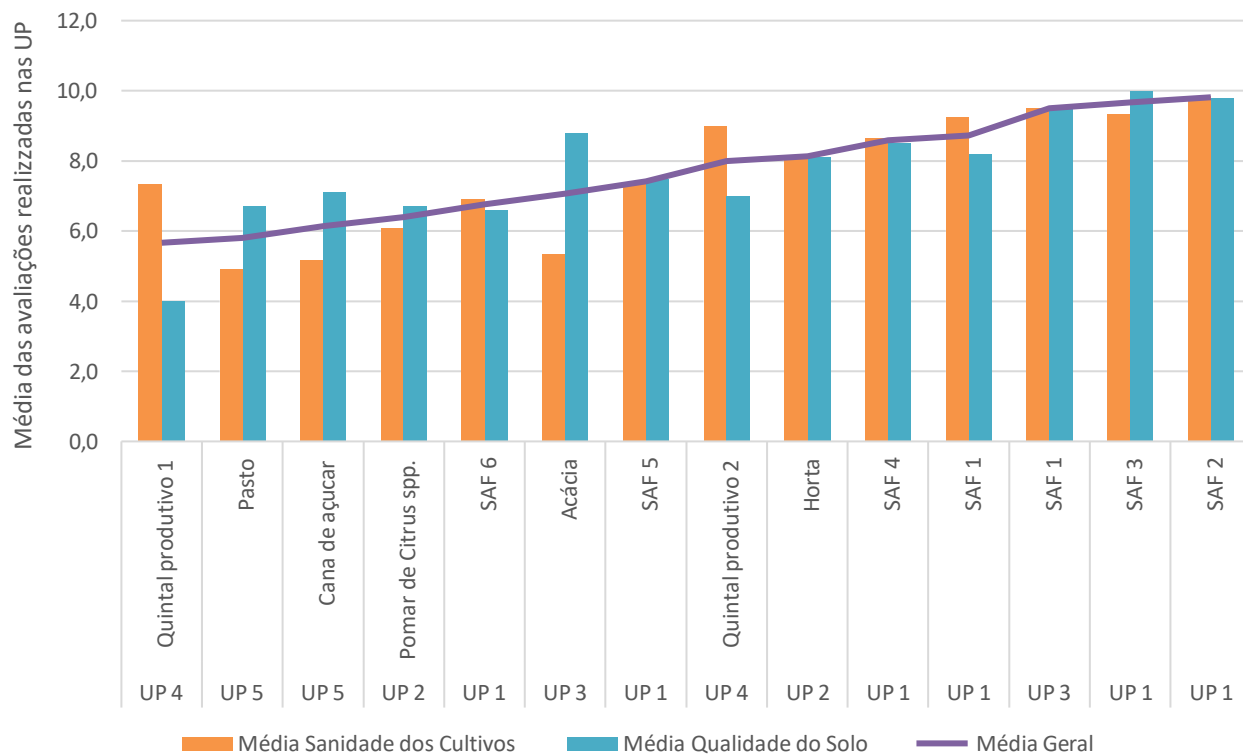
Apenas o SAF 2 (UP 1) foi classificado como "Ótimo" em relação ao rendimento atual ou potencial. A maioria das áreas foi classificada com rendimento "Regular". A área do SAF 5 foi classificada como "Indesejada", devido ao baixo rendimento até o momento e o pomar de *Citrus* spp. Essa classificação foi feita devido à pressão das formigas cortadeiras. Por fim, a área de Acácia também recebeu essa classificação, pois estava sem espécies plantadas no momento da visita.

Novamente, neste estudo, foi observado o potencial dos SAF em relação à melhoria da sanidade dos cultivos. As UP que obtiveram boas notas nos indicadores de qualidade do solo também foram bem avaliadas nos indicadores de sanidade dos cultivos. Isso mostra que cada indicador, quando bem manejado, eleva o potencial do sistema como um todo para melhores condições.

#### **5.4 Análise comparativa entre as médias gerais, qualidade do solo e sanidade dos cultivos**

Quando se avalia as médias gerais da qualidade do solo e da sanidade dos cultivos, é possível observar que os agroecossistemas que mais tiveram destaque foram os que utilizam os SAF como sistema de produção, como é apresentado na Figura 18. Com exceção do Quintal Produtivo 1 (UP 4) e do agroecossistema com acácia (UP 3), é possível verificar uma divisão entre sistemas monoculturais e policultivos em relação ao desempenho nos indicadores avaliados. O Quintal Produtivo 1 é diversificado quanto ao nível de espécies cultivadas, mas devido à ocorrência de processos erosivos que ocorreram no momento da implantação e durante os manejos subsequentes, não se obteve boas notas nos indicadores para aquela UP. Já

no caso da área de acácia, que foi colhida recentemente, obteve-se um bom desempenho relacionado aos indicadores de solo e um baixo desenvolvimento relacionado à sanidade dos cultivos. Pelo fato da acácia ser uma espécie arbórea, isto contribuí muito para a melhoria nos indicadores de solo, deixando um saldo positivo nesse quesito.



**Figura 18.** Análise comparativa entre a média das avaliações de qualidade do solo, sanidade dos cultivos e média geral nas diferentes UP.

## 5.5 Estratégias construídas de forma participativa para otimizar os agroecossistemas

Após a avaliação, realizou-se uma conversa com os agricultores de cada UP, onde foram discutidas práticas capazes de contribuir para a melhoria dos indicadores e, conseqüentemente, dos aspectos produtivos de cada área. Na UP 1, discutiu-se a importância da constância dos manejos em áreas de SAF e sua contribuição para a melhoria da qualidade do solo e a sanidade dos cultivos.

Na UP 2, abordou-se a importância do manejo da biomassa para a melhoria dos indicadores de solo e da sanidade dos cultivos. Propôs-se um esforço para realizar a cobertura do solo nos canteiros de hortaliças, utilizando materiais roçados de outras áreas, além do plantio de espécies para adubação verde na área. No pomar, sugeriu-se o plantio de espécies de adubação verde perene, como a *Gliricidia* spp., capaz de contribuir para o incremento de biomassa com folhas e material lenhoso, além da disponibilização de nitrogênio provido da fixação biológica de nitrogênio). Discutiu-se também a frequência do uso do motocultivador, considerando que poderia ser reduzida, especialmente se houver biomassa abundante nos canteiros de hortaliças, o que levaria à supressão de plantas espontâneas e à possibilidade de realizar o plantio direto de hortaliças.

Na UP 3, discutiu-se a importância do manejo constante em SAF e seu retorno através do aumento do rendimento das espécies cultivadas. Um dos agricultores associados a essa UP relatou que, do seu ponto de vista, a área apresentava bom rendimento, não quando comparada a outros cultivos regionais, mas quando contrastada com o investimento realizado na área e seu respectivo retorno. A área de acácia havia sido recentemente colhida e contribuiu positivamente para a construção dos indicadores de solo avaliados. O agricultor informou que em breve será implantada uma nova área de SAF no local.

Ao final da visita à UP 4, considerando-se as conseqüências observadas no Quintal Produtivo 1, discutiu-se a importância de práticas de conservação do solo, como o terraceamento. Propôs-se o plantio com maior densidade de plantas forrageiras e adubação verde para aumentar a biomassa na área. O manejo de capina, segundo o agricultor responsável pela UP, será modificado na área, pois após a visita se observou a contribuição das raízes na estruturação do solo.

Na UP 5, foi proposto o uso do plantio direto de cana-de-açúcar, permitindo assim que as raízes contribuam para a estruturação do solo. Outra sugestão foi a utilização do sulcador em vez do arado e da grade. Para incrementar a microbiota, foram discutidas e apresentadas técnicas de produção de biofertilizantes a partir de resíduos agroindustriais, como o vinhoto. A fim de



umentar a diversidade de espécies e contribuir com os demais indicadores, sugeriu-se o plantio de espécies consorciadas, inclusive de porte arbóreo, como a Amburana (*Amburana cearensis*), o Jatobá (*Hymenaea courbaril*) e o Jequitibá (*Cariniana legalis*).

## **5.6 Avaliação de metodologia pelos agricultores participantes**

Foi realizada uma reunião virtual com os produtores participantes da pesquisa, com o objetivo de se discutir a viabilidade do Sistema Rápido de Avaliação do Solo e da Sanidade dos Cultivos. De acordo com os relatos dos agricultores, a ferramenta contribuiu para ampliar a visão sobre as UP, além de sistematizar as informações por meio de gráficos, de fácil interpretação, e com a possibilidade de ser preenchido em campo, dispensando a necessidade de computadores ou outros aparelhos mais sofisticados. Também foi destacada a praticidade da ferramenta e a rapidez com que os resultados são gerados após a avaliação.

Quando questionados sobre a viabilidade da ferramenta para avaliação em visitas de pares, o agricultor responsável pela UP 2 mencionou que acharia necessário ter um técnico presente para realizá-la. Já o agricultor da UP 5, que possui formação em geografia, acredita ser possível usar a ferramenta em processos de visitas de pares. Foi sugerida a ideia de uma capacitação para tornar a ferramenta acessível, onde as informações seriam traduzidas para uma linguagem simplificada. Nesse ponto, houve consenso sobre a viabilidade da proposta.

A partir disso, a possibilidade do uso da ferramenta durante visita de pares foi avaliada de forma positiva, podendo auxiliar no enriquecimento e sistematização das informações. Isto permitiria um acompanhamento periódico do manejo do solo e da sanidade dos cultivos. Ao longo do tempo, é possível construir uma linha do tempo, onde é possível visualizar o manejo dos agroecossistemas e a contribuição das práticas agroecológicas adotadas na UP.

Quando perguntados sobre qual indicador acharam mais interessante, a resposta foi unânime: o indicador de atividade microbiológica foi o favorito. Isso se deve ao fato de possibilitar a percepção da vida no solo, algo viabilizado pelo uso da metodologia.

A partir das discussões realizadas, identificou-se a necessidade de adaptar a ferramenta, e a ideia de criar um aplicativo para smartphone foi proposta. Esse aplicativo serviria como suporte para realização das avaliações feitas em grupo, além de possibilitar o armazenamento das informações coletadas nas UP.

## **6 CONCLUSÕES**

- ✓ A utilização do sistema de avaliação rápida da qualidade do solo e sanidade dos cultivos nas UP presentes nesse estudo contribuiu para ampliar a visão dos agricultores sobre seus agroecossistemas, favorecendo a inserção de novas técnicas de manejo ecológico de solo.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J. A. **Pesquisa em extensão rural**: um manual de metodologia. Brasília: s.n., 1989.
- ALTIERI, M. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2012.
- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Un metodo agroecologico rapido para la evaluacion de la sostenibilidad de cafetales. **Manejo integrado de plagas y agroecología**, n. 64, p. 17–24, 2002. Disponível em: <agroeco3@nature.berkeley.edu>.
- AQUINO, A. M. DE; ASSIS, R. L. DE. **Agroecologia**: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2012.
- BRASIL. **Instrução Normativa n. 007 de 17 de maio de 1999**. Estabelece normas para produção de produtos orgânicos vegetais e animais. Diário Oficial da União, Brasília, n. 94, Seção 1, p. 11-19, maio 1999.
- BRASIL. **Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003**. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Disponível em: < [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2003/110.831.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.831.htm)>. Acesso em: 19 dez. 2023.
- BRASIL. **Portaria nº 52, de 15 de março de 2021**. Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção e as listas de substâncias e práticas para o uso nos Sistemas Orgânicos de Produção. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-52-de-15-de-marco-de-2021-310003720>>. Acesso em: 31 ago. 2021.
- CALEGARI, A.; CARLOS, J. A. D. Recomendações de plantio e informações gerais sobre o uso de espécies para adubação verde no Brasil. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil**: fundamentos e prática. v. 2. Brasília: Embrapa, 2014. p. 451-478.
- CAMPOS, M. C. C.; FRAGA, V.; SALCEDO, I.; OLIVEIRA, F.; SILVA, J.; BRITO FILHO, E. Agregados de solos em áreas sob distintas intensidades de uso da região semiárida do Nordeste. **Scientia Plena**, v. 18, n. 7, p. 1–8, 2022.
- CANELLAS, L. P. O que é húmus? In: CANELLAS, L. P.; RUMJANEK, V. M.; BALOTA, E. L. (Org.). **Humosfera**: ambiente, solo e sociedade. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. p. 17-28. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/publicacoes-fertilizantes/humosfera.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2023.
- CARVALHO, E. S. de. **Avaliação participativa da qualidade do solo e sanidade dos cultivos para o manejo integrado da hérnia das crucíferas em ambiente de montanha**. 2016. 119 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- CARVALHO, M. N. de. **Avaliação participativa da qualidade do solo em lavouras orgânicas de café e uva, submetidas ao consórcio com adubos verdes**. 2018. 72 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- CASALINHO, H. D. **Monitoramento da qualidade do solo em agroecossistemas de base ecológica**: a percepção do agricultor. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária - UFPEL, 2004. 47p.
- CLIMATE-DATA. **Clima Brasil**: Climograma, Temperatura e Tabela climática Brasil. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil-114/>>. Acesso em: 31 ago. 2021.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. **Geoportal de Solos do Brasil** -

**PronaSolos.** Disponível em: <<https://geoportal.cprm.gov.br/pronasolos/>>. Acesso em: 30 mai. 2023.  
ENGEL, V. L. **Introdução aos sistemas agroflorestais.** Fepaf, Botucatu, 70 p. 1999.

ESTODUCTO, M. C.; RIFAN, A. M.; MACHADO, C.; VIDAL, M.; AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de. Experiência na avaliação participativa de Indicadores de Qualidade do Solo e Sanidade dos Cultivos junto a agricultores familiares da comunidade de Rio Grande, Nova Friburgo-RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 9, 2015, Belém. **Anais...** Viçosa: ABA. Cadernos de Agroecologia, v. 10, n. 3, 2015. Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/17574/13570>>. Acesso em: 23 ago. 2021.

FERREIRA, J. M. L.; LIMA, P. C.; LOVATO, P. E.; MOURA, W. M. Sistema de avaliação participativo de aspectos ambientais e produtivos de agroecossistemas com cafeeiros. **Informe Agropecuário**, v.30, n. 252, p. 68-79, 2009.

FRANCIS, C.; LIEBLEIN, G.; GLIESSMAN, S.; BRELAND, T. A.; CREAMER, N.; HARWOOD, R. Agroecology : the Ecology of Food Systems. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 22, September 2013, p. 99–118, 2003. -

FRIGHETTO, R. T. S.; VALARINI, P. J. **Indicadores biológicos e bioquímicos da qualidade do solo:** manual técnico. Jaguariuna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 198 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128788/1/2000DC01.pdf>>.

HIRATA, A. R.; ASSIS, T. R. D. P.; ROCHA, L. C. D. da. A constituição do Sistema Participativo de Garantia do Sul de Minas. **Retratos de Assentamentos**, v. 21, p. 47–70, 2018. Disponível em: <<https://retratosdeassentamentos.com/index.php/retratos/article/view/296>>. Acesso em: 26 abr. 2021.

HIRATA, A. R.; FERNANDES, S. G.; ROCHA, L. C. D. da; BERGAMASCO, S. M. P. P.; SILVA, A. G. da; OLIVEIRA, D.; -ESQUERDO, V. F. de S. Sistema Participativo de Garantia Orgânicos Jequitinhonha: o desafio da participação em tempos de pandemia. **Retratos de Assentamentos**, v. 24, p. 92–108, 2021.

HOWARD, A. **Um testamento agrícola.** 2. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2012.

LEÃO, T. P. **Desenvolvimento e comparação de métodos para avaliação da compactação do solo.** 2019. 98 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019.

LIMA, K. F.; MATOS, M. B. de; SOUZA, M. N. Produção de aves em sistema de base agroecológica. **Revista Vértices**, v. 21, p. 205–219, 2019.

MACHADO, C. T. de T.; REIS JR., F. B.; ARAÚJO, E. G. M.; JOSÉ JR., G. Estimativa da qualidade do solo e da sanidade dos cultivos através de indicadores de determinação rápida e fácil em três áreas no assentamento cunha (GO). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, p. 633–636, 2007.

MACHADO, C. T. de T.; VIDAL, M. C. **Avaliação participativa do manejo de agrossistemas e capacitação em agroecologia utilizando indicadores de sustentabilidade de determinação rápida e fácil.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2006. 39 p.

MECENAS, A. S. C.; ARAÚJO, J. F. Marco Regulatório da Agricultura Orgânica: proteção, eficácia, dificuldades e interações com a educação ambiental. **Revbea**, v. 16, p. 377–397, 2021.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Departamento de Sistemas de Produção e Sustentabilidade. **Agroecologia: princípios e diretrizes para uma política.** Brasília: MAPA, 2013.

MENDES, I. C.; SOUSA, D. M. G. DE; JUNIOR, F. B. D. R.; LOPES, A. A. D. C. **Bioanálise de solo:** como

acessar e interpretar a saúde do solo. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2018. 23 p. (Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 38). Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199833/1/CircTec-38-Leda-Mendes.pdf> >.

MOURA, D. A.; SOARES, J. P. G.; REIS, S. A.; FARIAS, L. F. Agricultura orgânica: impactos ambientais, sociais, econômicos e na saúde humana. In: CONGRESSO DA SOBER, 59.; ENCONTRO BRASILEIRO DE PESQUISADORES EM COOPERATIVISMO - EBPC, 6., 2021, Brasília. Anais... Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2021. v. 1. p. 1-17.

NICHOLLS, C. I; ALTIERI, M. A.; DEZANET, A.; LANA, M.; FEISTAUER, D.; OURIQUES, M. A rapid, farmer-friendly agroecological method to estimate soil quality and crop health in vineyard systems. **Biodynamics**, v. 250, p. 33–40, 2004. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/253208812>>. Acesso em: 19 dez. 2023.

PRIMAVESI, Ana Maria. **Manejo ecológico do solo**. São Paulo: Nobel, 2002, 549 p.

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

PRIMAVESI, A.; PRIMAVESI, A. **A biocenose do solo na produção vegetal e deficiências minerais em culturas, nutrição e produção vegetal**. São Paulo: Expressão Popular, 2018.

Rede Povos da Mata - Sistema Participativo de Garantia. . [S.l.]: Rede de Agroecologia Povos da Mata. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=eH8c9YWWLQQ>>. Acesso em: 30 abr. 2021. , 19 set. 2017.

REDE POVOS DA MATA – Rede de Agroecologia Certificadora de Orgânicos da Bahia. Disponível em: <<https://povosdamata.org.br/>>. Acesso em: 30 abr. 2021.

SANGALLI, A. R.; PADOVAN, M. P.; COELHO-DE-SOUZA, G.; MIRANDA, T. M. Sistemas agroflorestais biodiversos: estilo ecológico de agricultura em assentamentos rurais em áreas de transição ecológica de Mata Atlântica e Cerrado do estado de Mato Grosso do Sul. **Desafio Online**, v. 9, p. 429–451, 2021.

SANTOS, E. S. do; DALMORA, E.; NASCIMENTO, I. R. do. Limites na transição agroecológica dos sistemas de produção diversificados e monoculturais: estudo de caso no Alto Sertão de Sergipe. **Brazilian Journal of Agroecology and Sustainability**, v. 2, p. 138–152, 2021.

SILVA, J. M. da; NASCIMENTO, S. P. G. do; ARAÚJO, R. G. V. de; LIMA, J. R. B. de; SILVA, C. D. S.; SANTOS, T. M. C. dos; COSTA, J. H. de Q. Agricultura de base orgânica e agroecológica: caracterização social e percepção dos consumidores em feiras livres de Maceió-AL. **Nucleus**, v. 18, p. 401–415, 2021.

SIQUEIRA, A. P. P.; TUBENCHLAK, F.; FONSECA, M. F. de A. C.; FELIPPE, E. L. da C. Sistemas Participativos de Garantia no estado do Rio de Janeiro, Brasil: para além da garantia das qualidades dos produtos orgânicos. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, p. 7, 2018.

SOUSA, A. P. de; GOIÁS, B. S. de. Agricultura orgânica no Brasil como uma alternativa para o desenvolvimento agrícola. **Revista de Eletrônica de Economia da Universidade Estadual de Goiás**, v. 11, p. 235–247, 2015.

STUMN, M.G. **A relação entre sistemas de certificação e práticas sócio produtivas na Agricultura Ecológica: o caso de Rio Branco do Sul-PR**. Dissertação 137 p. Programa de Pós-graduação em Sociologia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

VIEIRA, L.; BRASILEIRO, R. S. Agricultura de base agroecológica: um estudo de caso sobre estratégias de produção sustentável no município de Barreiras-BA. **Geografia em Questão**, v. 15, p. 36–59, 2022.

## 8 ANEXO

### 8.1 Anexo A-Tabelas de campo, indicadores de qualidade de solo e sanidade dos cultivos

**Local:**

**Unidade Produtiva (UP):**

**Sistema de cultivo utilizado na UP:**

**Data:**

**Tabela 3.** Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas – *qualidade de solo*- com seus valores e características correspondentes. Valores entre 1 e 10 podem ser assumidos para cada indicador.

Valor estabelecido	Características	Valor estimado
<b>1. PROFUNDIDADE</b>		
1	Subsolo quase exposto ou exposto	
5	Fina superfície de solo < 50 cm	
10	Solo superficial > 50 cm	
<b>2. ESTRUTURA</b>		
1	Solto, empoeirado sem visíveis agregados	
5	Poucos agregados que quebram com pouca pressão	
10	Agregados bem formados difíceis de serem quebrados	
<b>3. COMPACTAÇÃO</b>		
1	Solo compactado, arame encurva-se facilmente	
5	Fina camada compactada, alguma restrição a penetração do arame	
10	Sem compactação, arame é todo penetrado no solo	
<b>4. ESTADO DE RESÍDUOS</b>		
1	Resíduos orgânicos com lenta decomposição	
5	Presença de resíduos em decomposição de pelo menos um ano	
10	Resíduos em vários estágios de decomposição, muitos resíduos bem decompostos	
<b>5. COR, ODOR E MATÉRIA ORGÂNICA</b>		
1	Pálido, odor químico e ausência de húmus	
5	Marrom claro, sem odor alguma presença de húmus	
10	Marrom escuro, odor de matéria fresca e abundante presença de húmus	
<b>6. RETENÇÃO DE ÁGUA (grau de umidade após irrigação ou chuva)</b>		
1	Solo seco, não retém água	
5	Grau limitado de umidade por um curto período de tempo	
10	Considerável grau de umidade por um curto período de tempo	
<b>7. COBERTURA DO SOLO</b>		
1	Solo exposto	
5	Menos de 50% do solo coberto por resíduos ou cobertura viva	
10	Mais de 50% do solo coberto por resíduos ou cobertura viva	
<b>8. EROSÃO</b>		
1	Erosão severa, presença de pequenos valos	
5	Evidentes, mas poucos sinais de erosão	
10	Ausência de sinais de erosão	

<b>9. PRESENÇA DE INVERTEBRADOS</b>		
1	Ausência de atividade de invertebrados	
5	Poucas minhocas e artrópodes presentes	
10	Presença abundante de organismos invertebrados	
<b>10. ATIVIDADE MICROBIOLÓGICA</b>		
1	Muito pouca efervescência após aplicação de água oxigenada	
5	Efervescência leve a média	
10	Efervescência abundante	

Média da qualidade do solo	
----------------------------	--

**Tabela 4.** Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas – *sanidade dos cultivos* - com seus valores e características correspondentes. Valores entre 1 e 10 podem ser assumidos.

Valor estabelecido	Características	Valor estimado
<b>1. APARÊNCIA GERAL DA CULTURA</b>		
1	Clorótica, folhagem descolorida com sinais de deficiência	
5	Folhagem verde clara com alguma perda de pigmentação	
10	Folhagem verde escura, sem sinais de deficiência	
<b>2. CRESCIMENTO DAS PLANTAS</b>		
1	Padrão desigual, ramos finos e curtos, crescimento novo limitado	
5	Padrão mais denso, porém não uniforme. Ramos mais grossos, sinais de novas brotações	
10	Folhagem e ramos em abundância. Crescimento vigoroso	
<b>3. INCIDÊNCIA DE DOENÇAS</b>		
1	Suscetível, mais de 50% das plantas com folhas e/ou frutos danificados	
5	Entre 20-45% das plantas com algum dano	
10	Resistentes, menos de 20% das plantas com danos leves	
<b>4. INCIDÊNCIA DE INSETOS E PRAGAS</b>		
1	Mais de 85 % das folhas danificadas	
5	Entre 30-40% das folhas danificadas	
10	Menos de 30% das folhas danificadas	
<b>5. ABUNDÂNCIA E DIVERSIDADE DE INIMIGOS NATURAIS</b>		
1	Ausência predadores/parasitas em uma amostra aleatória de 50 folhas	
5	Presença de pelo menos um inseto benéfico	
10	Mais de 2 indivíduos de uma ou duas espécies de insetos benéficos	
<b>6. COMPETIÇÃO E SUPRESSÃO DE PLANTAS ESPONTÂNEAS</b>		
1	Plantas estressadas, suprimidas por plantas espontâneas	
5	Presença média de plantas espontâneas, algum nível de competição	
10	Plantas vigorosas suprimindo plantas espontâneas	
<b>7. DIVERSIDADE DE VEGETAÇÃO E DE CULTURAS PLANTADAS</b>		
1	Monocultura ou até 5 espécies (agrícolas ou cobertura) em 50% da área	
5	Presença de algumas plantas espontâneas ou presença desigual de plantas de cobertura, até 10 espécies	
10	Formação densa de plantas de cobertura e vegetação espontânea, > 10 espécies	
<b>8. VEGETAÇÃO NATURAL CIRCUNDANTE</b>		
1	Circundado por outras culturas, sem vegetação natural	
5	Vegetação natural adjacente em pelo menos um dos lados	
10	Circundando por vegetação natural em pelo menos dois lados	
<b>9. DESENHO AGROECOLÓGICO</b>		
1	Sem barreiras de vento ou corredores de vegetação, até 5 culturas plantadas, sem rotação	
5	Barreiras e corredores dispersos na área de cultivo, de 5 a 10 culturas plantadas na área, sem rotação	
10	Com barreiras de vento e corredores, mais de 10 culturas plantadas na área, com rotação	
<b>10. DIVERSIDADE GENÉTICA</b>		
1	Pequena, domina 1 só variedade de determinada espécie	



5	Média, 2 variedades	
10	Alta, mais de 2 variedades	
<b>11. SISTEMA DE MANEJO</b>		
1	Convencional, monocultivo, manejo com agroquímicos	
5	Em transição para orgânico ou agroecológico, com substituição de insumos	
10	Orgânico diversificado ou agroecológico, com pouco uso de insumos naturais externos. Criação animal.	
<b>12. RENDIMENTO ATUAL OU POTENCIAL</b>		
1	Baixo em relação à média local	
5	Médio, aceitável	
10	Bom ou alto	

Média da saúde do cultivo	
---------------------------	--