

SÉRGIO BERNARDES SÁ TELES

**FORTALECIMENTO DA AGROECOLOGIA EM UMA ESCOLA DO CAMPO:
DIÁLOGOS A PARTIR DA QUALIDADE DO SOLO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Felipe Nogueira Bello Simas

Coorientador: Teógenes Senna de Oliveira

VIÇOSA – MINAS GERAIS

2020

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

T269f
2020 Teles, Sérgio Bernardes Sá, 1983-
Fortalecimento da agroecologia em uma escola do campo :
diálogos a partir da qualidade do solo / Sérgio Bernardes Sá
Teles. – Viçosa, MG, 2020.
164 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: Felipe Nogueira Bello Simas.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Agroecologia. 2. Desenvolvimento rural. 3. Solos -
Qualidade - Pesquisa. 4. Escola Família Agrícola Mãe Jovina
(Ruy Barbosa, BA). I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Educação. Programa de Pós-Graduação em
Agroecologia. II. Título.

CDD 22. ed. 630.277

SÉRGIO BERNARDES SÁ TELES

**FORTALECIMENTO DA AGROECOLOGIA EM UMA ESCOLA DO CAMPO:
DIÁLOGOS A PARTIR DA QUALIDADE DO SOLO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 06 de março de 2020.

Assentimento:

Sérgio Bernardes Sá Teles
Autor

Felipe Nogueira Bello Simas
Orientador

À minha querida mãe, Rosângela; ao meu querido pai, Juarez, que não mediram e não medem esforços para se fazerem sempre presentes em minha vida.

À minha querida esposa Nayara, que sempre me apoiou na realização deste trabalho e com quem quero dividir e saborear os muitos frutos maduros que hão de chegar da Árvore da Vida.

Ao meu amado filho Vicente, presente de Deus que chegou em meio à travessia deste trabalho, para me mostrar que com determinação se chega ao destino. Que a intenção do Bem, presente nesta obra, floresça em seu coração e no de tantas outras crianças, para que tenhamos tempos de mais Alegria, Natureza e Paz.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela oportunidade deste aprendizado, e por todas as condições que tive e tenho para poder ser mais.

A meu amigo de todas as horas e Mestre, José Gabriel da Costa, por quem tanto procurei. Em Tua casa quero sempre estar.

À minha amada esposa Nayara, parceira de caminhada e com quem já vivi boas emoções. Grato pelo amor e paciência. Seguimos juntos, de mãos dadas.

Ao meu amado filho Vicente, que chegou para renovar meu ânimo e fortalecer ainda mais este trabalho.

À minha amada mãe, Rosângela, e ao meu amado pai, Juarez, exemplos maiores de dedicação e zelo para mim. A vitória é de vocês também! À minha querida irmã, Bárbara, ao meu irmão Felipe e sua linda família – Renata, meu afilhado e amado sobrinho Rodrigo e ao pequenino e elegante Bernardo. Sou feliz por tê-los comigo!

À minha amada avó, a senhora dona Zilda, e a meu avô, seu Cícero, de onde brota minha raiz baiana e semiárida. Em sua terra seca, germinou a semente da minha esperança por um sertão vivo e próspero!

À minha querida sogra, Tina, por todo o acolhimento e carinho.

Ao meu orientador, professor Felipe Simas, pela disposição ímpar em realizar a primeira etapa do campo na EFA, decisiva para o bom andamento desta pesquisa. E pelas orientações na elaboração da dissertação.

Ao meu coorientador, professor Teógenes Senna de Oliveira, cujos trabalhos me inspiraram a realizar esta pesquisa antes mesmo de iniciar este curso. Sou especialmente grato por enxergar o potencial educativo deste trabalho.

À professora Irene Maria Cardoso, com quem tive a satisfação de aprender e que me incentivou a acreditar nesta pesquisa. Sua presença e trabalho são inspiradores.

Ao professor e amigo Ivo Jucksch, pela disposição em participar da banca e pelas boas contribuições ao trabalho.

À professora Silvia Priori, pela atenção, gentileza e admirável dedicação por este Programa.

Ao professor Eduardo Gross, da UESC, pelas orientações e sugestões sempre precisas e pertinentes.

Ao Leoberto, doutorando da UESC, pela preciosa contribuição nos trabalhos de laboratório.

Ao Gérson, técnico da GERLAB (UESC), pela disposição em me orientar nos muitos trabalhos com solos, peneiras e vidrarias.

Ao mano Gustavo, pelo auxílio decisivo nas análises multivariadas.

À professora Maraise e toda equipe de educadores da Escola Família Agrícola Mãe Jovina, pelo acolhimento e comprometimento com o trabalho. Quero sempre ser um parceiro e amigo desta escola.

À senhora Federika e ao senhor Firmino, fundadores e apoiadores da EFA Mãe Jovina, que por gentileza e amor cristão me acolheram logo que cheguei a Ruy Barbosa, com uma mochila nas costas e muitas sementes nas mãos.

Aos jovens da EFA, pela especial acolhida e entusiasmada participação. Vibro para que sigam por bons caminhos na vida e contribuam com o bem de suas famílias e comunidades.

Aprendemos juntos!

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

RESUMO

SÁ TELES, Sérgio Bernardes, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2020. **Fortalecimento da Agroecologia em uma escola do campo: diálogos a partir da qualidade do solo.** Orientador: Felipe Nogueira Bello Simas. Coorientador: Teógenes Senna de Oliveira.

A Agroecologia é uma abordagem transdisciplinar, participativa e orientada para ação, que visa à implementação de sistemas agroalimentares sustentáveis e regenerativos. O desenvolvimento de pesquisas participativas, que promovam trocas de conhecimento e de experiências é uma medida prioritária para fortalecer a transição agroecológica. Abordagens participativas em pesquisas de qualidade do solo são apontadas como ferramentas úteis para a avaliação e aprimoramento de sistemas agroecológicos de produção e construção do conhecimento agroecológico. A presente pesquisa teve como objetivo analisar a contribuição de metodologias participativas para o fortalecimento da Agroecologia, na escola família agrícola Mãe Jovina, no semiárido baiano, a partir da avaliação participativa da qualidade do solo. O trabalho foi realizado em duas etapas, envolveu educadores e estudantes do ensino médio integrado ao técnico e o estudo do solo de três agroecossistemas da escola, um sistema agroflorestal (SAF), uma área de monocultivo orgânico de Palma Adensada (PA) e uma área degradada (DE). O objetivo da Etapa I foi identificar as percepções dos participantes em relação à qualidade do solo e à Agroecologia, por meio de grupos focais, rodas de conversa e métodos participativos de avaliação da qualidade do solo. Também nesta etapa, amostras de solo dos horizontes A e B foram coletadas e levadas para análise química, física e microbiológica, em laboratório. Na Etapa II, os resultados das análises foram estudados, apresentados e discutidos coletivamente pelos próprios educadores e estudantes, por meio de dinâmicas em grupos. Os participantes foram instigados a propor práticas de manejo, capazes de promover a melhoria da qualidade do solo nos agroecossistemas, e a identificar os processos do solo favorecidos ou gerados por tais intervenções. A análise FOFA (fortalezas, oportunidades, fraquezas, ameaças) foi realizada em grupos com todos os participantes no intuito de identificar elementos estratégicos para o fortalecimento da Agroecologia na EFA. No Capítulo 1, buscou-se avaliar a contribuição das metodologias participativas na construção do conhecimento em solos; no apoio à tomada de decisão no manejo de agroecossistemas; e na melhoria de processos de ensino e aprendizagem em Agroecologia. Já o Capítulo 2 teve como objetivos avaliar, por meio da integração de métodos analíticos e participativos, a

qualidade do solo nos três agroecossistemas estudados (SAF, PA e DE); e comparar os resultados dos testes de laboratório com os resultados dos métodos participativos de campo. Ao final desta dissertação, são apresentadas as considerações finais do trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: Metodologias participativas. Solos. Agroecologia. Escola família agrícola. Semiárido.

ABSTRACT

SÁ TELES, Sérgio Bernardes, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2020. **Strengthening Agroecology in a rural school: dialogues based on soil quality.** Adviser: Felipe Nogueira Bello Simas. Co-Adviser: Teógenes Senna de Oliveira.

Agroecology is a transdisciplinary, participatory, action-oriented approach, aimed at implementing sustainable and regenerative agro-food systems. The development of participatory research that promotes the exchange of knowledge and experience is a priority measure to strengthen the agroecological transition. Participatory approaches in soil quality researches are seen as useful tools for the evaluation and improvement of agroecosystems, and co-creation of agroecological knowledge. This research aimed to analyze the contribution of participatory methodologies to the strengthening of Agroecology, at the Mãe Jovina family farmers school (EFAMJ), in the semiarid region of Bahia state, based on the participatory assessment of soil quality. The work was carried out in two stages, and involved educators and high school students in the study of the soil of three school agro-ecosystems: an agroforestry system (SAF), an organic monoculture area of cactus pear (*Opuntia ficus*) (PA) and a degraded area (DE). The objective of Stage I was to raise the participants' perceptions regarding soil quality and Agroecology, through focus groups, conversation circles and application of participatory methods for soil quality assessment. Also at this stage, soil samples from horizons A and B were collected and taken for chemical, physical and microbiological analysis in the laboratory. On Stage II, laboratory results were studied, presented and discussed collectively by the educators and students themselves, through group dynamics. The participants were encouraged to propose management practices in order to improve soil quality in agroecosystems, and were also asked to reflect about soil processes generated by these management strategies. The SWOT analysis (strengths, weaknesses, opportunities, threats) was carried out in groups with all participants in order to identify strategic elements for strengthening Agroecology in EFAMJ. In Chapter 1, it was sought to evaluate the contribution of participatory methodologies in the co-creation of knowledge in soils; in supporting decision making for local agroecosystems management; and in the improvement of teaching and learning processes in Agroecology. In Chapter 2, the objectives were to evaluate soil quality in the three studied agroecosystems (SAF, PA and DE), through the integration of analytical and participatory methods; and to compare the results of

laboratory tests with the results of participatory field methods. At the end of this dissertation, final considerations of the work are presented.

KEYWORDS: Participatory methods. Soils. Agroecology. Family farmers school. Semiarid.

LISTA DE FIGURAS, TABELAS E QUADROS

CAPÍTULO 1

FIGURAS

FIGURA 1: Etapas e principais atividades de campo da pesquisa realizada.....	41
FIGURA 2: Mapa mental da análise de conteúdo e suas etapas (polos cronológicos), conforme Bardin (1977).	49
FIGURA 3: Gráfico tipo "radar" construído à mão pelos nove grupos de estudantes para os nove parâmetros qualitativos do solo, avaliados por métodos participativos	62
FIGURA 4: Gráfico tipo "radar" para nove parâmetros qualitativos do solo, avaliados por métodos participativos pelos estudantes da EFA Mãe Jovina, em três agroecossistemas da escola [área Degradada, Palma Adensada e Sistema Agroflorestal (SAF)]	62

TABELAS

TABELA 1: Valores médios e desvio padrão (entre parênteses) de parâmetros físicos e químicos dos solos estudados.	63
TABELA 2: Número de esporos novos, velhos e totais de fungos micorrízicos por grama de solo, para as áreas SAF, PA e DE.	64

QUADROS

QUADRO 1: Descrição das técnicas participativas de avaliação da qualidade do solo e critérios de pontuação para cada parâmetro estudado.	42
QUADRO 2: Perguntas orientadoras para estudo em grupo dos parâmetros do solo avaliados	45
QUADRO 3: Perguntas orientadoras para avaliação e discussão em grupo dos resultados dos testes de laboratório para de qualidade do solo.	46
QUADRO 4: Frequência de palavras-chave e conceitos associados à qualidade do solo, na perspectiva dos estudantes da EFA Mãe Jovina, nas etapas I e II da pesquisa.	51

QUADRO 5: Frequência e categorização de conceitos associados à qualidade do solo, na perspectiva dos estudantes da EFA Mãe Jovina nas etapas I e II da pesquisa, e seu agrupamento segundo as <i>funções do solo</i>	57
QUADRO 6: Práticas de promoção da qualidade do solo, seus efeitos e processos de suporte, na perspectiva dos estudantes da EFA Mãe Jovina, nas etapas I e II da pesquisa	69
QUADRO 7: Avaliação do <i>Conhecimento</i> adquirido na Etapa I da pesquisa (<i>Categorias, palavras-chave e valores</i>), na perspectiva dos estudantes da EFA Mãe Jovina, segundo adaptação da metodologia <i>Cabeça, Coração, Mãos e Pés</i>	76
QUADRO 8: Avaliação dos <i>Sentimentos</i> vivenciados na Etapa I da pesquisa (<i>Palavras-chave, falas e conceitos associados</i>), na perspectiva dos estudantes da EFA Mãe Jovina, segundo adaptação da metodologia <i>Cabeça, Coração, Mãos e Pés</i>	77
QUADRO 9: Avaliação das <i>Ações</i> motivadas pela Etapa I da pesquisa (<i>Categorias, palavras-chave e valores</i>), na perspectiva dos estudantes da EFA Mãe Jovina, segundo adaptação da metodologia <i>Cabeça, Coração, Mãos e Pés</i>	78
QUADRO 10: Avaliação dos <i>Próximos Passos</i> motivados pela Etapa I da pesquisa (<i>Categorias, palavras-chave e valores</i>), na perspectiva dos estudantes da EFA Mãe Jovina, segundo adaptação da metodologia <i>Cabeça, Coração, Mãos e Pés</i>	78
QUADRO 11: Avaliação participativa da Etapa II do projeto, na perspectiva dos estudantes. Identificação dos aspectos <i>positivos</i> da pesquisa.	79
QUADRO 12: Avaliação participativa da Etapa II do projeto, na perspectiva dos estudantes. Identificação dos aspectos <i>negativos</i> da pesquisa.	79
QUADRO 13: Avaliação participativa geral do projeto, na perspectiva dos estudantes. Identificação das contribuições da pesquisa para a aprendizagem e trabalho com Agroecologia	80
QUADRO 14: <i>Categorias e Palavras chave</i> das <i>Fortalezas</i> (aspectos positivos internos) para promoção da Agroecologia na EFA Mãe Jovina, na perspectiva dos estudantes.	85
QUADRO 15: <i>Categorias e Palavras chave</i> das <i>Oportunidades</i> (aspectos positivos externos) para promoção da Agroecologia na EFA Mãe Jovina, na perspectiva dos estudantes	85
QUADRO 16: <i>Categorias e Palavras chave</i> das <i>Fraquezas</i> (aspectos negativos internos) para promoção da Agroecologia na EFA Mãe Jovina, na perspectiva dos estudantes	86
QUADRO 17: <i>Categorias e Palavras chave</i> das <i>Ameaças</i> (aspectos negativos externos) para promoção da Agroecologia na EFA Mãe Jovina, na perspectiva dos estudantes	86
QUADRO 18: Palavras-chaves definidoras da <i>Agroecologia</i> , sua organização em categorias e ideias associadas, na perspectiva dos educadores da EFA Mãe Jovina.	88
QUADRO 19: Importância da Agroecologia para a região de Ruy Barbosa (BA) e na formação dos estudantes da EFA Mãe Jovina, segundo seus educadores: palavras-chave, categorias e ideias associadas.	91

QUADRO 20: Formas de trabalho com Agroecologia na EFA Mãe Jovina e os desafios encontrados, na perspectiva dos seus educadores	93
QUADRO 21: Práticas de promoção da qualidade do solo e seus efeitos sobre os propriedades e processos do solo, na perspectiva dos educadores da EFA Mãe Jovina (grupo focal <i>Solos e Agroecologia</i>)	94
QUADRO 22: Matriz das Fortalezas, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças para o fortalecimento da Agroecologia na EFA Mãe Jovina, na perspectiva dos educadores.	99
QUADRO 23: Avaliação do <i>Conhecimento</i> adquirido, <i>Sentimentos</i> vivenciados e <i>Ações</i> motivadas pela realização da Etapa I da pesquisa, na perspectiva educadores da EFA Mãe Jovina, segundo adaptação da metodologia <i>Cabeça, Coração, Mãos e Pés</i>	102
QUADRO 24: Quadro síntese da avaliação geral da pesquisa (Etapa II), na perspectiva dos educadores.	103

CAPÍTULO 2

FIGURAS

FIGURA 1: Delimitação e área dos três agroecossistemas estudados em vista aérea da EFA Mãe Jovina (SAF – Sistema agroflorestal; PA – Palma adensada; DE –Área degradada)	122
FIGURA 2: Sistema agroflorestal (SAF) estudado na EFA Mãe Jovina, com destaque para a palma forrageira e leguminosas, como gliricídia e leucena	122
FIGURA 3: Área sob monocultivo orgânico de Palma Adensada (PA), com vegetação espontânea nas entrelinhas	123
FIGURA 4: Área degradada (DE) com solo bastante exposto e com sinais visíveis de erosão laminar	123
FIGURA 5: Gráfico <i>biplot</i> da análise de componentes principais dos parâmetros físicos e químicos de qualidade do solo para os três agroecossistemas estudados (SAF – sistema agroflorestal; PA – palma adensada; DE – área degradada) no horizonte A	131
FIGURA 6: Percentual de contribuição (<i>factor loading</i>) de cada variável para PCA do horizonte A: A. Primeiro componente principal (PC1) ou eixo X do gráfico biplot; B. Segundo componente principal (PC2) ou eixo Y do gráfico biplot.	132
FIGURA 7: Gráfico <i>biplot</i> da análise de componentes principais dos parâmetros físicos e químicos de qualidade do solo para os três agroecossistemas estudados (SAF – sistema agroflorestal; PA – palma adensada; DE – área degradada) no horizonte B	133
FIGURA 8: Percentual de contribuição (<i>factor loading</i>) de cada variável para PCA do horizonte B: A. Primeiro componente principal (PC1) ou eixo X do gráfico biplot; B. Segundo componente principal (PC2) ou eixo Y do gráfico biplot para o horizonte B	134
FIGURA 9: Gráfico Radar para nove parâmetros do solo, avaliados por métodos participativos pelos estudantes da EFA Mãe Jovina, em três agroecossistemas da escola [área Degradada, Palma Adensada e Sistema Agroflorestal (SAF)].	135

QUADROS

QUADRO 1. Descrição dos agroecossistemas avaliados localizados no município de Ruy Barbosa – BA	124
---	-----

TABELAS

TABELA 1: Valores médios e desvio padrão (entre parênteses) de parâmetros físicos dos solos estudados. Horizonte A: SAF _A – sistema agroflorestal; PA _A – palma adensada; DE _A – área degradada. Horizonte B: SAF _B – sistema agroflorestal; PA _B – palma adensada; DE _B – área degradada.	137
---	-----

TABELA 2: Valores médios e desvio padrão (entre parênteses) de parâmetros físicos dos solos estudados. Horizonte A: SAF _A – sistema agroflorestal; PA _A – palma adensada; DE _A – área degradada. Horizonte B: SAF _B – sistema agroflorestal; PA _B – palma adensada; DE _B – área degradada	138
---	-----

TABELA 3: Número de esporos novos, velhos e totais de fungos micorrízicos por grama de solo, para as áreas SAF, PA e DE. (Valores entre parênteses correspondem à média do número de esporos encontrados em 50g de solo e o respectivo desvio padrão.	139
--	-----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- AECOFABA – Associação das Escolas e Comunidades Família Agrícola da Bahia
- ANA – Articulação Nacional de Agroecologia
- CCA – Construção do conhecimento agroecológico
- C:N – Relação carbono/nitrogênio
- C Org – Carbono orgânico
- CPT – Comissão Pastoral da Terra
- CTC – Capacidade de troca catiônica
- DE – Área degradada
- DE_A – Área degradada Horizonte A
- DE_B – Área degradada Horizonte B
- DMG – Diâmetro Médio Geométrico
- DMP – Diâmetro Médio Ponderado
- Ds – Densidade do solo
- EFA – Escola Família Agrícola
- EFAMJ – Escola Família Agrícola Mãe Jovina
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- EspN – Esporos novos
- EspT – Esporos totais
- EspV – Esporos velhos
- FAO – Food and Agriculture Organization (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura)
- FMA – Fungos micorrízicos arbusculares
- FOFA – Fortalezas, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IEA – Índice de estabilidade de agregados
- K⁺ – Íon de potássio
- MACRO – Macroagregados do solo
- MESO – Mesoagregados do solo

MICRO – Microagregados do solo

N-tot – Nitrogênio total

P – Fósforo

PA – Palma Adensada

PA_A – Palma Adensada Horizonte A

PA_B – Palma Adensada Horizonte B

PCA – Análise de componentes principais (*Principal component analysis*)

PCA_A – Análise de componentes principais do horizonte A

PCA_B – Análise de componentes principais horizonte B

Prem – Fósforo remanescente

RESAB – Rede de Educação do Semiárido Brasileiro

SAF – sistema agroflorestal

SAF_A – Sistema Agroflorestal Horizonte A

SAF_B – Sistema Agroflorestal Horizonte B

SNEA – Seminário Nacional de Educação em Agroecologia

UESC – Universidade Estadual de Santa Cruz

UFV – Universidade Federal de Viçosa

UFVJM – Universidade Federal dos Vales do Mucuri e Jequitinhonha

UNESCO – Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	19
2. BIBLIOGRAFIA	24
CAPÍTULO 1 - CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO E FORTALECIMENTO DA AGROECOLOGIA A PARTIR DA QUALIDADE DO SOLO: CONTRIBUIÇÕES DAS METODOLOGIAS PARTICIPATIVAS EM UMA ESCOLA DO CAMPO	27
RESUMO	27
ABSTRACT	29
1. INTRODUÇÃO	31
2. METODOLOGIA	35
2.1 CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL DA PESQUISA	35
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	38
2.2.1 ETAPA I	38
2.2.2 ETAPA II	44
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
3.1 ESTUDANTES	50
3.1.1 Contribuições das metodologias participativas para construção do conhecimento agroecológico em solos, na perspectiva dos estudantes	50
3.1.2 Contribuições da abordagem participativa em solos no apoio à tomada de decisão em agroecossistemas, nas perspectiva dos estudantes	66
3.1.3 Contribuições das metodologias participativas para aprendizagem e construção da Agroecologia, na perspectiva dos estudantes	72
3.2 EDUCADORES	87

3.2.1 Ideias e práticas que orientam o trabalho com Agroecologia na EFA Mãe Jovina	87
3.2.2 Contribuições da abordagem participativa para a construção de conhecimento em solos junto aos educadores da EFA Mãe Jovina	92
3.2.3 Contribuições das metodologias participativas para a construção de processos de ensino-aprendizagem em Agroecologia, na perspectiva dos educadores	95
4. CONCLUSÕES	101
5. BIBLIOGRAFIA.	105

CAPÍTULO 2 – MÉTODOS ANALÍTICOS E PARTICIPATIVOS NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SOLOS EM UMA ESCOLA FAMÍLIA AGRÍCOLA NO SEMIÁRIDO BAIANO

RESUMO	115
ABSTRACT	117
1. INTRODUÇÃO	119
2. MATERIAL E MÉTODOS	120
2.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	120
2.2 DELINAMENTO E AMOSTRAGEM	121
2.3 ANÁLISE QUÍMICA	121
2.4 ANÁLISE FÍSICA	125
2.5 ANÁLISE BIOLÓGICA	127
2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	128
2.7 METODOS PARTICIPATIVOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO	128
3. RESULTADOS	129

3.1 ANÁLISE COMPONENTES PRINCIPAIS E GRÁFICO RADAR	129
3.2 ANÁLISE QUÍMICA	135
3.3 ANÁLISE FÍSICA	136
3.4 ANÁLISE BIOLÓGICA	139
4. DISCUSSÃO	139
4.1 ANÁLISE QUÍMICA	140
4.2 ANÁLISE FÍSICA	143
4.3 ANÁLISE BIOLÓGICA	147
5. CONCLUSÕES	149
6. BIBLIOGRAFIA	151
CONCLUSÕES GERAIS	156
ANEXOS	158

INTRODUÇÃO GERAL

A Agroecologia é uma abordagem transdisciplinar, participativa e orientada para a ação (MÉNDEZ; BACON; COHEN, 2015), que se destina a promover a ecologia dos sistemas agroalimentares sustentáveis (GLIESSMAN, 2015). Importantes estudos globais apontam a Agroecologia como estratégia fundamental para a promoção de sistemas agroalimentares mais justos, em diferentes contextos socioeconômicos e em várias regiões do planeta (DE SCHUTTER, 2010; ALTIERI; NICHOLLS, 2012; CACHO et al., 2018; FAO, 2018a; FAO, 2018b).

O enfoque agroecológico tem contribuído de maneira efetiva com o desenvolvimento rural endógeno sobretudo em países em desenvolvimento, onde a agricultura familiar permanece à margem das políticas públicas e das estratégias hegemônicas da pesquisa e extensão rural (ALTIERI, 2002). Nestes países, a Agroecologia tem promovido o aumento da produção e produtividade agrícola (SOSA et al., 2011, cap. 5), a garantia da soberania e segurança alimentar e nutricional (ALTIERI; NICHOLLS, 2008), a conservação e melhoria da qualidade de solos (FROUFE et al., 2019), o aumento do nível de resiliência a extremos climáticos (ALTIERI; NICHOLLS, 2013) e a diminuição da pobreza rural (DE SCHUTTER, 2010).

No sul do Brasil, a Rede Ecovida é uma importante iniciativa de articulação entre famílias e entidades para o fortalecimento da Agroecologia. A Rede é composta por mais de 2.700 famílias de agricultores agroecológicos, os quais se articulam a 10 cooperativas de consumidores, 25 associações e 30 agroindústrias (CACHO et al., 2018). Esta Rede desenvolveu o primeiro sistema participativo de certificação orgânica no país e vem ampliando sua área de atuação, segundo os princípios de horizontalidade, solidariedade, justiça e cuidado com a natureza (CACHO et al., 2018).

Já na Zona da Mata de Minas Gerais, uma trajetória de construção social da Agroecologia articula comunidades e entidades rurais com universidade e organização não governamental desde a década de 1980 (CARDOSO; FERRARI, 2006). Esta jornada, marcada pela inovação nas metodologias de trabalho com agricultores da região, já contribuiu com a difusão, aprimoramento e monitoramento de sistemas agroflorestais, demarcação e implantação participativa de unidades de conservação, além da sistematização das inovações agroecológicas e de seus efeitos nas propriedades e agroecossistemas da região (CARDOSO; FERRARI, 2006).

Com efeito, entre os oito elementos-chave identificados para a expansão da Agroecologia, incluem-se os processos construtivistas de ensino-aprendizagem, práticas agroecológicas efetivas e aliados externos (CACHO et al., 2018). Outros estudos destacam a promoção do conhecimento e inovação para sistemas sustentáveis (FAO, 2018a) e o fortalecimento das trocas de conhecimento e de experiências, a pesquisa colaborativa e a inovação (FAO, 2018b) entre as medidas prioritárias para fortalecer a transição agroecológica.

Estes elementos, que promovem a participação dos envolvidos e a troca de saberes, são fundamentais para o aprimoramento das atividades de pesquisa, ensino, assessoria técnica e extensão; da mesma forma, contribuem para que tais atividades possam ocorrer de maneira articulada, e assim fortalecer a expansão da Agroecologia. Processos participativos de construção social do conhecimento agroecológico são determinantes para o sucesso de iniciativas de redesenho e aprimoramento de sistemas produtivos, porque oportunizam a integração dos saberes local e científico (COTRIM; DAL SOGLIO, 2016). Esta abordagem, baseada no diálogo e na participação, permite o desenvolvimento de novos sistemas de manejo, adaptados aos contextos altamente variados e específicos em que os agroecossistemas se inserem (ALTIERI; NICHOLLS, 2012).

No âmbito do trabalho acadêmico, a abordagem da construção do conhecimento permite estabelecer iniciativas de pesquisa e extensão capazes de identificar problemas reais e relevantes aos atores sociais envolvidos. Ao mesmo tempo, cria oportunidades de reflexão para solucioná-los, contribuindo para a emancipação dos sujeitos (THIOLLENT, 2002).

A participação de agricultoras e agricultores em projetos de pesquisa e inovação deve ser um aspecto central da metodologia de trabalhos que visem ao fortalecimento da Agroecologia, uma vez que os próprios agricultores já apresentam uma grande capacidade de inovação (PETERSEN, 2006). Além disso, são os próprios homens e mulheres do campo os grandes disseminadores de práticas e inovações agroecológicas (PETERSEN, 2006).

Entre os vários campos possíveis de atuação para a construção do conhecimento em Agroecologia, abordagens participativas em pesquisas de qualidade do solo são apontadas como ferramentas úteis para a avaliação e aprimoramento de sistemas agroecológicos de produção (NICHOLLS et al., 2004; MACHADO; VIDAL, 2006; CASALINHO; LIMA, 2018).

Solos são sistemas ecológicos auto-organizados (LAVELLE et al., 2016),^b cuja qualidade afeta o desempenho de uma série de funções e serviços ecossistêmicos (VEZZANI, 2015; BÜNEMANN et al., 2018). O manejo agrícola é um importante elemento definidor da qualidade do solo e atualmente é responsável pela perda anual de mais de 10 milhões de hectares de solos cultiváveis em todo o mundo (PIMENTEL; BURGESS, 2013).

No Brasil, o Semiárido é uma região particularmente afetada pela degradação dos solos, sobretudo pela erosão (SÁ et al., 2010). As práticas de manejo tradicionais adotadas por agricultores familiares em geral aceleram os processos de perda de qualidade do solo (FIALHO et al., 2013; SACRAMENTO et al., 2013). Para superar este problema, pesquisas apontam os sistemas agroflorestais como ferramentas eficientes para conter a erosão e restabelecer a qualidade do solo no Semiárido Brasileiro (MAIA et al., 2007; FIALHO et al., 2013; SACRAMENTO et al., 2013; AGUIAR et al., 2014). No entanto, em nenhum destes trabalhos houve envolvimento dos agricultores ou usuários locais na avaliação dos solos ou dos agroecossistemas.

Muitos autores destacam a importância da participação dos usuários da terra e da integração dos saberes científico e local nos processos de avaliação da qualidade do solo (DORAN, 2002; BARRIOS; TREJO, 2003; BÜNEMANN et al., 2018; CASALINHO; LIMA, 2018). Esta abordagem integrativa permite elaborar esquemas racionais e localmente adaptados de manejo dos recursos naturais (BARRERA-BASSOLS; ZINCK, 2003), bem como alcançar consensos em relação às estratégias de uso.

Esta integração de saberes exige diálogos constantes. No campo da educação formal, vários esforços vêm sendo realizados no Brasil, na educação básica e superior, com o objetivo de contribuir com a construção da Agroecologia por meio do diálogo de saberes. Escolas Família Agrícola (EFA), orientadas pela Pedagogia da Alternância, são espaços relevantes para o ensino e pesquisa em Agroecologia (ANDRADE et al., 2017), pois dispõem de vários instrumentos pedagógicos favoráveis ao fortalecimento e construção participativa do conhecimento (AIRES, 2017).

Nas EFA, há uma alternância dos tempos formativos (*o tempo escola* e *o tempo comunidade*), que se articulam por meio dos instrumentos pedagógicos. O objetivo é promover uma educação contextualizada à realidade vivenciada pelos educandos (AIRES, 2017; ANDRADE et al., 2017) e que estabeleça condições para transformá-la.

Ao integrar o estudo teórico, a realização contínua de práticas de campo e a profunda experiência de convivência entre educandos e educadores, a proposta das escolas família agrícola aproxima-se da abordagem da *Aprendizagem Transformadora* (SIPOS; BATTISTI; GRIMM, 2008). Esta abordagem propõe uma educação participativa e integradora dos três domínios da aprendizagem humana (o cognitivo, o psicomotor e o afetivo), cujo objetivo é empoderar os sujeitos para a construção de um mundo com mais justiça social, econômica e ambiental (SIPOS; BATTISTI; GRIMM, 2008).

Envolver e engajar a juventude do campo na busca por modos mais sustentáveis de vida e em espaços e processos de construção da Agroecologia pode contribuir com sua permanência no campo (MOURA; FERRARI, 2016) e, assim, fortalecer a transição agroecológica nos territórios.

O presente trabalho tem como objetivo geral analisar a contribuição de metodologias participativas com ênfase na avaliação da qualidade do solo para o fortalecimento da Agroecologia em uma escola família agrícola.

O trabalho está organizado em uma Introdução Geral, seguida por dois capítulos e Considerações Finais. No primeiro, intitulado "*Construção do conhecimento e fortalecimento da Agroecologia a partir da qualidade do solo: contribuições das metodologias participativa em uma escola do campo*", objetivou-se analisar as metodologias participativas de estudo da qualidade do solo como estratégia de construção do conhecimento agroecológico e fortalecimento da Agroecologia junto a educadores e estudantes da EFA Mãe Jovina, no semiárido baiano. Para tanto, foram realizadas diferentes atividades no intuito de promover a troca e construção do conhecimento em solos e Agroecologia, como grupos focais, rodas de conversa e dinâmicas de grupos. Foram aplicados métodos participativos e analíticos para a avaliação da qualidade do solo de três agroecossistemas locais. Os resultados foram avaliados e discutidos em grupos pelos participantes. O conteúdo das falas foi gravado, transcrito e analisado segundo Bardin (1977).

No segundo capítulo, "*Métodos analíticos e participativos na avaliação da qualidade de solos em uma escola família agrícola no semiárido baiano*", foram avaliados parâmetros químicos, físicos e microbiológicos da qualidade do solo dos mesmos três agroecossistemas, utilizando-se métodos analíticos e participativos. Utilizaram-se análises multivariadas, médias e desvio padrão para comparar o desempenho dos diferentes sistemas de uso da terra. Buscou-

se, também, discutir a correspondência entre os resultados apontados pelos testes analíticos e os resultados dos testes participativos.

Ao final da dissertação, são apresentadas as Conclusões Gerais do trabalho.

BIBLIOGRAFIA

AGUIAR, M. I. et al. Carbon sequestration and nutrient reserves under different land use systems. **Revista Árvore**, v. 38, n. 1, p. 81–93, 2014.

AIRES, H. Q. P. **Pedagogia da alternância: instrumentos pedagógicos que articulam e possibilitam a construção de saberes 1**: Congresso Interinstitucional Brasileiro de Educação Popular e do Campo. Goiânia: [s.n.].

ALTIERI, M. A. Agroecology: The science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 93, n. 1–3, p. 1–24, 2002.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Scaling up agroecological approaches for food sovereignty in Latin America. **Development**, v. 51, n. 4, p. 472–480, 2008.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Agroecología y resiliencia al cambio climático. **Agroecología** 8, v. 1, n. 1, p. 7–20, 2013.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Agroecology Scaling Up for Food Sovereignty and Resiliency. **Sustainable Agriculture Reviews**, v. 11, p. 1–29, 2012.

ANDRADE, F.M.C.; SIMAS, F.B.N.; SILVA, M.G.; BARRELLA, T. P. Agroecologia, pedagogia da alternância e a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão na formação de educadores do campo. **X Congresso Nacional sobre Investigación en Didáctica en las Ciencias**, p. 3307–3312, 2017.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. [s.l.] Edições 70, 1977.

BARRERA-BASSOLS, N.; ZINCK, J. A. Ethnopedology: A worldwide view on the soil knowledge of local people. **Geoderma**, v. 111, n. 3–4, p. 171–195, 2003.

BARRIOS, E.; COUTINHO, H.; MEDEIROS, C. **InPaC-S: Integração Participativa de Conhecimentos sobre Indicadores de Qualidade do Solo**. Nairobi: World Agroforestry Center (ICRAF), Embrapa, CIAT, 2011.

BARRIOS, E.; TREJO, M. T. Implications of local soil knowledge for integrated soil management in Latin America. **Geoderma**, v. 111, n. 3–4, p. 217–231, 2003.

BÜNEMANN, E. K. et al. Soil quality – A critical review. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 120, n. September 2017, p. 105–125, 2018.

CACHO, M. M. T. Z. ET AL. Bringing agroecology to scale: key drivers and emblematic cases. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 42, n. 6, p. 637–665, 2018.

CARDOSO, I. M.; FERRARI, E. A. Construindo o conhecimento agroecológico: trajetória de interação entre ONG, universidade e organizações de agricultores. **Revista Agriculturas**, v. 3, n. 4, p. 28–32, 2006.

- CASALINHO, L.; LIMA, A. C. R. Integração de conhecimentos na construção de uma metodologia para avaliação da qualidade do solo. In: **Solos e Agroecologia**. 1a. ed. Brasília: Embrapa, 2018. p. 373.
- COTRIM, D.S.; DAL SOGLIO, F. . Construção do Conhecimento Agroecológico: problematizando o processo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 11, n. 3, p. 259–271, 2016.
- DE SCHUTTER, O. **Agroecology and the right to food** Human Rights Council. 2010.
- FAO. **Catalysing dialogue and cooperation to scale up agroecology : outcomes of the FAO regional seminars on agroecology**. Roma: FAO (Food and Agriculture Organization), 2018a.
- FAO. **Scaling Up Agroecology Initiative: Transforming Food and Agricultural systems in Support of the SDGs**. Roma: FAO (Food and Agriculture Organization), 2018b.
- FIALHO, J. S. et al. Soil quality, resistance and resilience in traditional agricultural and agroforestry ecosystems in Brazil's semiarid region. **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 40, p. 5020–5031, 2013.
- FROUFE, L. C. M. et al. Nutrient cycling from leaf litter in multistrata successional agroforestry systems and natural regeneration at Brazilian Atlantic Rainforest Biome. **Agroforestry Systems**, v. 5, 2019.
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems**. 3rd. ed. [s.l.] CRC Press, 2015.
- LAVELLE, P. et al. Ecosystem engineers in a self-organized soil: A review of concepts and future research questions. **Soil Science**, v. 181, n. 3–4, p. 91–109, 2016.
- MACHADO, C.T.T.; VIDAL, M. C. **Avaliação Participativa do Manejo de Agroecossistemas e Capacitação em Agroecologia Utilizando Indicadores de Sustentabilidade de Determinação Rápida e Fácil**. Planaltina: [s.n.].
- MAIA, S. M. F. et al. Organic carbon pools in a Luvisol under agroforestry and conventional farming systems in the semi-arid region of Ceará, Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 71, n. 2, p. 127–138, 2007.
- MÉNDEZ, V. ERNESTO; BACON, CHRISTOPHER M.; COHEN, R. Agroecology as a Transdisciplinary, Participatory and Action-oriented Approach. In: MÉNDEZ, V.E.; BACON, C. M.; COHEN, R; GLIESSMAN, S. R. (Ed.). . **Agroecology: A Transdisciplinary, Participatory and Action-oriented Approach**. 1st. ed. 2015. p. 284.
- MOURA, N. F.; FERRAR; E.L.. **Juventudes e agroecologia : 2016**. ed. Rio de Janeiro: ANA (Articulação Nacional de Agroecologia), CTA ZMMG, 2016.
- NICHOLLS, C. I. et al. A rapid, farmer-friendly agroecological method to estimate soil quality and crop health in vineyard systems. **Biodynamics**, n. Outono, p. 33–40, 2004.

PETERSEN, P. Prefácio. In: **Marco Referencial em Agroecologia**. 1a. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p. 70.

PIMENTEL, D.; BURGESS, M. Soil erosion threatens food production. **Agriculture (Switzerland)**, v. 3, n. 3, p. 443–463, 2013.

SÁ, L. B. .; CUNHA, T.J.F.; TEIXEIRA, A. H. C. .; ANGELOTTI, F.; DRUMOND, M. A. Processos de desertificação no Semiárido brasileiro. In: **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Petrolin: [s.n.]. p. 127–158.

SACRAMENTO, J. A. A. S. DO et al. Soil carbon and nitrogen stocks in traditional agricultural and agroforestry systems in the semiarid region of Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 3, p. 784–795, 2013.

SIPOS, Y.; BATTISTI, B.; GRIMM, K. Achieving transformative sustainability learning: Engaging head, hands and heart. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 9, n. 1, p. 68–86, 2008.

SOSA, B.M.; JAIME, A.M.R.; LOZANO, D.R.A.; ROSSET, P. M. **A Revolução Agroecológica**. 1a. ed. [s.l.] Expressão Popular, 2011.

THIOLLENT, M. Thiollent, 2002 - Constr Conhec e Extensão Univers.pdf. **Cronos**, v. 3, n. n2, p. 65–71, 2002.

VEZZANI, F. M. Revista Brasileira de Geografia Física. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 06, p. 673–684, 2015.

CAPÍTULO 1

Construção do conhecimento e fortalecimento da Agroecologia a partir da qualidade do solo: contribuição das metodologias participativas.

RESUMO

A Agroecologia é uma abordagem transdisciplinar, participativa e orientada para ação, que visa à implementação de sistemas agroalimentares sustentáveis e regenerativos. Pesquisas participativas e colaborativas, que promovam a troca e a construção de conhecimento, em abordagens específicas e adaptadas ao contexto local, são indicadas como ferramentas determinantes para a ampliação da Agroecologia. Entre os muitos enfoques possíveis, a avaliação participativa da qualidade do solo é apontada como importante ferramenta de estudo dos agroecossistemas e de construção do conhecimento agroecológico. No Brasil, a educação formal vem se constituindo um campo estratégico de construção da Agroecologia, com importantes experiências implantadas em escolas família agrícola, orientadas pela Pedagogia da Alternância. Esta pesquisa tem como objetivo investigar a contribuição de metodologias participativas para o fortalecimento da Agroecologia, na Escola Família Agrícola (EFA) Mãe Jovina, no semiárido baiano, a partir do estudo da qualidade do solo. Os objetivos específicos são analisar a contribuição das metodologias participativas na construção do conhecimento em solos; no apoio à tomada de decisão no manejo de agroecossistemas; e na melhoria de processos de ensino e aprendizagem em Agroecologia. O trabalho envolveu educadores e estudantes e foi realizado em duas etapas. Na Etapa I, grupos focais e rodas de conversas foram aplicados no intuito de identificar as percepções dos participantes em relação à Agroecologia e à qualidade do solo. Os estudantes também aplicaram métodos participativos de avaliação da qualidade do solo, comparando três agroecossistemas da EFA: um sistema agroflorestal (SAF) com 5 anos, composto por palma, gliricídia, leucena, frutíferas e anuais; uma área em monocultivo de palma forrageira adensada (PA); uma área degradada (DE). Os resultados foram sistematizados e discutidos pelos participantes. Também foram coletadas amostras de solo para análise em laboratório. Os resultados foram socializados e discutidos com educadores e estudantes posteriormente, na Etapa II da pesquisa, por meio de dinâmicas participativas. Também na segunda etapa, foram realizados leitura e discussão coletiva de textos, exibição de vídeos e trabalhos em grupos. Buscou-se refletir sobre as formas de uso e manejo do solo adotadas, com o intuito de contribuir com a identificação de estratégias para a melhoria dos agroecossistemas da escola. Ainda na Etapa II, foi feita a análise das fortalezas, oportunidades, fraquezas e ameaças (FOFA) em relação à Agroecologia na EFA, com o

objetivo de contribuir com o planejamento estratégico das ações de ensino, aprendizagem e prática da Agroecologia. Avaliações participativas da pesquisa foram realizadas em ambas as etapas pelos participantes. Entre os estudantes, na Etapa I, os elementos definidores da qualidade do solo estiveram mais relacionados a *fertilidade* e disponibilidade de nutrientes. Na Etapa II, houve uma maior diversidade de elementos identificados, e *matéria orgânica* e *biodiversidade* do solo foram os aspectos mais mencionados. Também na segunda etapa, houve um reconhecimento mais amplo das funções ecossistêmicas desempenhadas pelo solo, em especial as relacionadas à *regulação do ciclo da água* e ao *abrigo de biodiversidade*. Nas etapas I e II, a metodologia adotada contribuiu com que os participantes identificassem e propusessem um conjunto de práticas a serem adotadas para a melhoria da qualidade do solo e o fortalecimento dos agroecossistemas da EFA. Pela análise FOFA, educadores e estudantes identificaram a disponibilidade de área e estrutura para produção como um elemento favorável à promoção da Agroecologia na escola, assim como os instrumentos pedagógicos já adotados. Em relação às fraquezas, a falta de motivação e a insuficiência de práticas agroecológicas na escola foram pontos destacados por ambos os grupos. Para os educadores, a principal contribuição da pesquisa foram as metodologias participativas utilizadas, que inspiraram mudanças em suas práticas pedagógicas. Para os jovens, foi a abordagem de práticas de recuperação e uso sustentável do solo e da vegetação. A integração dos saberes científico e local promovido pela pesquisa permitiu aos participantes aprofundarem seus conhecimentos em solos e ofereceu diversas oportunidades para a reflexão conjunta de estratégias e práticas agroecológicas para o planejamento, (re)desenho e manejo dos agroecossistemas estudados. Embora desenvolver uma educação contextualizada e orientada pelos princípios da Agroecologia continue sendo um desafio na EFAMJ, mesmo no contexto da Pedagogia da Alternância, metodologias participativas adotadas podem apoiar e facilitar processos de ensino e aprendizagem. A EFA Mãe Jovina reúne condições técnicas, estruturais e humanas altamente favoráveis ao desenvolvimento e inovação de sistemas agroecológicos.

Palavras-chave: Metodologias participativas; Solos; Agroecologia; Escola Família Agrícola; Semiárido.

CHAPTER 1

Co-creation of knowledge and strengthening of Agroecology from soil quality: contributions of participatory methods in a field school.

ABSTRACT

Agroecology is a transdisciplinary, participatory and action-oriented approach, aimed at implementing sustainable, regenerative agro-food systems. Participatory and collaborative researches, which promote knowledge sharing and co-creation, in specific, local adapted approaches, are pointed out as a key strategy for the scaling up Agroecology. Among the many possible approaches, participatory assessment of soil quality is identified as an important tool for the study of agroecosystems and the co-creation of agroecological knowledge. In Brazil, formal education is becoming an important field for expanding Agroecology. Important experiences have been implemented in family farmers schools, guided by the Pedagogy of Alternation. This research aims to investigate the contribution of participatory methods to the strengthening of Agroecology, at Mãe Jovina family farmers school (EFA Mãe Jovina), in the semiarid region of Bahia state, based on the study of soil quality. Specific objectives are to analyze the contribution of participatory methods for co-creation of knowledge in soils; supporting decision making in the management of agroecosystems; and in the improvement of teaching and learning processes in Agroecology. The work involved educators and students and was carried out in two stages. In the first stage, focus groups and conversation dynamics were applied in order to identify the participants' perceptions on Agroecology and soil quality. Students also applied participatory methods for assessing soil quality, comparing three EFA agroecosystems: a 5-year-old agroforestry system (SAF), composed of prickly-pear cactus (*Opuntia ficus*), gliricidia (*Gliricidia sepium*), leucena (*Leucaena leucocephala*), fruits and annuals; an area in monoculture of densed prickly pear cactus (PA); a degraded area (DE). The results were systematized and discussed by the participants. Soil samples were also collected for laboratory analysis. The results were socialized and discussed with educators and students later, in Stage II, through participatory dynamics. Also in Stage I, collective reading and discussion of texts, videos and group work were carried out. It was sought to reflect on the forms of use and management of the soil, in order to contribute to the identification of strategies for improving the school's agroecosystems. The analysis of the strengths, opportunities, weaknesses and threats (SWOT) related to Agroecology at EFA was made, aiming to contribute to the strategic planning of the teaching, learning and practice of Agroecology. Participatory evaluation of the research were

performed by educators and students in both stages. Among students, on Stage I, the defining elements of soil quality were more related to fertility and nutrient availability. On Stage II, there was a greater diversity of identified elements, and organic matter and soil biodiversity were the most mentioned aspects. Also in the second stage, there was a broader recognition of the ecosystem functions performed by the soil, especially those related to water cycle regulation and biodiversity protection. In the evaluation of educators and students, the participatory techniques of soil quality assessment were the main element of learning on the first stage. On stages I and II, the methodology adopted contributed for the participants to identify and propose a set of practices to be adopted to improve soil quality and strengthen EFA agro-ecosystems. Through SWOT analysis, educators and students identified the availability of area and structure for production as favorable elements to the promotion of Agroecology at school, as well as the pedagogical instruments adopted. In relation to the weaknesses, the lack of motivation and the lack of agroecological practices at school were points highlighted by both groups. For educators, the main contribution of the research was the participatory methodologies used, which inspired changes in their pedagogical practices. For young people, the focus on practices for the recovery and sustainable use of soil and vegetation was the most important aspect. The integration of scientific and local knowledge promoted by the research allowed the participants to deepen their knowledge in soils and offered several opportunities for a collective reflection of agroecological strategies for the planning, (re)design and management of the studied agro-ecosystems. Although developing a contextualized education, guided by the principles of Agroecology, remains to be a challenge at EFAMJ, even in the context of Pedagogy of Alternation, participatory methods adopted can support and facilitate teaching and learning processes. EFA Mãe Jovina brings together technical, structural and human conditions highly favorable to the development and innovation of agroecological systems.

Keywords: Participatory methods; Soils; Agroecology; Family farmers school; Semiarid.

1. INTRODUÇÃO

A Agroecologia tem assumido muitas definições desde sua emergência como disciplina no campo científico (FRANCIS et al., 2003; WEZEL et al., 2009; ALTIERI, 2012) e pode ser definida como uma abordagem transdisciplinar, participativa e orientada para ação (MÉNDEZ; BACON; COHEN, 2015), que se destina a promover a ecologia dos sistemas agroalimentares sustentáveis (GLIESSMAN, 2015). Um aspecto possivelmente comum às definições encontradas é que a Agroecologia demarca um novo foco das necessidades humanas: o de buscar a sustentabilidade dos sistemas agroalimentares em múltiplas dimensões (EMBRAPA, 2006).

Segundo a Organização para a Alimentação e a Agricultura da ONU (FAO, 2018a, p.vii), a Agroecologia tem como objetivo final a garantia da segurança alimentar e nutricional. Para tanto, propõe-se que os sistemas agroalimentares devam cumprir três objetivos: assegurar disponibilidade de alimentos para todos; garantir o aumento de renda das famílias agricultoras pela prática da agricultura; assegurar que a agricultura não comprometa sua habilidade de satisfazer as gerações futuras (DE SCHUTTER, 2010).

A Agroecologia é apontada por importantes estudos como estratégia fundamental para a promoção de sistemas agroalimentares mais sustentáveis (DE SCHUTTER, 2010; ALTIERI; NICHOLLS, 2012; FAO, 2018a; FAO, 2018b), sobretudo entre agricultores familiares de países em desenvolvimento. Sistemas agroecológicos de produção mostraram-se capazes de garantir a soberania e segurança alimentar e nutricional (ALTIERI; NICHOLLS, 2008), aumentar o nível de resiliência às mudanças climáticas (ALTIERI; NICHOLLS, 2013), conservar a biodiversidade (PARMENTIER, 2014), além de incrementar a produtividade agrícola e contribuir com a diminuição da pobreza rural (DE SCHUTTER, 2010). Com efeito, a Agroecologia contribui diretamente com dez dos dezessete *Objetivos do Desenvolvimento Sustentável*, da ONU, incluindo combate à pobreza e à fome, aumento da eficiência do uso da água, assegurar consumo e produção sustentável e estancar a perda de biodiversidade (FAO, 2018b).

Iniciativas para a promoção global da Agroecologia apontam um conjunto de medidas necessárias para fortalecer a transição agroecológica e assim promover tais transformações (FAO, 2018a; FAO, 2018b). As orientações prioritárias destes dois trabalhos incluem promover conhecimento e inovação para sistemas sustentáveis (FAO, 2018b) e fortalecer trocas de conhecimento e de experiências, a pesquisa colaborativa e a inovação (FAO, 2018a).

Ambos os trabalhos apontam, ainda, que os meios para atingir estes objetivos são as pesquisas participativas, a construção de conhecimento¹, a co-inovação e o desenvolvimento de capacidades, incluindo o treinamento em Agroecologia em organizações de base, com abordagens específicas, baseadas no ecossistema local (FAO, 2018a; FAO, 2018b).

Na construção do conhecimento agroecológico e na busca por inovações que solucionam problemas específicos, a participação de agricultores e agricultoras se faz essencial por dois motivos principais. O primeiro consiste em que os próprios atores do campo reúnem uma grande capacidade de inovação; o segundo reside no fato de agricultores e agricultoras serem, eles próprios, grandes disseminadores de práticas e inovações em Agroecologia (PETERSEN, 2006).

É o que comprova, por exemplo, a experiência da Metodologia do *Campesino a Campesino*, em Cuba, na qual, em dez anos, 110 mil famílias agricultoras adotaram ou ampliaram suas práticas agroecológicas por meio da construção coletiva de conhecimentos, práticas e métodos (SOSA et al., 2011). Em Cuba, este Movimento destacou-se por um crescimento maior e mais rápido, em relação a outros países da América Central. Isso passou a ocorrer justamente quando o trabalho passou a se apoiar, principalmente, nas organizações de bases dos agricultores para desenvolver e executar os métodos de troca e construção de conhecimentos de forma horizontal, que permitiram integrar a pesquisa científica em Agroecologia à tradição e inovação dos camponeses (SOSA et al., 2011).

A construção do conhecimento agroecológico (CCA) é um processo relacional entre diferentes atores, por meio do qual cada parte envolvida constrói seus projetos, num processo em que a *participação* é um elemento central (COTRIM; DAL SOGLIO 2016). A CCA reforça a Agroecologia como uma abordagem orientada para a ação, porque está voltada para a construção coletiva da transição agroecológica, e apresenta como outros elementos essenciais o diálogo de saberes, os princípios ecológicos da agricultura, a imersão nas relações sociais e o método participativo (COTRIM; DAL SOGLIO, 2016).

A construção do conhecimento agroecológico pode ser incorporada por projetos de pesquisa participativa, que se caracterizam por um enfoque sistêmico, aplicado a problemáticas contextualizadas, e que tenham o intuito de promover processos locais de desenvolvimento (DAL SOGLIO, 2017).

¹ Tradução minha para *co-creation of knowledge*, do inglês.

A participação dos distintos atores em projetos participativos de pesquisa e extensão permite que os problemas sejam coletivamente analisados, os saberes sejam compartilhados e que soluções coletivas sejam encontradas (THIOLLENT, 2002). O caráter participativo dos projetos favorece a formulação de críticas e reflexões pelos atores, o que por sua vez fortalece o potencial emancipatório de tais iniciativas (THIOLLENT, 2002).

Entre os vários campos de atuação possíveis para a construção do conhecimento em Agroecologia, abordagens participativas em pesquisas de qualidade do solo são apontadas como estratégias centrais para a conservação deste bem natural (BARRIOS; TREJO, 2003; BARRIOS; COUTINHO; MEDEIROS, 2011; BÜNEMANN et al., 2018) e para o aprimoramento de sistemas agroecológicos de produção (MACHADO; VIDAL, 2006; CASALINHO; LIMA, 2018).

Solos são elementos-chave dos ecossistemas terrestres, caracterizados por uma multifuncionalidade, que condiciona o desempenho de uma série de serviços ecossistêmicos de *provisão, regulação, suporte e culturais* (VEZZANI, 2015; ADHIKARI; HARTEMINK, 2016). As formas de uso e manejo do solo são determinantes para o bom funcionamento de agroecossistemas (ALTIERI; NICHOLLS, 2012) e o êxito de processos de transição agroecológica (CARDOSO et al., 2013).

A inclusão de agricultores e usuários da terra em processos participativos de avaliação da qualidade ambiental do solo é fundamental porque, em última análise, o responsável final por determinar a qualidade do solo é aquele que o maneja (DORAN, 2002). O conhecimento das pessoas em torno dos solos contribui para o entendimento de seu papel multifacetado no processo de produção e, portanto, nas decisões de práticas e manejo sobre os recursos do solo e da terra (BARRERA-BASSOLS; ZINCK, 2003).

Assim, a integração participativa de conhecimentos científicos e locais em torno da qualidade de solo, envolvendo pesquisadores, agricultores(as) e outros atores do campo, pode contribuir com a avaliação da sustentabilidade dos agroecossistemas (BARRIOS; COUTINHO; MEDEIROS, 2011) e, portanto, com a construção do conhecimento agroecológico.

Os sistemas locais de conhecimento do solo são estudados pela Etnopedologia (BARRERA-BASSOLS; ZINCK, 2003). Em sua abordagem integrativa, a Etnopedologia propõe identificar e mobilizar os saberes cultural e científico do solo, como o intuito de

elaborar esquemas de manejo de recursos naturais, em acordo com a realidade local, e assim promover o desenvolvimento endógeno, sustentado e plausível (BARRERA-BASSOLS; ZINCK, 2003).

Além de aplicada a agricultores e comunidades tradicionais, a Etnopedologia pode contribuir com processos de construção do conhecimento em solos e da Agroecologia junto a jovens rurais em formação escolar.

No campo da educação formal, vários esforços vêm sendo realizados no Brasil com o objetivo fortalecer a Agroecologia, tanto na educação básica (FERREIRA, 2014; LOBO, 2009; UFVJM, 2008), como no ensino superior (ANDRADE et al., 2017). Uma importante referência para orientar experiências desta natureza são os quatro princípios propostos para a Educação em Agroecologia, a saber: o Princípio da Vida, da Diversidade, Complexidade e o da Transformação (SNEA, 2013).

No âmbito da Educação do Campo, as escolas família agrícola (EFA) são espaços com grande potencial para a construção de experiências em educação agroecológica. Em geral, essas escolas adotam a Pedagogia de Alternância como modelo pedagógico, a qual se propõe a articular a educação escolar com o trabalho produtivo, e o saber técnico-científico com o saber popular (RIBEIRO, 2008). Para tanto, estabelece a alternância dos tempos formativos – o *tempo escola* e o *tempo comunidade* – e um conjunto de instrumentos pedagógicos específicos, no intuito de contribuir com uma maior integração entre escola, família e comunidade (AIRES, 2017). Desta forma, a Pedagogia da Alternância procura criar bases para uma educação contextualizada à realidade vivenciada pelos educandos (AIRES, 2017; ANDRADE et al., 2017).

Ao integrar o estudo teórico, a realização contínua de práticas de campo e a experiência de convivência entre educandos e educadores, a proposta das escolas família agrícola a aproxima não só dos princípios e diretrizes da Educação em Agroecologia, como também da abordagem da Aprendizagem Transformadora para a Sustentabilidade (SIPOS; BATTISTI; GRIMM, 2008).

De acordo com esta abordagem, compreende-se que a aprendizagem envolve os domínios cognitivo, psicomotor e afetivo do ser humano (SIPOS; BATTISTI; GRIMM, 2008). É por meio de uma educação participativa e integradora destes três domínios, plenamente realizável no contexto das escolas família agrícola, que a Aprendizagem

Transformadora cumpre seu objetivo de empoderar os sujeitos para a construção de um mundo com mais justiça social, econômica e ambiental (SIPOS; BATTISTI; GRIMM, 2008).

A educação participativa é necessária para envolver e engajar a juventude rural em espaços e processos de construção da Agroecologia; por sua vez, esse engajamento pode contribuir com a permanência do jovem no campo (MOURA; FERRARI, 2016) e, assim, com a continuidade e fortalecimento da transição agroecológica em seus territórios.

A presente pesquisa tem como objetivo avaliar a contribuição de metodologias participativas de estudo da qualidade do solo como estratégia para a construção do conhecimento agroecológico e fortalecimento da Agroecologia, em uma escola família agrícola do semiárido baiano.

Os objetivos específicos são analisar a contribuição das metodologias participativas para: a construção do conhecimento em solos, junto a educadores e estudantes; o apoio à tomada de decisão em agroecossistemas, junto a estudantes; a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem, junto aos educadores.

2. METODOLOGIA

2.1. Contexto socioambiental da pesquisa

Município de Ruy Barbosa

A presente pesquisa foi realizada na Escola Família Agrícola Mãe Jovina (EFAMJ), situada no município de Ruy Barbosa, no território de identidade Piemonte do Paraguaçu, no semiárido baiano. O município está localizado na região centro-norte do estado da Bahia, a uma altitude de 386m. O clima é BSh, de acordo com a classificação de Köppen e Geiger, com temperatura média anual de 24,8°C e 754 mm de pluviosidade média anual (CLIMATE-DATA, 2020), distribuída no verão (maior concentração) e inverno (junho a início de agosto). O município está inserido no domínio do bioma Caatinga, com áreas de ocorrência de floresta ombrófila submontana, floresta atlântica estacional decidual e fitofisionomias de cerrado (BÔAS-BASTOS; BASTOS, 2016). Os solos são classificados como Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (BAHIA, 2014).

Ruy Barbosa tem 30.767 habitantes (IBGE, 2019) e 1.775 estabelecimentos rurais, dos quais 74,3% são da agricultura familiar (IBGE, 2017). A pecuária extensiva é a principal atividade econômica e representa 74,7% da atividade rural do município, seguida da *lavoura temporária* (21,7%) e *lavoura permanente* (1,1%) (IBGE, 2017). Menos de 4% dos produtores têm algum tipo de assistência técnica e 48,7% dos produtores rurais estudaram até o ensino fundamental (IBGE, 2017).

Escola Família Agrícola Mãe Jovina

A EFA Mãe Jovina foi fundada em 1993, com o objetivo de oferecer uma educação de qualidade aos jovens do campo, contextualizada a suas realidades de vida e que permitisse a formação de sujeitos críticos, capazes de transformar a própria realidade (EFAMJ, 2018).

O nome da escola faz referência a Jovina Nogueira (1904-1983), mulher que exerceu o ofício de enfermeira por mais de 40 anos em Ruy Barbosa, e atendeu, sobretudo, os pobres da cidade. Jovina esforçou-se para construir um hospital dos pobres, o que não foi concluído. A escola instalou-se nesta construção inacabada, iniciada por ela e seus colaboradores.

Atualmente, a escola oferece ensino médio integrado ao técnico em agropecuária a aproximadamente 180 jovens (meninos e meninas), em sua maioria moradores da zona rural e com idade entre 14 e 19 anos (EFAMJ, 2018). Uma parte dos estudantes reside no município de Ruy Barbosa, embora em 2018 houvesse estudantes provenientes de outros treze municípios vizinhos e de pelos menos três territórios de identidade do interior da Bahia (EFAMJ, 2018).

A maioria dos jovens são filhas e filhos de agricultores familiares com baixa escolaridade, analfabetos ou semialfabetizados (EFAMJ, 2018). Em geral, ao ingressarem no 1º Ano do ensino médio, os estudantes apresentam dificuldades em leitura, interpretação e escrita e em capacidade de raciocínio lógico-matemático (EFAMJ, 2018).

Desde a sua fundação, a escola adota a Pedagogia de Alternância como modelo de educação. Na EFA Mãe Jovina, os estudantes alternam períodos de quinze dias na escola e quinze dias na comunidade, numa dinâmica que possibilita articular o conhecimento teórico escolar com o conhecimento prático do campo (RIBEIRO, 2008).

A escola oferece o ensino médio integrado ao técnico em agropecuária. A formação ocorre em quatro anos, e inclui disciplinas da Base Nacional Comum (como Língua

Portuguesa, Matemática, Biologia), atividades práticas diárias (como plantio de horta, produção de mudas florestais, criação de animais, compostagem) e disciplinas específicas da formação técnica (Agricultura, Zootecnia, Irrigação e Drenagem, Desenho e topografia, Administração e Economia Rural e Planejamento e Projetos Agropecuários) (EFAMJ, 2018).

As duas grandes finalidades da escola são: oferecer ao jovem uma Formação Integral, com os saberes necessários para o século XXI e; contribuir para o Desenvolvimento do Meio (EFAMJ, 2018). Para tanto, a EFAMJ integra a rede AECOFABA – Associação das Escolas das Comunidades e Famílias Agrícolas do Estado da Bahia – que realiza dois encontros de formação por ano com os educadores e presta suporte técnico, pedagógico e político às escolas associadas (EFAMJ, 2018).

O corpo docente da EFA envolve onze profissionais com ensino superior em Pedagogia, Ciências Biológicas, Veterinária, Curso Normal Superior, Agronomia, História, Matemática, Geografia, Educação Física e Letras (EFAMJ, 2018). Há também um técnico agrícola, para auxiliar na realização de trabalhos práticos na escola. São chamados de *monitores* os educadores que têm dedicação exclusiva na EFA e acompanham com maior proximidade as atividades desenvolvidas na escola, no campo e junto às famílias e comunidades (EFAMJ).

O termo "Agroecologia" não é mencionado no Projeto Político Pedagógico da escola, embora seus conceitos estejam presentes de maneira difusa em alguns conteúdos de algumas disciplinas (EFAMJ, 2018) e em algumas diretrizes gerais para realização das atividades práticas em agricultura e pecuária.

Parcerias com outras entidades (Embrapa, Senar, Cáritas Diocesana) buscam desenvolver iniciativas em agricultura orgânica e adaptadas à região na escola, como o plantio de palma e mandacaru sem espinhos e de um pomar com mudas selecionadas de cajá, seriguela, umbu e cruzamentos entre estas espécies.

Em 2014, teve início um projeto de formação de estudantes para implantação e manejo de sistemas agroflorestais biodiversos. A aprovação de um edital do Programa de Pequenos Projetos Ecosociais (PPPEcos – ISPN) deu condições para que o projeto se desenvolvesse ativamente até 2017, ficando em seguida sob responsabilidade da própria escola dar continuidade ao trabalho.

2.2. Material e Métodos

A intenção da realização desta pesquisa foi comunicada e consentida pela direção e equipe de educadores, meses antes de sua execução.

A pesquisa envolveu métodos participativos e metodologias analíticas de coleta e avaliação de atributos do solo, para promover o diálogo entre os saberes popular e técnico-científico em torno do manejo agroecológico do solo.

O trabalho de campo foi realizado em duas etapas (Figura 1), das quais participaram cerca de 85 estudantes, do 2º e 3º anos do ensino médio, com faixa etária predominante entre 15 e 19 anos. Dos onze educadores da escola, apenas um não esteve presente nas atividades. Os demais participaram de maneira irregular, conforme suas disponibilidades.

2.2.1 Etapa I

Esta etapa permitiu identificar as percepções de educadores e estudantes em torno da qualidade do solo e da Agroecologia e contribuiu com a construção do conhecimento agroecológico, utilizando-se metodologias participativas descritas a seguir. Nesta etapa, também foi realizada coleta de solos para análise em laboratório.

Grupos Focais

Grupo focal é uma técnica de pesquisa que permite a coleta de dados a partir de interações de pessoas em torno de um determinado tema (GONDIM, 2003). A função do pesquisador é propor perguntas geradoras sobre o tema de interesse e mediar o debate e troca de ideias (GONDIM, 2003), criando um clima favorável à participação e expressão das pessoas, numa dinâmica cuja duração ideal deve ser de aproximadamente até uma hora.

No início da Etapa I, foram realizados três grupos focais. O grupo focal *Agroecologia e Educação* (Figura 1) envolveu dez dos onze educadores da EFAMJ, com o objetivo de investigar as ideias norteadoras e as práticas desenvolvidas pelos docentes no trabalho e ensino da Agroecologia na EFA Mãe Jovina. As perguntas geradoras deste grupo focal estão disponíveis no Anexo I.

A atividade seguinte foi o grupo focal *Solos e Agroecologia*, realizado separadamente com os educadores e estudantes. Antes de iniciar a atividade, foi pedido aos participantes que escolhessem uma área de solo forte e outra de solo fraco na escola, e trouxessem, de cada

uma, um elemento que fosse indicador da qualidade de seu solo. Quando retornaram, o grupo focal teve início, com a orientação de que cada um apresentasse e justificasse os elementos escolhidos (ver perguntas orientadoras no Anexo II).

Devido ao elevado número de estudantes, foi necessário adaptar a dinâmica do grupo focal e organizar os jovens em nove grupos com dez ou nove pessoas. A cada pergunta geradora, cada grupo de educandos sintetizou as ideias discutidas em tarjetas, as quais foram apresentadas posteriormente.

Aquário

Optou-se pelo método *Aquário* para apresentação das respostas dos grupos. Este método é uma forma de diálogo que permite abordar temas relevantes em grupos grandes. O aquário consiste em um grupo reservado de participantes (neste caso, um representante de cada grupo de estudantes) que se sentam em roda, ao centro da sala, e têm direito à fala, enquanto os demais participantes sentam-se ao redor, em círculo, para observar e escutar atentamente o que é falado (DRAFT, 2017). Neste trabalho, as nove pessoas centrais foram escolhidas por cada grupo e eram fixas em suas funções de apresentar as respostas. Uma cadeira vazia foi colocada na roda central e poderia ser ocupada por qualquer participante externo que quisesse falar. O pesquisador e seu auxiliar participaram como anfitriões, cujo papel é coordenar o andamento da dinâmica, estimular e desenvolver as participações (DRAFT, 2017).

Agroecossistemas avaliados

A qualidade do solo foi avaliada em três agroecossistemas da escola, com diferentes formas de manejo do solo. Uma área sob manejo agroflorestal há cinco anos (SAF); uma área de monocultivo orgânico de palma forrageira adensada (PA); e uma área degradada (DE), próxima às áreas de palma, e com pouca cobertura vegetal. Em cada área, foram coletadas e avaliadas amostras do horizonte A (mais superficial) e do horizonte B subjacente.

O SAF estudado é um sistema produtivo biodiverso, no qual algumas espécies arbóreas e arbustivas, nativas e exóticas, foram consorciadas com culturas agrícolas anuais e semiperenes. Os sistemas agroflorestais permitem aumentar a produção de biomassa vegetal para cobertura e recuperação do solo, bem como de diversificar a produção da área (KRISHNAMURTHY et al., 2017). A composição do SAF da EFA Mãe Jovina consiste de linhas de palma forrageira (*Oputia ficus*) adensada em nível, com árvores (leguminosas e

frutíferas) e arbustos (*Cratylia argentea*) dentro da linha, alternados a cada 1,5m. As leguminosas arbóreas predominantes são gliricídia (*Gliricidia sepium*) e leucena (*Leucaena leucocephala*). As frutíferas consistem de espécies nativas como o umbu-cajá (*Spondias bahiensis*) e exóticas como pinha (*Ata squamosa*), acerola (*Malpighia emarginata*) e seriguela (*Spondias purpurea*). Nas entrelinhas, canteiros são utilizados para culturas anuais, como milho (*Zea mays*), abóbora (*Cucurbita* sp.), melancia (*Citrullus latanus*) e feijão (*Vigna unguolata*), e semiperenes como feijão guandu (*Cajanus cajan*) e mamona (*Ricinus communis*).

A área de palma adensada (PA) consiste em um monocultivo orgânico e adensado de palma (*Oputia ficus* e *Nopalea cochenillifera*), destinada principalmente à alimentação de bovinos criados na escola. O espaçamento entre linhas é de 1,0m a 1,2m. As palmas recebem adubação orgânica eventualmente; o aporte de resíduos orgânicos ao solo também é ocasional, feito por meio da roçagem da vegetação espontânea.

A área degradada (DE) apresenta solo exposto, com selamento superficial, vegetação perene escassa e erosão laminar severa, e esteve abandonada de 2014 a 2019. A área foi escolhida para estudo pela equipe de professores da escola como uma área degradada e serve como área de referência, porque apresenta condições físicas de solo e vegetação semelhantes às encontradas na área de SAF, antes da implantação do sistema. No primeiro semestre de 2019, foi feito um plantio pontual no local de mudas de fruteiras do gênero *Spondias* (cajá, seriguela, umbu), com preparo do solo restrito ao berço de plantio das árvores.

Avaliação participativa da qualidade do solo

A avaliação participativa da qualidade do solo foi realizada pelos estudantes nos três agroecossistemas apresentados. As técnicas foram escolhidas e adaptadas previamente, com base na literatura específica (Quadro 1). Dos nove procedimentos executados na escola, quatro foram realizados em campo e cinco em uma mesa de experimentos.

Como a expectativa geral dos estudantes era de que os solos do sistema agroflorestal (SAF) teriam uma melhor qualidade, adotou-se a estratégia de não identificar as amostras de solo nos experimentos de mesa, de modo a evitar tendências na atribuição das notas.

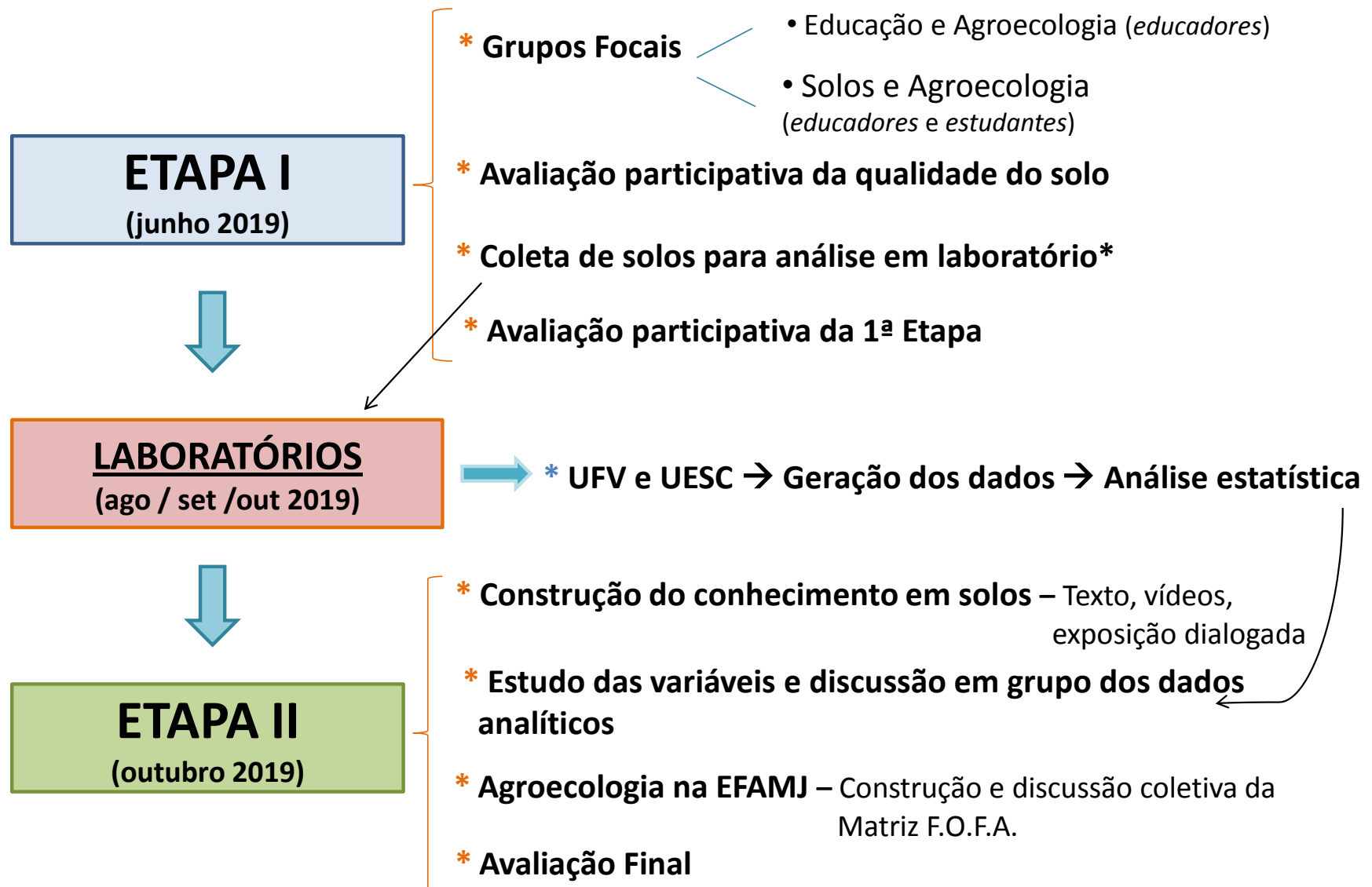


FIGURA 1: Etapas e principais atividades de campo da pesquisa realizada

A escolha das técnicas obedeceu a critérios de relevância ao contexto socioambiental em que foram aplicadas, como por exemplo, à capacidade do solo favorecer a resiliência dos sistemas produtivos, considerando a condição semiárida. Optou-se por técnicas com maior facilidade de aplicação, reprodução e interpretação pelos participantes (BARRIOS; COUTINHO; MEDEIROS, 2011). A capacidade dos procedimentos informarem a respeito dos processos e funções do solo também foi um critério observado.

Cada estudante recebeu uma ficha para avaliação dos agroecossistemas estudados (Anexo III), na qual atribuiu valores de 1 a 10 para cada parâmetro avaliado. Valores mais próximos de 10 indicam melhor qualidade do solo e valores mais baixos indicam qualidade inferior. Ao final da avaliação, cada grupo gerou uma média para cada variável em cada agroecossistema, que serviu para gerar um gráfico do tipo Radar, o qual permite uma comparação visual do desempenho das diferentes áreas e, assim, facilita a elaboração de propostas de intervenção ou manejo (NICHOLLS et al., 2004).

Com todos os estudantes reunidos, cada grupo apresentou seu gráfico e, em seguida, foi elaborado um gráfico *síntese*, com a média dos resultados de todos os grupos. A partir deste gráfico, foi realizada uma breve discussão de resultados, com o intuito de explicar diferenças e semelhanças entre os agroecossistemas e identificar, coletivamente, intervenções em cada área que promovessem melhorias na qualidade do solo.

QUADRO 1: Descrição das técnicas participativas de avaliação da qualidade do solo e critérios de pontuação para cada parâmetro estudado.

Descrição	Parâmetros e Valores	Características
<i>EROSÃO</i>		
Comparação da espessura dos horizontes A nas minitrincheiras (ALTIERI; NICHOLLS, 2002)	1	Subsolo exposto (sem horizonte A)
	5	Superfície < 10cm (5)
	10	Superfície > 10cm
<i>MACROORGANISMOS</i>		
Observação e contagem de morfotipos e indivíduos no solo (ALTIERI; NICHOLLS, 2002)	1	Sem sinais de macrorganismos (minhocas e artrópodos)
	5	Presença moderada de minhocas e artrópodos
	10	Presença abundante de minhocas e artrópodos
<i>ATIVIDADE MICROBIOLÓGICA</i>		
Aplicação de 30mL de água oxigenada em aproximadamente 100 mL solo	1	Baixa efervescência / ativ. Biológica
	5	Efervescência / ativ. biológica moderada

(ARRUDA et al., 2012)	10	Alta efervescência / ativ. Biológica
MATÉRIA ORGÂNICA LEVE		
Misturam-se porções de solo de tamanhos similares em recipiente com água e deixa de molho. Comparação da MO em suspensão.	1	Pouca MO
	5	MO moderada
	10	Muita MO
AGREGAÇÃO		
Colocam-se 10 agregados de 10 mm em recipiente com 200 mL em água por 12h (DE ARAÚJO et al., 2013, adaptada).	1	Alta dispersão (água turva) / Pouco agregado
	5	Dispersão/agregação moderada
	10	Pouca dispersão / Alta agregação (água clara)
RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO		
Introdução no solo de arame (0,50m comprimento, 5mm diâmetro, com marcas indicativas de profundidade a cada 0,10m) (ARRUDA et al., 2012). Anota-se a profundidade em que houve resistência à passagem do arame.	1	Pouca penetração
	5	Penetração moderada
	10	Alta penetração
VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO ÁGUA		
Usa-se 100 mL de solo (em um copo com fundo furado ou em funil) e 100mL de água. Despeja-se suavemente a água sobre solo, e observa-se a velocidade de infiltração. (UFPR, 2016, adaptada)	1	Muita água retida. Lenta infiltração
	5	Quantidade moderada de água retida.
	10	Boa infiltração. Não há água retida.
UMIDADE		
Observação tátil.	1	Solo seco e solto.
	5	Solo com umidade moderada.
	10	Solo úmido.
COR		
Avaliação visual da cor do solo no horizonte superficial (NICHOLLS et al., 2004, adaptado).	1	Cor pálida, sem matéria orgânica (MO) ou húmus
	5	Cor pálida a avermelhada, quantidade moderada de MO
	10	Solo escuro, MO abundante

Avaliação participativa da 1ª Etapa

A dinâmica de avaliação *Cabeça, Coração, Mãos e Pés* foi adaptada do formato individual (BIAZOTI; ALMEIDA; TAVARES, 2017) e aplicada ao mesmo tempo para os estudantes e professores, organizados em grupos.

Neste método, cada parte do corpo representa um aspecto da inteligência humana, de modo que se torna possível avaliar o processo participativo sob diferentes dimensões. A *Cabeça* representa os aspectos psíquicos/cognitivos da aprendizagem ou o *Conhecimento* adquirido; o *Coração* representa os *Sentimentos* trabalhados ou percebidos durante a vivência; as *Mãos* invocam a dimensão prática do que foi vivido e como isso contribui com ou orienta a *Ação* dos participantes; por fim, os *pés* representam a *Direção* ou os próximos passos que os participantes identificam que o grupo deve seguir (BIAZOTI; ALMEIDA; TAVARES, 2017).

Os grupos tiveram 30 minutos para elaborar suas respostas, as quais foram sintetizadas em 3 palavras chave para *Cabeça* e *Mãos* e duas palavras chave para *Coração* e *Pés*, redigidas em tarjetas. O pesquisador facilitou a socialização da avaliação, na qual cada grupo apresentou suas palavras-chave. As tarjetas foram entregues ao facilitador, que as dispôs de modo a formar um corpo humano no chão, com cabeça, coração, mãos e pés.

2.2.2 Etapa II

A segunda etapa foi realizada ao longo dos dias 28, 29 e 30 de outubro, após a geração e tratamento estatístico dos dados obtidos em laboratório dos solos coletados na Etapa I.

Construção de Conhecimentos em Solos

Como forma de retomar a construção de conhecimentos em solos, foi realizada a leitura e em grupos do texto “Solo: Formação, Constituição e Conservação” (Anexo IV), elaborado a partir de compilações e adaptações de textos da professora Ana Maria Primavesi, publicados em seu site (www.anamariaprimavesi.com.br). Esta dinâmica foi realizada em grupos, com estudantes e educadores.

Seis perguntas foram elaboradas para fomentar o estudo e discussão do texto, as quais foram posteriormente discutidas com todos os participantes. Alguns conteúdos do texto incluem constituição dos solos, macro e microporos, funções do solo, conceitos em torno da qualidade do solo e vitalidade do solo.

Apresentação dialogada

Uma apresentação sobre solos foi realizada pelo pesquisador após o trabalho com o texto, como forma de aprofundar os assuntos já levantados e abordar outros conteúdos teóricos que

apoiassem a realização das atividades seguintes. Os tópicos foram: processos de formação do solo; nutrientes, CTC e matéria orgânica como condicionadora de solos; biologia do solo; enfoque na multifuncionalidade dos solos como abordagem para seu uso sustentável, conservação e recuperação. A exposição foi feita por meio de *slides* e de maneira dialogada, instigando a participação e a formulação de perguntas por estudantes e educadores.

Estudo das variáveis e discussão em grupo dos dados analíticos

Um dos objetivos da Etapa II era socializar com estudantes os resultados das análises de solo realizadas em laboratório. Para tornar essa aprendizagem de fato mais significativa, foi proposto que os próprios estudantes e educadores apresentassem e discutissem os resultados, processo que ocorreu em duas etapas.

Primeiramente, foram escolhidos dez parâmetros físicos e químicos (entre as variáveis medidas em laboratório) e sorteados entre os nove grupos de estudantes e o grupo de educadores. Cada grupo teve de cerca de quatro horas para estudar o parâmetro sorteado, com base em um quadro de perguntas orientadoras (Quadro 2), e elaborar um cartaz ilustrativo, com o objetivo de sintetizar as informações das respostas e servir de elemento para uma apresentação aos demais grupos.

Quadro 2: Perguntas orientadoras para estudo em grupo dos parâmetros do solo avaliados.

PERGUNTAS ORIENTADORAS PARA ESTUDO DOS PARÂMETROS DO SOLO AVALIADOS

- 1 - O que é este indicador? (Conceito ou definição)
- 2 - Qual a importância deste indicador para a qualidade do solo e/ou dos cultivos?
- 3 – Como esta variável se comporta em solos BONS? E em solos FRACOS? (Valores maiores ou menores?)
- 4 - Representação em imagem de tal indicador (desenho, imagem ou um elemento real que represente este parâmetro)
- 5 - Que resultados você espera encontrar pensando: nas ÁREAS [SAF, Palma e Degradada] e PROFUNDIDADES (Horizonte A e B)?

Após esta apresentação coletiva, cada grupo recebeu uma tabela com os dados do respectivo parâmetro. Os participantes foram instruídos a interpretar corretamente a tabela, de modo que puderam ler e discutir os resultados. Foi elaborado um *quadro de avaliação e discussão de resultados* (Quadro 3), para melhor direcionar a produção e coleta das informações. Após discussão no grupo, cada equipe apresentou seu trabalho para os demais grupos.

Uma tabela auxiliar e visível a todos os participantes foi utilizada para registrar o desempenho de cada um dos três agroecossistemas avaliados, para cada parâmetro apresentado por cada grupo de jovens. Ao final das apresentações, foi possível comparar o desempenho geral de cada área por meio desta tabela.

QUADRO 3: Perguntas orientadoras para avaliação e discussão em grupo dos resultados dos testes analíticos de qualidade do solo.

QUADRO DE AVALIAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS – Etapa II				
Parâmetro (ex.): Porosidade Total				
O QUÊ? (Descrição dos resultados)	POR QUÊ? (Como explicam os resultados?)	QUAIS CONSEQUÊNCIAS PARA O FUNCIONAMENTO DO SOLO?	PRÁTICAS PARA MELHORIA DESTES PARÂMETRO?	QUE EFEITOS / PROCESSOS SÃO GERADOS?

Matriz FOFA

FOFA é o acrônimo para *Fortalezas, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças* e consiste de um método para o planejamento estratégico de organizações, geralmente utilizado por empresas (FERNANDES, 2012), mas aplicável a outras realidades organizacionais. O método propõe uma avaliação participativa de fatores favoráveis e desfavoráveis à organização, considerando o ambiente interno e externo à mesma (FERNANDES, 2012).

As Fortalezas são os elementos internos favoráveis à expansão ou fortalecimento da instituição; as Oportunidades envolvem os fatores externos e favoráveis; as Fraquezas são elementos desfavoráveis internos e as Ameaças são os desfavoráveis externos.

Nesta atividade, educadores e estudantes, organizados em grupos, tiveram 40 minutos para elaborar uma matriz FOFA, na qual identificaram elementos favoráveis e não favoráveis ao fortalecimento da Agroecologia na EFA Mãe Jovina. O intuito desta atividade foi fornecer

elementos para um início de discussão e planejamento coletivo das ações em Agroecologia na escola. Foi pedido que sintetizassem as ideias em três tarjetas para cada item da análise (fortalezas, oportunidades, fraquezas e ameaças). Posteriormente, cada grupo apresentou o resultado de suas discussões e as tarjetas foram utilizadas para formar uma matriz síntese, fixada numa parede e visível a todos, com as contribuições de cada grupo.

A construção coletiva da matriz foi feita por partes, sendo a primeira com Fortalezas e Oportunidades e a segunda com Fraquezas e Ameaças. Após o preenchimento de cada metade da matriz, os participantes foram convidados a manifestarem uma avaliação ou impressão geral das percepções do coletivo. O pesquisador também expressou suas impressões no encerramento da atividade.

Avaliação Final

A avaliação final foi feita por dois meios: um escrito (em grupos, para os estudantes e individual, para os educadores) e oral. Embora o conteúdo das duas abordagens fosse essencialmente o mesmo, optou-se pelos diferentes meios para melhorar a coleta de dados e permitir que pessoas menos participativas em coletivo pudessem também se expressar.

A avaliação oral consistiu de três questões básicas: 1) aspectos positivos da pesquisa; 2) aspectos que poderiam melhorar; 3) o que esse trabalho os motiva a fazer. A avaliação escrita envolve essencialmente as mesmas perguntas, mas investiga também a(s) possível(is) contribuição(ões) da pesquisa para o trabalho, ensino e aprendizagem em Agroecologia na EFA (Anexo V).

Registro das atividades

Todas as atividades discursivas foram gravadas em áudio e fotografadas. As falas foram posteriormente transcritas para proceder à análise de conteúdo.

Análise de conteúdo

As informações textuais geradas foram analisadas de acordo com a análise de conteúdo (BARDIN, 1977). Este método consiste em um conjunto de técnicas de análise de comunicações que visa a obter, por meio de procedimentos sistemáticos e objetivos, a descrição dos objetos das mensagens, de modo que seja possível a inferência de conhecimentos relativos a elas (BARDIN,

1977). Em outras palavras, os procedimentos propostos pela análise de conteúdo permitem articular a superfície do texto (que é descrita e analisada) aos fatores que a determinam, alcançáveis pela inferência ou dedução (BARDIN, 1977).

A análise de conteúdo estrutura-se em três etapas (ou polos cronológicos): a pré-análise, a exploração do material e o tratamento e interpretação dos dados, conforme mapa mental (Figura 2).

A pré-análise envolve 3 subetapas. A primeira é a escolha dos documentos, para a qual se faz uma leitura flutuante do material e, a partir disso, a constituição do corpus, que é o conjunto de textos que serão analisados. O passo seguinte é definir hipóteses e objetivos (segunda subetapa), para em seguida proceder à elaboração de indicadores (terceira subetapa). Este passo implica a escolha de unidades de registro (por exemplo, um grupo específico de palavras), que são os elementos do corpus que serão utilizados para a categorização. Este procedimento, por sua vez, consiste na classificação de elementos (por exemplo, palavras) e seu reagrupamento em algum gênero (categorias), segundo critérios estabelecidos pelo pesquisador (Figura 2).

No presente trabalho, os elementos do corpus mais utilizados para formação das categorias foram as palavras chaves escritas nas tarjetas; já a categorização foi feita com base na proximidade semântica (por tema) entre os elementos. Portanto, elementos de significados próximos foram agrupados numa mesma categoria.

Aspectos éticos da pesquisa

Os estudantes e educadores que concordaram em participar da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) e Termo de Assentimento (TA), conforme a necessidade, devidamente aprovados pelo Comitê de Ética na Pesquisa (CEP), da Universidade Federal de Viçosa (UFV). A participação foi de livre e espontânea vontade e pôde ser interrompida a qualquer momento, sem necessária justificativa ao pesquisador. Tais recomendações foram reforçadas junto aos participantes, no primeiro momento das Etapas I e II.

ANÁLISE DE CONTEÚDO (Bardin, 1977)

- 3 polos cronológicos (etapas):

1. PRÉ ANÁLISE

A. Escolha dos documentos { - Leitura flutuante
- Constituição do *corpus*

B. Formulação de **hipóteses** e **objetivos** → determinam o COMO analisar

C. Elaboração de indicadores

I. Escolha das *unidades de registro*: elementos do *corpus* para

categorização* → Classificação de elementos e reagrupamento em um gênero, a partir de CRITÉRIOS

2. EXPLORAÇÃO DO MATERIAL

- É a *execução* das decisões anteriores

3. TRATAMENTO E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

- É o ponto da *inferência* dos dados.

FIGURA 2: Mapa mental da análise de conteúdo e suas etapas (polos cronológicos), conforme Bardin (1977).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. ESTUDANTES

3.1.1 Contribuições das metodologias participativas para a construção do conhecimento agroecológico em solos, na perspectiva dos estudantes

Na Etapa I, os estudantes utilizaram 11 palavras-chave (ocorrências) para conceituar um solo de qualidade (Quadro 4). Tais palavras foram organizadas em três grupos semânticos: Fertilidade/Nutrientes, que aparece como o aspecto mais citado (6 ocorrências), Matéria Orgânica (com 4 ocorrências) e Ciclo de Vida (1). Já na Etapa II, os estudantes recorreram a 25 palavras-chave (ocorrências) para conceituar um solo de qualidade, as quais foram organizadas em 9 grupos semânticos (Quadro 4). Matéria Orgânica (7 ocorrências) e Biodiversidade / Macro e Microrganismos (5 ocorrências) foram as palavras-chave mais mencionadas na segunda etapa, seguidas de Fertilidade/Nutrientes (4) e Macroporos/Microporos/ Porosidade (4).

Considerando-se ambas as etapas (I e II), Matéria Orgânica foi a palavra-chave mais mencionada pelos participantes. Tal elemento também é apontado como um importante fator determinante da qualidade do solo em outros estudos etnopedológicos, realizados no semiárido brasileiro (MELO et al., 2019; SILVA et al., 2019) e em outros contextos sociais e ambientais, no Brasil (CASALINHO et al., 2007; AUDEH et al., 2019) e no exterior (BARRIOS; TREJO, 2003). Em todo o mundo, agricultores inferem o teor de matéria orgânica do solo por meio da avaliação de sua coloração (ALTIERI; NICHOLLS, 2002; BARRIOS; TREJO, 2003; PAULI et al., 2012; THOMAZINI et al., 2013; SILVA et al., 2019;), em que solos mais escuros indicam teores mais elevados de matéria orgânica.

Na Etapa I, o termo Matéria Orgânica foi utilizado para se referir tanto a resíduos orgânicos depositados sobre o solo ("cobertura seca"), como ao material já alterado pelo processo de decomposição ("decomposição", "reaproveitamento", "nutrientes", "adubo natural"). Já na Etapa II, além de ser associado à melhoria da fertilidade química dos solos ("decomposição", "macro e micronutrientes"), atribui-se ao termo Matéria Orgânica as noções de solo estruturado, boa absorção e retenção de água e aumento da biodiversidade (Quadro 4).

QUADRO 4: Frequência de palavras-chave e conceitos associados à qualidade do solo, na perspectiva dos estudantes da EFA Mãe Jovina, nas etapas I e II da pesquisa.

ETAPA I		ETAPA II	
<i>Pergunta geradora:</i> Apresentem um elemento que indique um solo de qualidade. Por que vocês escolheram este elemento?		<i>Pergunta geradora:</i> Como vocês definem um solo de qualidade?	
GRUPOS DE PALAVRAS-CHAVE	CONCEITOS/IDEIAS ASSOCIADOS	GRUPOS DE PALAVRAS-CHAVE	CONCEITOS/IDEIAS ASSOCIADOS
Fertilidade/Nutrientes (6)	<ul style="list-style-type: none"> . Acúmulo matéria orgânica, cobertura/matéria seca, proteção do solo (3) . Diversidade cultivos (gramíneas, arbustos), vida (2) . Decomposição, microrganismos (2) . Adubo (1) . Produtividade, produção (1) 	Fertilidade / Nutrientes / Nutrição (4)	<ul style="list-style-type: none"> . pH correto (1) . Produzir bem, necessário às plantas (2)
Matéria orgânica (4)	<ul style="list-style-type: none"> . Decomposição, reaproveitamento (2) . Nutrientes, adubo natural (2) . Cobertura seca, aipim, capim (3) 	Matéria orgânica, cobertura, coloração (7)	<ul style="list-style-type: none"> . Decomposição (1) . Solo estruturado (1) . Boa absorção e retenção de água (2) . Macro e microrganismos, diversidade de seres vivos (3) . Macro e micronutrientes (1)
Ciclo de vida (1)	<ul style="list-style-type: none"> . Vida, agrofloresta (1) 	Macrorganismos, Microrganismos / Vitalidade / Biodiversidade (5)	<ul style="list-style-type: none"> . Cobertura, matéria orgânica (boa quantidade) (3) . Porosidade, penetração da água, “caminhos” (1) . Aeração (1) . Penetração das raízes (1)
		Macroporos, microporos / Porosidade / Poros (4)	<ul style="list-style-type: none"> . Matéria orgânica (2) . Capacidade de retenção de água (2) . Biodiversidade (2) . Minhocas, insetos (1) . Estrutura, “textura” (1) . Influência da raiz (1) . Aeração (1)
		Absorção / Retenção de água (1)	<ul style="list-style-type: none"> . Microporos, macroporos (1) . Matéria orgânica (1)
		Textura [no sentido de estrutura] (1)	<ul style="list-style-type: none"> . Matéria orgânica (1) . Microporos, macroporos (1) . Não compactado (1)
		Produção (1)	-
		Regulação (1)	-
		Horizontes (1)	-

A alta frequência e diversidade de conceitos associados à *Matéria Orgânica* reflete a importância atribuída pelos participantes, a este elemento, para a determinação da qualidade dos solos. A matéria orgânica é um importante condicionador de sua qualidade, por afetar fortemente atributos químicos, físicos e biológicos (LEITE, 2004; BOT; BENITES, 2005; MAIA.; PARRON, 2015), sendo apontada por alguns autores como o principal indicador da qualidade do solo (VEZZANI; MIELNICZUK, 2009).

Como fonte primordial de carbono para a cadeia trófica do solo, a matéria orgânica afeta fortemente sua atividade e diversidade biológica, assim como contribui para a regulação de gases causadores de efeito estufa (BOT; BENITES, 2005; LEHMANN; KLEBER, 2015). Sua importância agrícola deve-se a outras duas razões: a) atua como um reservatório de nutrientes para as plantas; b) promove melhoria da qualidade física do solo, reduzindo sua suscetibilidade à erosão (BOT; BENITES, 2005). Ao ser mineralizada, a matéria orgânica do solo serve como fonte direta de nutrientes às plantas; ao mesmo tempo, substâncias orgânicas resultantes do processo de decomposição contribuem para aumentar a CTC do solo, ao fornecer uma maior quantidade de sítios para ligação (adsorção) de nutrientes prontamente assimiláveis pelas plantas (BOT; BENITES, 2005; COSTA; SILVA; RIBEIRO, 2013). A degradação do material orgânico do solo libera ainda substâncias cimentantes, que promovem a formação e estabilização de agregados, melhorando sua estrutura e porosidade (BOT; BENITES, 2005; PEZARICO et al., 2013; MAIA; PARRON, 2015) e, assim, a regulação do fluxo hídrico no solo.

A maior diversidade de conceitos associados à matéria orgânica na Etapa II, em relação à Etapa I, pode indicar uma ampliação do entendimento dos *processos do solo*, decorrentes do aumento do teor de matéria orgânica, pelos estudantes. Na Etapa I, tais conceitos estão mais restritos aos atributos químicos do solo (teor e ciclagem de nutrientes), ao passo que, na Etapa II, parâmetros físicos, com seus processos e funções associadas, como porosidade, capacidade de absorção e retenção de água e estrutura (expressa como *textura* pelos estudantes) aparecem como elementos determinantes da qualidade do solo (Quadro 4).

O destaque à qualidade física dos solos é especialmente importante no contexto do semiárido brasileiro, porque envolve o espaço poroso do solo e assim a dinâmica de infiltração, movimentação e retenção da água (LEITE, 2004), principal fator limitante da produção vegetal na região (MARTINS et al., 2019). A melhoria da estrutura e porosidade do solo também contribui para um melhor desenvolvimento do sistema radicular das plantas, o

que incrementa sua absorção de nutrientes e água, fator decisivo para aumentar a capacidade vegetal de resistência à seca (BOT; BENITES, 2005).

Outros estudos etnopedológicos reportam que agricultores também destacam a importância dos parâmetros físicos do solo para a manutenção de sua qualidade (MANCIO et al., 2013; CASALINHO; LIMA, 2018; AUDEH et al., 2019). Características referentes à drenagem de água, presença/ausência de erosão, grau de dificuldade/facilidade no uso de ferramentas manuais, bem como o tamanho e desenvolvimento das plantas são indicadores comuns, utilizados pelos agricultores, para avaliar a densidade e estrutura do solo (MANCIO et al., 2013; CASALINHO; LIMA, 2018; CALIXTO, 2018; AUDEH et al., 2019; DE MELLO et al., 2019). Termos como *terra solta / terra fofo* são comumente usados por agricultores, em contraposição à *terra dura*, para designar um solo poroso, com baixa densidade (CASALINHO; LIMA, 2018; CALIXTO, 2018; AUDEH et al., 2019); já termos como *terra firme / solo granuloso* podem ser usados para designar solos de boa estrutura e agregação, ao passo que *terra poenta / poeirenta* refere-se a solos de estrutura fraca, pouco agregados (BARRIOS; TREJO, 2003; CALIXTO, 2018).

Neste trabalho, uma importante característica física do solo não mencionada por estudantes ou professores como definidora de sua qualidade é a textura – proporção relativa das partículas primárias do solo (areia, silte e argila). Junto com matéria orgânica, esta é apontada por alguns autores como a principal característica usada por agricultores para definir qualidade e tipos de solos (BARRERA-BASSOLS; ZINCK, 2003).

A omissão da textura como indicador de qualidade do solo neste trabalho deve-se, provavelmente, ao fato desta ser uma característica mais importante em solos mais jovens e com maior teor de areia. Em solos mais envelhecidos, como os Argissolos avaliados, a estrutura é um parâmetro mais importante para determinar a qualidade do solo (CALIXTO, 2018). Na Etapa II, *textura* aparece como palavra-chave para definir qualidade do solo, mas é utilizada no sentido de *estrutura*, associando-se aos conceitos de *macro e microporos, matéria orgânica e não compactado* (Quadro 4).

Além do grupo *Matéria Orgânica*, relações de causa e efeito para a qualidade física do solo são expressas também no grupo *Macroporos, Microporos*, da Etapa II, na qual a porosidade é associada a um conjunto complexo de elementos, como *matéria orgânica, minhocas / insetos, aeração e capacidade de retenção de água*. Tal associação expressa o entendimento, pelos estudantes, de que a estruturação e aumento da porosidade do solo são

consequência de processos biofísicos, determinados pelo acúmulo de matéria orgânica no solo e sua transformação pela biota edáfica, com importantes implicações para a dinâmica da água no solo e desenvolvimento vegetal, tal como aponta a literatura específica (LEITE, 2004; VEZZANI; MIELNICZUK, 2009; LAVELLE et al., 2016).

Esta mesma complexa interação entre diferentes componentes do solo (matéria orgânica, macro e microrganismos), desencadeando processos de auto-organização (estruturação, criação de poros) determinantes para a qualidade de seu funcionamento (absorção e retenção de água, aeração, penetração de raízes) é observada nos grupos *Macrorganismos/Microrganismos*, *Absorção/Retenção de água* e *Textura*, da Etapa II (Quadro 4).

Nesta perspectiva, parâmetros dos diferentes atributos do solo (químico, físico e biológico) não só aparecem de maneira articulada e interdependente entre si, como também são compreendidos como elementos modificáveis pelo *manejo*. Tal entendimento dialoga com a *Abordagem Sistêmica* da qualidade do solo, segundo a qual esta se caracteriza como o resultado de *processos* do sistema solo-planta (VEZZANI; MIELNICZUK, 2009). É neste sentido que, ao discutirem os diferentes enfoques possíveis para conceituar e avaliar a *qualidade do solo*, esses autores propõem que é mais importante o desenvolvimento de agroecossistemas que promovam a qualidade do solo, do que a busca por indicadores capazes de medi-la (VEZZANI; MIELNICZUK, 2009).

Tendo em vista este desafio, a construção social de conhecimentos em torno da qualidade do solo parece, de fato, fornecer importantes elementos para fundamentar e construir propostas de redesenho agroecológico e participativo de sistemas produtivos, com vistas à promoção da qualidade do solo, conforme amplamente discutido na literatura (NICHOLLS et al., 2004; EMBRAPA, 2006; BARRIOS; COUTINHO; MEDEIROS, 2011; BÜNEMANN et al., 2018; CACHO et al., 2018; FAO, 2018b). Sobretudo neste terceiro estágio da transição agroecológica² (GLIESSMANN, 2015), o conhecimento local de

² O primeiro nível da transição agroecológica é o uso eficiente de práticas da agricultura industrial, de modo a reduzir a dependência de produtos de alto custo econômico e ecológico. O segundo nível é a substituição de insumos e práticas convencionais por práticas agroecológicas. O terceiro nível é o redesenho de agroecossistemas, a partir dos quais estes passam a funcionar com base em um novo conjunto de processos ecológicos (GLIESSMANN, 2015). O autor propõe ainda um quarto nível da transição, que é restabelecer uma conexão mais direta entre agricultores e consumidores de alimentos. Realizados os níveis 3 e 4, o quinto e último nível é a construção de um novo sistema alimentar global, baseado em equidade, participação e justiça, e capaz não só de ser sustentável, mas de proteger e restaurar sistemas de proteção da vida na Terra (GLIESSMANN, 2015, p.278-279).

interações e processos ecológicos pode ser um fator de grande influência para o sucesso das práticas de manejo adotadas (PAULI et al., 2012; CARDOSO et al., 2013). Além disso, compreender melhor tais processos pode ser útil na construção de um conceito mais funcional de qualidade do solo (BÜNEMANN et al., 2018), na medida em que os processos determinam as funções e serviços ecossistêmicos do solo (DOMINATI; PATTERSON; MACKAY, 2010; ADHIKARI; HARTEMINK, 2015; BÜNEMANN et al., 2018).

Funções do solo

Os conceitos associados à qualidade do solo, mencionados nas etapas I e II (Quadro 5), foram categorizados e organizados em quatro *funções ecossistêmicas do solo* (*Fonte de matéria prima; Abrigo de biodiversidade; Estoque, filtração e transformação de nutrientes e água; Produção de biomassa*; Quadro 4), dentre sete funções propostas por Adhikari e Hartemink (2015). Tal classificação segundo as funções ecossistêmicas justifica-se, uma vez que a qualidade do solo é definida exatamente como sua capacidade de funcionar, sustentando a produtividade biológica, promovendo a qualidade ambiental e a saúde de seres vivos (DORAN; PARKIN, 1994), como já mencionado.

Na Etapa I, foram estabelecidas 4 categorias de conceitos (uma para cada função do solo), com maior ocorrência para *ciclagem de nutrientes* (7) e *cobertura do solo* (6). Na Etapa II, o maior número de conceitos e ideias associados à qualidade do solo resultou numa maior quantidade categorias (7), com maior ocorrência para *regulação do ciclo da água e aeração* (9), *biodiversidade* (7) e *cobertura do solo* (7).

De modo geral, para as *quatro* funções do solo utilizadas na organização dos conceitos apresentados, há uma maior ocorrência e/ou diversidade de conceitos associados na Etapa II. Para a função *Estoque, filtração e transformação de nutrientes e água*, por exemplo, há três categorias associadas, envolvendo tanto atributos químicos (*ciclagem de nutrientes*), como físicos (*estrutura e regulação do ciclo da água e aeração*). Para esta mesma função, na Etapa I, apenas conceitos relativos à *ciclagem de nutrientes* foram mencionados.

O item *Estoque, filtração e transformação (...)* é de grande importância porque, na prática, reúne um *conjunto* de funções, das quais processos fundamentais à vida (formação dos solos, ciclagem de nutrientes e produtividade primária, por exemplo) são estritamente dependentes (MEA, 2005; VEZZANI, 2015). Este conjunto de funções é agrupado dentro dos

Serviços Ecosistêmicos de Suporte, os quais sustentam praticamente todos os demais serviços (VEZZANI, 2015). Por outro lado, o item *Estoque, filtração e transformação (...)* inclui também funções do solo relacionadas aos *Serviços de Regulação*, como o *estoque e filtração da água*, na medida em que as formas de uso e ocupação do solo influenciam diretamente a qualidade e dinâmica dos recursos hídricos (MEA, 2005; VEZZANI, 2015).

O entendimento das relações de causa e efeito entre práticas de manejo e processos/funções ecosistêmicas do solo foi melhor demonstrado pelos estudantes na Etapa II do que na Etapa I, o que pode ser resultado do processo de construção do conhecimento promovido pela pesquisa. Compreender melhor tais relações pode ser de grande importância para avançar em processos de conversão agroecológica, tendo em vista que esses se apoiam numa grande gama de conhecimentos, os quais devem ser disponibilizados, aperfeiçoados e recriados localmente, pelas pessoas envolvidas (CARDOSO et al., 2013).

A categoria *biodiversidade* foi incluída na função *Abrigo de biodiversidade* (Quadro 5). Na Etapa I, os estudantes associaram a qualidade do solo à diversidade de vida *acima* do solo (*diversidade de cultivos, agrofloresta, vida*); já na Etapa II, foram utilizados principalmente elementos da biota do solo como definidores de sua qualidade (*macro e microrganismos [do solo], minhocas e insetos*). Tal mudança pode ser explicada pela importância atribuída pelos estudantes, na segunda etapa, aos

QUADRO 5: Frequência e categorização de conceitos associados à qualidade do solo, na perspectiva dos estudantes da EFA Mãe Jovina nas etapas I e II da pesquisa, e seu agrupamento segundo as *funções do solo*, de acordo com ADHIKARI; HARTEMINK (2015).

FUNÇÕES DO SOLO	ETAPA I		ETAPA II	
	CONCEITOS ASSOCIADOS	CATEGORIA	CONCEITOS ASSOCIADOS	CATEGORIA
FONTE DE MATÉRIA PRIMA	. Acúmulo matéria orgânica, cobertura/matéria seca, proteção do solo (4) . Aipim, capim (3)	Cobertura do solo (6)	. Cobertura, matéria orgânica (em boa quantidade) (4)	Cobertura do solo (7)
ABRIGO DE BIODIVERSIDADE	. Diversidade de cultivos (gramíneas, arbustos), vida (2) . Vida, agrofloresta (1)	Biodiversidade (3)	. Macro e microrganismos [do solo], diversidade de seres vivos (4) . Minhocas, insetos (1) . Biodiversidade (2)	Biodiversidade (7)
ESTOQUE, FILTRAÇÃO e TRANSFORMAÇÃO DE NUTRIENTES E ÁGUA	. Decomposição, reaproveitamento (3) . Microrganismos (2) . Adubo, nutrientes, adubo natural (2)	Ciclagem de nutrientes (7)	. Decomposição (1) . Solo estruturado, estrutura / “textura” (2) . Não compactado (1) . Boa absorção, capacidade de retenção de água (4) . Porosidade, macro e microporos, penetração de água, “caminhos” (3) . Micro e macroporos (1) . Aeração (2)	Ciclagem de nutrientes (1) Estrutura (3) Regulação do ciclo da água e aeração (9)
PRODUÇÃO DE BIOMASSA (1)	. Produtividade, produção (1)	Produção vegetal (1)	. Produzir bem (2) . Penetração das raízes (1) . Influência na raiz (1) . pH correto (1)	Produção vegetal (4) Qualidade química (1)

atributos físicos do solo (porosidade, agregação e estrutura) na determinação de sua qualidade (Quadro 5, Etapa II), os quais são fortemente influenciados pela atividade biológica do solo.

De fato, os solos podem ser entendidos como sistemas ecológicos auto-organizados, dentro dos quais há uma complexa interação de organismos, de diferentes naturezas e escalas (VEZZANI; MIELNICZUK, 2009; LAVELLE et al., 2016). Minhocas e insetos, como cupins e formigas, citados na Etapa II pelos estudantes, são considerados *engenheiros ecossistêmicos* do solo, por modificarem fortemente suas propriedades físicas e, indiretamente, as biológicas e bioquímicas (BARRIOS, 2007; LAVELLE et al., 2016). Desta forma, estes organismos são capazes de promover processos ecossistêmicos, bem como melhorar suas performances (BARRIOS, 2007; LAVELLE et al., 2016).

A biodiversidade vegetal, mencionada na Etapa I (*agrofloresta, diversidade de cultivos*), também tem um papel chave na promoção da qualidade do solo, uma vez que processos ecológicos em agroecossistemas influenciam propriedades do solo (ALTIERI, 1999; FAUCON; HOUBEN; LAMBERS, 2017). Em relação à sua qualidade física, raízes finas das plantas, por exemplo, são importante fator para a estabilização dos agregados do solo, além de favorecer o aumento da porosidade e a infiltração da água (FAUCON; HOUBEN; LAMBERS, 2017), processo chave para reduzir a erosão por escoamento superficial. As raízes das plantas secretam inúmeras substâncias em sua rizosfera (exsudatos), as quais criam microambientes específicos, com suas próprias características microbiológicas, físicas e químicas (LAVELLE et al., 2016). Tais exsudatos podem afetar a mineralização da matéria orgânica pelos microrganismos e a mobilização de nutrientes adsorvidos pelo solo, alterando sua dinâmica e disponibilidade (FAUCON; HOUBEN; LAMBERS, 2017).

Muitas outras características funcionais das plantas (conteúdo de N e C das folhas, fenologia, comprimento, densidade e diâmetro de raízes, por exemplo) afetam fortemente o conteúdo de matéria orgânica do solo, sua atividade biológica e ciclagem de nutrientes, e interferem, portanto, na sua qualidade e no desempenho de funções e serviços ecossistêmicos (PAULI et al., 2012; FAUCON; HOUBEN; LAMBERS, 2017). Estes serviços afetados pela biota abaixo e acima do solo são essenciais não só para o bom funcionamento do ecossistema local, mas funcionam também como recurso crítico para o manejo sustentável de agroecossistemas (BARRIOS, 2007).

Neste sentido, embora seja importante que estudantes e professores da EFA reconheçam e compreendam a importância da biota edáfica para a promoção da qualidade do

solo (Quadro 5, Etapa II), é igualmente necessário avaliar suas capacidades de uso e manejo da biodiversidade *acima do solo* (Quadro 5, Etapa I) para promover o bom funcionamento dos solos e dos agroecossistemas. Entender como agricultores e demais sujeitos do campo desenvolvem e utilizam seus conhecimentos da biodiversidade local e da qualidade do solo pode ser útil para encorajar iniciativas que busquem promover a diversificação biológica dos sistemas produtivos (PAULI et al., 2012). Os resultados referentes a estas questões são apresentados no Quadro 7.

A função do solo definida como *Fonte de matéria prima* foi a que apresentou maior ocorrência de conceitos associados, considerando-se as Etapas I e II (Quadro 5). Em ambas as etapas, conceitos como "acúmulo matéria orgânica" e "cobertura/matéria seca" foram incluídos apenas em uma categoria, *cobertura do solo*. Em outros dois estudos etnopedológicos realizados no semiárido brasileiro, famílias agricultoras também apontaram a cobertura como elemento central da qualidade do solo, ao contribuir com sua proteção, fertilidade e manutenção da umidade (MELO et al., 2019; SILVA et al., 2019). A cobertura do solo (viva ou morta) dissipa a energia erosiva da chuva e do vento e retém as partículas do solo, aumentando sua resistência a processos erosivos.

Em se tratando de agroecossistemas, a capacidade de o solo produzir biomassa vegetal para sua cobertura e conservação envolve aspectos como a introdução, uso e manejo adequado da vegetação. Para tanto, são necessários o desenho e o planejamento estratégicos dos sistemas produtivos, com o plantio de espécies localmente adaptadas e em arranjos adequados a este fim (ALTIERI, 1999; CARDOSO et al., 2013).

Na região semiárida, onde a agricultura de derrubada e queima é tradicional (MAIA et al., 2007; FIALHO et al., 2013; SACRAMENTO et al., 2013), a adoção de práticas agroecológicas de conservação e recuperação do solo encontra o duplo desafio de superar as dificuldades climáticas e culturais. É neste sentido que os processos participativos e colaborativos de construção de conhecimento, voltados para superar desafios específicos das realidades locais, são diretrizes prioritárias para a expansão e fortalecimento da Agroecologia em escala global (FAO, 2018a; FAO, 2018b), e em especial nos contextos de vulnerabilidade social e fragilidade ambiental (ALTIERI; NICHOLLS, 2008).

A função *Produção de Biomassa* teve apenas uma categoria e um conceito associado na Etapa I, e duas categorias e cinco ocorrências de conceitos associados na Etapa II (Quadro 5). Esta função pode ser incluída nos *Serviços Ecossistêmicos de Provisão*, que se referem à

capacidade do solo promover a produção de alimentos, fibras, madeiras (MEA, 2005). Por envolver o processo de fixação do carbono atmosférico via fotossíntese, esta função se articula ainda com os *Serviços Ecossistêmicos de Regulação*, contribuindo com a regulação climática (ADHIKARI; HARTEMINK, 2015).

A noção de produtividade/produção vegetal aparece uma vez na primeira etapa e duas na segunda, na qual também é associada a *condições favoráveis ao desenvolvimento radicular* ("penetração das raízes", "influência na raiz") e a um *bom pH* ("pH correto"). Estes novos elementos presentes na Etapa II já sinalizam uma abordagem do processo produtivo sob um ponto de vista mais sistêmico pelos estudantes, a partir do qual a produção agrícola pode ser entendida como o *resultado* de um conjunto de processos ecológicos favorecidos pelo manejo do ser humano, tal como estabelece a proposta agroecológica.

Ao enfatizar a complexidade dos sistemas de produção, a Agroecologia vai além da substituição de insumos para buscar otimizar as interações ecológicas e sinergismos, dos quais a fertilidade do solo, sua produtividade e a sanidade dos cultivos emergem como resultados (ALTIERI, 2012; p. 105). Se o bom desempenho dos sistemas agroecológicos está baseado neste conjunto complexo e articulado de processos e interações, então a abordagem multifuncional dos solos torna-se um critério chave para orientar as tomadas de decisão em relação ao seu manejo (BARRIOS; COUTINHO; MEDEIROS, 2011), na perspectiva da Agroecologia.

Métodos participativos para avaliação comparativa da qualidade de solos submetidos a diferentes manejos foram utilizados nesta pesquisa e são úteis para orientar agricultores na decisão sobre as estratégias de manejo a serem adotadas (NICHOLLS et al., 2004).

Métodos participativos de avaliação da qualidade do solo

A aplicação dos métodos em geral foi bem sucedida, sem que os estudantes relatassem dificuldade para realizá-los. Os gráficos de cada grupo, produzidos à mão (Figura 3), foram dispostos à frente da sala, para que todos pudessem visualizá-los. Um gráfico síntese, reunindo as médias dos nove grupos, foi elaborado e projetado por *data show* (Figura 4).

De acordo com o gráfico síntese, o solo do sistema agroflorestral (SAF) apresentou maiores valores para sete dos nove parâmetros avaliados (exceções foram *Atividade microbiológica* e *Agregação*), o que indica um melhor funcionamento em geral deste agroecossistema.

O resultado geral das análises de laboratório indica uma tendência similar a essa, com melhor desempenho de SAF para importantes parâmetros químicos (CTC efetiva, soma da bases, C orgânico total, MO, N-total, P disponível e P-rem), físicos (densidade do solo, porosidade total, índice de estabilidade de agregados, resistência à penetração) e microbiológicos (menor quantidade de esporos de fungos micorrízicos) (Tabelas 1 e 2).

O SAF estabelece um maior aporte de resíduos orgânicos ao solo, por meio da poda de árvores e arbustos, do aproveitamento de restos culturais e do manejo da vegetação espontânea. O aumento dos teores de matéria orgânica tem um efeito sistêmico sobre a qualidade do solo (BOT; BENITES, 2005; VEZZANI; MIELNICZUK, 2009) e influencia, por exemplo, todos os nove parâmetros qualitativos avaliados (físicos, químicos e biológicos).

Em geral, aumento da matéria orgânica do solo resulta em maior *umidade* e cor mais escura; maior porosidade e agregação, o que implica uma menor *compactação* e maior *velocidade de infiltração da água*; menor suscetibilidade à *erosão*; maior biodiversidade, incluindo os *macrorganismos* e *microrganismos*; agregados mais estáveis, menos susceptíveis à *dispersão* (BOT; BENITES, 2005); maiores teores de *matéria orgânica leve*, a qual inclui resíduos ainda pouco mineralizados, como pequenos pedaços de folhas, galhos e raízes (MAIA; PARRON, 2015).



FIGURA 3: Gráfico tipo "radar" construído à mão pelos nove grupos de estudantes para os nove parâmetros qualitativos do solo, avaliados por métodos participativos.

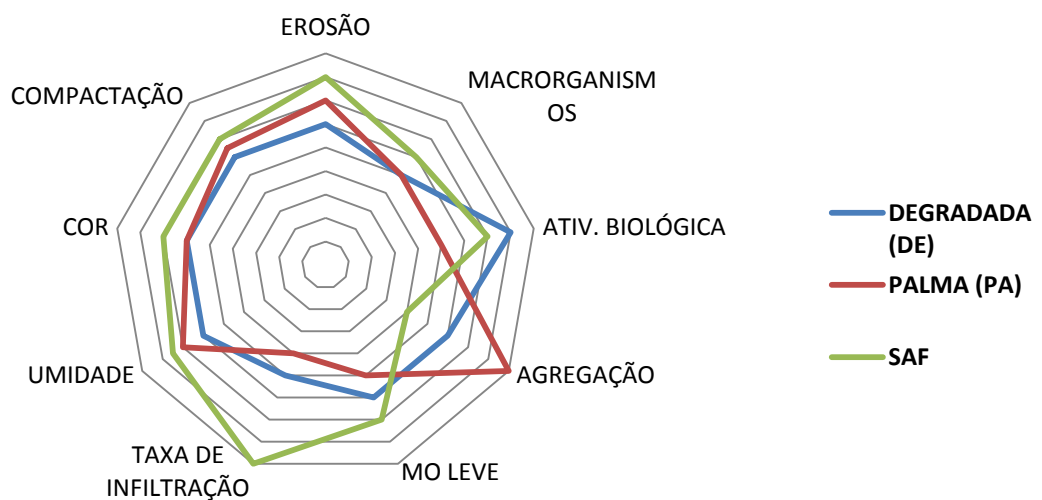


FIGURA 4: Gráfico tipo "radar" para nove parâmetros qualitativos do solo, avaliados por métodos participativos pelos estudantes da EFA Mãe Jovina, em três agroecossistemas da escola [área Degradada (DE), Palma Adensada (PA) e Sistema Agroflorestal (SAF)].

Tabela 1: Valores médios e desvio padrão (entre parênteses) de parâmetros físicos e químicos dos solos estudados. Horizonte A: SAF_A – sistema agroflorestral; PA_A – palma adensada; DE_A – área degradada. Horizonte B: SAF_B – sistema agroflorestral; PA_B – palma adensada; DE_B – área degradada.

PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO	TRATAMENTOS					
	SAF _A	PA _A	DE _A	SAF _B	PA _B	DE _B
Areia fina (g/kg)	198,75 (± 32,88)	226 (± 15,06)	204 (± 20,26)	186,25 (± 19,00)	222 (± 7,53)	219 (± 16,83)
Silte (g/kg)	74 (± 9,27)	70 (± 13,44)	62,5 (± 23,30)	54,5 (± 15,15)	75,75 (± 18,68)	52 (± 11,11)
Argila (g/kg)	281 (± 21,68)	251,5 (± 10,85)	245,25 (± 7,45)	320,25 (± 37,91)	285 (± 19,93)	284,5 (± 19,28)
Porosidade total (PT) (m ³ /m ³)	0,479 (± 0,023)	0,423 (± 0,022)	0,451 (± 0,030)	0,453 (± 0,018)	0,422 (± 0,026)	0,440 (± 0,018)
Microporosidade (Mi) (m ³ /m ³)	0,235 (± 0,019)	0,211 (± 0,025)	0,231 (± 0,024)	0,230 (± 0,022)	0,216 (± 0,013)	0,221 (± 0,013)
Macroporosidade (Ma) (m ³ /m ³)	0,249 (± 0,021)	0,223 (± 0,046)	0,229 (± 0,057)	0,231 (± 0,038)	0,206 (± 0,012)	0,218 (± 0,024)
Densidade do solo (Ds) (kg/dm ³)	1,42 (± 0,091)	1,58 (± 0,051)	1,60 (± 0,089)	1,51 (± 0,041)	1,63 (± 0,074)	1,56 (± 0,051)
Densidade de partícula (Dp) (kg/dm ³)	2,67 (± 0,056)	2,77 (± 0,057)	2,87 (± 0,026)	2,75 (± 0,040)	2,81 (± 0,041)	2,78 (± 0,078)
Umidade gravimétrica (Ug) (kg/kg)	0,126 (± 0,014)	0,075 (± 0,003)	0,073 (± 0,014)	0,076 (± 0,003)	0,061 (± 0,009)	0,054 (± 0,003)
Diâmetro médio ponderado (DMP) (mm)	2,86 (± 0,09)	2,90 (± 0,15)	2,87 (± 0,06)	2,90 (± 0,08)	3,00 (± 0,10)	3,02 (± 0,10)
Macroagregados (Macro) (%)	84,83 (± 1,53)	86,60 (± 4,45)	85,00 (± 1,93)	87,32 (± 2,45)	89,53 (± 2,81)	90,14 (± 2,88)
Mesoagregados (Meso) (%)	5,97 (± 1,34)	5,42 (± 2,14)	5,29 (± 1,09)	5,50 (± 0,99)	3,59 (± 0,78)	3,66 (± 1,20)
Microagregados (Micro) (%)	9,20 (± 1,05)	7,98 (± 2,39)	9,71 (± 0,95)	7,18 (± 1,53)	6,88 (± 2,07)	6,21 (± 1,68)
Índice de estabilidade de agregados (IEA) (%)	87,30 (± 1,09)	85,93 (± 2,41)	80,32 (± 0,91)	88,14 (± 1,27)	85,88 (± 3,85)	86,59 (± 1,49)
Resistência solo à penetração (RSP) (MPa)	2,62 (± 0,59)	6,33 (± 0,46)	6,45 (± 1,71)	6,28 (± 0,92)	8,24 (± 1,27)	9,42 (± 0,79)
PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO	SAF _A	PA _A	DE _A	SAF _B	PA _B	DE _B
pH (H ₂ O)	6,07 (± 0,29)	5,90 (± 0,65)	7,2 (± 0,54)	4,97 (± 0,24)	4,90 (± 0,16)	6,34 (± 0,18)
N-total – nitrogênio total (dag/kg)	0,168 (± 0,01)	0,085 (± 0,02)	0,114 (± 0,01)	0,083 (± 0,01)	0,051 (± 0)	0,070 (± 0,01)
P – fósforo (mg/dm ³)	40,65 (± 12,84)	17,4 (± 9,20)	23,8 (± 10,69)	12,8 (± 7,14)	2,05 (± 1,60)	1,925 (± 0,38)
K – potássio (mg/dm ³)	237 (± 56,60)	191,5 (± 82,05)	311 (± 50,32)	95 (± 18,29)	46 (± 20,46)	63,97 (± 63,97)
Ca ²⁺ – cálcio (cmol _c /dm ³)	6,26 (± 1,15)	2,88 (± 1,21)	4,59 (± 1,44)	2,53 (± 0,40)	1,85 (± 0,24)	2,78 (± 0,14)
Mg ²⁺ – magnésio (cmol _c /dm ³)	1,18 (± 0,13)	0,67 (± 0,17)	1,14 (± 0,23)	0,39 (± 0,07)	0,32 (± 0,08)	0,75 (± 0,14)
SB – soma de bases (cmol _c /dm ³)	8,06 (± 1,30)	4,05 (± 1,39)	6,53 (± 1,46)	3,18 (± 0,42)	2,30 (± 0,14)	4,06 (± 0,41)
						continua (...)

t – CTC efetiva (cmol _c /dm ³)	8,06 (± 1,30)	4,10 (± 1,32)	6,53 (± 1,46)	3,28 (± 0,31)	2,57 (± 0,12)	4,06 (± 0,41)
V – saturação de bases (%)	79,72 (± 6,03)	67,87 (± 18,04)	92,6 (± 8,63)	52,13 (± 5,54)	48,1 (± 3,36)	71,48 (± 5,98)
Cu – cobre (mg/dm ³)	0,308 (± 0,01)	0,420 (± 0,04)	0,338 (± 0,05)	0,375 (± 0,06)	0,410 (± 0,06)	0,380 (± 0,02)
Mn – manganês (mg/dm ³)	32,45 (± 7,41)	36,30 (± 7,02)	50,15 (± 11,21)	22,35 (± 9,22)	23,40 (± 7,46)	18,30 (± 2,05)
COT – carbono orgânico total (g/kg)	22,94 (± 0,98)	11,00 (± 1,94)	12,54 (± 1,75)	7,32 (± 3,41)	6,96 (± 0,63)	8,11 (± 1,00)
C:N – relação carbono:nitrogênio	193,70 (± 0,77)	13,02 (± 0,64)	11,00 (± 1,32)	8,87 (± 1,27)	13,69 (± 0,98)	11,70 (1,40)
P rem – fósforo remanescente (mg/L)	45,85 (± 0,77)	42,33 (± 0,93)	40,00 (± 3,80)	45,55 (± 4,01)	42,75 (± 0,58)	41,8 (2,28)

Tabela 2: Número de esporos novos, velhos e totais de fungos micorrízicos por grama de solo, para as áreas SAF, PA e DE. (Valores entre parênteses correspondem à média do número de esporos encontrados em 50g de solo e o respectivo desvio padrão.)

ÁREAS	----- Número de esporos / g solo -----		
	Esporos Novos (EspN)	Esporos Velhos (EspV)	Esporos Totais (EspT)
SAF	6,06 (303,0 ± 63,27)	8,73 (436,7 ± 123,9)	14,8 (739,7 ± 151,91)
PA	4,48 (224,0 ± 33,15)	17,5 (874,0 ± 64,21)	21,9 (1098 ± 97,04)
DE	11,8 (588,33 ± 88,1)	17,34 (867,0 ± 201,55)	29,1 (1455,33 ± 201,55)

Nos demais agroecossistemas (DE e PA), há uma menor deposição de resíduos orgânicos, o que pode explicar os menores valores assumidos para a maioria das variáveis na avaliação participativa.

No entanto, DE assumiu maior valor para a Atividade Biológica, seguida por a SAF e PA. Isso porque, em DE, foi observada uma maior e mais rápida efervescência da água oxigenada ao entrar em contato com o solo, em comparação com SAF e PA. Esta efervescência é gerada pela degradação do peróxido de hidrogênio (água oxigenada – H_2O_2), pela enzima catalase (ou peroxidase), a qual é sintetizada pelos microrganismos do solo. É a liberação de gás oxigênio (O_2), resultante dessa degradação, que provoca o efeito observado. Maior efervescência, portanto, indicaria mais atividade microbiológica, a qual está associada a maiores teores de matéria orgânica no solo (FAO, 2015).

No entanto, é possível que maior atividade enzimática da catalase reflita um maior estresse ambiental (SINSABAUGH, 2010). As peroxidases são um complexo grupo de proteínas, cuja expressão é aumentada pela microbiota do solo em condições de estresse oxidativo (SINSABAUGH, 2010). Formas de uso da terra que promovam a diminuição do C orgânico do solo tendem a aumentar atividades oxidativas, como a das peroxidases (SINSABAUGH, 2010), o que explicaria a maior efervescência em DE.

Tal interpretação, entretanto, não é conclusiva, já que em outros trabalhos foi encontrada maior atividade de peroxidases justamente em solos mais conservados (GARCIA et al., 1997) ou em manejo orgânico, quando comparado com manejo convencional (CARDELLI et al., 2005). Neste último caso, a maior atividade da peroxidase no solo sob manejo orgânico foi atribuída ao maior teor de matéria orgânica e à maior agregação, o que aumenta a presença de O_2 no solo (CARDELLI et al., 2005). Tal interpretação tornaria o resultado encontrado nesta pesquisa contraditório, já que SAF apresentou maior porosidade e menor compactação, tanto nos testes participativos (Figura 4) como nos analíticos (Tabela 1). Neste sentido, uma revisão mais detalhada em torno do papel das peroxidases no solo é necessária para que se tenha uma interpretação mais válida para o teste da água oxigenada.

A *Agregação* foi outro parâmetro cujo resultado não coincidiu com o esperado (Figura 4). PA apresentou os maiores valores, seguido de DE, enquanto o SAF recebeu a menor pontuação. A agregação do solo e a estabilidade de seus agregados são favorecidas pelas propriedades de ligação e adesão de materiais orgânicos, como subprodutos do metabolismo bacteriano, géis orgânicos, hifas de fungos, exsudatos de raízes e secreções de minhocas

(BOT; BENITES, 2005). Portanto, espera-se uma maior estabilidade dos agregados em solos com maiores teores de matéria orgânica, como na área do SAF.

A melhor conservação dos torrões em PA e DE pode refletir o maior estado de compactação destes solos, o que limitou a penetração da água e impediu que esta pudesse ter um efeito desagregador. Por outro lado, o solo de SAF pode ter esboroadado mais quando submerso em água justamente por apresentar um solo mais poroso e permeável. Neste sentido, é possível que esta prática tenha refletido mais o grau de compactação do que o nível de agregação do solo.

A visualização geral dos resultados participativos em gráficos Radar permite uma avaliação rápida e simultânea dos resultados obtidos em diferentes agroecossistemas (NICHOLLS et al., 2004; GERVÁZIO, 2014; MELO et al, 2019), de modo que tais gráficos são apontados como importante ferramenta pedagógica e de comunicação entre pesquisadores e agricultores em estudos etnopedológicos (MACHADO; VIDAL, 2006; BÜNEMANN et al., 2018). Embora uma discussão mais aprofundada em torno de tais gráficos não tenha sido realizada, a avaliação participativa da pesquisa, feita pelos educadores e jovens da escola, confirma a importância dos métodos participativos utilizados em promover a construção de conhecimento em solos e em Agroecologia (ver Quadros 6 e 10, mais adiante).

No presente trabalho, as atividades de sondagem, discussão e socialização de ideias com estudantes e educadores foram conduzidas e complementadas com outros momentos formativos, como vídeos e textos didáticos, apresentação dialogada de *slides* (Figura 1), ao longo dos quais buscou-se construir a noção da multifuncionalidade dos solos. Conforme se avançou no entendimento e reflexão em torno de suas múltiplas funções, tal como demonstrado até aqui, tornou-se não só possível, como necessário, discutir as formas de uso mais favoráveis à promoção desta multifuncionalidade, com vistas a apoiar o processo local de transição agroecológica.

3.1.2 – Contribuições da abordagem participativa em solos no apoio à tomada de decisão em agroecossistemas, na perspectiva dos estudantes

Na Etapa II, a abordagem com um enfoque mais técnico parece ter contribuído para uma compreensão cientificamente mais detalhada dos processos mencionados na Etapa I pelos estudantes.

Em ambas as etapas, para cada prática proposta pelos estudantes, os efeitos associados foram agrupados em um dos três *processos suporte* do solo (*Ciclagem de nutrientes*, *Ciclagem de água* e *Atividade biológica do solo*), conforme classificação na literatura (DOMINATI; PATTERSON; MACKAY, 2010) (Quadro 6).

Considerando-se as Etapas I e II, *cobertura do solo* foi a prática mais mencionada para melhoria da QS. *Ciclagem de água* foi o principal benefício (processo) associado a tal prática, seguido da *ciclagem de nutrientes* e da atividade biológica do solo (Quadro 6). Tal resultado é coerente com o contexto local da pesquisa, onde frequentemente o principal fator limitante para a produção vegetal é a escassez de água. Conforme apontado pelos jovens, a cobertura do solo promove a manutenção ou aumento de sua umidade e a proteção à erosão pela chuva (Etapa I), bem como aumento de sua porosidade (Etapa II). A reposição de nutrientes atribuída à cobertura do solo na primeira etapa foi explicada, na segunda etapa, pelo *aumento da CTC* e da *soma de bases*, o que torna um solo mais "saudável" e "nutrido". O aumento da atividade biológica também foi associado à cobertura do solo em ambas as etapas (Quadro 6).

A *adubação orgânica/compostagem* foi mencionada cinco vezes na Etapa I e apenas uma na Etapa II, como prática para melhoria da qualidade do solo. Na primeira etapa, benefícios associados à ciclagem de nutrientes foram mais mencionados, seguidos do aumento da atividade biológica do solo e da ciclagem da água ("aumento da umidade").

A adubação orgânica é uma estratégia importante para promover a reposição de nutrientes nos solos de sistemas produtivos de base orgânica e agroecológica e contribui não só com a melhoria da qualidade química dos solos, mas também de atributos físicos (como densidade e porosidade) e biológicos (aumento de macroinvertebrados e microrganismos) (BOT; BENITES, 2005; D'HOSE et al., 2012). Na segunda etapa, a menor ênfase dada pelos estudantes ao uso de insumos pode ser explicada pela maior importância atribuída, nesta fase, aos *processos ecológicos* como determinantes da qualidade do solo, sobretudo os associados à biodiversidade acima e abaixo do solo (ver Quadro 1, *Etapa II*).

Apesar de a adubação orgânica promover melhoria da qualidade do solo, seu uso exclusivo como estratégia de fornecimento e reposição de nutrientes em propriedades familiares é muitas vezes inviável, do ponto de vista econômico ou logístico (CARDOSO et al., 2013). Nestes casos, viabilizar a manutenção da fertilidade dos solos pode-se tornar um ponto crítico para o avanço da transição agroecológica, fazendo-se necessário o uso de outras estratégias para promover a produtividade do solo, como a implantação de sistemas

agrofloretais (CARDOSO et al., 2013), a integração com criação de animais e uma maior ciclagem de resíduos, inclusive urbanos. Na própria EFA, a baixa disponibilidade de esterco e composto orgânico foi apontada pelos professores como um fator limitante para produção na escola (ver Quadro 21, *Fraquezas*).

De acordo com a proposta agroecológica, a diversificação dos sistemas produtivos é o ponto chave para superar a simples substituição de insumos e, assim, estabelecer agroecossistemas autorregulados, nos quais seus próprios processos ecológicos são capazes de promover a fertilidade do solo, a produtividade e a proteção das culturas (ROSSET; ALTIERI, 1997; GLIESSMANN, 2015).

A presença de vegetação permanente nos sistemas produtivos – também expressa pelos jovens nos termos *agrofloresta e reflorestamento* – é um importante elemento para o aumento da *resiliência* dos sistemas produtivos de agricultores familiares, em especial quando expostos a riscos climáticos (LASCO et al., 2014). Aumento de temperatura, imprevisibilidade e má distribuição das chuvas podem comprometer gravemente a produção de culturas de ciclo curto, mais sensíveis a tais variações. A presença de espécies perenes (árvores) gera múltiplos benefícios, que incluem a criação de microclimas mais favoráveis à produção vegetal (diminuição da temperatura, aumento da umidade), o aporte periódico de biomassa ao solo e melhoria de sua qualidade, além da diversificação da produção (LASCO et al., 2014).

A experiência agroflorestal em curso na EFA permitiu aos estudantes observar na prática alguns destes benefícios, de modo que puderam identificar o SAF como estratégia para a melhoria da qualidade do solo. Em diferentes regiões áridas e semiáridas da América Latina, agricultores reconheceram a importância dos sistemas agrofloretais não só na promoção da qualidade do solo, mas também como estratégias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas (KRISHNAMURTHY et al., 2017).

Dentre o conjunto de práticas propostas no Quadro 6, a rotação de cultura foi a de maior ocorrência. Na escola, tal prática é bastante utilizada na horta, onde há uma maior sucessão e intensidade de cultivos. A rotação de culturas é fortemente recomendada para a agricultura orgânica e agroecológica, por aumentar o teor de matéria orgânica do solo, melhorar suas propriedades físicas e promover um melhor controle de fitopatógenos (BULLOCK, 1992).

QUADRO 6: Práticas de promoção da qualidade do solo, seus efeitos e processos de suporte (segundo DOMINATI; PATTERSON; MACKAY, 2010), na perspectiva dos estudantes da EFA Mãe Jovina, nas etapas I e II da pesquisa.

ETAPA I			ETAPA II		
PRÁTICAS* (Palavras-chave)	EFEITOS NO SOLO**	PROCESSO DE SUPORTE***	PRÁTICAS* (Palavras-chave)	EFEITOS NO SOLO**	PROCESSO DE SUPORTE***
1. Cobertura (5)	. Reposição de nutrientes / fertilidade (2) . Manutenção / aumento da umidade (4) . Evitar erosão, proteção à chuva (3) . Volta / produção de microrganismos (2)	Cicl. de nutrientes (2) Cicl. de água (7) Ativid. biológica do solo (2)	1. Cobertura, Plantas com folhagem (7)	. Aumento CTC, mais nutrientes (CTC) (1) . Aumento da soma de bases em profundidade no solo (SB) (1) . Solo mais saudável e nutrido (MO) (1) . Aumento / melhora da porosidade do solo (PT, DS) (2) . Aumento da umidade (UM, RSP) (2) . Aumento da biodiversidade (RSP) (1) . Aumentar o teor de P no solo (P) (1)	. Cicl. de nutrientes (3) Cicl. de água (4) Ativid. biológica do solo (1) . Cicl. de nutrientes (1)
2. Adubação / Introdução de matéria orgânica no solo (5)	. Fornece e repõe nutrientes (4) . Aumento da umidade (1) . Aumento de microrganismos (2)	. Cicl. de nutrientes (4) . Cicl. de água (1) . Ativid. biológica do solo (2)	2. Compostagem / Adubação (1)		
3. Vegetação permanente, Agrofloresta, Agroecologia (3)	. Preservação da área (1); . Proteção, benefícios para o solo (2); . Retenção da umidade (1) . Manutenção de microrganismos (1); . Diversidade / várias culturas num mesmo espaço (1)	. Cicl. da água (4) . Ativid. biológica do solo (2)	3. Reflorestamento (1)	. Raízes criam espaço no solo: aumento da porosidade (DS) (1)	. Cicl. da água (1)
4. Rotação de cultura, Plantio alternativo (2)	. Reposição/ Ciclagem de nutrientes (2) . Leguminosas, fixação de nitrogênio (2)	. Cicl. de nutrientes (4)	4. Rotação de culturas, Consórcio, Plantas com raízes pivotantes (7)	. Aumento troca de nutrientes / fósforo, devolução de nutrientes (SB, P, UM) (3) . Descanso do solo, recuperação (MO) (1) . Variedade de raízes criam poros no solo / mais porosidade / descompactação com raízes pivotantes (PT, DS, RSP) (3) . Descompactação do solo (1)	. Cicl. de nutrientes (4) Cicl. de água (3)
5. Pousio (1)	. Reposição de nutrientes (1) . Reposição de microrganismos (1)	. Cicl. nutrientes . Ativ. Biol. Solo	5. Uso de máquinas (1)		. Cicl. da água (1)

(... continua)

Perguntas geradoras

*Como vocês podem orientar as pessoas para melhorar a qualidade do solo?

** O que acontece com o solo quando vocês adotam essas práticas? O que muda?

Perguntas geradoras

* Com base nos resultados obtidos, que práticas vocês propõem para melhorar a qualidade solo?

** Quais os efeitos destas práticas para o solo?

*** *Processos de suporte* são categorias (tipos) de processos do solo, que determinam a formação de seu *capital natural* e seu funcionamento (DOMINATI; PATTERSON; MACKAY, 2010).

No entanto, embora a rotação de cultura seja recomendável em alguns subsistemas de uso mais intensivo do solo, como a horta, cabe refletir criticamente a respeito da aplicabilidade de tal prática no contexto geral da EFA e da região semiárida. A alternância contínua de espécies de ciclo curto ao longo do ano, característica da rotação de culturas, pode ser pouco factível num local onde o plantio é limitado por um período chuvoso curto e cada vez mais irregular. Na região semiárida, o emprego desta técnica deve incluir o uso de espécies tolerantes à seca, sobretudo em condições de sequeiro.

A criação de sistemas produtivos diversificados, que incluam o uso de plantas perenes, como já discutido, pode ser uma estratégia mais promissora no sentido de promover melhorias na qualidade dos solos, nas condições microclimáticas e na capacidade de resiliência dos sistemas (ALTIERI et al., 2015). A diversificação com plantas de características funcionais complementares e que promovam melhorias nas condições de desenvolvimento de outras espécies associadas (*facilitação*) é apontada como princípio orientador para o desenho de sistemas agrícolas inspirados na natureza (MALÉZIEUX, 2012).

O *pousio* foi mencionado uma única vez como estratégia para reabilitação do solo (Quadro 6). Esta prática consiste no abandono de uma área, antes destinada a alguma atividade agropecuária, para a revegetação natural, com o objetivo de restabelecer a qualidade do solo. Alguns estudos no semiárido brasileiro demonstram um efeito positivo do *pousio* na melhoria de atributos físicos e químicos do solo (SOUSA et al., 2012; FERREIRA et al., 2018) e na redução do escoamento superficial, da perda de solo e do C orgânico (DE ALMEIDA et al., 2017), quando comparado a áreas com sobrepastagem. No entanto, tal processo é lento, e mesmo áreas com 14 anos de *pousio* foram consideradas degradadas, com base em índices de manejo de carbono do solo (FERREIRA et al., 2018). Em outro estudo, calculou-se que a restauração dos teores originais de C do solo, em áreas de Caatinga que foram desmatadas, pode levar até 60 anos quando se adota o *pousio* como estratégia de recuperação (ARAÚJO FILHO et al., 2018).

O uso de máquinas para descompactação do solo foi a única prática de recuperação mecânica sugerida pelos jovens (Quadro 6) e é útil no preparo de solos degradados, embora nem sempre seja disponível a agricultores familiares. A compactação é um processo que descreve a diminuição do volume de solos sob uma determinada pressão (RICHART et al., 2005), o que implica redução de sua porosidade. A falta de cobertura (viva e morta) do solo é

um dos principais fatores causadores da compactação, principalmente quando associada ao pisoteio excessivo por gado ou uso frequente de máquinas agrícolas pesadas.

O solo descoberto fica exposto ao impacto direto das gotas de chuva, que causam compactação pela destruição dos agregados do solo, bem como pela dispersão físico-química e migração de partículas de argila, que entopem os poros, criando um selamento superficial (RICHART et al., 2005). Este processo afeta toda a dinâmica hídrica no solo (infiltração, percolação e capacidade de retenção de água), que fica mais suscetível à erosão laminar; por dificultar a penetração das raízes, a compactação cria condições ainda mais limitantes ao desenvolvimento das plantas, diminuindo a produção de biomassa vegetal e a capacidade de regeneração do sistema. Em grande medida, este processo é responsável pela degradação dos solos que vem ocorrendo no Semiárido Brasileiro, que já tem 58% de sua área afetada por processos de desertificação (PEREZ-MARIN; MENDONÇA; CAVALCANTE, 2012).

A reversão deste processo é lenta e depende da adoção de estratégias sociais e ambientais múltiplas e integradas, que incluem práticas de conservação e recuperação de solos. Além da descompactação mecânica, é oportuno novamente destacar que os estudantes identificaram o uso de "plantas com raízes pivotantes" e de "plantas que criam espaço no solo" como estratégias biológicas para diminuir a compactação.

3.1.3 – Contribuição das metodologias participativas para a aprendizagem e construção da Agroecologia, na perspectiva dos estudantes

Os resultados categorizados da dinâmica *Cabeça, Coração, Mãos e Pés* (BLAZOTI; ALMEIDA; TAVARES, 2017), adaptada e aplicada na Etapa I, são *mostrados* nos quadros (7, 8, 9 e 10), a seguir.

A *avaliação participativa da qualidade do solo* foi o elemento de aprendizagem mais mencionado pelos estudantes no item *Cabeça (Conhecimento)*. Muitas das palavras-chave e falas associadas destacam a facilidade de realização e interpretação das técnicas utilizadas – "práticas simples", "sem laboratório", "avaliação visual", "fácil visualização" (Quadro 7). Por outro lado, os estudantes também destacaram a capacidade de tais práticas simples realmente oferecerem "resultados grandes", permitindo avaliar a qualidade do solo em cada área e, assim, "entender o que falta para melhorar" (Quadro 7).

Na segunda etapa, a *metodologia/dinâmica* utilizada nos encontros também foi o aspecto positivo da pesquisa mais mencionado pelos estudantes (Quadro 10). A realização de tarefas em grupo, seguidas de socialização e discussão com todos os estudantes e professores, foram características favoráveis identificadas da metodologia. Alguns estudantes destacaram que, além de ampliar o conhecimento, a dinâmica de trabalho também permitiu despertar o interesse pelo aprendizado (Quadro 10).

A aplicação e discussão coletiva dos resultados de tais métodos permitem não só uma troca entre os saberes locais e científicos, mas uma *integração* de tais conhecimentos, estabelecendo um aprendizado mais significativo em solos (MUGGLER; SOBRINHO; MACHADO, 2006). De fato, na Etapa I, *aprofundar conhecimentos em solos* foi o segundo elemento de aprendizado mais apontado pelos estudantes (Quadro 7). Da mesma forma, na avaliação da Etapa II, aprender a respeito da *teoria e funcionamento dos solos* foi o segundo aspecto positivo mais citado pelos estudantes (Quadro 10). É notável que, em ambas as etapas, muitos estudantes tenham manifestado que, por meio do processo de construção desenvolvido, "finalmente" haviam conseguido compreender conceitos vistos várias vezes em aulas teóricas.

Sensibilizar os jovens em abordagens participativas e dialógicas pode contribuir, ainda, para que eles mesmos estabeleçam processos mais efetivos de construção da Agroecologia em suas famílias e comunidades. É parte integrante da Pedagogia da Alternância, adotada na EFA Mãe Jovina, o uso de instrumentos pedagógicos específicos, que incentivam o protagonismo dos jovens, sobretudo em suas famílias e comunidades, quando não estão no tempo escola (ANDRADE et al., 2017)³.

Na primeira etapa, *práticas de conservação e recuperação do solo* foi o quarto elemento de aprendizagem importante mais mencionado pelos estudantes (Quadro 7). Também na Etapa I, na avaliação da Ação (Mãos) motivada pela pesquisa, *realizar práticas agroecológicas* foi o elemento mais citado pelos estudantes, assim como *compartilhar/socializar conhecimento* (Quadro 9). Na Etapa II, *práticas de recuperação e uso sustentável do solo e da vegetação* foi o terceiro item mais citado como o que houve de mais positivo no trabalho realizado (Quadro 11). Este mesmo item foi apontado como a principal

³ O *Plano de Estudo* (PE), por exemplo, é um instrumento pedagógico utilizado na EFA Mãe Jovina e prevê que cada jovem realize cinco pesquisas de temas variados em sua comunidade ao longo do ano. O objetivo geral é vincular os tempos formativos (escola-comunidade) e assim trazer elementos do trabalho para a centralidade do processo de ensino e aprendizagem (ANDRADE et al., 2017). Neste processo, o jovem é instigado a contribuir com os processos locais de desenvolvimento sustentável.

contribuição da pesquisa para o ensino, aprendizagem e trabalho com Agroecologia na escola (Quadro 13).

Em ambas as etapas, os estudantes foram instigados a propor soluções específicas para determinadas situações, identificadas nas avaliações participativas ou analíticas da qualidade do solo. Embora tal abordagem tenha sido útil para discutir aspectos importantes das práticas – como efeitos sobre processos e funções do solo, espécies vegetais adaptadas, tipo de manejo da vegetação – é indiscutível que o trabalho realizado não basta para impulsionar, por exemplo, o redesenho dos agroecossistemas locais.

No entanto, é notável a contribuição das metodologias participativas em dar subsídio e ânimo à transição agroecológica. Com efeito, *cuidar do solo e da natureza*, bem como *estudar e aprimorar técnicas e ampliar trabalho na escola e nas comunidades* foram apontados como próximos passos para avançar com a Agroecologia no contexto da EFA (Quadro 10 – item *Pés*).

O enfoque local da pesquisa foi outro importante aspecto favorável à aprendizagem e identificado pelos estudantes nas avaliações das Etapas I (Quadro 7) e II. Na Etapa I, o Grupo 3 destaca o fato do trabalho permitir aprender mais a respeito dos "nossos solos" e conhecer mais o que "já está presente no nosso dia a dia" (Quadro 8, *Sentimentos*). Na Etapa II, uma estudante manifestou que a pesquisa participativa "motiva a gente a realizar as práticas (...), porque não foi uma coisa que a gente viu em outras regiões e que não tivesse nada a ver com a nossa. Foram coisas da nossa realidade".

A importância de desenvolver trabalhos participativos com ênfase na identificação e construção coletiva de soluções para problemas locais é ressaltada por diferentes abordagens interessadas na promoção da Agroecologia e do desenvolvimento sustentável. É o caso, por exemplo, da Iniciativa de Escala da Agroecologia (tradução livre para *Scaling up Agroecology Initiative*), da FAO (FAO, 2018b), da Etnopedologia (BARRIOS; COUTINHO; MEDEIROS, 2011; BARRERA-BASSOLS; ZINCK, 2003), da Pedagogia Transformativa para a Sustentabilidade (BURNS, 2015), da Aprendizagem Transformativa para a Sustentabilidade (SIPOS; BATTISTI; GRIMM, 2008) e, no contexto específico do semiárido brasileiro, da Educação Contextualizada para a Convivência com o Semiárido (SOBREIRA; MEDEIROS, 2014).

Ampliar a adoção das práticas agroecológicas e adaptá-las de maneira bem sucedida às singularidades ambientais e sociais de cada contexto é algo desafiador e tem sido objeto de

investigação de vários estudos (DE SCHUTTER, 2010; COE; SINCLAIR; BARRIOS, 2014; PARMENTIER, 2014; CACHO et al., 2018; FAO, 2018a; FAO, 2018b). Experiências bem sucedidas como o movimento *Campesino a Campesino*, desenvolvido em Cuba e outros países da América Central, indicam que este processo envolve capacitação e inovação social para o desenvolvimento, disseminação e sistematização de modelos locais (SOSA et al., 2011, cap.3) e que, portanto, o envolvimento direto de agricultores na formulação e participação das pesquisas é crucial (ALTIERI; NICHOLLS, 2008). No Brasil, o fortalecimento da Agroecologia na Zona da Mata mineira vem ocorrendo ao longo de um processo duradouro, cujo início remonta à década de 1980 (ZANELLI; SILVA, 2014). Esta trajetória coletiva de construção da Agroecologia é marcada por uma evolução de abordagens metodológicas, em direção a uma integração de saberes, que articula agricultores familiares, ONG e universidade (CARDOSO; FERRARI, 2006).

Em relação à avaliação das fragilidades da pesquisa desenvolvida, realizada na Etapa II, a maior parte dos grupos não apontou nenhuma deficiência ou aspecto negativo, nem apresentou sugestões, por se dizerem satisfeitos com o trabalho realizado (Quadro 12). Dois grupos sugeriram que a pesquisa incluísse práticas de manejo, embora isso não esteja no escopo deste trabalho; outro grupo desejou mais tempo para realizar mais atividades. Outras propostas incluem uma maior interação/motivação dos próprios jovens e o desenvolvimento de projetos (Quadro 12).

Embora o resultado geral desta avaliação seja bem positivo, deve ser visto com alguma cautela, já que apontar fragilidades da pesquisa diante do próprio pesquisador seria provavelmente constrangedor para muitos participantes. Entretanto, o bom nível de participação e envolvimento dos estudantes em ambas as etapas de fato reforça a avaliação positiva do trabalho realizado.

A sugestão dos estudantes de desenvolver trabalhos específicos para apoiar e implementar estratégias de intervenção e manejo dos agroecossistemas estudados é um importante resultado desta pesquisa. Tanto estudantes como professores apontaram a insuficiência de práticas agroecológicas como um obstáculo ao avanço da Agroecologia na escola (ver Quadro 16, da análise FOFA).

QUADRO 7: Avaliação do *Conhecimento* adquirido na Etapa I da pesquisa (*Categorias, palavras-chave e valores*), na perspectiva dos estudantes da EFA Mãe Jovina, segundo adaptação da metodologia *Cabeça, Coração, Mãos e Pés* (BIAZOTI; ALMEIDA; TAVARES, 2017).

CATEGORIAS	CONHECIMENTO – Cabeça	
	PALAVRAS-CHAVE	VALORES
Avaliação participativa qualidade do solo (13)	Avaliação visual, experimentos químicos, práticas, observação do solo, identificação atividade microbiológica, experimentos de fácil visualização, análise, práticas simples de análise, avaliação sem laboratório, experimento água oxigenada, avaliar compactação com arame liso, experiência de análise	. Práticas simples de campo / sem precisar laboratório , resultados grandes . Entender o que falta para melhorar . Novas práticas
Aprofundar conhecimentos em solos (7)	Aprofundar conhecimentos sobre horizontes, amostragem de solo nos horizontes, diversidade e importância dos solos, importância dos macrorganismos	. Conhecimento dos horizontes do solo . Abertura dos perfis . Mesmo em áreas próximas, pode haver diferença entre solos . Solo é uma fonte de vida, embora às vezes não se reconheça isso . Cria macroporos no solo
Práticas de coleta de solo (3)	Coleta de amostras de solo, coleta de solos	. Adquirir conhecimento
Práticas de conservação e recuperação do solo (2)	Importância da cobertura do solo Implantação do SAF [sistema agroflorestal]	. Como fazer cobertura do solo e sua importância . Melhoria qualidade do solo
Estudo comparativo do solo (1)	Comparação dos solos	. Aprender um pouco de cada solo, comparar e achar uma solução
Importância do solo (1)	Importância do solo	. Solo é uma fonte de vida, embora às vezes não se reconheça isso
Importância dos macrorganismos (1)	Importância dos macrorganismos	. Cria macroporos no solo

QUADRO 8: Avaliação dos *Sentimentos* vivenciados na Etapa I da pesquisa (*Palavras-chave, falas e conceitos associados*), na perspectiva dos estudantes da EFA Mãe Jovina, segundo adaptação da metodologia *Cabeça, Coração, Mãos e Pés* (BIAZOTI; ALMEIDA; TAVARES, 2017).

Grupos	PALAVRAS-CHAVE	SENTIMENTO – Coração	
		FALAS ASSOCIADAS	CONCEITO ASSOCIADO
1	Afeto com o solo	"Nunca houve uma prática dessa. A gente ficou muito próximo. A gente não havia feito muitos experimentos pra descobrir coisas sobre o solo. "	Aprendizagem transformadora (BURNS, 2015; Sipos, 2008)
	Satisfação	"Satisfação com a forma de trabalhar."	
2	União	"Nosso grupo e diversos grupos tiveram união, souberam dividir as coisas. "	Aprendizagem transformadora (BURNS, 2015; Sipos, 2008)
	Gratidão	"Ser grato pelo que faz, na hora de fazer as coisas. "	
3	Empolgação	"Por a gente estar conhecendo mais algo que já está presente no nosso dia a dia. "	Construção conhecimento (BARRIOS; COUTINHO; MEDEIROS, 2011) Valorização do conhecimento local (BARRERA-BASSOLS; ZINCK, 2003; BARRIOS; TREJO, 2003) Dimensão <i>participativa</i> do processo (THIOLLENT, 2002)
	Admiração	"Por este trabalho. Deu pra mostrar pra gente de forma simples como aprender mais dos nossos solos. "	
4	Compreensão	"Porque a gente estava ouvindo a cada um do grupo, de outros grupos e do nosso grupo e aos pesquisadores. "	Construção de consensos (BARRIOS; COUTINHO; MEDEIROS, 2011) Aprendizagem transformadora (BURNS, 2015; Sipos, 2008)
	Felicidade	"Por estar em contato com o solo, em contato com outras vidas, com um cuidado maior. "	
5	União	"Agradecer ao grupo, pelo desempenho, pelas tarefas e também pelo companheirismo. Um sabia uma coisa, outro sabia outra... aí a gente juntava e montava uma resposta só. "	Construção de consensos (BARRIOS; COUTINHO; MEDEIROS, 2011) / Valorização do conhecimento local (BARRERA-BASSOLS; ZINCK, 2003)
6	Alegria	"Por estar trabalhando todo mundo em grupo. "	Aprendizagem transformadora (BURNS, 2015; Sipos, 2008)
	Gratidão	"Aos pesquisadores e à escola, que possibilitam a gente ter mais conhecimento. "	
7	Alegria	"Pelo trabalho na escola e pelas práticas simples. "	Aprendizagem transformadora (BURNS, 2015; Sipos, 2008)
	União	Pessoas que não se falavam tanto conseguiram fazer tudo.	
8	Gratidão	"Por esse momento da gente com a gente mesmo. Achando até que nem sabia, trocando ideia saiu muita coisa proveitosa. "	Valorização do conhecimento local (BARRERA-BASSOLS; ZINCK, 2003)
	Esperança	"A gente cuidando do solo, ele vai nos retribuir com coisas boas. "	
9	União	"A gente está trabalhando um consenso. Uma andorinha só não faz verão. "	Construção de consensos (BARRIOS; COUTINHO; MEDEIROS, 2011) / Valorização do conhec. local (BARRERA-BASSOLS; ZINCK, 2003)
	Satisfação	"Pelo aprendizado. Um ensinando ao outro o que sabia. "	

QUADRO 9: Avaliação das Ações motivadas pela Etapa I da pesquisa (*Categorias, palavras-chave e valores*), na perspectiva dos estudantes da EFA Mãe Jovina, segundo adaptação da metodologia *Cabeça, Coração, Mãos e Pés* (BIAZOTI; ALMEIDA; TAVARES, 2017).

AÇÃO – Mãos		
CATEGORIAS	PALAVRAS-CHAVE	VALORES
Compartilhar / socializar conhecimento (6)	Passar conhecimento (2), compartilhar conhecimentos (2), realizar palestras, conscientizar comunidade	Sempre cuidar do solo, famílias e comunidades, ensinar agricultores como avaliar seus solos, é bom compartilhar conhecimento
Realizar práticas agroecológicas (6)	Reflorestar, fazer novas práticas, buscar práticas alternativas para conservar e melhorar o solo, melhorar o solo (2), praticar	Vantagens (cobertura, matéria orgânica), adotar práticas que possam melhorar o solo
Aplicar metodologias participativas de avaliação do solo (5)	Realizar práticas adquiridas (o solo está em constate transformação), realizar experimentos, dar retorno à sociedade, realizar análise participativa do solo, expandir	Experiências de avaliação da qualidade do solo, não apenas em casa, usar material da própria comunidade
Aprofundar conhecimentos / Estudar (4)	Estudar sobre o solo, buscar mais conhecimentos, obter mais conhecimento,	Abrir a mente para novos conhecimentos, nunca vamos saber tudo
Motivar (1)	Nunca desistir	Passar conhecimentos para outras pessoas (estudantes) para incentivá-los

QUADRO 10: Avaliação dos Próximos Passos motivados pela Etapa I da pesquisa (*Categorias, palavras-chave e valores*), na perspectiva dos estudantes da EFA Mãe Jovina, segundo adaptação da metodologia *Cabeça, Coração, Mãos e Pés* (BIAZOTI; ALMEIDA; TAVARES, 2017).

PRÓXIMOS PASSOS – Pés	
CATEGORIAS	PALAVRAS-CHAVE
Cuidar do solo e da natureza (4)	Cuidar e preservar mais o solo; preservação e melhoria do meio ambiente; continuar melhorando e conservando o solo
Ampliar trabalho na escola e na comunidade (4)	Fazer trabalho na comunidade; realizar manejo na escola; colaborar na escola e na comunidade
Estudar / aprimorar técnicas (4)	Ampliar / expandir conhecimentos;
Buscar melhorar de vida (4)	Buscar um futuro melhor / um futuro além do que imaginamos
Buscar parcerias (1)	-
Incentivar futuros alunos (1)	-

QUADRO 11: Avaliação participativa da Etapa II do projeto, na perspectiva dos estudantes. Identificação dos aspectos *positivos* da pesquisa.

ETAPA II	
O QUE FOI MAIS POSITIVO? (Categorias)	IDEIAS ASSOCIADAS
METODOLOGIA / DINÂMICA (11)	. Apresentações em sala / pesquisa do solo e apresentação para turma / formação dos grupos, trabalho em equipe (4), atividades envolvendo alunos e professores / interação de todos / convivência e relacionamento do grupo (3), dinâmicas/forma de trabalhar o solo (4),
TEORIA E FUNCIONAMENTO DOS SOLOS (10)	. Novos conhecimentos (5), horizontes A e B (2), solo é uma fonte de vida (1), conhecer funcionamento do solo / componentes, processos, macro e microrganismos (2)
PRÁTICAS DE RECUPERAÇÃO E USO SUSTENTÁVEL DO SOLO E DA VEGETAÇÃO (6)	. Aproveitamento de um solo fraco (com algumas práticas o mesmo se torna fértil e bom) / trazer vitalidade ao solo para melhorá-lo (2), novas práticas (1), uso de plantas para fixar e recuperar solos, aumentar nível de matéria orgânica e abrir macro e microporos / cultivo consorciado (2), aprender melhor como trabalhar com o solo (1)
ANÁLISES DO SOLO (2)	. Resultado das análises / Análise do solo (2)
AUTORREFLEXÃO DA EFA (2)	. Questões [da matriz FOFA] que influenciam nossos estudos / pontos positivos e negativos [do trabalho com Agroecologia] na EFA (2)

QUADRO 12: Avaliação participativa da Etapa II do projeto, na perspectiva dos estudantes. Identificação dos aspectos *negativos* da pesquisa.

ETAPA II	
O QUE PODE MELHORAR? (Categorias)	IDEIAS ASSOCIADAS
SEM SUGESTÕES / EM BRANCO (6)	. Conhecimentos foram passados da melhor maneira (1)
DIÁLOGO (2)	. Diálogo entre professores e estudantes (2)*
MANEJO (2)	. Trazer práticas de manejo, com base nas análises realizadas
TEMPO (1)	. Mais tempo para o trabalho (1)
INTERAÇÃO DOS ENVOLVIDOS (1)	. Mais Interação das pessoas [mais participação dos jovens]
IMPLANTAÇÃO DE PROJETOS (1)	. Implantação de projetos (1) **

* É provável que este item expressa a avaliação dos estudantes em relação à equipe de educadores, e não em relação à pesquisa desenvolvida.
 ** Aparece como uma sugestão do grupo.

QUADRO 13: Avaliação participativa geral do projeto, na perspectiva dos estudantes. Identificação das contribuições da pesquisa para a aprendizagem e trabalho com Agroecologia.

<u>AVALIAÇÃO GERAL DA PESQUISA</u>	
COMO CONTRIBUIU PARA APRENDIZADO E TRABALHO COM AGROECOLOGIA? (Categorias)	IDEIAS ASSOCIADAS
PRÁTICAS DE RECUPERAÇÃO E USO SUSTENTÁVEL DO SOLO E DA VEGETAÇÃO (7)	. Capacidades para desenvolver atividades (1), novas práticas de manejo do solo / reflorestamento de áreas degradadas, Sintropia (4), práticas dentro dos princípios da Agroecologia (1), práticas, que ao invés de tirar da natureza, devolvem a ela suas fortalezas (1)
TEORIA E FUNCIONAMENTO DOS SOLOS (5)	. Conhecimento teórico (1), dos horizontes (1), saber a capacidade do solo (1), análises de solo contribuem com manejo e uso correto (2)
FORMAÇÃO/VISÃO TÉCNICA (2)	Aguça visão técnica sobre manejos adotados na escola (1), contribui com formação técnica, no entendimento da Agroecologia (1)

Análise da matriz FOFA

O caráter pontual da presente pesquisa limita sua capacidade em promover a ampliação e inovação das práticas agroecológicas na EFA, embora possa apontar oportunidades e entraves para este avanço.

A análise das *Fortalezas* da matriz FOFA sugere que a EFA Mãe Jovina dispõe de meios materiais e conhecimento para desenvolver e fortalecer a Agroecologia (Quadro 14). Disponibilidade de insumos, área e estrutura (ferramentas manuais, tratores, roçadeira, sistema de irrigação, viveiro de mudas) são os elementos favoráveis mais apontados pelos estudantes. Áreas já existentes, como as de agrofloresta, por exemplo, servem de unidade demonstrativa e de experimentação para o manejo agroecológico; por outro lado, a existência de áreas ociosas ou pouco diversificadas dá oportunidade para novas experimentações em Agroecologia. Na visão dos estudantes, outras fortalezas incluem sua força de trabalho, os instrumentos pedagógicos (como as aulas práticas e a Feira do Conhecimento) e o conhecimento técnico disponível com os professores (agrônomos, biólogos, zootecnista e técnicos agrícolas) (Quadro 14).

Há boas *Oportunidades* para a ressonância e expansão da Agroecologia no contexto em que a EFA está inserida (Quadro 15). Segundo os estudantes, *viagens técnicas*, *cursos profissionalizantes* e *parcerias* são elementos externos que mais podem contribuir com o fortalecimento da Agroecologia na escola (Quadro 15), a qual também tem uma boa relação com as comunidades rurais e suas associações. Entidades parceiras de atuação regional e trabalho com Agroecologia incluem a Cáritas Diocesana e a Comissão Pastoral da Terra (CPT).

A EFA Mãe Jovina é um espaço de experimentação em potencial, e reúne várias condições favoráveis para o desenvolvimento de sistemas produtivos mais diversificados, regenerativos e resilientes. O fato de se tratar de uma instituição de ensino médio pode servir como estímulo para uma maior experimentação em Agroecologia, já que a produção agrícola da escola cumpre também uma função pedagógica, o que diminui algumas tensões sociais e riscos econômicos envolvidos em processos de transição agroecológica (CARDOSO et al., 2013).

Em relação às *Fraquezas* (entraves internos) que afetam o fortalecimento da Agroecologia na EFA Mãe Jovina, os estudantes destacaram a *falta de*

engajamento/motivação dos jovens e *falha na comunicação* entre estudantes e professores (Quadro 16). Tais problemas podem estar relacionados à *falta de planejamento*, outra importante fraqueza apontada. A também citada *insuficiência das práticas agroecológicas* pode ser um reflexo de tais dificuldades.

As questões levantadas referem-se a situações e dinâmicas internas e próprias do cotidiano da escola, de modo que é necessária uma metodologia mais aprofundada e com mais tempo de observação para melhor discutir as percepções apresentadas. No entanto, em relação à *falta de engajamento* e à *falha na comunicação*, problemas aparentemente relacionados, cabe destacar a importância concedida por diferentes estudos ao protagonismo dos jovens e a uma aprendizagem transformadora para promover o avanço da Agroecologia e de modos sustentáveis de vida (SIPOS; BATTISTI; GRIMM, 2008; DUQUE; DE ARAÚJO, 2011; BURNS, 2015). Uma maior atenção a estas perspectivas pode contribuir para superar os dois problemas mencionados.

A juventude rural é um grupo social marcado pela pluralidade, oriunda das diferenças específicas e internas, de cada território e localidade, em relação às condições socioculturais e econômicas de suas famílias, ao grau de proximidade com o meio urbano e aos fluxos que os jovens estabelecem com a comunidade, grupos culturais e religiosos (SILVA, 2017). A EFAMJ enfrenta o desafio de lidar com jovens de diferentes municípios e localidades para obter êxito no avanço da Agroecologia.

É importante que os processos educativos decorrentes da Pedagogia da Alternância favoreçam o protagonismo juvenil, no intuito de fortalecer a construção da Agroecologia (SILVA, 2017). Tais processos não visam apenas a estabelecer novos valores na relação ser humano – natureza, mas também nas relações interpessoais (SILVA, 2017).

Isto provavelmente impõe a necessidade de novos referenciais para a relação educador – estudante, de modo que estabeleçam uma boa comunicação entre si. O processo de ensino e aprendizagem *interativo e centrado no estudante* permite uma aprendizagem transformadora e orientada para a ação, e é uma das estratégias globais da ONU para a construção da *Educação para o Desenvolvimento Sustentável* (UNESCO, 2017). À medida que esta comunicação é falha ou pouco interativa, os resultados desse processo educativo podem ser menos satisfatórios.

Valorizar a importância e envolvimento dos jovens como grupo fundamental para a promoção de modos mais sustentáveis de vida no campo é importante para estimulá-los na prática da agricultura agroecológica e melhorar sua autoestima (DUQUE; DE ARAÚJO, 2011).

É neste sentido, que a abordagem da *Aprendizagem Significativa para a Sustentabilidade (Transformative Sustainability Learning)* destaca a importância de manifestar, encorajar e transmitir *valores* que contribuam com um presente e futuro mais sustentáveis (SIPOS; BATTISTI; GRIMM, 2008). Este enfoque, assim como o da *Pedagogia Transformadora para a Sustentabilidade* (BURNS, 2015), desafiam a educação a ir além do racionalismo, para desenvolver outras qualidades humanas, como a intuição, o senso comum, a criatividade, a emoção, a ética, a memória e a espiritualidade (SIPOS; BATTISTI; GRIMM, 2008; BURNS, 2015).

A abordagem da *Aprendizagem Significativa para a Sustentabilidade* enuncia que a aprendizagem se dá nos domínios cognitivo (Cabeça), psicomotor (Mãos) e afetivo (Coração), e que tais domínios devem ser trabalhados de maneira integrada e participativa, para que se possa alcançar o objetivo final da *aprendizagem transformadora*: empoderar os indivíduos para mudar suas visões de mundo e construir sociedades com mais justiça social, econômica e ambiental (SIPOS; BATTISTI; GRIMM, 2008).

O conjunto das práticas e instrumentos pedagógicos de que a EFA Mãe Jovina dispõe articula conhecimento local e científico, prática (técnica e social) e valores humanos, e orienta-se pelo ideal do desenvolvimento rural sustentável (EFAMJ, 2018). Neste sentido, a escola parece reunir condições bastante favoráveis ao desenvolvimento de uma aprendizagem transformadora para a sustentabilidade. É provável que um maior esforço da equipe de professores em desenvolver modos mais agradáveis, divertidos e motivadores para os processos de ensino e aprendizagem favoreçam a participação e engajamento dos jovens, como aponta a literatura (SIPOS; BATTISTI; GRIMM, 2008). A percepção dos próprios educadores, em relação à abordagem participativa utilizada na pesquisa, também parece reiterar esta percepção (ver Quadro 23, *Sentimentos*).

A *insuficiência das práticas agroecológicas* apontada pelos jovens contrasta com a experiência bem sucedida com sistemas agroflorestais, desenvolvida na EFA ao longo de cinco anos. Mesmo diante desta experiência, persistem sérias dificuldades em relação ao manejo dos SAF instalados, e ainda mais em relação ao planejamento e à implantação de

novas áreas. A falta de treinamento técnico, de experiência prática e profissional, observada entre os estudantes e educadores, dificulta o trabalho com sistemas produtivos mais diversificados e estruturalmente complexos, como os sistemas agroflorestais. Embora esta constatação tenha ficado clara e tenha sido abordada em conversas informais ao longo do trabalho (principalmente com professores), não foi diretamente mencionada nas dinâmicas da FOFA e de avaliação das Etapas I e II.

A prática agroflorestal é intensiva em conhecimento, de modo que sua efetiva adoção por agricultores – e, neste caso, por educadores e estudantes – requer um trabalho de educação, experimentação e adaptação (MERCER, 2004). Assegurar que as dinâmicas agroflorestais sejam compatíveis com as práticas locais, normas culturais e tradições também é importante para promover sua adoção (LASCO et al., 2014). Na situação em estudo, ações educativas de maior duração e voltadas para o fim específico de construir conhecimentos e treinar professores e estudantes em práticas do manejo agroflorestal e agroecológico em geral são passos importantes para fortalecer a Agroecologia na EFA Mãe Jovina.

A urbanização (7 ocorrências) foi a principal ameaça apontada pelos jovens à construção da Agroecologia na escola (Quadro 17 – *Ameaças*), uma vez que a construção de moradias no entorno imediato da EFA dificulta a realização de algumas atividades, como a criação de suínos. Aspectos relacionados às dificuldades impostas pelo clima somaram nove ocorrências, incluindo os itens *variação climática* e diminuição de *recursos hídricos*. Estas ameaças já são vivenciadas pelos estudantes em suas realidades e requerem um amplo conjunto de medidas para serem superadas, entre as quais o desenvolvimento participativo de sistemas produtivos mais resistentes e resilientes a condições de estresse hídrico. Segundo um cenário previsto para o Semiárido Brasileiro, o aumento da temperatura média até o fim do século XXI será de 2 a 5°C (MARENGO, 2007).

QUADRO 14: *Categorias e Palavras chave das Fortalezas* (aspectos positivos internos) para promoção da Agroecologia na EFA Mãe Jovina, na perspectiva dos estudantes.

FORTALEZAS – Matriz FOFA	
CATEGORIA	Palavras chave ASSOCIADAS
DISPONIBILIDADE DE INSUMOS E MATERIAIS (11)	Biofertilizante (1), húmus /minhocário (2), composto (3), matéria prima (1), biodigestor (1), viveiro de mudas (1), casa de semente crioulas (1), material diverso (1)
ÁREA E ESTRUTURA PARA PRODUÇÃO (10)	Áreas para cultivo/criação (5), estrutura para produção (1), área experimental da agrofloresta (3) e da horta (1)
FORÇA DE TRABAHO (5)	Mão de obra em abundância (3), voluntários externos (1), união entre as pessoas (1)
INSTRUMENTOS PEDAGÓGICOS (5)	Aulas práticas / disciplinas (2), serão (1), Feira do Conhecimento (1), demais instrumentos pedagógicos (1)
CONHECIMENTO TÉCNICO (4)	Professores e alunos (2), auxílio técnico professores (1), conhecimento (1)
ENTIDADES PARCEIRAS (2)	ATARB (associação mantenedora) (1), cursos profissionalizantes (parcerias) (1)

QUADRO 15: *Categorias e Palavras chave das Oportunidades* (aspectos positivos externos) para promoção da Agroecologia na EFA Mãe Jovina, na perspectiva dos estudantes.

OPORTUNIDADES – Matriz FOFA	
CATEGORIA	Palavras chave ASSOCIADAS
VIAGENS TÉCNICAS / INTERCÂMBIOS (11)	Intercâmbios / intercâmbios (4), viagens /conhecimento de outras realidades (6), padrinhos (1)
CURSOS PROFISSIONALIZANTES (8)	Cursos do SENAR em várias áreas (8)
PARCERIAS (8)	Prefeitura/material de poda (3), Estado (1) padrinhos/colaboradores (1), Embrapa / Cáritas / CPT (2), pesquisa acadêmica (1), aprovação de projetos
FEIRA DO CONHECIMENTO (2)	Feira do conhecimento / contato com pessoas externas à escola (2)
INTERAÇÃO COM COMUNIDADES (2)	Conhecimento alternativo da escola para comunidades e vice-versa (2)

QUADRO 16: *Categorias e Palavras chave das Fraquezas* (aspectos negativos internos) para promoção da Agroecologia na EFA Mãe Jovina, na perspectiva dos estudantes.

FRAQUEZAS – Matriz FOFA	
CATEGORIA	Palavras chave ASSOCIADAS
FALTA DE ENGAJAMENTO / MOTIVAÇÃO (7)	Falta de responsabilidade / iniciativa pelos estudantes (2), falta de interesse / sentimento de pertencimento / motivação (4), 'perda' de acordos (1)
ESCASSEZ DE ÁGUA (6)	Escassez de água (2), falta de recursos hídricos (2), variação do clima (1), falta d'água (1),
FALHA NA COMUNICAÇÃO (5)	Ouvir pouco (1), falta de diálogo (3), falta de comunicação entre professores e alunos (1)
FALTA DE PLANEJAMENTO (3)	Falta de planejamento (2), falta de organização entre alunos (1),
INSUFICIÊNCIA DE PRÁTICAS AGROECOLÓGICAS (4)	Falta de cobertura do solo (1), não execução de práticas agroecológicas (1), pouca diversidade das áreas de plantio (1), produção insuficiente de resíduos animais (1), produção insuficiente de alimentação dos animais
SEGURANÇA (1)	Urbanização crescente, pouca vigilância (1)

QUADRO 17: *Categorias e Palavras chave das Ameaças* (aspectos negativos externos) para promoção da Agroecologia na EFA Mãe Jovina, na perspectiva dos estudantes.

AMEAÇAS – Matriz FOFA	
CATEGORIA	Palavras chave ASSOCIADAS
URBANIZAÇÃO (7)	Vizinhança / urbanização em torno da escola (7)
VARIAÇÃO CLIMÁTICA (5)	Variação do clima (4), condição climática desfavorável (1)
RECURSOS HÍDRICOS (4)	Diminuição dos recursos hídricos (2), mau uso da água na serra (2),
DEGRADAÇÃO DA NATUREZA (4)	Mineradora (2), queimadas na serra do Orobó (1), erosão (1)
FIM / INSUFICIÊNCIA DE PARCERIAS (4)	Possível fim de parcerias com prefeitura, Estado e outros (2), apoio insuficiente do governo (2)
AGRONEGÓCIO (2)	Agrotóxicos (1), pacotes tecnológicos (1)
ÊXODO RURAL (1)	Êxodo rural (1)

3.2 . EDUCADORES

3.2.1. Ideias e práticas que orientam o trabalho e ensino da Agroecologia na EFA Mãe Jovina

Conceito e importância da Agroecologia

As concepções predominantes dos educadores em torno do termo *Agroecologia* ressaltam sua dimensão ecológica, associando-se principalmente às noções de *Sustentabilidade* e *Equilíbrio* (Quadro 18). Os educadores também destacaram a dimensão prática e aplicada da Agroecologia, nas categorias *Cuidado* e *Recuperação*. A dimensão sociológica aparece na categoria *Ancestralidade*, a qual destaca a importância dos sistemas tradicionais de conhecimento e uso dos recursos naturais para a construção do saber agroecológico (Quadro 18).

O conjunto destas percepções reflete bem a complexidade e múltiplas abordagens possíveis para a Agroecologia, cuja evolução como um *campo de conhecimento* permite estabelecer relações entre as ciências agrárias e da natureza, as ciências sociais e os sistemas locais de conhecimento (MÉNDEZ; BACON; COHEN, 2015).

Em relação à importância da Agroecologia para a região de Ruy Barbosa, quase todas as falas apontaram a *Recuperação de áreas degradadas* como o principal elemento e destacaram o acentuado grau de devastação das terras do município por atividades humanas, como o desmatamento e as queimadas (Quadro 19). A *construção do conhecimento agroecológico* foi outro aspecto considerado importante para a região, por ser condição fundamental da expansão da Agroecologia (Quadro 19).

O enfoque quase exclusivo no potencial *regenerativo* dos sistemas agroecológicos é aqui observado sob dois pontos de vista. Por um lado, indica claramente que os educadores reconhecem o grave estado de degradação dos solos e da vegetação local, bem como a capacidade dos sistemas agroecológicos promoverem sua recuperação. Por outro lado, chama a atenção que nenhum educador tenha abordado a dimensão *produtiva* da Agroecologia e sua contribuição para o aumento da produção e da produtividade agrícola, sobretudo no âmbito da agricultura familiar, como demonstra a literatura (ALTIERI, 1999; DE SCHUTTER, 2010).

Da mesma maneira, quando perguntados da importância da Agroecologia para a formação dos estudantes da EFA, os educadores não mencionaram nenhuma ideia relacionada à

melhoria do potencial produtivo dos sistemas locais (Quadro 19). Novamente, destacou-se a capacidade regenerativa dos sistemas agroecológicos (*Conservação/recuperação da natureza*), seguida de outros aspectos (*Valorização do conhecimento popular, Fortalecimento do trabalho nas comunidades, Construção do conhecimento agroecológico*) (Quadro 19).

Entre esses itens, a *valorização do conhecimento popular* é condição fundamental para o fortalecimento da própria Agroecologia entre os jovens, suas famílias e as comunidades assistidas pela EFA. Ao valorizar os sistemas locais de conhecimento dos bens naturais e de seus usos, a abordagem participativa da Agroecologia facilita o diálogo entre o saber científico e o local, e assim cria oportunidades para a sua própria construção e expansão (SOSA et al., 2011; MÉNDEZ; BACON; COHEN et al., 2015; CACHO et al., 2018).

QUADRO 18: Palavras-chaves definidoras da *Agroecologia*, sua organização em categorias e ideias associadas, na perspectiva dos educadores da EFA Mãe Jovina.

AGROECOLOGIA		
DEFINIÇÃO (Categorias)	PALAVRAS-CHAVE*	IDEIAS ASSOCIADAS**
Sustentabilidade (3)	Sustentabilidade sustentável (1)	(2), . "A Agroecologia tende a entrar num equilíbrio e ser autossustentável (...), sem precisar de algo externo." . "Apenas passa o que está no solo para a planta, devolve pra planta."
Equilíbrio (3)	Equilíbrio (2), interação (1)	. "Função de produzir e respeitar cada vez mais aquele ambiente que você está explorando." . "Todo mundo tem sua função na natureza (...). Está tudo ligado, tudo dentro do ciclo, não há nada solto."
Cuidado (2)	Cuidado/manejo (1), cuidado (1)	. "Cuidando do meio ambiente a gente cuida de várias outras coisas, os pássaros, do ser humano em si, da saúde em si." . "Manejo adequado."
Recuperação (1)	Recuperação (1)	. "Fazendo a comparação da área da agrofloresta com o antes e o hoje, vi que (...) houve uma boa recuperação do solo."
Ancestralidade (1)	Produção baseada em sabedoria ancestral	. "Todo esse conhecimento que a ciência tem desenvolvido é um conhecimento baseado todo nesta ancestralidade." . "É esse resgate dessa sabedoria desses povos, pra resignificar o que a gente vive hoje, pra resignificar essa produção equilibrada."
* Pergunta geradora: Quando você escuta a palavra <i>Agroecologia</i> , qual a primeira palavra que vem à sua mente?		** Pergunta geradora: Explique o motivo de ter escolhido sua palavra.

O trabalho com a Agroecologia na EFA Mãe Jovina

Embora reconheçam potenciais e importantes contribuições da Agroecologia para a escola e região, os educadores revelaram que o tema é abordado apenas de maneira periférica na EFA (Quadro 20). Uma educadora resumiu a situação, ao dizer que a Agroecologia "é o tema agregado, não é um tema agregador". Entre os desafios encontrados no trabalho com a Agroecologia na escola, o mais mencionado foi o currículo descontextualizado, cujo conteúdo "às vezes é um pouco desligado da nossa vivência" (Quadro 20).

A necessidade da elaboração de currículos contextualizados à realidade do semiárido, e em especial à realidade do campo, é objeto de amplo debate e construção e se dá principalmente em torno da Rede de Educação do Semiárido Brasileiro (RESAB), presente em todos os estados da região (DE ARAÚJO, et al., 2017). A RESAB trabalha na mobilização e articulação da proposta da Educação Contextualizada para a Convivência com o Semiárido como uma política pública, com o objetivo principal de qualificar a educação básica, de modo que esta possa contribuir com a melhoria das condições socioeconômicas dos grupos humanos, no contexto específico do semiárido brasileiro (RESAB, 2006).

Há um considerável número de iniciativas e sistematizações de experiências que dão ênfase à Agroecologia como elemento central de construção da convivência com o semiárido. Tais experiências estão sendo construídas, inclusive, no contexto da educação formal em regime de alternância (AZEVEDO; JALFIM; BLACKBURN, 2013), mas também na educação formal regular (SIQUEIRA, 2018) e na educação não formal (PAIVA et al., 2014). Um esforço maior em conhecer iniciativas e experiências desta natureza em outros estados, como a ocorrida entre a Associação Mineira de Escolas Família Agrícola, universidades e ONG (UFVJM, 2008), também pode ser útil para fortalecer a Agroecologia na EFA Mãe Jovina.

Cabe mencionar que, como um vasto campo de conhecimento, a Agroecologia permite enfoques inter, multi e transdisciplinares e oferece grandes oportunidades para o trabalho escolar, nas mais variadas disciplinas.

No entanto, qualquer iniciativa que busque qualificar e aprofundar a construção da Agroecologia na EFA, seja pela adaptação, reformulação do currículo ou qualquer outra estratégia, só faz sentido se esta for, de fato, uma prioridade da escola e de seu conjunto de educadores. Um deles afirmou que "é preciso dar um pouco mais de atenção" para a

Agroecologia, que esta ainda "não é uma prioridade" na EFA e que, por isso, cada educador a trabalha "separadamente" (Quadro 20).

A palavra "Agroecologia" não consta do Projeto Político Pedagógico da escola, cujo objetivo institucional que mais se aproxima da temática agroecológica é "desenvolver a sensibilidade ecológica para a preservação do ecossistema" (EFAMJ, 2018). No entanto, há uma grande afinidade entre as práticas agrícolas e sociais desenvolvidas e incentivadas na EFA e os princípios orientadores da Agroecologia.

Os educadores mencionaram que as *práticas* são uma importante forma de se trabalhar a Agroecologia (Quadro 20), por meio do "manejo correto" do solo, da vegetação e dos animais nos diferentes subsistemas da escola. Atividades práticas são realizadas diariamente pelos estudantes no período da tarde, por 1h30min; são contabilizadas como hora-aula e geralmente ocorrem sob a orientação dos professores responsáveis. No início de cada quinzena, os jovens são organizados em grupos, cada qual responsável por desenvolver as atividades específicas da área a que forem destinados (horta, viveiro de mudas, plantas medicinais, agrofloresta, bovinos, suínos, entre outros).

Se a capacidade de desenvolver práticas agrícolas diariamente com mais de 80 jovens do campo revela o imenso potencial de experimentação agroecológica da EFA Mãe Jovina, é também na dimensão prática que vários desafios se apresentam. Embora "trabalhar a criação de animais em favor da Agroecologia" tenha sido o único entrave de natureza prática mencionado pelos educadores nesta dinâmica (Quadro 20), outras dificuldades foram abordadas em outros momentos da pesquisa (ver Quadro 22, *Fraquezas*).

Os desafios apresentados para conciliar a *Agroecologia e a criação de animais* (Quadro 20) envolvem questões básicas, de natureza técnica e prática, necessárias para se superarem os métodos predatórios adotados historicamente na região e, ainda, mitigar e reverter seus efeitos. Os questionamentos levantados são realmente oportunos e se inserem na ordem de várias experiências e pesquisas realizadas no semiárido brasileiro, que envolvem, entre outras ações, a identificação de espécies forrageiras estratégicas e seu arranjo em sistemas produtivos funcionais e mais resilientes (VOLTOLINI et al., 2010; MEDEIROS, 2018).

QUADRO 19: Importância da Agroecologia para a região de Ruy Barbosa (BA) e na formação dos estudantes da EFA Mãe Jovina, segundo seus educadores: palavras-chave, categorias e ideias associadas.

IMPORTÂNCIA DA AGROECOLOGIA			
REGIÃO DE RUY BARBOSA*		FORMAÇÃO DOS ESTUDANTES**	
CATEGORIAS	PALAVRAS-CHAVE E IDEIAS ASSOCIADAS	CATEGORIAS	PALAVRAS-CHAVE E IDEIAS ASSOCIADAS
<p>Recuperação de áreas degradadas (4)</p>	<p>. <i>Recuperar</i>: "Porque a região tem sofrido muito a ação negativa do homem, [por] desmatamento e, principalmente, queimadas".</p> <p>. <i>Recuperação de nascentes</i>: várias nascentes secaram. Agroecologia é uma boa alternativa para recuperação</p> <p>. <i>Recuperar paisagens e o equilíbrio</i>: a Caatinga é uma bioma muito devastado. Agroecologia é a alternativa viável.</p> <p>. Recuperação de área: por meio da Agroecologia, "a gente pode ter essas experiências de recuperação florestal".</p>	<p>. Conservação / Recuperação da natureza (3)</p> <p>. Valorização do conhecimento popular (1)</p> <p>. Fortalecimento do trabalho nas comunidades (1)</p> <p>. Construção do conhecimento agroecológico (1)</p>	<p>. <i>Conservação</i>: "Se você mantém aquilo que tem, dificilmente você vai ter gasto para recuperar. (...) É a forma correta de trabalhar com o ambiente em que você está. "</p> <p>. <i>Garantia da vida</i>: de todas as formas de vida, "inclusive a nossa". É "a continuidade do equilíbrio das coisas. "</p> <p>. <i>Recuperar</i>: Antepassados tinham a "cultura de desmatar para fazer o roçado, de botar fogo (...) Acredito que agora pra manter essa vida a gente tem que recuperar."</p> <p>. "Agroecologia, a agrofloresta nada mais é do que tudo o que a gente [povos do campo] já faz."</p> <p>. É conscientizar os estudantes de que "a gente tem de continuar fazendo o uso dessas práticas e incentivar eles a fazerem parte" disso.</p> <p>. "A gente precisa sair daqui de dentro e ir mais lá pra fora, pras comunidades."</p> <p>. <i>Desconstruir a ideologia convencional</i>: "Trabalhar a conscientização, uma mudança de ideologia, de resgate e desconstrução do que está na cabeça".</p>
<p>Construção do conhecimento agroecológico (1)</p>	<p>. <i>Constituição de saberes</i> [em Agroecologia]: "Para que este saber retorne para estas comunidades (...) [e] um dia possa sair e deixar aquele legado para as próximas gerações".</p>	<p>-</p>	<p>-</p>
<p>* Pergunta geradora: Qual a importância da Agroecologia para esta região?</p>		<p>** Pergunta geradora: Qual a importância de trabalhar a Agroecologia na formação destes jovens?</p>	

Os desafios apresentados pelos educadores oferecem grandes oportunidades para a construção coletiva e participativa de soluções específicas e, portanto, adaptadas ao contexto local. Segundo o modelo da Metodologia da Extensão (THIOLLENT, 2002), ao integrar os saberes local e científico, o conhecimento socialmente construído permite justamente analisar os problemas e buscar soluções de maneira crítica e reflexiva.

Os instrumentos pedagógicos (Plano de Estudo, Colocação em Comum) foram apontados como meios de se trabalhar a Agroecologia na EFA (Quadro 20), por darem voz e visibilidade às comunidades de origem dos jovens dentro da escola, incluindo suas práticas e estratégias agroecológicas. É uma questão de "valorização do conhecimento das comunidades aqui dentro da EFA (...). Muitas vezes a gente vê que eles sentem o prazer de dizer que em suas comunidades plantam sementes crioulas, [ou que] ainda cuidam do solo de tal forma".

3.2.2 – Contribuições da abordagem participativa para a construção do conhecimento em solos junto aos educadores da EFA Mãe Jovina

Os resultados apresentados referem-se apenas ao grupo focal *Solos e Agroecologia*, realizado na Etapa I da pesquisa. Na Etapa II, poucos professores participaram da dinâmica de avaliação dos dados analíticos, de modo que suas informações não foram incluídas nesta discussão.

A *cobertura do solo* foi a prática mais mencionada pelos professores (2 ocorrências) e com o maior número de efeitos associados. Outras práticas sugeridas foram o *redesenho de paisagens com árvores* e *curva de nível*, cada qual com 1 ocorrência (Quadro 21).

Assim como os estudantes, os educadores destacaram principalmente os efeitos das práticas sobre a qualidade *física* do solo e, em especial, sobre a dinâmica da água. Atributos mencionados como *porosidade* e *estrutura* afetam fortemente a capacidade do solo regular o ciclo da água, muitas vezes o principal fator limitante à produção agropecuária no semiárido. Da mesma forma, entre os benefícios associados ao *redesenho de paisagens com árvores* e à *curva de nível* estão o aumento da capacidade de infiltração, absorção e conservação da água (Quadro 21).

QUADRO 20: Formas de trabalho com Agroecologia na EFA Mãe Jovina e os desafios encontrados, na perspectiva dos seus educadores.

AGROECOLOGIA NA EFA MÃE JOVINA			
CATEGORIAS	COMO É TRABALHADA?*	CATEGORIAS	MAIOR DESAFIO?***
	IDEIAS ASSOCIADAS		IDEIAS ASSOCIADAS
Tema transversal (2)	. "Não há conteúdo específico, mas na escola se fala em evitar o desmatamento e queimadas, de fazer recuperação de áreas degradadas, de recompor mata ciliar, cercar áreas. " . "É o tema agregado, não é um tema agregador."	Currículo descontextualizado (3)	. Agroecologia é tratada apenas com tema transversal . Conteúdo ensinado "às vezes é um pouco desligado com aquilo que é nossa vivência". . Falta de autonomia do professor para ensinar: "a gente recebe um pacote e a gente tenta adequar a Agroecologia".
Práticas (2)	. "Manejo correto." . Planejamento e implantação de novas áreas, compartilhando a responsabilidade do planejamento com os jovens.	Agroecologia não é uma prioridade (1)	. "É [preciso] dar um pouco mais de atenção, ao invés da gente trabalhar assim, separadamente. A gente não chega num consenso."
Instrumentos pedagógicos (1)	. "O <i>Plano de Estudo</i> , a questão da valorização de conhecimento das comunidades aqui dentro da EFA, através da <i>Colocação em Comum</i> , da elaboração da <i>Síntese</i> ."	Agroecologia e criação de animais (1)	. "O maior desafio para mim é trabalhar a criação de animais em favor da Agroecologia." . "Como ele pode trabalhar a criação de animais sem [ser] derrubando uma capoeira, eliminando aquele ambiente que ali está, queimando?"
Conscientização (1)	. "Incentivando os alunos a preservar"	-	-
* <i>Pergunta geradora:</i> Como a Agroecologia é trabalhada aqui na escola?		** <i>Pergunta geradora:</i> Qual o desafio maior para trabalhar com a Agroecologia na formação dos jovens?	

A cobertura com matéria orgânica afeta a capacidade do solo em desempenhar várias funções importantes e tem um efeito sistêmico sobre sua qualidade (BOT; BENITES, 2005; COSTA; SILVA; RIBEIRO, 2013), tal como apontado pelos educadores. Nas variadas relações de causa e efeito apresentadas, os docentes foram capazes de identificar efeitos da cobertura sobre diferentes propriedades do solo (químicas, físicas e biológicas), apontar sua influência sobre o crescimento de plantas e, em sequência, a influência das plantas sobre o solo (Quadro 21). Tal fato indica uma boa capacidade da equipe técnica em abordar a qualidade do solo sob um ponto de vista mais sistêmico e funcional, como sugere a literatura (VEZZANI; MIELNICZUK, 2009; BÜNEMANN et al., 2018).

Também cabe destacar a importância dada por uma educadora à necessidade de *redesenhar a paisagem* (ou os próprios agroecossistemas) com árvores (Quadro 21). Nas palavras dela: essa é a "única forma que a gente tem de estar enriquecendo o solo com cobertura morta, com raízes em diferentes profundidades, com a decomposição destas raízes

QUADRO 21: Práticas de promoção da qualidade do solo e seus efeitos sobre os propriedades e processos do solo, na perspectiva dos educadores da EFA Mãe Jovina (grupo focal *Solos e Agroecologia*).

PRÁTICAS* (Categorias)	EFEITOS NO SOLO**
Cobertura do solo, roçar espontâneas (2)	<ul style="list-style-type: none"> . Melhoria da estrutura, diminuição da compactação . Criação de macro e microporos, com melhor armazenamento e ciclagem de água e ar . Maior ciclagem de nutrientes . Aumento da CTC . Diminuição do pH . Maior germinação de sementes . Maior enraizamento e, assim, melhor desenvolvimento vegetal . Diminuição da temperatura, redução da evaporação
Redesenho/diversificação de paisagens com árvores (1)	<ul style="list-style-type: none"> . Enriquecimento com cobertura morta . Presença e decomposição de raízes em diferentes profundidades . Maior infiltração da água de chuva (amortecimento da água de chuva)
Curva de nível (1)	<ul style="list-style-type: none"> . Reduz velocidade da água, aumenta sua infiltração . Maior desenvolvimento de microrganismos (em um solo úmido) . Conservação de solo e água

lá dentro, com redução da velocidade da gota de chuva, com maior infiltração, com a *incrementação* de microrganismos. Isso é só quando a gente se propõe a redesenhar a paisagem".

Conforme já discutido, a integração das árvores em sistemas produtivos, como os sistemas agroflorestais, é uma estratégia importante, em geral associada à melhoria da produtividade do solo (FROUFE et al., 2019), diversificação produtiva (LASCO et al., 2014) e aumento dos serviços ecossistêmicos (JOSE, 2009).

O termo *redesenho* é também utilizado para designar o terceiro nível da transição agroecológica e envolve mudanças estruturais no agroecossistema, a fim de eliminar as raízes de muitos problemas encontrados nos dois níveis anteriores (GLIESSMANN, 2015, p. 386). Mais do que procurar soluções plausíveis para os problemas encontrados, trata-se de preveni-los por meio do redesenho (GLIESSMANN, 2015, p. 386).

Esta é uma etapa crítica para a consolidação dos sistemas agroecológicos, porque é a partir das interações e sinergismos aí forjados que se promovem condições fundamentais para uma maior capacidade e autonomia produtiva (ALTIERI, 2012, p. 103-115). A própria Agroecologia pode ser entendida como um modo intensivo em informação de redesenhar agroecossistemas e, de modo mais amplo, os sistemas agroalimentares; a *sustentabilidade* é sua qualidade emergente, e resulta da ação combinada da diversificação, interações e resiliência promovidas pelo redesenho agroecológico (GLIESSMAN, 2011).

3.2.3 – Contribuições das metodologias participativas para o fortalecimento da Agroecologia construção de processos de ensino-aprendizagem em Agroecologia, na perspectiva dos educadores

Matriz FOFA

O método da análise FOFA permitiu aos educadores discutir e identificar aspectos favoráveis (*Fortalezas* e *Oportunidades*) e desfavoráveis (*Fraquezas* e *Ameaças*) ao fortalecimento da Agroecologia na EFA Mãe Jovina (Quadro 22).

Os *instrumentos pedagógicos* da Pedagogia da Alternância foram identificados como uma das *Fortalezas* (Quadro 22 - *Fortalezas*) e receberam maior destaque dos educadores do que dos estudantes como uma ferramenta para fortalecer a Agroecologia. Como já discutido, tais instrumentos são meios para articular os tempos e espaços formativos, e se propõem a estabelecer um fluxo contínuo entre *escola* e *família/comunidade* para, assim, aproximar o

conhecimento técnico-científico do conhecimento local e prático, vindo do campo. O *diálogo de saberes* e a *imersão nas relações sociais comunitárias*, aí promovidos, são elementos essenciais da *Construção do Conhecimento Agroecológico* (COTRIM; DAL SOGLIO, 2016).

A disponibilidade de *área e estrutura para produção* foi o outro elemento interno à EFA favorável à promoção da Agroecologia (Quadro 22 - *Fortalezas*). Os *biodigestor* permite produção de biogás (utilizado na cozinha) a partir dos dejetos dos suínos, o que também evita contaminação do solo e ainda gera uma produção extra de composto orgânico. O viveiro produz mudas variadas, entre nativas e exóticas, frutíferas, forrageiras, medicinais e é importante para ampliar o trabalho com *agrofloresta*, assim como a *casa de sementes crioulas*.

As *Oportunidades* identificadas pelos educadores apresentam elementos comuns aos identificados pelos estudantes, como por exemplo, as *Viagens técnicas*, *Parcerias* e *Interação com as comunidades* (Quadro 22 – *Oportunidades*). A maior difusão e facilidade de acesso ao conhecimento agroecológico (por meio de vídeos, sites e livros) foi outro ponto mencionado e é realmente um importante elemento de apoio para o trabalho com educação agroecológica.

Após avaliar os aspectos favoráveis ao fortalecimento da Agroecologia, esse foi o depoimento de uma educadora: "*A gente está podendo realmente enxergar que a gente tem muitas fortalezas e muitas oportunidades. E que agora é hora deste pensamento em conjunto, a gente colocar em prática*".

Isso porque, entre as *Fraquezas*, a *insuficiência de práticas agroecológicas* foi a categoria com mais ocorrências, na avaliação dos professores (Quadro 22 – *Fraquezas*). Outras fraquezas mencionadas foram *falta de engajamento/motivação*, *escassez de insumos* e *falta de planejamento* (Quadro 22).

Em relação à insuficiência de práticas agroecológicas, os principais motivos apontados foram a falta de planejamento e de um maior compromisso com a Agroecologia, inclusive por parte da própria equipe de educadores (Quadro 22). Para um professor, "*tem muito [a falta de] o sentimento de pertença*", que os jovens identificaram como *falta de engajamento* ou de *motivação* (ver Quadro 16). As causas desta falta de compromisso e motivação devem ser objeto da reflexão de educadores e dos próprios estudantes para que possam ser superadas na escola. Tal condição ao mesmo tempo reforça a importância de se adotarem cada vez mais métodos participativos, dialógicos, construtivos e contexto-específicos, de modo a se estabelecerem

processos mais significativos e transformadores de aprendizagem, como sugere a literatura (BURNS, 2015).

Neste mesmo sentido, uma educadora destacou a necessidade de se realizar um *"planejamento estratégico aliado ao diálogo (...), que é onde todo mundo contribui fazendo, não vem de cima pra baixo. Então aí a gente consegue traçar metas pra chegar num denominador comum (...), unir todas estas experiências e traçar um planejamento estratégico, de convivência, que dialogue totalmente com a nossa realidade. E nesse planejamento ele vai ter que incluir o diálogo, a mobilização, o interesse e consequentemente a ação. Ele vai acabar [por] resolver grande parte desta fraqueza que está entre a gente"*.

A *pouca diversidade* biológica dos sistemas de produção da EFA é um dos aspectos da insuficiência das práticas agroecológicas mencionados (Quadro 22 - *Fraquezas*). O novo pomar implantado na área Degradada, por exemplo, consiste apenas de diferentes espécies e híbridos do gênero *Spondias* (cajá, seriguela, umbu) plantadas em grandes espaçamentos e sem introdução de qualquer espécie de serviço (para produção de biomassa ou sombreamento), ou de ciclo de vida mais curto.

A opção por esse modelo parece conflitante com o fato dos professores e a grande maioria dos jovens avaliarem a agrofloresta da escola como uma experiência bem sucedida, que deve ser ampliada. Nas palavras de uma educadora: *"A agrofloresta implantada já tem um resultado. Então, a partir deste resultado que é positivo, a gente tem que disseminar esta prática, esta técnica, nas outras áreas que não têm tanta diversidade"*. Os sistemas agroflorestais foram implantados de maneira participativa, envolvendo educandos e educadores da EFA Mãe Jovina.

Esta distância entre aquilo que se pensa e projeta e aquilo que se faz pode refletir uma carência de conhecimentos de ordem prática, de um *saber fazer*, que de fato viabilize o redesenho dos agroecossistemas da escola em arranjos mais biodiversos e funcionais. Como já mencionado, tais limitações de ordem prática para o manejo e/ou redesenho de áreas não foram abordadas explicitamente nas dinâmicas da pesquisa, mas foram mencionadas ou percebidas em conversas com alguns educadores.

Como solução para este problema, um professor sugeriu *"buscar novas experiências, melhorar o planejamento da nossa parte e [buscar] o apoio de outros profissionais"*. Também

neste sentido, jovens sugeriram a realização de novos projetos para fortalecer a Agroecologia na escola (ver Quadro 12), como já mencionado.

Os educadores apontaram os *pacotes tecnológicos* do *Agronegócio* como uma ameaça ao avanço da Agroecologia. A agricultura industrial é marcada pela simplificação e intensificação dos sistemas produtivos, ao se basear em vastos monocultivos com uniformidade genética, homogeneidade ecológica e uso intensivo de adubos sintéticos e agrotóxicos (NICHOLLS; ALTIERI, 2019). No entendimento de um dos educadores, o modelo da agricultura industrial foi internalizado por muitos agricultores familiares e, em alguma medida, também está presente na EFA.

Variação climática foi o termo utilizado por educadores e estudantes para designar mudanças do clima em curso no Semiárido Brasileiro. Até o final deste século, estima-se que a região deve enfrentar diminuição de 15% na precipitação média, além da elevação da temperatura entre 2 °C e 5°C (MARENGO et al., 2007). As consequências são imprevisíveis, mas potencialmente graves para os agricultores familiares da região, que constituem o grupo mais vulnerável às mudanças climáticas no Brasil (LINDOSO et al., 2014). Portanto, um enfoque fundamental é desenvolver estratégias que aumentem a capacidade adaptativa das comunidades rurais do semiárido (SIMÕES et al., 2010).

Entre as estratégias adaptativas adotadas na escola, uma educadora destacou os sistemas agroflorestais: *"As práticas que a gente realiza na agrofloresta, elas dialogam com esses principais problemas aqui: degradação da natureza, variação climática. É a questão do planejamento estratégico de convivência com a nossa realidade. O que a gente coloca como ameaça nesse sentido da natureza e de produção, eu acredito que se resolve quando a gente opta por práticas mais sustentáveis, que deem vida à natureza, e não morte"*. De fato, as árvores nos sistemas agroflorestais melhoram condições microclimáticas para o desenvolvimento vegetal, por meio do acúmulo de matéria orgânica, diminuição de temperatura e da evapotranspiração, com consequente aumento da umidade (KRISHNAMURTHY et al., 2017).

A *urbanização* em torno da escola foi outra ameaça apontada, por dificultar e aumentar os riscos ao plantio e à criação de animais.

QUADRO 22: Matriz das Fortalezas, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças para o fortalecimento da Agroecologia na EFA Mãe Jovina, na perspectiva dos educadores.

<u>FORTALEZAS</u>	
CATEGORIA	Palavras chave ASSOCIADAS
INSTRUMENTOS PEDAGÓGICOS (3)	. Feira do conhecimento . Instrumentos pedagógicos . Disciplinas
ÁREA E ESTRUTURA PARA PRODUÇÃO (3)	. Biodigestor . Agrofloresta . Viveiro de mudas, compostagem e casa de sementes crioulas
<u>OPORTUNIDADES</u>	
CATEGORIA	Palavras chave ASSOCIADAS
VIAGENS TÉCNICAS / INTERCÂMBIOS (2)	. Viagens técnicas . Intercâmbios
PARCERIAS (2)	. Parcerias (SENAR, Cáritas, estagiários, pesquisas acadêmicas) . Cursos . Poda urbana (compostagem e cobertura de solo)
INTERAÇÃO COM COMUNIDADES (1)	. Difusão das práticas agroecológicas (algumas famílias já fazem nas comunidades, jovens agroecológicos que influenciam outros na escola)
MAIOR DIFUSÃO DA AGROECOLOGIA (1)	. Maior difusão do conhecimento agroecológico (sites, vídeos, livros)
<u>FRAQUEZAS</u>	
CATEGORIA	Palavras chave ASSOCIADAS
INSUFICIÊNCIA DE PRÁTICAS AGROECOLÓGICAS (2)	. Difusão das práticas agroecológicas (nem sempre ocorre. Sabe na teoria) . Pouca diversidade das áreas de plantio (embora se saiba da importância da agrofloresta na melhoria da qualidade do solo e da qualidade ambiental). Produção de resíduos sólidos animais
FALTA DE ENGAJAMENTO / MOTIVAÇÃO (1)	. Sentimento de pertencimento (reflete na falta de motivação)
ESCASSEZ DE INSUMOS (1)	. Produção [insuficiente] de resíduos sólidos animais
FALTA DE PLANEJAMENTO (1)	. Planejamento estratégico para a convivência com a seca
<u>AMEAÇAS</u>	
CATEGORIA	Palavras chave ASSOCIADAS
AGRONEGÓCIO (1)	. Pacotes tecnológicos para produção
VARIAÇÃO CLIMÁTICA (1)	. Condição climática desfavorável (mesmo com planejamento, clima pode afetar o trabalho)
URBANIZAÇÃO (1)	. Urbanização (afeta produção, invasão de pessoas externas)

Avaliação das Etapas I e II

Na Etapa I, na adaptação da dinâmica *Cabeça, Coração, Mãos e Pés* (BIAZOTI; ALMEIDA; TAVARES, 2017), os educadores indicaram que os principais conhecimentos adquiridos nesta etapa foram relacionados às técnicas de *avaliação participativa da qualidade do solo*, às demais *metodologias participativas* utilizadas (grupo focais, aquário, trabalhos em grupos, etc) e aos conteúdos específicos de solos (*aprofundar conhecimentos em solos*) (Quadro 23). Este resultado confere com a avaliação geral da pesquisa pelos educadores, na Etapa II, na qual as metodologias participativas foram identificadas como o aspecto mais positivo do trabalho, bem como o que mais contribuiu para fortalecer a Agroecologia na EFA (Quadro 23). Também nesta etapa, os *conteúdos abordados*, o *envolvimento, participação e motivação dos participantes* e o *enfoque local da pesquisa* foram destacados como pontos positivos da pesquisa (Quadro 23).

Para os educadores, a importância do conjunto das metodologias participativas vai além da sua utilidade para a Agroecologia, porque os faz refletir e oferece novas possibilidades para suas próprias práticas docentes. Nas palavras de um educador: "*Eu fiquei observando não só a questão prática da Agroecologia, mas também a dinâmica do trabalho que foi feito. É uma metodologia participativa, que enriquece muito e, com grupos grandes, pode até proporcionar um aprendizado maior pra eles*". Para uma educadora, a abordagem participativa a inspira a elaborar "*metodologias mais didáticas para aulas teóricas e práticas*".

Este encontro com novos formatos e linguagens para a construção do conhecimento, que valoriza o saber dos próprios participantes, rompe com a lógica hegemônica da pesquisa e do ensino, e certamente propicia um movimento interno, de questionamento e avaliação da prática individual de cada educador e da prática adotada pela equipe como um todo.

Argumenta-se que além da dimensão *participativa*, é fundamental que os esforços de construção social do conhecimento tenham também um caráter *crítico* e *reflexivo*, para que de fato possam constituir-se como um processo *emancipatório* para os atores envolvidos (THIOLLENT, 2002). Neste movimento, deparar com as próprias limitações gera crises, e é nesse contexto que pode ser compreendido o sentimento de *impotência*, mencionado pelos educadores (Quadro 23, *Coração*), ao avaliarem os *Sentimentos* evocados pela pesquisa, na Etapa I. Da mesma maneira, o sentimento de *inspiração* (Quadro 23, *Coração*), movido pelo

"choque", "pra gente inspirar e tentar mudar", emerge do contato com o novo e da busca por se atualizar para melhor agir.

Neste sentido, *adaptar os aprendizados* à realidade e dinâmica própria da escola (Quadro 23, *Mãos*) é uma ação necessária, na visão dos educadores, para que consigam *compartilhar os conhecimentos* adquiridos e *realizar práticas agroecológicas* de uso e manejo do solo e da vegetação (Quadro 23, *Mãos*).

Na Etapa II, os educadores apresentaram poucas sugestões para um melhor desenvolvimento da pesquisa, entre os quais ter "mais tempo para os trabalhos", ter "um profissional auxiliar" e um "espaço mais arejado para o realização de algumas atividades" (Quadro 23).

4. CONCLUSÃO

A metodologia de avaliação participativa da qualidade dos solos permitiu estabelecer um rico diálogo entre os conhecimentos locais (de educadores e estudantes) com o conhecimento científico em solos. A integração destes saberes, em dinâmicas coletivas de troca e construção de ideias, permitiu aos participantes aprofundar seus conhecimentos em solos e ofereceu diversas oportunidades para a reflexão conjunta de estratégias agroecológicas para o planejamento, (re)desenho e manejo dos agroecossistemas estudados. Deste modo, o presente estudo corrobora a ideia de que processos locais e participativos de construção do conhecimento são capazes de apoiar a tomada de decisão em Agroecologia e, assim, fazer avançar as práticas agroecológicas.

A diversificação biológica e funcional dos sistemas produtivos permanece sendo um desafio na EFA, mesmo com a experiência bem sucedida dos sistemas agroflorestais já implantados. Dificuldades de ordem prática sobre um *como fazer* (planejamento, desenho, implantação e manejo) podem ser um importante obstáculo à ampliação do trabalho de diversificação das áreas produtivas e, assim, ao avanço da transição agroecológica na escola. Esta etapa da conversão, de fato intensiva em conhecimento, requer um entendimento mais detalhado dos mecanismos de funcionamento dos sistemas agroecológicos, além de exigir um saber prático específico. Processos colaborativos de experimentação em Agroecologia, fundamentados nos conhecimentos científicos e locais são estratégias chave para superar este desafio e contribuir com o avanço da Agroecologia na escola.

QUADRO 23: Avaliação do *Conhecimento* adquirido, *Sentimentos* vivenciados e *Ações* motivadas pela realização da Etapa I da pesquisa, na perspectiva educadores da EFA Mãe Jovina, segundo adaptação da metodologia *Cabeça, Coração, Mãos e Pés* (BIAZOTI; ALMEIDA; TAVARES, 2017).

<u>CABEÇA – Conhecimento</u>		
CATEGORIAS	PALAVRAS-CHAVE	VALORES
Avaliação participativa qualidade do solo	. Adquirir conhecimento [das "várias práticas simples"]	. "Várias práticas simples que às vezes a gente deixa de estar realizando. Serviu pra gente se tocar pra isso e realizar essas práticas."
Metodologias participativas	. Metodologias participativas	. "A gente aprendeu bastante."
Aprofundar conhecimentos em solos	. Observação dos sinais da natureza	. "A natureza por si dá seus sinais, demonstra se um solo está fraco (...). São alguns sinais simples, que a própria natureza tá dizendo o que ela está precisando."
<u>CORAÇÃO – Sentimento</u>		
PALAVRAS-CHAVE	FALAS ASSOCIADAS	CONCEITOS ASSOCIADOS
Impotência	. "Tudo isso que a gente viu e os conhecimentos que a gente teve, um sentimento de impotência por não ter realizado ou ver algo que a gente pode estar fazendo a mudança e não está fazendo."	. Dimensão <i>reflexiva</i> e <i>crítica</i> da construção social do conhecimento (THIOLLENT, 2002)
Inspiração	. "Pelo sentimento agora de trazer esse choque aí pra gente inspirar e tentar mudar."	. Dimensão <i>reflexiva</i> e <i>crítica</i> da <i>construção social do conhecimento</i> (THIOLLENT, 2002)
<u>AÇÃO – Mãos</u>		
CATEGORIAS	PALAVRAS-CHAVE	VALORES
Adaptar os aprendizados	. Adaptar os aprendizados	. "Adaptar tudo aquilo que a gente aprendeu e aprende para transformar a natureza, os ambientes, da melhor forma possível."
Compartilhar / socializar os conhecimentos	. Contagiar o outro	. "Porque, às vezes (...), o outro não dá nenhuma importância, a natureza não tem nenhuma importância pra ele. Contagiar o outro para que venha transformar, cuidar mais."
Realizar práticas agroecológicas	. Modificar o presente	. "A gente percebe que alguns lugares já estão começando a fazer essa modificação, transformação. Mas ainda falta muito. Então é modificar as coisas de uma forma melhor pra natureza."

QUADRO 24: Quadro síntese da avaliação geral da pesquisa (Etapa II), na perspectiva dos educadores.

TRABALHO CONTRIBUIU?	O QUE FOI MAIS POSITIVO?	O QUE PRECISA MELHORAR?	CONTRIBUIU COM O ENSINO E O TRABALHO EM AE?
Muito (4)	<ul style="list-style-type: none"> . Metodologias participativas (7) . Conteúdos abordados (2) . Participação, envolvimento e motivação dos participantes (2) . Enfoque local da pesquisa (1) 	<ul style="list-style-type: none"> . Mais tempo para os trabalhos (1) . Ter um profissional auxiliar (1) . Espaço mais arejado para realização de algumas atividades (1) 	<ul style="list-style-type: none"> . Propagação de metodologias participativas para trabalho em grupos (3) . Avaliação participativa do solo (1) . Discussão participativa dos resultados (1)

O caráter dialógico, participativo e dinâmico da metodologia adotada é importante para animar processos de construção de conhecimento, sobretudo no trabalho com jovens. A metodologia aqui utilizada contribuiu para uma aprendizagem mais significativa, envolvendo não só aspectos cognitivos, como também afetivos/relacionais e práticos/atitudinais. Para os professores, a abordagem participativa ofereceu novas possibilidades de forma e linguagem para desenvolver suas práticas docentes, o que pode contribuir com os processos locais de ensino e aprendizagem.

A EFA Mãe Jovina, orientada pela Pedagogia da Alternância, reúne condições técnicas, estruturais e humanas altamente favoráveis ao desenvolvimento e inovação de sistemas agroecológicos. Por sua vez, seus instrumentos pedagógicos e parcerias institucionais oferecem condições efetivas para que tais experiências alcancem um número maior de agricultores familiares. A capacidade de *mobilização social* é um fator determinante para ampliar processos de transição agroecológica e uma característica marcante das escolas família agrícola.

Ainda assim, desenvolver uma *educação contextualizada* e orientada pelos princípios da Agroecologia permanece sendo um desafio, mesmo no contexto da Pedagogia da Alternância, adotada na EFAMJ. Promover condições para fortalecer e qualificar o trabalho com Agroecologia em escolas família agrícola pode contribuir com os processos de desenvolvimento rural sustentável em suas regiões de atuação.

5. BIBLIOGRAFIA

ADHIKARI, K.; HARTEMINK, A. E. Linking soils to ecosystem services - A global review. **Geoderma**, v. 262, p. 101–111, 2016.

AIRES, H. Q. P. **Pedagogia da alternância: instrumentos pedagógicos que articulam e possibilitam a construção de saberes 1**: Congresso Interinstitucional Brasileiro de Educação Popular e do Campo. Goiânia: [s.n.].

ALTIERI, M.; NICHOLLS, C. Manejo agroecológico da fertilidade dos solos: solos saudáveis, plantas, saudáveis. In: **Agroecologia: bases científicas da agricultura sustentável**. 3a. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2012. p. 345–359.

ALTIERI, M. A. **The ecological role of biodiversity in agroecosystems**. [s.l.] Elsevier Science B.V., 1999. v. 74

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3a. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2012.

ALTIERI, M. A. et al. Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 35, n. 3, p. 869–890, 2015.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Un Metodo Agroecologico Rapido para la Evaluación de la Sostenibilidad de Cafetales. **Manejo integrado de plagas y Agroecología**, n. 64, p. 17–24, 2002.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Scaling up agroecological approaches for food sovereignty in Latin America. **Development**, v. 51, n. 4, p. 472–480, 2008.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Agroecología y resiliencia al cambio climático. **Agroecología** 8, v. 1, n. 1, p. 7–20, 2013.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Sustainable Agriculture Reviews. **Sustainable Agriculture Reviews**, v. 11, p. 1–29, 2012.

ANDRADE, F.M.C.; SIMAS, F.B.N.; SILVA, M.G.; BARRELLA, T. P. Agroecologia, pedagogia da alternância e a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão na formação de educadores do campo. **X Congresso Nacional sobre Investigación en Didáctica en las Ciencias**, p. 3307–3312, 2017.

ARAÚJO FILHO, R. N. DE et al. Recovery of carbon stocks in deforested caatinga dry forest soils requires at least 60 years. **Forest Ecology and Management**, v. 407, n. October 2017, p. 210–220, 2018.

- ARRUDA, L. E. V. ; BATISTA, R. O. ; VALE, H. S. M. ; COSTA, L. R.; SILVA, K. B. Uso de metodologia participativa na obtenção de indicadores da qualidade do solo em Mossoró-RN. **Revista Verde**, v. 7, p. 25–35, 2012.
- AUDEH; S.J.S; LIMA, CLÁUDIA RODRIGUES DE; CARDOSO, I.M.; CASALINHO, H. D. .; JUCKSCH, I. Qualidade do solo: uma visão etnopedológica em propriedades agrícolas familiares produtoras de fumo orgânico. Soil quality: an etnopedologic vision in organic tobacco family farms. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 3, p. 34–48, 2011.
- AZEVEDO, M.A.; JALFIM, F.T.; BLACKBURN, R. M. **A experiência do Projeto Dom Helder Camara no apoio à educação contextualizada: o caso do território do Sertão dos Inhamuns-CE**. Porto Alegre: VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia, 2013.
- BAHIA. **Mapa Regiões de Planejamento e Gestão das Águas - RPGA e Solos BAHIA 2014**. Salvador: Bahia, 2014.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. [s.l.] Edições 70, 1977.
- BARRERA-BASSOLS, N.; ZINCK, J. A. Ethnopedology: A worldwide view on the soil knowledge of local people. **Geoderma**, v. 111, n. 3–4, p. 171–195, 2003.
- BARRIOS, E. Soil biota, ecosystem services and land productivity. **Ecological Economics**, v. 64, n. 2, p. 269–285, 2007.
- BARRIOS, E.; COUTINHO, H.; MEDEIROS, C. **InPaC-S: Integração Participativa de Conhecimentos sobre Indicadores de Qualidade do Solo**. Nairobi: World Agroforestry Center (ICRAF), Embrapa, CIAT, 2011.
- BARRIOS, E.; TREJO, M. T. Implications of local soil knowledge for integrated soil management in Latin America. **Geoderma**, v. 111, n. 3–4, p. 217–231, 2003.
- BIAZOTI, A; ALMEIDA, N.; TAVARES, P. **Caderno de Metodologias e Inspirações e Experimentações na Construção do Conhecimento Agroecológico**. 1a. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2017.
- BÔAS-BASTOS, S. B. V.; BASTOS, C. J. P. Duas novas ocorrências de hepáticas folhosas (Marchantiophyta) para o estado da Bahia, Brasil. **Rodriguesia**, v. 67, n. 4, p. 1101–1106, 2016.
- BOT. A; BENITES. J. **The importance of soil organic matter**. **FAO SOILS BULLETIN 80**. Roma: FAO (Food and Agriculture Organization), 2005.
- BULLOCK, D. G. Crop rotation. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 11, n. 4, p. 309–326, 1992.

BÜNEMANN, E. K. et al. Soil quality – A critical review. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 120, n. September 2017, p. 105–125, 2018.

BURNS, H. L. Transformative Sustainability Pedagogy: Learning From Ecological Systems and Indigenous Wisdom. **Journal of Transformative Education**, v. 13, n. 3, p. 259–276, 2015.

CACHO, M. M. T. Z. ET AL. Bringing agroecology to scale: key drivers and emblematic cases. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 42, n. 6, p. 637–665, 2018.

CALIXTO, J. S. **De palmo a palmo a terra muda de jeito: diálogos sobre qualidade do solo**. Viçosa: Dissertação de Mestrado, 2018.

CARDOSO, I. M.; FERRARI, E. A. Construindo o conhecimento agroecológico: trajetória de interação entre ONG, universidade e organizações de agricultores. **Revista Agriculturas**, v. 3, n. 4, p. 28–32, 2006.

CARDOSO, J. H.; INSAURRIAGA, I. C. .; GRINBERG, P. S.; BERGMANN, N. T. **Sistemas Agroflorestais e Conversão Agroecológica: o Desafio do Redesenho dos Sistemas de Produção**: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Pelotas - RS: [s.n.]. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/106600/1/boletim-169-web.pdf>>.

CASALINHO, L.; LIMA, A. C. R. Integração de conhecimentos na construção de uma metodologia para avaliação da qualidade do solo. In: **Solos e Agroecologia**. 1a. ed. Brasília: Embrapa, 2018. p. 373.

CASALINHO, H. D. et al. Qualidade Do Solo Como Indicador De Sustentabilidade De Agroecossistemas Soil Quality As an Indicator of Agroecosystem Sustainability. n. 2, p. 195–203, 2007.

CLIMATE-DATA.ORG. **Climate-Data**. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/americado-sul/brasil/rio-grande-do-norte/ruy-barbosa-312377/?amp=true>>.

COE, R.; SINCLAIR, F.; BARRIOS, E. Scaling up agroforestry requires research “in” rather than “for” development. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 6, n. 1, p. 73–77, 2014.

COSTA, E.M.; SILVA, H.F; RIBEIRO, P. R. A. Matéria orgânica do solo e o seu papel na produtividade dos sistemas agrícolas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 62, n. 11, p. 67–73, 2013.

COTRIM, D.S.; DAL SOGLIO, F. . Construção do Conhecimento Agroecológico: problematizando o processo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 11, n. 3, p. 259–271,

2016.

D'HOSE, T. et al. Influence of farm compost on soil quality and crop yields. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 58, n. SUPPL., p. 37–41, 2012.

DAL SOGLIO, F. Princípios e Aplicações da Pesquisa Participativa em Agroecologia. **REDES: Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 22, n. 2, p. 116–136, 2017.

DE ALMEIDA, C. L. et al. Fallow reduces soil losses and increases carbon stock in Caatinga. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.

DE ARAÚJO, A. L. et al. Evaluation of soil structure using participatory methods in the semiarid region of Brazil. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 44, n. 3, p. 411–418, 2013.

DE ARAÚJO, A. M. R. B. et al. Rede de Educação do Semiárido Brasileiro – Vivências a Partir da Experiência Local. **II Seminário Nacional de Educação em Agroecologia**, v. 12, p. 1–9, 2017.

DE SCHUTTER, O. Agroecology and the right to food. **Human Rights Council**. 2010.

DOMINATI, E.; PATTERSON, M.; MACKAY, A. A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils. **Ecological Economics**, v. 69, n. 9, p. 1858–1868, 2010.

DORAN, J.W.; PARKIN, T. B. Defining and Assessing Soil Quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B. A. (Ed.). . **Defining soil for a sustainable environment**. [s.l.] Soil Science Society of America, 1994. p. 244.

DORAN, J. W. Soil health and global sustainability. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 3590, n. 88, p. 1–10, 2002.

DRAFT. **O que é o método Aquário?** Disponível em:
<<https://www.projetodraft.com/verbete-draft-o-que-e-metodo-aquario/>>.

DUQUE, G.; DE ARAÚJO, M. G. B. O protagonismo da juventude no semiárido: a experiência regional do Coletivo Cariri, Seridó e Curimataú (PB). **Agriculturas**, v. 8, n. 1, p. 8–12, 2011.

EFAMJ. **Projeto Político Pedagógico**. Escola Família Agrícola Mãe Jovina. Ruy Barbosa: 2018.

EMBRAPA. **Marco Referencial em Agroecologia**. 1a. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solo. **Embrapa**, n. ISSN 1517-2627, p. 230,

2011.

FAO. **Catalysing dialogue and cooperation to scale up agroecology : outcomes of the FAO regional seminars on agroecology**. Roma: FAO (Food and Agriculture Organization), 2018a.

FAO. **Scaling Up Agroecology Initiative: Transforming Food and Agricultural systems in Support of the SDGs**. Roma: FAO (Food and Agriculture Organization), 2018b.

FAUCON, M. P.; HOUBEN, D.; LAMBERS, H. Plant Functional Traits: Soil and Ecosystem Services. **Trends in Plant Science**, v. 22, n. 5, p. 385–394, 2017.

FERNANDES, D. R. A Look into the SWOT Analysis as a tool of Strategic Planning. **Juríd. Empres**, n. 2, p. 57–68, 2012.

FERREIRA, A. G. **A Pedagogia da Alternância e o Ensino de História: O Caso da Escola Família Agrícola de Santa Cruz do Sul**. Dissertação de Mestrado, UFSM, 2014.

FERREIRA, M. P. DA S. et al. Changes in attributes of soils subjected to fallow in desertification hotspot. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 49, n. 1, p. 22–31, 2018.

FIALHO, J. S. et al. Soil quality, resistance and resilience in traditional agricultural and agroforestry ecosystems in Brazil's semiarid region. **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 40, p. 5020–5031, 2013.

FRANCIS, C. et al. Agroecology: The ecology of food systems. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 22, n. 3, p. 99–118, 2003.

FROUFE, L. C. M. et al. Nutrient cycling from leaf litter in multistrata successional agroforestry systems and natural regeneration at Brazilian Atlantic Rainforest Biome. **Agroforestry Systems**, v. 5, 2019.

GERDEMANN, J. W.; NICOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 46, n. 2, p. 235–244, 1963.

GERVÁZIO, W.; RODRIGUES, C.; BESSA, G. J. L.; SILVEIRA, G. S., YAMASHITA, O. Indicadores da Qualidade na Educação. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19, p. 2312–2326, 2014.

GLIESSMAN, S. Transforming Food Systems to Sustainability with Agroecology. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 35, n. 8, p. 823–825, 2011.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems**. 3rd. ed. [s.l.]

CRC Press, 2015.

GONDIM, S. M. G. Grupos focais como técnica de investigação qualitativa: desafios metodológicos. **Paidéia (Ribeirão Preto)**, v. 12, n. 24, p. 149–161, 2003.

IBGE. **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: <<https://mapasinterativos.ibge.gov.br/agrocompara/>>. Acesso em 24/01/2020.

IBGE. **IBGE Cidades**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/ruy-barbosa/panorama>>. Acesso em 24/01/2020.

JOSE, S. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: An overview. **Agroforestry Systems**, v. 76, n. 1, p. 1–10, 2009.

KRISHNAMURTHY, L. et al. Can agroforestry systems thrive in the drylands? Characteristics of successful agroforestry systems in the arid and semi-arid regions of Latin America. **Agroforestry Systems**, v. 93, n. 2, p. 503–513, 2017.

LASCO, R. D. et al. Climate risk adaptation by smallholder farmers: The roles of trees and agroforestry. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 6, n. 1, p. 83–88, 2014.

LAVELLE, P. et al. Ecosystem engineers in a self-organized soil: A review of concepts and future research questions. **Soil Science**, v. 181, n. 3–4, p. 91–109, 2016.

LEHMANN, J.; KLEBER, M. The contentious nature of soil organic matter. **Nature**, v. 528, n. 7580, p. 60–68, 2015.

LEITE, L. F. C. **Matéria Orgânica do Solo**. Documentos ed. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2004.

LINDOSO, D. P. et al. Integrated assessment of smallholder farming's vulnerability to drought in the Brazilian Semi-arid: a case study in Ceará. **Climatic Change**, v. 127, n. 1, p. 93–105, 2014.

LOBO, L. M. **Solos e alternâncias educativas: pesquisa-ação na formação de educadores**. [s.l.] UFV, 2009.

MACHADO, C.T.T.; VIDAL, M. C. **Avaliação Participativa do Manejo de Agroecossistemas e Capacitação em Agroecologia Utilizando Indicadores de Sustentabilidade de Determinação Rápida e Fácil**. Planaltina: 2006.

MAIA, C.M.B.F.; PARRON, L. M. Matéria orgânica como indicador de qualidade do solo e como indicador de serviços ambientais. In: PARRON, L. M. P. ET AL. (Ed.). **Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica - Avaliação dos serviços ambientais no âmbito do projeto SERVIAMBI**. 1a. ed. [s.l.] Embrapa, 2015. p.

370.

MAIA, S. M. F. et al. Organic carbon pools in a Luvisol under agroforestry and conventional farming systems in the semi-arid region of Ceará, Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 71, n. 2, p. 127–138, 2007.

MALÉZIEUX, E. Designing cropping systems from nature. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 32, n. 1, p. 15–29, 2012.

MANCIO, D.; MENDONÇA, E.S.; CARDOSO, I.M.; MUGGLER, C. C. Construção do conhecimento em solos no assentamento Olga Benário : O problema das voçorocas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 2, p. 121–134, 2013.

MARENGO, J. A. **Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos sobre a Biodiversidade Caracterização**. 1a. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007.

MARTINS, A. F. et al. Physical, chemical, and microbiological properties of soil under different plant covers in the seridó desertification region in the Brazilian semiarid. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 43, p. 1–12, 2019.

MEA. **Ecosystems and Human Well Being A Report of the Millenium Ecosystem Assessment**. [s.l: s.n.].

MEDEIROS, T. **Adapta Sertão: como promover o desenvolvimento sustentável da agricultura e da pecuária no contexto da intensificação da seca no Semiárido Brasileiro?** Iniciativa INCLUIR 2017. 2017.

MELO, D. M. ET AL. Etnopedologia na qualidade de solos em agroecossistemas em transição agroecológica. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, n. 1, p. e7738, 2019.

MÉNDEZ, V. ERNESTO; BACON, CHRISTOPHER M.; COHEN, R. Agroecology as a Transdisciplinary, Participatory and Action-oriented Approach. In: MÉNDEZ, V.E.; BACON, C. M.; COHEN, R; GLIESSMAN, S. R. (Ed.). . **Agroecology: A Transdisciplinary, Participatory and Action-oriented Approach**. 1st. ed. [s.l: s.n.]. p. 284.

MERCER, D. E. Adoption of agroforestry innovations in the tropics: A review. **Agroforestry Systems**, v. 61–62, n. 1–3, p. 311–328, 2004.

MOURA, N. F. . F. E. A. **Juventudes e agroecologia** : 2016. ed. Rio de Janeiro: ANA (Articulação Nacional de Agroecologia), CTA ZMMG, 2016.

MUGGLER, C. C. .; SOBRINHO, F. A. P.; MACHADO, V. A. Educação em solos: princípios, teoria e métodos. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 30, n. 4, p. 733–740,

2006.

NICHOLLS, C. I. et al. A rapid, farmer-friendly agroecological method to estimate soil quality and crop health in vineyard systems. **Biodynamics**, n. Outono, p. 33–40, 2004.

NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A. Bases agroecológicas para la adaptación de la agricultura al cambio climático. **UNED Research Journal**, v. 11, n. 1, p. S55–S61, 2019.

PAIVA, J.A.; CUNHA, A.S.R.; MEDEIROS, F.M.; MELO, J.O.; SOUZA, W. J. Abordagens socioeducativas em Agroecologia: aplicações contextualizadas na comunidade do Cabeço, Jandaíra/RN. In: **Educação Contextualizada para a Convivência com o Semiárido: desafios e possibilidades**. Campina Grande: INSA (Instituto Nacional do Semiárido), 2014. p. 114–131.

PARMENTIER, S. **Scaling Up Agroecological Approaches : What, Why and How?** [s.l.] Oxfam, 2014. v. 53

PAULI, N. et al. Farmer knowledge of the relationships among soil macrofauna, soil quality and tree species in a smallholder agroforestry system of western Honduras. **Geoderma**, v. 189–190, p. 186–198, 2012.

PEREZ-MARIN, A. M.; MENDONÇA, A. DE; CAVALCANTE, B. Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro : ocorrência natural ou antrópica ? **Parc. Estrat.**, v. 17, n. 34, p. 87–106, 2012.

PETERSEN, P. Prefácio. In: **Marco Referencial em Agroecologia**. 1a. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p. 70.

PEZARICO, C.R.; VITORINO, A.C.T.; MERCANTE, F.M.; DANIEL, O. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 56, n. 1, p. 40–47, 2013.

RIBEIRO, M. Pedagogia da alternância na educação rural/do campo: Projetos em disputa. **Educação e Pesquisa**, v. 34, n. 1, p. 27–45, 2008.

RICHART, A. et al. Compactação do solo: causas e efeitos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 26, n. 3, p. 321, 2005.

ROSSET, P. M.; ALTIERI, M. A. Agroecology versus input substitution: A fundamental contradiction of sustainable agriculture. **Society and Natural Resources**, v. 10, n. 3, p. 283–295, 1997.

SACRAMENTO, J. A. A. S. DO et al. Soil carbon and nitrogen stocks in traditional agricultural and agroforestry systems in the semiarid region of Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 3, p. 784–795, 2013.

SILVA, J. F. DA et al. Ethnopedological Studies to Characterize Neosols at the Brazilian Semi-arid Region. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 4, p. 536, 2019.

SILVA, J. Juventudes Rurais e Agroecologia: um diálogo imprescindível. **REDES: Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 22, n. 2, p. 208–226, 2017.

SIMÕES, A. F. et al. Enhancing adaptive capacity to climate change: The case of smallholder farmers in the Brazilian semi-arid region. **Environmental Science and Policy**, v. 13, n. 8, p. 801–808, 2010.

SIPOS, Y.; BATTISTI, B.; GRIMM, K. Achieving transformative sustainability learning: Engaging head, hands and heart. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 9, n. 1, p. 68–86, 2008.

SIQUEIRA, E. C. S. **Educação Contextualizada para Convivência com o Semiárido: o Algodão Agroecológico Contextualizado nas Práticas da Escola do Campo do Assentamento Zé Marcolino**. [s.l.] UFPB, 2018.

SNEA. **Princípios e Diretrizes da Educação em Agroecologia**. Recife, 2013.

SOBREIRA, L.N.; MEDEIROS, L. B. Educação do Campo Contextualizada no Semiárido: desafios e possibilidades. In: CUNHA, A. R. B. DE A.; SANTOS, A. P. S.; PEREZ-MARIN, A. M. (Eds.). **Educação Contextualizada para a Convivência com o Semiárido Brasileiro: debates atuais e estudo de casos**. [s.l.] INSA (Instituto Nacional do Semiárido), 2014. p. 175.

SOSA, B.M.; JAIME, A.M.R.; LOZANO, D.R.A.; ROSSET, P. M. **A Revolução Agroecológica**. 1a. ed. [s.l.] Expressão Popular, 2011.

SOUSA, F. P. et al. Carbon and nitrogen in degraded Brazilian semi-arid soils undergoing desertification. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 148, p. 11–21, 2012.

THIOLLENT, M. Thiollent, 2002 - Constr Conhec e Extensão Univers.pdf. **Cronos**, v. 3, n. n2, p. 65–71, 2002.

THOMAZINI, A. et al. Indicadores Participativos de Qualidade do Cafeeiro Conilon e do Solo em Sistema Agroflorestal e Convencional. **Bioscience Journal**, p. 1469–1478, 2013.

UFVJM, Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. **Solos e Princípios Agroecológicos**. Diamantina: 2008.

UNESCO. **Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável Objetivos de aprendizagem Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Paris: UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e a Cultura), 2017.

VEZZANI, F.M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre a qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 1, p. 743–755, 2009.

VEZZANI, F. M. Solos e Serviços Ecosistêmicos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 06, p. 673–684, 2015.

VOLTOLINI, T.V.; NEVES, A.L.; GUIMARÃES FILHO, C. .; SÁ, C.O.; NOGUEIRA, D.M.; CAMPECHE, D.F.B.; DE ARAÚJO, G.G.L.; DE SÁ, J.L.; MOREIRA, J.N.; VESCHI, J.L.A.; DOS SANTOS, R.D.; DE MORAES, S. A. Alternativas alimentares e sistemas de produção animal para o Semiárido brasileiro. In: SÁ, I.B.; SILVA, P. C. G. (Ed.). . **Semiárido Brasileiro: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. p. 123–152.

WEZEL, A. et al. Agroecology as a science, a movement and a practice. **Sustainable Agriculture**, v. 2, p. 27–43, 2009.

YOUKER, R. E.; MCGUINNESS, J. L. A short method of obtaining mean weightdiameter values of aggregate analyses of soils. **Soil Sci., Baltimore**, 83:291-294, 1957.

CAPÍTULO 2

Métodos analíticos e participativos na avaliação da qualidade de solos em uma escola família agrícola no semiárido baiano

RESUMO

A integração de métodos analíticos e participativos de avaliação da qualidade do solo, em processos colaborativos de construção social do conhecimento, é apontada como importante estratégia para apoiar o desenvolvimento de práticas e sistemas produtivos que conservem e restabeleçam a qualidade do solo. O presente trabalho tem como objetivos: 1) avaliar, por meio da integração de métodos analíticos e participativos, a qualidade do solo sob manejo agroflorestal (SAF), monocultivo orgânico de palma forrageira (*Opuntia ficus*) (PA) e uma área degradada (DE); 2) comparar os resultados dos testes de laboratório com os resultados dos métodos participativos de campo. A pesquisa foi realizada na Escola Família Agrícola Mãe Jovina (EFAMJ), no município de Ruy Barbosa, semiárido baiano. Métodos analíticos foram utilizados para avaliar parâmetros químicos, físicos e microbiológicos dos solos de cada agroecossistema em 2 profundidades (horizontes A e B), formando-se seis tratamentos (SAF_A, PA_A e DE_A; SAF_B; PA_B e DE_B). A variável microbiológica (esporos de fungos micorrízicos arbusculares – FMA) foi avaliada apenas para o horizonte A de cada área. Foram calculados a média e o desvio padrão para cada variável em cada tratamento. Os dados de cada horizonte foram submetidos à análise de componentes principais (PCA). Nove métodos participativos foram aplicados por grupos de estudantes da EFAMJ, no intuito de avaliar parâmetros físicos, químicos e microbiológicos do solo de cada agroecossistema. Os participantes atribuíram notas para cada parâmetro avaliado, gerando-se um gráfico Radar com a média dos valores dos grupos, para fins de comparação do desempenho geral das três áreas. Tanto os métodos analíticos como os participativos apontaram o sistema agroflorestal como o agroecossistema com melhor qualidade do solo. SAF obteve maior pontuação em sete dos nove parâmetros avaliados participativamente pelos estudantes da EFAMJ. Na análise dos dados de laboratório, os dois primeiros eixos da PCA do horizonte A (PCA-A) explicaram juntos 64,5% da variabilidade dos dados, e na PCA do horizonte B (PCA-B), 54,6%. PCA-A revelou uma maior diferenciação de SAF em relação a PA e DE, em comparação com PCA-B, o que indica que o efeito das diferentes formas de uso do solo, incluindo o manejo agroflorestal, é mais pronunciado no horizonte superficial. SAF_A apresentou maiores valores absolutos para importantes variáveis químicas no horizonte A, como carbono orgânico total (COT), soma de bases (SB), N total, P disponível e P remanescente. PA apresentou os mais

baixos teores de nutrientes no horizonte A, como N-total, P disponível e K^+ . Nos testes participativos, a *Cor* e *Matéria orgânica leve* foram os únicos parâmetros químicos avaliados, e ambos apresentaram maiores valores em SAF e menores em PA. Para as variáveis físicas, SAF também apresentou melhor desempenho geral nos testes analíticos, com maiores valores nos horizontes A e B para porosidade total (PT), índice de estabilidade de agregados (IEA) e umidade gravimétrica (Ug), e menores valores para densidade do solo (Ds) e resistência do solo à penetração (RSP). Na avaliação participativa, SAF apresentou melhores condições de solo em relação à *Taxa de infiltração de água*, *Compactação* e *Umidade*. Apenas o teste de *Agregação* apresentou resultado conflitante com o encontrado em laboratório, com menores valores em SAF e maiores em PA. Na avaliação microbiológica, a maior quantidade de esporos de FMA em DE em relação à SAF pode ser explicada pelas condições de solo menos favoráveis naquele tratamento, o que estimulam a produção de esporos como estratégia reprodutiva e de sobrevivência dos fungos. Os resultados dos testes analíticos indicam que a abordagem participativa de avaliação do solo ofereceu uma interpretação satisfatória da qualidade do solo nos diferentes agroecossistemas. Testes participativos complementares, como os que avaliam indicadores de sanidade vegetal e a comunidade de plantas espontâneas, podem contribuir para uma avaliação participativa mais acurada de parâmetros químicos do solo. A maior intensidade dos fluxos de matéria e energia entre plantas e biota do solo em SAF contribuiu para a maior qualidade do solo observada neste agroecossistema. Sistemas agroflorestais são uma importante estratégia para a melhoria da qualidade do solo no Semiárido Brasileiro.

Palavras-chave: Solos; Métodos participativos; Agrofloresta; Agroecologia; Semiárido.

CHAPTER 2

Analytical and participatory methods for soil quality assessment in family farmers school, in the semi-arid region of Bahia State.

ABSTRACT

The integration of analytical and participatory methods for assessing soil quality, in collaborative processes of social co-creation of knowledge, is pointed out as an important strategy to support the development of practices and productive systems that conserve and restore soil quality. The present work aims to: 1) evaluate, through the integration of analytical and participatory methods, the soil quality of an agroforestry system (SAF), an organic monoculture area of prickly-pear cactus (*Opuntia ficus*) (PA) and a degraded area (DE); 2) compare the results of laboratory tests with the results of participatory field methods. The research was carried out at the Mãe Jovina family farmers school (EFAMJ), in the municipality of Ruy Barbosa, in the semiarid region of Bahia state. Analytical methods were used to evaluate chemical, physical and microbiological parameters of the soils of each agroecosystem at 2 depths (horizons A and B), forming six treatments (SAF_A, PA_A and DE_A; SAF_B; PA_B and DE_B). The microbiological variable (arbuscular mycorrhizal fungi spores - AMF) was evaluated only for horizon A of each area. The mean and standard deviation were calculated for each variable in each treatment. The data for each horizon was submitted to principal component analysis (PCA). Nine participatory methods were applied by groups of students from EFAMJ, in order to evaluate physical, chemical and microbiological parameters of the soil of each agroecosystem. The participants assigned scores for each evaluated parameter, generating a Radar graph with the groups' mean values, which allowed the comparison the general performance of the three areas. Both analytical and participatory methods pointed out the agroforestry system as the agro-ecosystem with the best soil quality. SAF obtained the highest score in seven of the nine parameters evaluated participatively by students. In the analysis of laboratory data, the first two axes of the A horizon PCA (PCA-A) explained together 64.5% of the data variability, and in the B horizon PCA (PCA-B), 54.6%. PCA-A revealed a greater differentiation of SAF in relation to PA and DE, in comparison to PCA-B, which indicates that the effect of different forms of land use, including agroforestry management, is more pronounced in the superficial horizon. SAF_A showed higher absolute values for important chemical variables in the A horizon, such as total organic carbon (TOC), sum of bases (SB), total N, available P and remaining P. PA_A presented the lowest levels of nutrients in the superficial horizon, such as N-total, available P and K +. In the participatory

tests, *Color* and *Light organic matter* were the only chemical parameters evaluated, and both presented higher values in SAF and lower values in PA. For physical variables, SAF also showed better overall performance in analytical tests, with higher values in horizons A and B for total porosity (PT), aggregate stability index (IEA) and gravimetric humidity (Ug), and lower values for density (Ds) and soil resistance to penetration (RSP). In the participatory evaluation, SAF presented better soil conditions in relation to the *rate of water infiltration*, *compaction* and *humidity*. Only the *aggregation* test showed a conflicting result with that found in the laboratory, with lower values in SAF and higher in PA. In the microbiological evaluation, the greater amount of AMF spores in DE compared to SAF can be explained by the less favorable soil conditions in that treatment, which stimulate sporulation as a fungi's reproductive and survival strategy. The results of the analytical tests indicate that the participatory methods for soil assessment offered a satisfactory interpretation of soil quality in different agroecosystems. Complementary participatory tests, such as those that assess indicators of plant health and the spontaneous plant community, can contribute to a more accurate participatory assessment of soil chemical parameters. The greater intensity of matter and energy flows between plants and soil biota in SAF contributed to a higher soil quality observed in this agroecosystem. Agroforestry systems are an important strategy for improving soil quality in the Brazilian Semiarid Region.

Keywords: Soils; Participatory methods; Agroforestry; Agroecology; Semiarid.

1. INTRODUÇÃO

Solos são sistemas ecológicos auto-organizados (LAVELLE et al., 2016), regulados por um complexo conjunto de processos, que afetam o desempenho de uma série de funções e serviços ecossistêmicos (VEZZANI, 2015; BÜNEMANN et al., 2018). Desta forma, a qualidade do solo é sua capacidade de exercer tais funções, dentro dos limites ecossistêmicos e de uso da terra, para sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde vegetal, animal e humana (DORAN; PARKIN, 1994).

A agricultura é um importante fator de degradação dos solos e responde por boa parte dos processos erosivos no planeta, os quais determinam uma perda de 10 milhões de hectares de solos agrícolas por ano (PIMENTEL; BURGESS, 2013). Atualmente, 80% dos solos agrícolas do mundo sofrem de erosão severa ou moderada (PIMENTEL; BURGESS, 2013) e 30% dos solos em geral já se encontram em médio ou alto grau de degradação (FAO; ITPS, 2015).

No Brasil, a degradação dos solos é particularmente crítica na região semiárida, onde aproximadamente 90% da área total se encontra suscetível à desertificação (SOUSA et al., 2012). A erosão é o processo de degradação do solo mais preocupante, por ser o mais generalizado e menos reversível (SÁ et al., 2010). No âmbito da agricultura familiar, as práticas agrícolas adotadas no Semiárido Brasileiro são, em geral, baseadas na derrubada e queima da vegetação para implantação de lavouras e pastagens, e constituem importantes fatores de perda da qualidade do solo (FIALHO et al., 2013; SACRAMENTO et al., 2013).

Diante da necessidade de fortalecer e expandir práticas e sistemas produtivos que conservem e restabeleçam a qualidade do solo, diferentes autores têm destacado a importância da integração de métodos analíticos e participativos na avaliação da qualidade do solo, com envolvimento ativo de agricultores e demais sujeitos do campo (BARRIOS; TREJO, 2003; BARRIOS; COUTINHO; MEDEIROS, 2011; BÜNEMANN et al., 2018). Tal abordagem pode contribuir para animar e fortalecer a transição agroecológica junto aos participantes, na medida em que busca estabelecer uma relação dialógica e complementar entre os conhecimentos científico e local (CACHO et al., 2018; FAO, 2018).

A aplicação integrada de métodos analíticos e participativos de avaliação da qualidade do solo no estudo de agroecossistemas locais permite não só informar aos participantes os efeitos de um determinado manejo sobre a qualidade do solo (BÜNEMANN et al., 2018),

como também apoiar o redesenho dos sistemas existentes, em arranjos mais adaptados aos contextos socioambientais em que estão inseridos (NICHOLLS et al., 2004; MACHADO; VIDAL, 2006; CASALINHO; LIMA, 2018).

No Semiárido Brasileiro, estudos de qualidade do solo apontam o potencial de sistemas agroflorestais em promover maior ciclagem de nutrientes e sequestro de carbono do que sistemas de derrubada e queima (AGUIAR et al., 2014), aumentar índices de resiliência e resistência do solo (FIALHO et al., 2013), incrementar estoques de C e N (SACRAMENTO et al., 2013), aumentar teores de N em diferentes frações do solo (MAIA et al., 2007) e melhorar sua qualidade física (SILVA et al., 2011). No entanto, nenhum desses estudos envolveu a participação e o diálogo entre pesquisadores, agricultores e usuários do solo.

Por outro lado, a despeito dos trabalhos envolvendo o uso de métodos participativos de avaliação da qualidade do solo (ALTIERI; NICHOLLS, 2002; NICHOLLS et al., 2004; AUDEH et al., 2011; THOMAZINI et al., 2013; CASALINHO; LIMA, 2018), poucos discutem a correspondência ou não de seus resultados com os dados obtidos em laboratório (NIERO et al., 2010; DE ARAÚJO et al., 2013). Esta comparação é importante, porque pode contribuir para ratificar, aprimorar ou adaptar os métodos participativos adotados no estudo dos solos.

O presente trabalho tem como objetivos: 1) avaliar a qualidade do solo sob manejo agroflorestal (SAF) em relação a um monocultivo orgânico de palma forrageira (*Opuntia ficus*) (PA) e a uma área degradada (DE), por meio da integração de métodos analíticos e participativos; 2) comparar os resultados obtidos pelos testes de laboratório com os resultados dos métodos participativos de campo.

2. METODOLOGIA

2.1 Descrição da área de estudo e dos agroecossistemas

A presente pesquisa foi realizada na Escola Família Agrícola Mãe Jovina (EFAMJ), situada no município de Ruy Barbosa (12°17'27" S, 40°30'06" W), no território de identidade Piemonte do Paraguaçu, no semiárido baiano. O clima é BSh, de acordo com a classificação de Köppen e Geiger, com temperatura anual média de 24,8°C e 754 mm de pluviosidade anual média (CLIMATE-DATA, 2020), distribuída no verão (maior concentração) e inverno (junho a início de agosto). O município está inserido no domínio do bioma Caatinga, mas com um

mosaico de formações vegetacionais, que incluem, além da Caatinga, Floresta Ombrófila Submontana, Floresta Atlântica Estacional Decidual e fitofisionomias de Cerrado (BOAS-BASTOS E BASTOS, 2016). O solo predominante na região é o Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (BAHIA, 2014).

Os três agroecossistemas estudados são próximos uns aos outros e estão localizados em uma mesma unidade de paisagem (Figura 1). Consistem de um sistema agroflorestal (SAF, Figura 2); uma área de palma forrageira adensada, das espécies *Opuntia ficus* e *Nopalea cochenillifera* (PA, Figura 3); e uma área degradada (DE, Figura 4), com escassa cobertura vegetal. Há um suave declive na paisagem, onde SAF encontra-se em um ponto ligeiramente mais alto em relação às demais áreas. DE foi indicada pela equipe de professores da escola como uma área degradada e serviria, a princípio, como referência de valores mínimos para os parâmetros avaliados. O Quadro 1 apresenta informações mais detalhadas da composição vegetal, histórico de uso do solo e manejo de cada área.

2.2 Delineamento e amostragem

O experimento apresenta um delineamento sistemático (ALVAREZ; ALVAREZ, 2013) (em que não há aleatorização, nem controle dos tratamentos) em esquema fatorial (3 áreas x 2 profundidades).

Amostras de solo foram coletadas nos três agroecossistemas em dois horizontes (A e B), formando-se seis tratamentos (SAF_A, PA_A e DE_A; SAF_B; PA_B e DE_B). Para cada variável houve quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais.

2.3 Análises químicas

Amostras compostas de solo foram obtidas para cada agroecossistema, a partir de quatro amostras simples homogêneas. Cada amostra foi armazenada em sacos plásticos, identificada e enviada para análise no Laboratório de Análises de Solo, da Universidade Federal de Viçosa. Os parâmetros avaliados foram: pH em água, pH em KCl, P disponível (P), P remanescente (P-rem), potássio (K⁺), sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez potencial (H + Al), matéria orgânica (MO) com base no teor de carbono orgânico (C). A soma das bases (SB), CTC efetiva (t), CTC Total (T), saturação por



Figura 1: Delimitação e área dos três agroecossistemas estudados em vista aérea da EFA Mãe Jovina (SAF – Sistema agroflorestal; PA – Palma adensada; DE – Degradada). Fonte: Google Maps, 2020.



Figura 2: Sistema agroflorestal (SAF) estudado na EFA Mãe Jovina, com destaque para a palma forrageira e leguminosas, como glicíndia, leucena e camaratuba.



Figura 3: Área sob monocultivo orgânico de Palma Adensada (PA), com vegetação espontânea nas entrelinhas.



Figura 4: Área degradada (DE) com solo bastante exposto e com sinais visíveis de erosão laminar severa.

Quadro 1. Descrição dos agroecossistemas avaliados localizados no município de Ruy Barbosa – BA.

Áreas	Caracterização do Sistema	Histórico da área	Manejo da vegetação
SISTEMA AGROFLORESTAL (SAF)	<p><u>ÁREA:</u> 429,36 m² <u>TEMPO DE IMPLANTAÇÃO:</u> 4 anos e 6 meses <u>COMPOSIÇÃO:</u> Linhas de palma forrageira (<i>Oputia ficus</i>) adensada em nível, com árvores (leguminosas e frutíferas) e arbustos (<i>Cratylia argentea</i>) dentro da linha, alternados a cada 1,5 m (Figura 2). As leguminosas arbóreas são gliricídia (<i>Gliricidia sepium</i>) e leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>). As frutíferas consistem de espécies nativas como o umbu-cajã (<i>Spondias bahiensis</i>) e exóticas como pinha (<i>Ata squamosa</i>), acerola (<i>Malphigia emarginata</i>) e seriguela (<i>Spondias purpurea</i>). Nas entrelinhas, foram feitos sucessivos canteiros para culturas anuais, como milho (<i>Zea mays</i>), abóbora (<i>Cucurbita</i> sp.), melancia (<i>Citrullus latanus</i>) e feijão de porco (<i>Canavalis ensiformes</i>), e semiperenes como feijão guandu (<i>Cajanus cajan</i>) e mamona (<i>Ricinus communis</i>). Relevo suave ondulado.</p>	<p>Solo compactado e com pouca cobertura vegetal antes da implantação. Palma implantada sem adubação de plantio. Árvores e arbustos: adubação de plantio com 10 L de esterco bovino curtido por muda. Nos anos seguintes à implantação, 5 L composto orgânico por muda por ano. Canteiros de anuais adubados com composto vegetal ou esterco suíno, conforme disponibilidade de adubo e possibilidade de plantio. Aproximadamente, cinco a dez litros de composto vegetal por metro linear de canteiro (50 m de canteiros) ao ano.</p>	<p>A palma forrageira foi destinada à cobertura do solo e à alimentação animal. A biomassa produzida pelas espécies anuais, assim como a gerada pelas podas das semiperenes (feijão guandu e mamona), arbustos (<i>Cratylia argentea</i>) e árvores (leucena e gliricídia) foi utilizada para cobertura do solo. Podas drásticas foram feitas nas árvores a partir dos dois anos de idade, geralmente no segundo mês após início do período chuvoso. Folhas e ramos finos foram utilizados para cobertura dos canteiros de anuais e das árvores. Troncos e galhos foram utilizados para cobertura dos caminhos entre canteiros, evitando compactação por pisoteio do solo. As árvores foram podadas de modo a ocuparem estratos mais altos do sistema, desbastando-se os ramos e galhos mais baixos.</p>
PALMA ADENSADA (PA)	<p><u>ÁREA:</u> 1.149,32m² <u>TEMPO DE IMPLANTAÇÃO:</u> 6 anos <u>COMPOSIÇÃO:</u> plantio adensado (2,0 x 0,10 m) e exclusivo das espécies de palma forrageira <i>Nopalea cochenillifera</i> (palma sem espinho) e <i>Opuntia ficus</i> (palma gigante). Relevo suave ondulado.</p>	<p>Solo com pouca cobertura vegetal e compactado, já utilizada como área de passagem bde gado bovino. Palma plantada em nível. Adubação de fundação com ureia e supersimples na implantação . Adubação de cobertura realizada nos anos seguintes com esterco bovino, na medida de aproximadamente 1,6 kg/metro linear/ano.</p>	<p>Os cladódios (raquetes) das plantas são cortados e usados diariamente na alimentação de bovinos. Aporte de biomassa ao solo é pouco expressivo e decorre apenas da capina ou <i>roçagem</i> da vegetação espontânea da área.</p>
DEGRADADA (DE)	<p><u>ÁREA:</u> 486,31 m² <u>COMPOSIÇÃO:</u> cobertura vegetal escassa, com predomínio de herbáceas de ciclo curto, como <i>Tribulus terrestris</i> (cabeça de touro) e <i>Malva moschata</i> (malva branca). No período seco, solo permaneça a maior parte do tempo exposto. Relevo suave ondulado.</p>	<p>Solo compactado, com escassa cobertura vegetal e com sinais de erosão laminar grave. Área degradada, abandonada há cerca de 5 anos, após 14 anos de uso como pomar de banana (<i>Musa paradisiaca</i>) e pinha (<i>Ata squamosa</i>), com uso abundante de esterco bovino.</p>	<p>Área degradada, com capina periódica da vegetação espontânea. Em 2019, foram introduzidas algumas mudas de frutíferas do gênero <i>Spondias</i> na área (cajã, seriguela e umbu).</p>

bases (V%), saturação de alumínio (m%), matéria orgânica (MO) e nitrogênio total (N-total). Além disso, também foram determinados os teores dos micronutrientes, cobre (Cu), manganês (Mn), ferro (Fe) e zinco (Zn). Todas as análises foram realizadas utilizando-se os métodos descritos por EMBRAPA (2011). Para calcular a relação C/N, obteve-se o carbono orgânico (C Org) dividindo-se o teor de MO por 1,724 (EMBRAPA, 2011). O valor obtido dividido pelo nitrogênio total (N-total) corresponde à relação C/N.

2.4 Análises físicas

Para determinação da densidade do solo (D_s), foi utilizado o método do anel volumétrico (EMBRAPA, 2011), pelo qual amostras indeformadas são coletadas em anéis metálicos cilíndricos, de massa e volume conhecidos. A densidade de partículas foi determinada pelo método do balão volumétrico, utilizando-se álcool 92° como líquido penetrante (EMBRAPA, 2011). A porosidade total (PT) foi calculada pela relação entre D_s e D_p , conforme fórmula descrita pela EMBRAPA (2011). A microporosidade (M_i) foi obtida com base na quantidade de água retida nos cilindros saturados em água e colocados em mesa de tensão com coluna d'água de 0,60 cm por 5 dias (EMBRAPA, 2011). A macroporosidade (M_a) foi obtida pela diferença entre PT e M_i (EMBRAPA, 2011).

Para as medidas de agregação e distribuição de classe de agregados, foram coletadas amostras indeformadas de solo em torrões, as quais foram identificadas e levadas para laboratório. Foi utilizada uma adaptação do método de peneiramento por via úmida (EMBRAPA, 2011). Os torrões foram quebrados manualmente em seus pontos de fraqueza e então passados em peneira com malha de 4mm, ficando retidos numa peneira de 2 mm. O material foi colocado para secar ao ar por aproximadamente 5 dias. Após esse período, de cada uma das quatro repetições por tratamento, foram obtidos 50 g de solo em triplicata. Uma destas repetições foi levada à estufa a 105 °C por 24 h e, posteriormente, pesada. As outras duas porções de 50 g foram colocadas sobre um papel filtro em placa de Petri e saturadas com água. Em seguida cada amostra foi colocada em um conjunto de peneiras com aberturas de malha de 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm, o qual foi colocado para oscilar em água num agitador vertical por 4 minutos, a 32 oscilações por minuto. A porção retida em cada peneira foi transferida para latas de alumínio identificadas e de massa conhecida, as quais então foram levadas à estufa a 105 °C por um dia e, posteriormente, pesadas. O material de cada peneira (exceto a de 0,25 mm) foi lavado em água e seus agregados pressionados com os

dedos, de modo deixar apenas a areia que teria ficado retida nas peneiras. O material remanescente foi novamente levado à estufa a 105 °C por 12 h e pesado. Este valor foi descontado da massa de agregados obtida anteriormente nas peneiras após o peneiramento úmido.

Os valores finais obtidos foram utilizados para determinar as classes de agregados: Macroagregados – MACRO: formados pelos classe I (agregados 4,76 mm a 2 mm) e classe II (2 mm a 1 mm); Mesoagregados – MESO: formados pelos classe III (0,5 mm); Microagregados – MICRO: classe IV (0,5 mm a 0,25 mm) e classe V (< 0,25 mm). Com base nesses valores, foi calculada a Distribuição de Classe de Agregados (DCA), para MACRO, MESO e MICRO:

$$\text{❖ DCA (\%)} = 100 \times \frac{\text{massa da classe do agregado seco a } 105^{\circ}\text{C}}{\text{massa da amostra seca a } 105^{\circ}\text{C}}$$

$$\text{❖ DCA } < 0,25 \text{ mm (\%)} = 100\% - \text{soma DCA das classes de agregados (4,76 a 0,25 mm).}$$

A partir do método do peneiramento úmido, também foi calculado o Índice de Estabilidade de Agregados (IEA), o qual simula o potencial erosivo da água sobre os solos estudados. A erodibilidade do solo consiste em sua suscetibilidade à separação e transporte de suas partículas por agentes erosivos (NCIIZAH; WAKINDIKI, 2015), de modo que, quanto maior a estabilidade dos agregados, menor a vulnerabilidade do solo à erosão (DÍAZ-ZORITA; PERFECT; GROVE, 2002). O IEA foi calculado com base na seguinte fórmula (FILHO; MUZILLI; PODANOSCHI, 1998, adaptado):

$$\text{❖ IEA (\%)} = 100 \times \frac{(\% \text{ total de agregados } > 0,5\text{mm} - \% \text{ total de areia } > 0,5\text{mm})}{\% \text{ total de agregados } > 0,5\text{mm}}$$

O diâmetro médio ponderado (DMP) foi calculado segundo a fórmula (YOUKER; MCGUINNESS, 1957):

$$\text{❖ DMP} = \Sigma (C \times P), \quad \text{em que:}$$

C = centro das classes dos agregados;

P = proporção da massa de agregados de cada fração em relação ao total da amostra.

O diâmetro médio geométrico (DMG) foi calculado segundo a fórmula:

$$\diamond \text{ DMG} = \sum \left(m_i \times \log \frac{\text{DM}_i}{m_s} \right), \text{ em que:}$$

m_i = massa dos agregados de uma classe i

DM_i = diâmetro médio da classe i

m_s = massa seca da amostra.

Para avaliar a resistência do solo à penetração, utilizou-se o penetrômetro de impacto, modelo IAA/Planalsucar/Stolf (STOLF, 1983), nos horizontes A e B de cada área, até a profundidade máxima de 30 cm. Como a profundidade do horizonte A é diferente entre cada área avaliada (SAF, PA e PO), a RSP para esta camada foi avaliada em profundidades específicas, para cada área estudada. Os valores obtidos foram transformados para MPa e então ajustados, com base na densidade do solo (D_s) e na umidade gravimétrica (U_g) (VAZ et al., 2011). Amostras de solos das três áreas e de ambas as profundidades foram coletadas e armazenadas em latas de alumínio com tampa e de massa conhecida, e levadas para laboratório para determinar a umidade gravimétrica (U_g). Estas amostras foram pesadas, levadas a uma estufa a 105°C com ventilação forçada por 48h e posteriormente pesadas, determinando-se a U_g pela fórmula (EMBRAPA, 2011):

$$\diamond U_g = \frac{a-b}{b}, \text{ em que:}$$

a = massa da amostra úmida;

b = massa da amostra seca.

2.5 Análise microbiológica (densidade de esporos de fungos micorrízicos)

Para a determinação da densidade de esporos de fungos micorrízicos (FMA), foram coletados solos apenas do horizonte A para as três áreas, com quatro repetições de amostras compostas. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas, congeladas e posteriormente levadas ao laboratório. Para cada área, foram obtidas amostras de 50 g, as quais foram submetidas ao método do peneiramento úmido para extração dos esporos de FMA (GERDEMANN E NICHOLSON, 1963). O solo foi lavado e destorroado manualmente

em um béquer e posteriormente centrifugado em água por 5 minutos a 2 mil rotações por minuto. Dispensou-se o sobrenadante, e adicionou-se solução de sacarose 50%. Amostra então foi centrifugada por 1 minuto a 2 mil RPM, utilizando-se o sobrenadante para a contagem dos esporos em lupa. Os esporos foram classificados como *novos* (translúcidos, arredondados, túrgidos) e *velhos* (opacos, de formato irregular ou partidos); a soma de ambos forneceu o valor de esporos totais. A densidade de esporos por grama de solo foi determinada pela divisão da média final de cada grupo de esporo de cada área por 50 g.

2.6 – Análises estatísticas

Para cada variável em cada área e profundidade, calculou-se a média e o desvio padrão dos dados, utilizando-se o software Excel 2010.

Os dados das variáveis químicas e físicas dos horizontes A e B foram submetidos a uma padronização dos valores em média zero (0) e variância unitária (1), de modo que valores de diferentes dimensões não tivessem efeitos diferenciados sobre a análise. Em seguida, os dados das variáveis químicas e físicas do horizonte A foram submetidos à PCA, separadamente dos dados do horizonte B, gerando-se um gráfico *biplot* para cada profundidade. Para cada gráfico, foram determinados os autovalores de cada componente principal, os quais fornecem a contribuição percentual do referido eixo para explicar o modelo proposto. Apenas os autovalores dos dois primeiros eixos são apresentados para cada PCA. Também foi calculada a contribuição individual de cada fator (variável) para a variação total do eixo (*factor loading*), apresentada em gráficos de barra em valores percentuais.

A análise de componentes principais foi realizada utilizando-se o software R (R CORE TEAM, 2019).

2.7 – Métodos participativos de avaliação da qualidade do solo

Métodos participativos foram aplicados por grupos de estudantes da EFAMJ no intuito de avaliar nove parâmetros de qualidade do solo, nos três agroecossistemas estudados. Os parâmetros Físicos incluíram Agregação, Compactação, Taxa de infiltração, Umidade e Erosão; os Químicos foram Cor e Matéria orgânica leve; e os Biológicos foram Macrorganismos e Atividade biológica. Os testes são descritos em detalhe no Capítulo 1 da presente dissertação (Quadro 1).

Cada grupo de estudante atribuiu valores de 1 a 10 para cada parâmetro avaliado. Valores mais próximos de 10 indicam melhor qualidade do solo e valores mais baixos indicam qualidade inferior. Um gráfico radar foi construído a partir da média geral obtida de todos os grupos de estudantes para cada parâmetro.

A integração dos métodos foi feita por meio da comparação e discussão dos resultados dos testes analíticos com os participativos correspondentes.

3. RESULTADOS

3.1 Análise de componentes principais (PCA) e gráfico Radar

Na PCA do horizonte A (PCA-A), o primeiro componente (PC1, horizontal) explicou 38,3% da variação de dados observada, ao passo que o segundo componente (PC2, vertical) explicou 26,2% da variação dos dados (Figura 5). Juntos, os dois componentes explicam 64,5% da variabilidade dos dados.

As variáveis que mais contribuíram com a variação em PC1 foram nitrogênio total (N-tot), CTC total (T), matéria orgânica (MO), carbono orgânico total (COT), umidade gravimétrica (Ug), resistência do solo à penetração (RSP), cálcio trocável (Ca^{2+}) e soma de bases (SB) (Figura 6A). Para PC2, as variáveis que mais contribuíram com a variação observada, em ordem decrescente de importância, foram: pH em água (pH H_2O), acidez potencial (H+Al), índice de estabilidade de agregados (IEA), saturação de bases (V%), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn) (Figura 6B).

Na PCA realizada para o horizonte B, o primeiro componente (PC1) explicou 30,3% da variação dos dados, enquanto o PC2 explicou 24,3% (Figura 7), num total de 54,6%. As variáveis de PC1 que melhor explicaram a variação observada, em ordem decrescente de importância, foram: mesoagregados (Meso), diâmetro médio ponderado (DMP), macroagregados (Macro), diâmetro médio geométrico (DMG), H+Al (acidez potencial), fósforo disponível (P) e P remanescente (P-rem) (Figura 8A). Para PC2, as variáveis que melhor explicaram a variação dos dados foram soma de bases (SB), Ca^{2+} , K^+ e Mg^{2+} trocáveis, saturação por bases V (%), pH em água (pH H_2O), zinco (Zn), CTC total (T), entre outros (Figura 8B).

A Figura 5 (gráfico biplot) mostra que, no horizonte A, SAF se diferencia de PA e DE, os quais apresentam comportamentos similares para variáveis como macroagregados (Macro), DMP e Cu (Figura 5). As variáveis físicas Ds, Dp e RSP apresentam alta correlação entre si e uma correlação forte e negativa com SAF, indicando baixos valores para estas variáveis neste agroecossistema. As variáveis físicas PT e Ug e as químicas N-total e COT apresentam correlação alta e positiva com PC1 e SAF (Figura 5). Variáveis químicas como pH em água (pH H₂O), V%, Mn, K⁺ trocável e Zn apresentaram correlação forte e positiva com DE, indicando maiores valores para estes parâmetros nesta área.

A Figura 6 (gráfico biplot horizonte B) revela uma maior sobreposição das três áreas (Figura 7), indicando uma menor diferenciação entre os agroecossistemas para os parâmetros avaliados. Novamente, DE apresentou forte correlação com alguns parâmetros químicos, os quais também são fortemente correlacionados, como pH em água (pH H₂O), SB, Mg²⁺, Ca⁺² e K⁺ trocáveis. SAF apresentou uma correlação positiva com PC1 e com variáveis como P, P-rem e Meso e Macroagregados. PA concentrou-se nos quadrantes 3 e 4 e apresentou uma forte correlação negativa com PC2, com destaque de altos valores para o parâmetro C:N (relação C:N do solo) e baixos valores para N-total, PT, MO e COT, cujos vetores situaram-se no quadrante oposto (Figura 7).

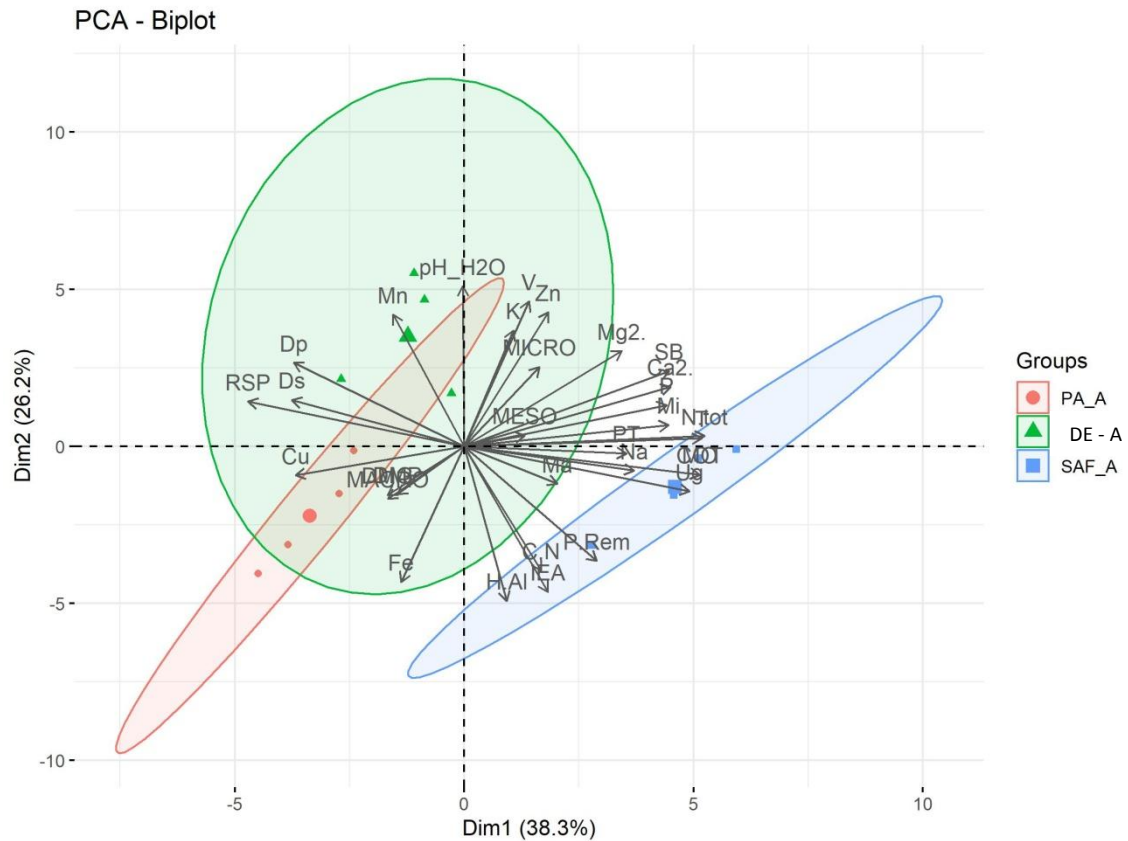


Figura 5: Gráfico *biplot* da análise de componentes principais dos parâmetros físicos e químicos de qualidade do solo para os três agroecossistemas estudados (SAF – sistema agroflorestal; PA – palma adensada; DE – área degradada) no horizonte A. Variáveis (setas pretas) são: PT (porosidade total), Mi (microporosidade), Ma (macroporosidade), Ds (densidade do solo), Dp (densidade de partícula), Ug (umidade gravimétrica), RSP (resistência do solo à penetração), IEA (índice de estabilidade de agregados), DMP (diâmetro médio ponderado), DMG (diâmetro médio geométrico), MACRO (macroagregados), MESO (mesoagregados), MICRO (microagregados), pH H₂O (pH em água), P (fósforo), K (potássio), Na (sódio), Ca²⁺, Mg²⁺, Al+H (acidez potencial), SB (soma de bases), T (CTC total), V (saturação por bases), MO (matéria orgânica), P-rem (fósforo remanescente), Cu (cobre), Mn (ferro), Zn (zinco), N-tot (nitrogênio total), COT (carbono orgânico total), C/N (relação C/N do solo).

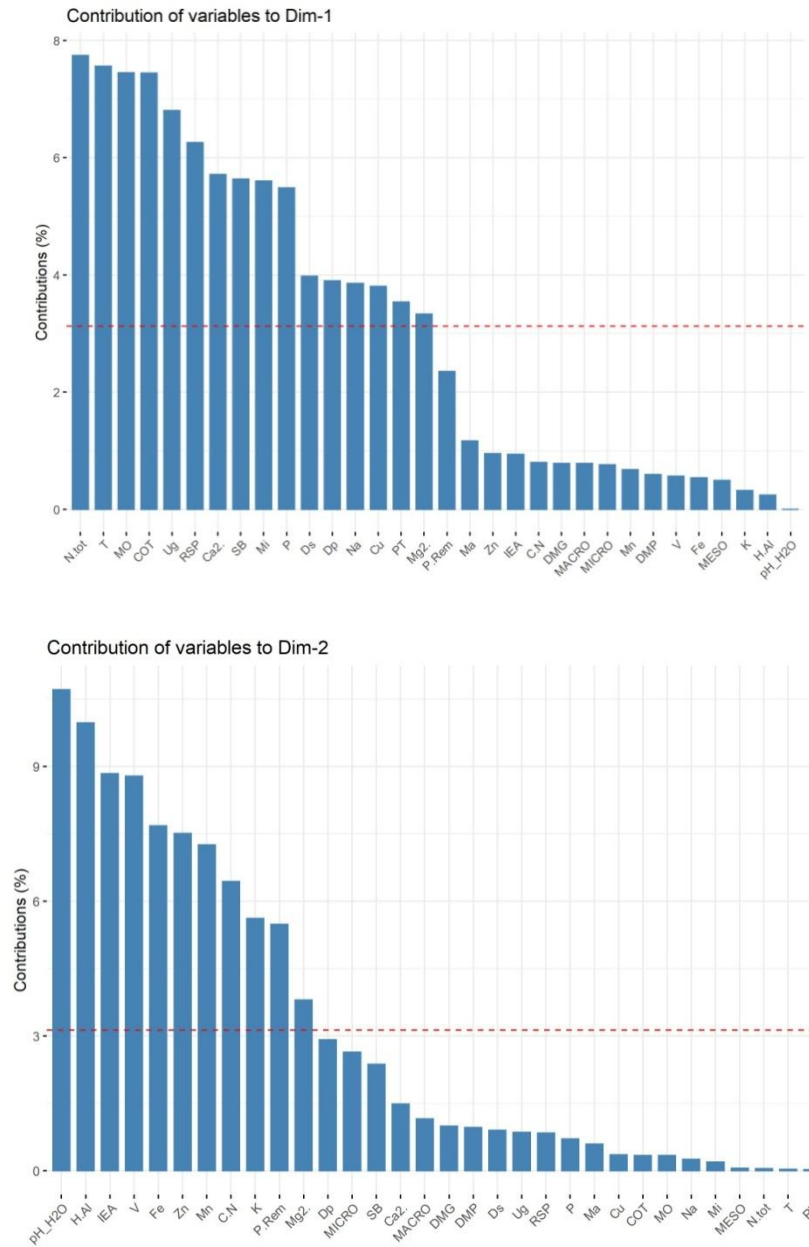


Figura 6: Percentual de contribuição (*factor loading*) de cada variável para PCA do horizonte A: **A.** Primeiro componente principal (PC1) ou eixo X do gráfico biplot; **B.** Segundo componente principal (PC2) ou eixo Y do gráfico biplot.

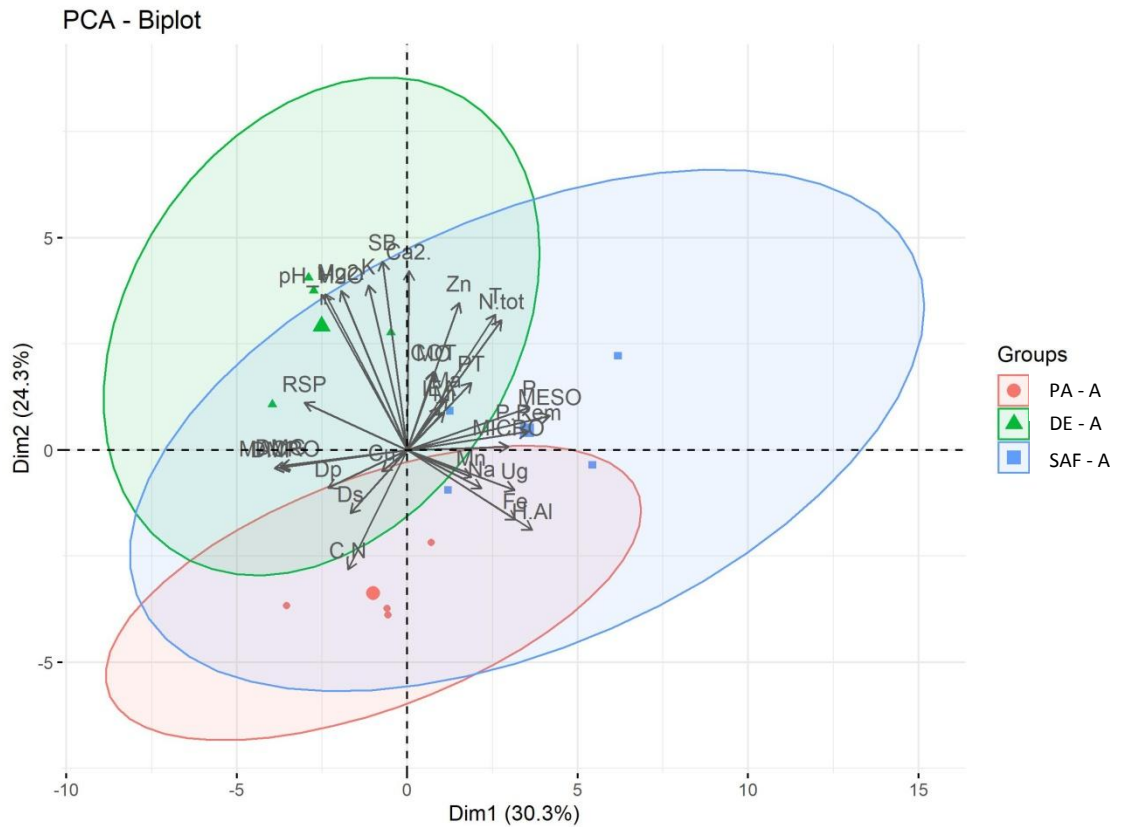


Figura 7: Gráfico *biplot* da análise de componentes principais dos parâmetros físicos e químicos de qualidade do solo para os três agroecossistemas estudados (SAF – sistema agroflorestal; PA – palma adensada; DE – área degradada) no horizonte B. Variáveis (setas pretas) são: PT (porosidade total), Mi (microporosidade), Ma (macroporosidade), Ds (densidade do solo), Dp (densidade de partícula), Ug (umidade gravimétrica), RSP (resistência do solo à penetração), IEA (índice de estabilidade de agregados), DMP (diâmetro médio ponderado), DMG (diâmetro médio geométrico), MACRO (macroagregados), MESO (mesoagregados), MICRO (microagregados), pH H₂O (pH em água), P (fósforo), K (potássio), Na (sódio), Ca²⁺, Mg²⁺, Al+H (acidez potencial), SB (soma de bases), T (CTC total), V (saturação por bases), MO (matéria orgânica), P-rem (fósforo remanescente), Cu (cobre), Mn (ferro), Zn (zinco), N-tot (nitrogênio total), COT (carbono orgânico total), C/N (relação C/N do solo).

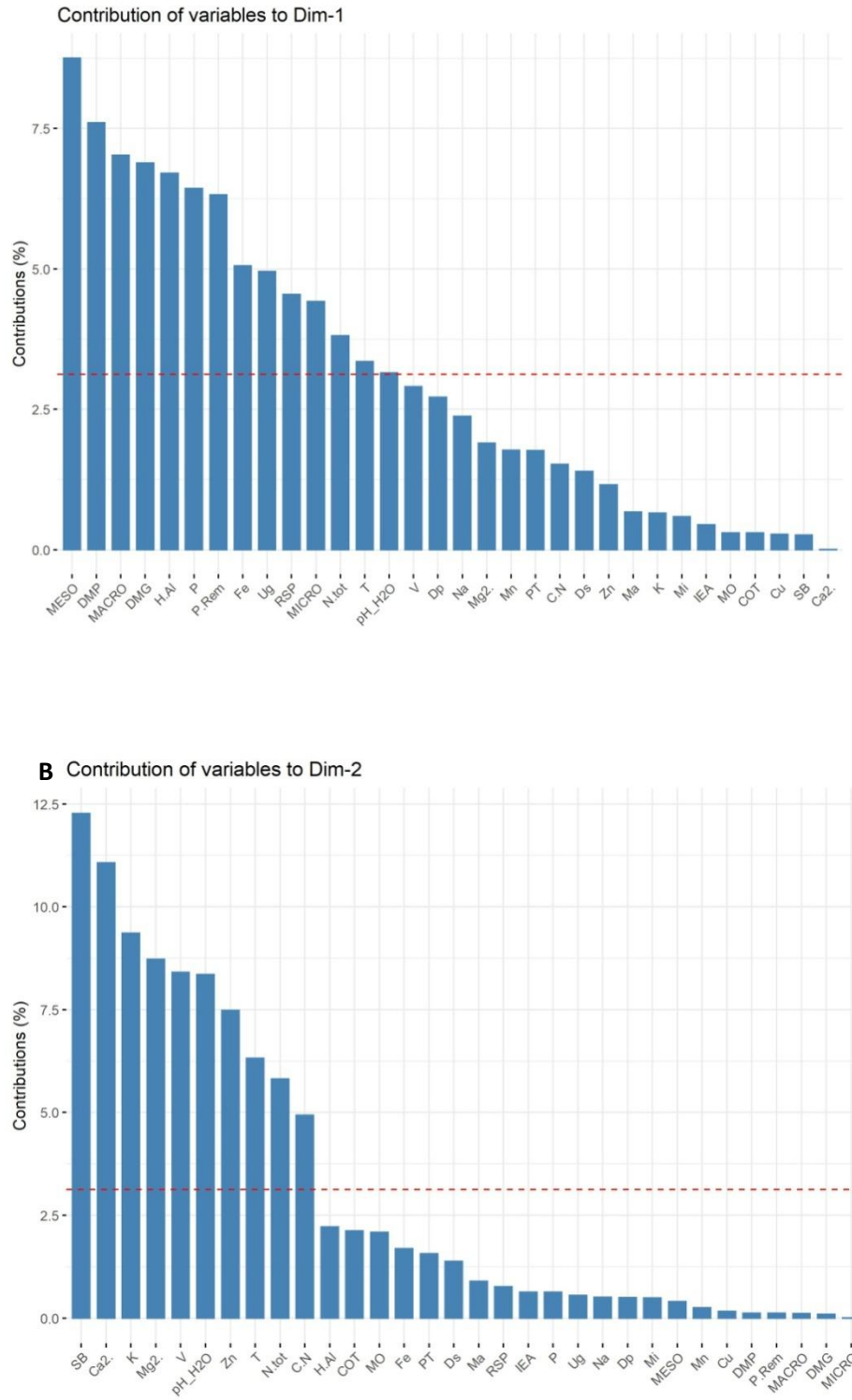


Figura 8: Percentual de contribuição (*factor loading*) de cada variável para PCA do horizonte B: **A.** Primeiro componente principal (PC1) ou eixo X do gráfico biplot; **B.** Segundo componente principal (PC2) ou eixo Y do gráfico biplot para o horizonte B.

O gráfico Radar gerado com a média das avaliações participativas de todos os grupos de estudantes (Figura 9) revelou que o sistema agroflorestal (SAF) obteve maiores valores para sete dos nove parâmetros avaliados, o que indica um melhor funcionamento geral deste agroecossistema. SAF apresentou melhor desempenho para quatro parâmetros físicos (*Compactação, Erosão, Taxa de infiltração e Umidade*), os dois parâmetros químicos (*Cor e Matéria orgânica leve*) e um biológico (*Macrorganismos*). As exceções foram *Atividade biológica* (maior valor para DE) e *Agregação* (maior valor para PA).

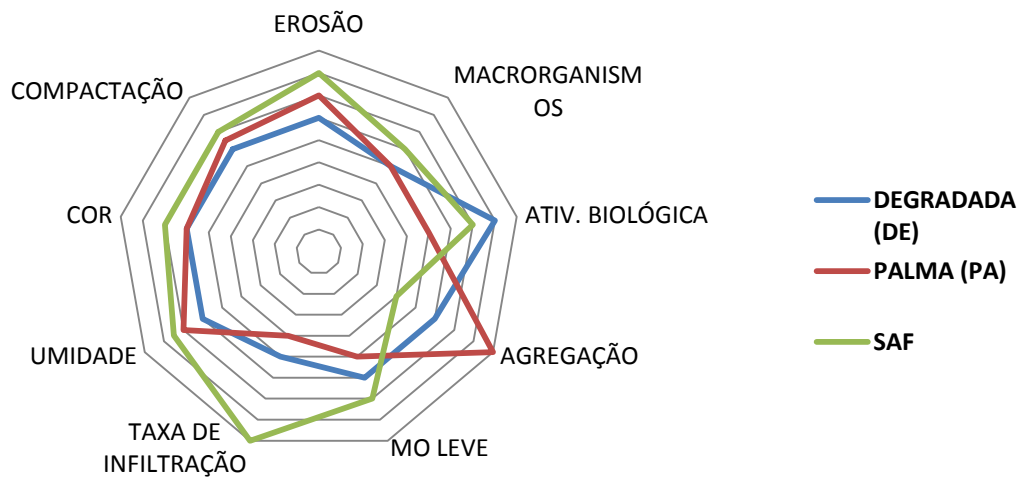


FIGURA 9: Gráfico Radar para nove parâmetros do solo, avaliados por métodos participativos pelos estudantes da EFA Mãe Jovina, em três agroecossistemas da escola [área Degradada, Palma Adensada e Sistema Agroflorestal (SAF)].

3.2 Análise física dos solos

Os valores de propriedades físicas dos solos dos três agroecossistemas estudados são apresentados na Tabela 1. Todos os solos foram caracterizados como de textura franco-argilo-arenosa, com teor de argila variando entre 245,25 g/kg (PA_A) e 320,25 g/kg (SAF_B).

SAF apresentou maiores valores para porosidade total (PT), macro (Ma) e microporosidade (Mi). Menores valores foram observados em SAF para densidade do solo (D_s) e resistência do solo à penetração (RSP), as quais foram expressivamente maiores em DE e PA. A umidade gravimétrica foi destacadamente maior em SAF, no horizonte superficial, e menor em DE, em ambos os horizontes (Tabela 1).

Tais resultados corroboram os resultados dos testes participativos para *Taxa de infiltração*, *Umidade*, *Compactação* e *Erosão*, parâmetros que apresentaram maiores valores em SAF (Figura 9), indicando uma melhor qualidade física do solo neste agroecossistema.

Entre os parâmetros dos testes analíticos, o índice de estabilidade de agregados (IEA) foi maior em SAF para as duas profundidades, sendo menores em DE no horizonte A e em PA no horizonte B (Tabela 1). Estes resultados são conflitantes com o encontrado no teste participativo para *Agregação*, no qual SAF obteve menor pontuação (4) e PA, maior (9) (Figura 9). Considerando os testes analíticos, não foi observado um padrão para Macro, Meso e Microagregados, comparando-se os solos dos três agroecossistemas em ambas as profundidades (Tabela 1).

3.3 Análise química dos solos

Para o horizonte A, PA e SAF apresentaram valores próximos para pH em H₂O (5,90 e 6,07, respectivamente), enquanto DE apresentou maior valor (7,2). No horizonte B, os valores absolutos são comparativamente menores em relação ao horizonte superficial, com maiores valores novamente para DE (Tabela 2).

SAF apresentou maiores valores absolutos no horizonte A para macronutrientes como N total, P, Ca²⁺ e Mg²⁺ trocáveis, com menores valores para PA. Este mesmo padrão foi observado para soma de bases (SB), CTC efetiva (t), matéria orgânica (MO) e carbono orgânico total (COT). A saturação de bases (V%) foi destacadamente maior em DE no horizonte A (92,6%) e no horizonte B (71,48%), com valores intermediários em SAF e menores em PA. Este mesmo padrão foi observado para o teor de K⁺. Entre os micronutrientes, PA apresentou maiores valores para Cu e Fe, e DE os maiores valores para Mn e Zn. (Tabela 2).

Nos testes participativos associados à qualidade química do solo, SAF assumiu valores ligeiramente maiores para *Cor* (7) e *Matéria orgânica leve* (7) em relação a PA e DE (Figura 9).

Tabela 1: Valores médios e desvio padrão (entre parênteses) de parâmetros físicos dos solos estudados. Horizonte A: SAF_A – sistema agroflorestal; PA_A – palma adensada; DE_A – área degradada. Horizonte B: SAF_B – sistema agroflorestal; PA_B – palma adensada; DE_B – área degradada.

PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO	TRATAMENTOS					
	SAF _A	PA _A	DE _A	SAF _B	PA _B	DE _B
Areia fina (g/kg)	198,75 (± 32,88)	226 (± 15,06)	204 (± 20,26)	186,25 (± 19,00)	222 (± 7,53)	219 (± 16,83)
Silte (g/kg)	74 (± 9,27)	70 (± 13,44)	62,5 (± 23,30)	54,5 (± 15,15)	75,75 (± 18,68)	52 (± 11,11)
Argila (g/kg)	281 (± 21,68)	251,5 (± 10,85)	245,25 (± 7,45)	320,25 (± 37,91)	285 (± 19,93)	284,5 (± 19,28)
Porosidade total (PT) (m ³ /m ³)	0,479 (± 0,023)	0,423 (± 0,022)	0,451 (± 0,030)	0,453 (± 0,018)	0,422 (± 0,026)	0,440 (± 0,018)
Microporosidade (Mi) (m ³ /m ³)	0,235 (± 0,019)	0,211 (± 0,025)	0,231 (± 0,024)	0,230 (± 0,022)	0,216 (± 0,013)	0,221 (± 0,013)
Macroporosidade (Ma) (m ³ /m ³)	0,249 (± 0,021)	0,223 (± 0,046)	0,229 (± 0,057)	0,231 (± 0,038)	0,206 (± 0,012)	0,218 (± 0,024)
Densidade do solo (Ds) (kg/dm ³)	1,42 (± 0,091)	1,58 (± 0,051)	1,60 (± 0,089)	1,51 (± 0,041)	1,63 (± 0,074)	1,56 (± 0,051)
Densidade de partícula (Dp) (kg/dm ³)	2,67 (± 0,056)	2,77 (± 0,057)	2,87 (± 0,026)	2,75 (± 0,040)	2,81 (± 0,041)	2,78 (± 0,078)
Umidade gravimétrica (Ug) (kg/kg)	0,126 (± 0,014)	0,075 (± 0,003)	0,073 (± 0,014)	0,076 (± 0,003)	0,061 (± 0,009)	0,054 (± 0,003)
Diâmetro médio ponderado (DMP) (mm)	2,86 (± 0,09)	2,90 (± 0,15)	2,87 (± 0,06)	2,90 (± 0,08)	3,00 (± 0,10)	3,02 (± 0,10)
Macroagregados (Macro) (%)	84,83 (± 1,53)	86,60 (± 4,45)	85,00 (± 1,93)	87,32 (± 2,45)	89,53 (± 2,81)	90,14 (± 2,88)
Mesoagregados (Meso) (%)	5,97 (± 1,34)	5,42 (± 2,14)	5,29 (± 1,09)	5,50 (± 0,99)	3,59 (± 0,78)	3,66 (± 1,20)
Microagregados (Micro) (%)	9,20 (± 1,05)	7,98 (± 2,39)	9,71 (± 0,95)	7,18 (± 1,53)	6,88 (± 2,07)	6,21 (± 1,68)
Índice de estabilidade de agregados (IEA) (%)	87,30 (± 1,09)	85,93 (± 2,41)	80,32 (± 0,91)	88,14 (± 1,27)	85,88 (± 3,85)	86,59 (± 1,49)
Resistência solo à penetração (RSP) (MPa)	2,62 (± 0,59)	6,33 (± 0,46)	6,45 (± 1,71)	6,28 (± 0,92)	8,24 (± 1,27)	9,42 (± 0,79)

Tabela 2: Valores médios e desvio padrão (entre parênteses) de parâmetros químicos dos solos estudados. Horizonte A: SAF_A – sistema agroflorestal; PA_A – palma adensada;

PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO	TRATAMENTOS					
	SAF _A	PA _A	DE _A	SAF _B	PA _B	DE _B
pH (H ₂ O)	6,07 (± 0,29)	5,90 (± 0,65)	7,2 (± 0,54)	4,97 (± 0,24)	4,90 (± 0,16)	6,34 (± 0,18)
N-total – nitrogênio total (dag/kg)	0,168 (± 0,01)	0,085 (± 0,02)	0,114 (± 0,01)	0,083 (± 0,01)	0,051 (± 0)	0,070 (± 0,01)
P – fósforo (mg/dm ³)	40,65 (± 12,84)	17,4 (± 9,20)	23,8 (± 10,69)	12,8 (± 7,14)	2,05 (± 1,60)	1,925 (± 0,38)
K – potássio (mg/dm ³)	237 (± 56,60)	191,5 (± 82,05)	311 (± 50,32)	95 (± 18,29)	46 (± 20,46)	63,97 (± 63,97)
Ca ²⁺ – cálcio (cmol _c /dm ³)	6,26 (± 1,15)	2,88 (± 1,21)	4,59 (± 1,44)	2,53 (± 0,40)	1,85 (± 0,24)	2,78 (± 0,14)
Mg ²⁺ – magnésio (cmol _c /dm ³)	1,18 (± 0,13)	0,67 (± 0,17)	1,14 (± 0,23)	0,39 (± 0,07)	0,32 (± 0,08)	0,75 (± 0,14)
SB – soma de bases (cmol _c /dm ³)	8,06 (± 1,30)	4,05 (± 1,39)	6,53 (± 1,46)	3,18 (± 0,42)	2,30 (± 0,14)	4,06 (± 0,41)
t – CTC efetiva (cmol _c /dm ³)	8,06 (± 1,30)	4,10 (± 1,32)	6,53 (± 1,46)	3,28 (± 0,31)	2,57 (± 0,12)	4,06 (± 0,41)
V – saturação de bases (%)	79,72 (± 6,03)	67,87 (± 18,04)	92,6 (± 8,63)	52,13 (± 5,54)	48,1 (± 3,36)	71,48 (± 5,98)
Cu – cobre (mg/dm ³)	0,308 (± 0,01)	0,420 (± 0,04)	0,338 (± 0,05)	0,375 (± 0,06)	0,410 (± 0,06)	0,380 (± 0,02)
Mn – manganês (mg/dm ³)	32,45 (± 7,41)	36,30 (± 7,02)	50,15 (± 11,21)	22,35 (± 9,22)	23,40 (± 7,46)	18,30 (± 2,05)
Fe – ferro (mg/dm ³)	9,03 (± 0,6)	12,00 (± 3,87)	5,65 (± 0,99)	9,75 (± 2,98)	9,35 (± 1,28)	6,00 (± 0,57)
Zn – zinco (mg/dm ³)	6,12 (± 1,57)	4,25 (± 0,84)	7,61 (± 0,74)	2,94 (± 1,27)	1,86 (± 0,57)	3,08 (± 0,69)
MO – matéria orgânica (dag/kg)	3,96 (± 0,17)	1,90 (± 0,33)	2,16 (± 0,30)	1,26 (± 0,59)	1,20 (± 0,11)	1,40 (± 0,17)
COT – carbono orgânico total (g/kg)	22,94 (± 0,98)	11,00 (± 1,94)	12,54 (± 1,75)	7,32 (± 3,41)	6,96 (± 0,63)	8,11 (± 1,00)
C:N – relação carbono:nitrogênio	193,70 (± 0,77)	13,02 (± 0,64)	11,00 (± 1,32)	8,87 (± 1,27)	13,69 (± 0,98)	11,70 (1,40)
P rem – fósforo remanescente (mg/L)	45,85 (± 0,77)	42,33 (± 0,93)	40,00 (± 3,80)	45,55 (± 4,01)	42,75 (± 0,58)	41,8 (2,28)

DE_A – área degradada. Horizonte B: SAF_B – sistema agroflorestal; PA_B – palma adensada; DE_B – área degradada.

3.4 Análise biológica do solo

SAF assumiu os menores valores para esporos velhos (EspV) e esporos totais (EspT), com menores valores em PA para esporos novos (EspN). DE apresentou valores expressivamente maiores para esporos EspN e EspT, com maiores valores em EspV para PA (Tabela 3).

Tabela 3: Número de esporos novos, velhos e totais de fungos micorrízicos por grama de solo, para as áreas SAF, PA e DE. (Valores entre parênteses correspondem à média do número de esporos encontrados em 50g de solo e o respectivo desvio padrão.)

ÁREAS	----- Número de esporos / g solo -----		
	Esporos Novos (EspN)	Esporos Velhos (EspV)	Esporos Totais (EspT)
SAF	6,06 (303,0 ± 63,27)	8,73 (436,7 ± 123,9)	14,8 (739,7 ± 151,91)
PA	4,48 (224,0 ± 33,15)	17,5 (874,0 ± 64,21)	21,9 (1098 ± 97,04)
DE	11,8 (588,33 ± 88,1)	17,34 (867,0 ± 201,55)	29,1 (1455,33 ± 201,55)

No teste participativo de *Atividade biológica*, utilizando-se água oxigenada em porções de solo, DE apresentou maior valor (8) e SAF valor intermediário (7), com menor valor para PA (5) (Figura 9). Já a presença de *Macrorganismos do solo* foi ligeiramente maior em SAF (6), do que em PA e DE (ambos com nota 5, Figura 9).

4. DISCUSSÃO

A análise de componentes principais (PCA) e o gráfico Radar permitem observar o desempenho geral de cada agroecossistema em relação ao conjunto de parâmetros avaliados e às outras áreas em estudo.

A maior diferenciação de SAF, em relação aos demais agroecossistemas, observada na PCA-A reflete o maior efeito do manejo agroflorestal sobre o horizonte A do solo. Por outro lado, a menor diferenciação observada no horizonte B pode ser devida ao fato do sistema agroflorestal ter sido implantado há apenas cinco anos, sendo necessário mais tempo para que os processos biológicos e físico-químicos do solo provoquem maior efeito em profundidade.

O melhor desempenho para parâmetros químicos e físicos de qualidade do solo em SAF, mostrados pela PCA-A e pela avaliação participativa (gráfico Radar), destaca os efeitos benéficos do manejo agroflorestal, capaz de incrementar a ciclagem de nutrientes (AGUIAR et al., 2014; FROUFE et al., 2019), o teor de matéria orgânica (SACRAMENTO et al., 2013) e a estruturação do solo (STÖKER et al., 2020).

O comportamento de variáveis como Ug, RSP, PT e Ds – todas com forte correlação com SAF na PCA-A – reforça o potencial do manejo agroflorestal em melhorar a qualidade física do solo em ambiente semiárido (SILVA et al., 2011). Tais parâmetros estão relacionados à movimentação e retenção de água no solo e ao crescimento radicular (SUBBIAN; LAL; SUBRAMANIAN, 2000), de modo que são aspectos fundamentais da qualidade do solo no contexto específico de déficit hídrico do Semiárido Brasileiro. Tal entendimento também foi expresso pelos estudantes, que na discussão coletiva dos resultados associaram porosidade a um conjunto complexo de elementos, como *matéria orgânica, minhocas / insetos, aeração e capacidade de retenção de água* (Quadro 4, Etapa II, Capítulo 1 desta dissertação).

A representação dos resultados no gráfico Radar permitiu aos participantes avaliação visual, rápida e simultânea dos resultados obtidos pelos testes participativos para os três agroecossistemas. Em processos participativos de construção social de conhecimento em solos e Agroecologia, isto não só oportuniza, como facilita a discussão coletiva e aprofundada dos resultados pelos participantes, bem como sua comunicação com os pesquisadores (MACHADO; VIDAL, 2006; BÜNEMANN et al., 2018). Isso favorece a construção de consensos (BARRIOS; COUTINHO; MEDEIROS, 2011) e a identificação de práticas e intervenções prioritárias em cada agroecossistema estudado, o que pode impulsionar ações coletivas e mais consistentes de promoção da qualidade do solo (BARRIOS; TREJO, 2003).

4.1 Análise física

A menor Ds encontrada em SAF (Tabela 1) sugere uma menor compactação desse solo, que por sua vez se reflete em uma menor resistência à penetração (RSP) e uma maior porosidade total (PT) (REYNOLDS et al., 2002), em relação a PA e DE (Tabela 5).

Os valores absolutos de PT para SAF ($0,46\text{m}^3/\text{m}^3$), PA ($0,42\text{m}^3/\text{m}^3$) e DE ($0,44\text{m}^3/\text{m}^3$) são maiores do que os encontrados para Planossolos Háplicos e Nátricos em pousio ($0,35$

m^3/m^3) e em sobrepastejo ($0,31 \text{ m}^3/\text{m}^3$), em um núcleo de desertificação no semiárido cearense (FERREIRA et al., 2018). Já em um Luvissole Órtico-Crômico Típico, o valor absoluto de PT foi ligeiramente superior para uma área de Caatinga preservada ($0,49 \text{ m}^3/\text{m}^3$). Valores similares de PT foram encontrados em uma área em recuperação ($0,44 \text{ m}^3/\text{m}^3$) e em área degradada ($0,45 \text{ m}^3/\text{m}^3$) no semiárido do Rio Grande do Norte (MARTINS et al., 2019).

O melhor desempenho nos parâmetros físicos estudados em SAF (Figura 9 e Tabela 5) pode ser explicado por sua maior diversidade vegetal – com presença de árvores, arbustos e plantas anuais (MARTINS et al., 2019) – e pelo aporte continuado de matéria orgânica, promovido pelo manejo da vegetação (SILVA et al., 2011). Resíduos orgânicos sobre a superfície do solo diminuem a fragmentação de seus agregados pela água da chuva. Com isso, reduz-se o entupimento dos poros e o selamento superficial (FAO, 2015), que caracterizam o aumento da densidade (compactação) e da resistência do solo à penetração. Substâncias agregantes, formadas no processo de decomposição da MO do solo (KONG et al., 2005), bem como exsudatos produzidos por raízes de plantas, promovem a formação e estabilização de agregados (SUBBIAN; LAL; SUBRAMANIAN, 2000). Por sua vez, este rearranjo das partículas do solo em agregados maiores contribui com o aumento da porosidade total, portanto, conduz à diminuição da densidade do solo (CARDOSO et al., 2013). Além disso, o aumento do teor de MO atira uma complexa comunidade de macroinvertebrados, como minhocas e formigas, os quais contribuem com a abertura de galerias e aumento da porosidade do solo (FAO, 2015; LAVELLE et al., 2016), tal como observado em SAF.

Na avaliação participativa da qualidade do solo, a maior porosidade em SAF refletiu-se na maior taxa de infiltração de água observada em amostras de solo deste agroecossistema. Utilizando-se a técnica do arame liso, os estudantes também observaram uma menor compactação do solo em SAF, com valores intermediários em PA e maiores em DE (Figura 9).

No estudo participativo da qualidade do solo, os estudantes associaram o aumento da ciclagem de matéria orgânica com uma maior estruturação e porosidade do solo, aumento de sua aeração, capacidade de retenção de água e permeabilidade às raízes (Quadro 4, *Etapa II*, Capítulo 1), o que está em acordo com a literatura científica (LEITE, 2004; VEZZANI; MIELNICZUK, 2009; LAVELLE et al., 2016) e os dados de laboratório da presente pesquisa.

Em PA e DE, a diversificação vegetal e o aumento da produção e aporte de resíduos orgânicos ao solo podem contribuir com a melhoria de parâmetros físicos dos solos e dos

serviços ecossistêmicos a ele associados, conforme observado em SAF. De fato, o sistema agroflorestal da EFAMJ foi implantado em condições de solo e vegetação inicialmente similares às observadas em DE, com sinais visíveis de erosão laminar e pouca vegetação presente. Sobretudo em regiões com acentuado déficit hídrico, como o Semiárido Brasileiro, a qualidade física do solo é determinante para a construção de sistemas produtivos mais adaptados e resilientes (SILVA et al., 2011). Neste sentido, a biodiversidade é um elemento determinante para impulsionar processos de auto-organização do solo (VEZZANI, 2015) e deve fazer parte do desenho de sistemas agrícolas sustentáveis (MALÉZIEUX, 2012; LAVELLE et al., 2016).

O maior índice de estabilidade dos agregados (IEA) encontrado no horizonte A em SAF e PA pelo teste analítico (Tabela 1) pode ser explicado pela maior presença de raízes e, conseqüentemente, de atividade biológica, nestas duas áreas, em relação a DE. A palma forrageira apresenta um sistema radicular denso e superficial e está plantada em alta densidade em ambas as áreas. Em SAF, o maior teor de matéria orgânica no horizonte A (Tabela 2) também pode ter contribuído para o alto valor de IEA neste tratamento.

Tal resultado é conflitante com o obtido pelo teste participativo de *Agregação*, no qual se observou uma melhor conservação dos torrões em PA e DE (Figura 9). No entanto, é possível que este teste tenha refletido mais o grau de compactação do que o nível de agregação do solo. Em PA e DE, a maior compactação do solo pode ter limitado a penetração da água e impedido que esta pudesse ter um efeito desagregador sobre o torrão. Por outro lado, o maior esboroamento em SAF pode ser devido à sua maior porosidade e permeabilidade à água. Neste caso, podem ser realizados outros testes participativos de campo para avaliar a agregação, como o esboroamento do solo com pressão suave dos dedos e observação de forma, tamanho e porosidade visível dos agregados (CHERUBIN; CHAVARRO-BERMEO; SILVA-OLAYA, 2019), a fim de validar ou não o resultado.

O resultado do teste participativo de *Agregação* difere do esperado, uma vez que o aumento dos teores de matéria orgânica do solo, a presença de raízes e fungos são importantes elementos para aumento da estabilidade dos agregados do solo (DÍAZ-ZORITA; PERFECT; GROVE, 2002; KONG et al., 2005; LAVELLE et al., 2016). As hifas de fungos filamentosos, favorecidos em solos com maior teor de matéria orgânica, promovem um "enlaçamento" e, assim, uma estabilização mecânica dos agregados (SUBBIAN; LAL; SUBRAMANIAN, 2000; VEZZANI, 2015), ao passo que a glomalina, substância produzida por micorrizas, contribui como agente cimentante dos agregados (RILLIG, 2004).

A maior cobertura vegetal do solo e os maiores teores de matéria orgânica em SAF também devem ter contribuído para o maior teor de umidade, observada tanto em laboratório como no teste participativo (Tabela 1 e Figura 9, respectivamente). A cobertura viva e morta do solo favorece a infiltração da água, ao mesmo tempo em que reduz a evaporação do solo, contribuindo com um maior teor de umidade. Além disso, a matéria orgânica ligada a minerais do solo tem elevado potencial de aumentar a capacidade de retenção de água (FAO, 2015, p.74). No horizonte B, os efeitos da matéria orgânica e da vegetação sobre a umidade parecem ser menos expressivos.

Na discussão coletiva dos resultados, o aumento da umidade foi recorrentemente apontado pelos estudantes da EFAMJ como resultado de processos de estruturação e auto-organização do solo, gerados pela interação da cobertura do solo com micro e macrorganismos (Quadro 4, Capítulo 1 desta dissertação). Conforme já mencionado, os estudantes entendem que a cobertura do solo com matéria orgânica aumenta sua atividade biológica, a qual, por sua vez, promove maior estruturação e porosidade do solo. Isto resulta em um efeito combinado de aumento da infiltração, absorção e retenção de água no solo (Quadro 4, Capítulo 1 desta dissertação), em acordo com a literatura científica (CARDOSO et al., 2013; FAO, 2015; LAVELLE et al., 2016).

4.2 Análise química

O valor de pH em H₂O é maior em DE, embora não tenha sido realizada calagem ou correção do solo nesta área, de acordo com os educadores da EFAMJ. Tal valor (7,2) está acima do nível crítico estabelecido para milho (6,6) e feijão (6,5) no semiárido. Para SAF e PA, os valores de pH (5,52 e 5,40, respectivamente) (Tabela 2) estão abaixo do nível crítico estabelecido (SOUZA et al., 2014).

P disponível em SAF (40,65 mg/dm³) é expressivamente maior do que em PA (17,4 mg/dm³) e DE (23,8 mg/dm³), e é considerado adequado para solos de textura média; já os teores em PA e DE são próximos e são considerados médios (BRAZÃO E SILVA, 2018). Os teores de P encontrados para as três áreas (SAF, PA e DE) estão acima dos níveis críticos propostos para agricultura de subsistência de milho (8,6 mg/dm³) e feijão (8,2 mg/dm³) para o Semiárido Brasileiro (SOUZA et al., 2014). Segundo Sobral et al. (2015) o nível de P em função do teor de argila, para SAF, PA e DE é considerado adequado (> 15mg/dm³).

O elevado teor de MO presente principalmente no horizonte A das três áreas (Tabela 2) contribui para os altos níveis de P encontrados. A degradação gradual da matéria orgânica libera P e outros nutrientes para as plantas, como N e S (FAO, 2015). O maior teor de MO em SAF pode explicar o maior teor de P encontrado neste agroecossistema (SUBBIAN; LAL; SUBRAMANIAN, 2000). Além disso, a matéria orgânica do solo reduz a adsorção de P pelos óxidos de ferro e alumínio (PEREIRA et al., 2010), comuns em Argissolos, mantendo maiores níveis de P disponível para as plantas. Este efeito da matéria orgânica é evidenciado pelos maiores valores de fósforo remanescente (P-rem) em SAF, indicando que este solo apresenta uma menor capacidade de adsorção de P e de tamponamento de fosfatos (DE ARRUDA et al., 2017).

Os valores de P-rem obtidos para SAF_A (45,85 mg/L), PA_A (42,33 mg/L) e DE_A (40,00 mg/L) são similares aos obtidos para solo de textura similar no semiárido paraibano, como Latossolo Amarelo (44,9 mg/L) (DE ARRUDA et al., 2017).

Com base no valor médio de P-rem para SAF, o teor de P (mg/kg) desta área pode ser considerado bom (DE ARRUDA et al., 2017). Segundo estes mesmo autores, em função do valor de P-rem obtido em PA, o teor de P é considerado muito baixo (DE ARRUDA et al., 2017).

O maior acúmulo de resíduos orgânicos no horizonte superficial em SAF, promovido pela poda e queda de biomassa da vegetação, pode ter contribuído para os maiores valores de N-total, P, Ca⁺² e Mg⁺² trocável em SAF, em relação a PA e DE. Pelo mesmo motivo, o manejo agroflorestal pode ter contribuído para maiores teores absolutos de MO e COT neste agroecossistema (SACRAMENTO et al., 2013), sobretudo no horizonte A (Tabela 2).

O teor de MO encontrado em SAF_A (3,96 dag/kg) é bem superior ao sugerido como nível crítico para o cultivo de milho (0,73 dag/kg) e feijão caupi (0,75dag/kg) para o semiárido (SOUZA et al., 2014). Os teores de PA_A (1,90 dag/kg) e DE_A (2,16 dag/kg) também estão acima do nível crítico apresentado (SOUZA et al., 2014).

Em PA e DE pode ter havido um declínio nos teores de matéria orgânica, em decorrência da menor taxa de adição de MO. Quando a adição de matéria orgânica é menor que a taxa de decomposição, há redução dos níveis de MO (FAO, 2015).

SAF_A apresenta maiores valores absolutos de COT (22,94 g/kg) do que os encontrados em outros sistemas agroflorestais avaliados no semiárido do Ceará, em um Luvissole Órtico

Crômico Típico (MAIA et al., 2008). Estes autores encontraram em um sistema agrossilvipastoril um teor médio de COT de 14,30 g/kg, ao passo que em um sistema silvipastoril o teor médio foi de 19,9 g/kg. Em um trabalho posterior, estes mesmos sistemas apresentaram valores mais altos para COT, 15,7 g/kg e 23,8 g/kg, respectivamente (MORAES et al., 2011).

Em outro estudo, realizado em um Neossolo Flúvico do semiárido paraibano, os valores de COT (0-15cm de profundidade), para três sistemas agroflorestais avaliados, variaram de 7,82 a 10,34 g/kg (SOUSA et al., 2013), todos inferiores ao encontrado para SAF_A (Tabela 2). Neste mesmo estudo, um sistema de monocultivo de palma forrageira (*Opuntia ficus*) apresentou um valor médio de 8,13 g/kg para COT (SOUSA et al., 2013), valor inferior ao encontrado para PA_A (11,0 g/kg, Tabela 2).

Nos trópicos, a manutenção e manejo do COT do solo é crítico para fortalecer a qualidade do solo, na medida em que contribui com uma maior retenção de nutrientes e permite a disponibilização gradual de minerais ao longo do tempo (SUBBIAN; LAL; SUBRAMANIAN, 2000). O COT é também a fonte de energia para a cadeia trófica do solo e é um elemento determinante para sua atividade biológica.

O constante aporte de biomassa em SAF contribui também para o maior valor de soma de bases (SB) encontrado neste agroecossistema para o horizonte A (Tabela 2). Os menores valores de SB encontrados em PA, no horizonte A, podem ser explicados pelo fato deste ser um agroecossistema de uso mais intensivo do solo, com alta densidade de plantas de uma mesma espécie, com permanente exportação de material vegetal, sem reciclagem de biomassa e com adubação insuficiente. A palma forrageira é uma cultura exigente em Ca⁺², Mg⁺² e K (ROCHA, 2012; FAO, 2017), de modo que nos plantios adensados é importante promover a reposição desses macronutrientes.

Embora o manejo agroflorestal possa ter contribuído com os maiores valores absolutos de SB em SAF_A, o mesmo padrão não foi observado no horizonte B (Tabela 2). Conforme já foi discutido, o efeito em profundidade de sistemas agroflorestais sobre a qualidade do solo demanda mais tempo de manejo, sobretudo em regiões semiáridas, onde há naturalmente uma menor produção de fitomassa (SACRAMENTO et al., 2013). O histórico de uso da área em DE, com longo período de intensa adubação orgânica, também pode explicar o resultado encontrado para o horizonte B (Tabela 2)..

Os maiores valores de N-total para SAF e os menores para PA, em ambos os horizontes, também podem ser explicados pela dinâmica de ciclagem e exportação de nutrientes que ocorre em cada agroecossistema. O maior acúmulo de matéria orgânica em SAF, com o predomínio da biomassa de leguminosas arbustivas e arbóreas, com baixa relação C:N, pode ter contribuído com o maior teor de N-total nesta área (Tabela 2). Em PA, o monocultivo adensado de palma demanda grandes quantidades do nutriente, ao mesmo tempo em que não promove sua reposição.

No horizonte A, o maior valor de T encontrado para DE pode ser explicado pelo histórico de uso da área, destinada ao plantio de banana e pinha ao longo de catorze anos, com intensa adubação orgânica. O parâmetro T reflete o total de cargas negativas existentes no solo, incluindo as ocupadas por H^+ e Al^{3+} , e representa o potencial do solo em reter cátions (BRAZÃO E SILVA, 2018). Segundo os professores da EFA Mãe Jovina, não foi feita calagem ou qualquer correção da acidez nesta área recentemente.

Estercos e compostos orgânicos são capazes de promover melhoria na qualidade do solo a longo prazo, ao contribuírem com o aumento do COT do solo e afetarem sua qualidade física, química e biológica (D'HOSE et al., 2012). A matéria orgânica do solo é um dos seus principais coloides e apresenta elevada capacidade de troca de cátions (BRAZÃO E SILVA, 2018), o que pode explicar o maior valor de T em DE_A .

Neste mesmo sentido, pode-se compreender o maior valor de saturação de bases (V%) para DE, em relação a SAF e PA, em ambos os horizontes (Tabela 3). O parâmetro V% é um importante indicativo da qualidade química do solo (RONQUIM, 2010). De acordo com os valores apresentados para cada área, os três solos podem ser caracterizados como eutróficos, por apresentarem $V\% > 50\%$. Em DE, a elevada saturação de bases (92,6%) associada a um pH próximo da neutralidade (7,2) confere uma boa condição de fertilidade química (SOUZA et al., 2014).

Os maiores níveis de K encontrados em DE também podem ser devidos ao longo histórico de adubação orgânica na área. Para as três áreas estudadas, os valores de K estão bem acima de 60 mg/dm^3 , o que permite classificá-los como de alto teor (SOBRAL et al., 2015).

Na avaliação participativa do solo, os estudantes atribuíram maiores valores para os parâmetros *Coloração* e *Matéria orgânica leve* para SAF (Figura 9), o que está em acordo

com o melhor desempenho geral encontrado nos testes analíticos. Os estudantes atribuíram tal resultado à maior ciclagem de matéria orgânica e de nutrientes promovida pelas podas no manejo agroflorestal (Quadro 4, Capítulo 1).

Naturalmente, o número reduzido de parâmetros químicos avaliados no teste participativo limita a avaliação da fertilidade dos solos ao teor de matéria orgânica. Neste sentido, indicadores de sanidade vegetal (como aparência das folhas, crescimento de plantas e incidência de doenças) podem contribuir para ampliar e qualificar esta avaliação (NICHOLLS et al., 2004). A avaliação da comunidade de plantas espontâneas de cada agroecossistema é outra informação comumente utilizada por agricultores para investigar a qualidade química dos solos (BARRIOS; TREJO, 2003; BARRIOS et al., 2006).

4.3 Análise microbiológica

Duas hipóteses podem explicar os menores valores de EspN, EspV e EspT para SAF em comparação com os demais agroecossistemas. Esporos são considerados estruturas reprodutivas de estresse (CARDOSO et al., 2003), de modo que a melhor qualidade ambiental em SAF (menor variação climática, maior umidade) explicaria a menor presença de esporos nesta área. Outros autores atribuem uma menor esporulação nas camadas superficiais do solo a maiores teores de P (SOUZA et al., 2003; DA SILVA et al., 2007; DE MELLO et al., 2012), o que também está de acordo com o encontrado na presente pesquisa.

As quantidades de esporos totais por grama de solo obtidas no presente trabalho (SAF, PA e DE) estão muito acima das encontradas por outros estudos para o Semiárido Brasileiro. A quantidade máxima de esporos em solos sob plantio de leguminosas arbóreas no semiárido alagoano foi de 8,74 esporos/g de solo (SILVA et al., 2007). A média geral deste parâmetro para Regossolos e Planossolos, também em Alagoas, foi de 2,61 esporos/g de solo (SOUZA et al., 2003).

Em outro estudo, a maior média para esporos totais em 50g de solo foi de 275 esporos (SOUSA et al., 2014), valor bem inferior ao mínimo observado na presente pesquisa (739,7 esporos/50g de solo, em SAF) (Tabela 6).

A quantidade de esporos por grama de solo obtida em PA (21,9) foi bem superior à encontrada em duas áreas sob cultivo de palma forrageira e frutíferas no semiárido de

Pernambuco, cujos valores médios foram de 4,9 e 2,6 esporos por grama de solo (MERGULHÃO et al., 2013).

DE pode apresentar elevado potencial de infectividade para FMA, diante da elevada quantidade de esporos encontrada (29,1 EspT/g solo) (Tabela 6). É notável que o número de esporos seja notadamente maior nesta área, onde praticamente não há cobertura vegetal no período seco. A alta produção de esporos pode ser uma estratégia de resistência da comunidade de FMA em DE, como forma de aumentar a tolerância a certas condições desfavoráveis (HART et al., 2001; CARDOSO et al., 2003), como a menor disponibilidade de recursos (plantas hospedeiras, por exemplo) e as altas temperaturas do solo descoberto.

É possível que o resultado da avaliação participativa da qualidade biológica do solo também revele maior estresse e degradação ambiental em DE e melhores condições em SAF, embora tal interpretação não seja conclusiva. Ao contato do solo com água oxigenada, foi observada maior efervescência em DE em relação à SAF (Figura 9), o que revela uma maior atividade de enzimas do grupo das peroxidases na primeira área.

Peroxidases constituem um conjunto complexo de enzimas, cuja expressão aumenta em condições de estresse oxidativo (SINSABAUGH, 2010). Formas de uso da terra que promovam a diminuição do C orgânico tendem a aumentar as atividades oxidativas, como a das peroxidases (SINSABAUGH, 2010), o que poderia explicar a maior efervescência observada em DE em relação a SAF.

No entanto, outros estudos encontraram maior atividade de peroxidases justamente em solos mais conservados (GARCIA et al., 1997) e com manejo orgânico, quando comparados a solos com manejo convencional (CARDELLI et al., 2005). Neste último estudo, os autores atribuíram a maior atividade da peroxidase no solo sob manejo orgânico ao maior teor de matéria orgânica e à maior agregação, que aumenta a presença de O₂ no solo (CARDELLI et al., 2005). Tal interpretação tornaria os resultados da presente pesquisa contraditórios, uma vez que SAF apresentou menor atividade enzimática em relação a DE, mesmo com maior porosidade total (Tabela 1) e teor de matéria orgânica (Tabela 2).

Deste modo, torna-se necessário uma revisão mais aprofundada em torno do papel das peroxidases no solo, no intuito de se obterem parâmetros mais claros para a interpretação do teste com água oxigenada e sua aplicação em avaliações participativas da qualidade do solo.

Em outros estudos em que este teste foi utilizado, a maior efervescência foi associada a uma maior qualidade do solo (NICHOLLS et al., 2004; ARRUDA et al., 2012).

5. CONCLUSÃO

Os métodos participativo e analítico de avaliação da qualidade do solo apontaram tendências similares de desempenho para os parâmetros físicos, químicos e biológicos estudados. Ambas as abordagens apontaram o sistema agroflorestal como o agroecossistema com melhor qualidade do solo. SAF obteve maior pontuação em sete dos nove parâmetros avaliados participativamente pelos estudantes da EFAMJ.

Os resultados dos testes analíticos indicam que a abordagem participativa de avaliação do solo ofereceu uma satisfatória interpretação em campo da qualidade do solo nos diferentes agroecossistemas, a despeito de resultados conflitantes no teste de *Agregação* e não conclusivos no teste de *Atividade microbológica*.

Nos testes analíticos, o efeito das diferentes formas de uso do solo sobre sua qualidade é mais evidente no horizonte A, onde SAF diferenciou-se mais de PA e DE, com maiores valores para importantes parâmetros químicos, como MO, SB e N-Total. Entre os parâmetros físicos, valores associados a uma melhor qualidade do solo em SAF para Ds, PT, RSP e IEA indicam que o manejo agroflorestal contribui com a melhoria da qualidade física do solo, conforme também apontado pelos testes participativos. Tal aspecto é crucial para o estabelecimento de sistemas produtivos sustentáveis, adaptados e resilientes à condição semiárida.

O menor número de esporos de fungos micorrízicos encontrado em SAF também indica a existência de condições edáficas e ambientais mais favoráveis nesta área. Já a maior quantidade de esporos em DE pode ser uma estratégia de resistência para superar condições desfavoráveis do solo, como baixa presença de plantas hospedeiras e elevada temperatura.

Neste agroecossistema, a adubação orgânica de longo prazo pode explicar as boas condições de fertilidade química encontradas na área, embora a avaliação de parâmetros físicos sugere um processo de degradação física do solo em curso no local.

A diversificação biológica pode ser uma importante estratégia para a melhoria da qualidade do solo, tanto em DE como em PA, que apresentou menores valores para

importantes parâmetros químicos, além de elevada Ds e RSP e a menor PT. A introdução e manejo de espécies de serviço (árvores, arbustos e anuais) adaptadas às condições edafoclimáticas locais pode contribuir com o aumento da ciclagem de biomassa e energia no solo, de sua atividade biológica e de seus processos de auto-organização.

São necessários mais estudos de avaliação da qualidade do solo na região específica do semiárido baiano estudada. As pesquisas com qualidade do solo em sistemas agroflorestais encontrados na literatura para o Semiárido Brasileiro são de solos e contextos ambientais diferentes ao desta pesquisa, de modo que a comparação e discussão de dados ficam limitadas.

No presente contexto de construção social do conhecimento em solos e Agroecologia junto a estudantes de uma escola família agrícola, o uso integrado de métodos analíticos e participativos de avaliação da qualidade do solo contribuiu para um maior aprofundamento no estudo das propriedades, processos e funções do solo. A aproximação dos saberes local e científico numa perspectiva dialógica e colaborativa facilitou a interpretação dos resultados pelos participantes, bem como a identificação de práticas e estratégias para o manejo agroecológico e regenerativo dos solos.

A presente pesquisa reforça a abordagem sistêmica da qualidade do solo, segundo a qual a capacidade de o solo funcionar é determinada pelo seu nível de auto-organização, que por sua vez resulta da intensidade dos fluxos de matéria e energia estabelecidos pela interação entre a comunidade vegetal e a biota do solo. Sistemas agroflorestais otimizam esses fluxos e são uma importante estratégia para a melhoria da qualidade do solo no Semiárido Brasileiro.

6. BIBLIOGRAFIA

AGUIAR, M. I. et al. Carbon sequestration and nutrient reserves under different land use systems. **Revista Árvore**, v. 38, n. 1, p. 81–93, 2014.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Un Metodo Agroecologico Rapido para la Evaluación de la Sostenibilidad de Cafetales. **Manejo integrado de plagas y Agroecología**, n. 64, p. 17–24, 2002.

ALTIERI, M. A; NICHOLLS, C. I. Agroecology Scaling Up for Food Sovereignty and Resiliency. **Sustainable Agriculture Reviews**, v. 11, p. 1–29, 2012.

ALVES, R. N. et al. Relação entre qualidade e liberação de N por plantas do semiárido usadas como adubo verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 11, p. 1107–1114, 2011.

ARRUDA, L. E. V. ; BATISTA, R. O. ; VALE, H. S. M. ; COSTA, L. R.; SILVA, K. B. Uso de metodologia participativa na obtenção de indicadores da qualidade do solo em Mossoró-RN. **Revista Verde**, v. 7, p. 25–35, 2012.

AUDEH; S.J.S; LIMA, CLÁUDIA RODRIGUES DE; CARDOSO, I.M.; CASALINHO, H. D.; JUCKSCH, I. Qualidade do solo: uma visão etnopedológica em propriedades agrícolas familiares produtoras de fumo orgânico. Soil quality: an etnopedologic vision in organic tobacco family farms. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 3, p. 34–48, 2011.

BARRIOS, E.; COUTINHO, H.; MEDEIROS, C. **InPaC-S: Integracao Participativa de Conhecimientos sobre Indicadores de Qualidade do Solo**. Nairobi: World Agroforestry Center (ICRAF), Embrapa, CIAT, 2011.

BARRIOS, E.; TREJO, M. T. Implications of local soil knowledge for integrated soil management in Latin America. **Geoderma**, v. 111, n. 3–4, p. 217–231, 2003.

BARRIOS, E. et al. Indicators of soil quality: A South-South development of a methodological guide for linking local and technical knowledge. **Geoderma**, v. 135, p. 248–259, 2006.

BRAZÃO E SILVA, S. **Análise de solo para ciências agrárias**. 2a. ed. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2018.

BÜNEMANN, E. K. et al. Soil quality – A critical review. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 120, n. September 2017, p. 105–125, 2018.

CACHO, M. M. T. Z. ET AL. Bringing agroecology to scale: key drivers and emblematic cases. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 42, n. 6, p. 637–665, 2018.

CARDOSO, E. J. B. N. et al. Soil health: Looking for suitable indicators. What should be considered to assess the effects of use and management on soil health? **Scientia Agrícola**, v.

70, n. 4, p. 274–289, 2013.

CARDOSO, I. M. et al. Distribution of mycorrhizal fungal spores in soils under agroforestry and monocultural coffee systems in Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 58, p. 33–43, 2003.

CASALINHO, L.; LIMA, A. C. R. Integração de conhecimentos na construção de uma metodologia para avaliação da qualidade do solo. In: **Solos e Agroecologia**. 1a. ed. Brasília: Embrapa, 2018. p. 373.

CHERUBIN, M. R.; CHAVARRO-BERMEJO, J. P.; SILVA-OLAYA, A. M. Agroforestry systems improve soil physical quality in northwestern Colombian Amazon. **Agroforestry Systems**, v. 93, p. 1741–1753, 2019.

CLIMATE-DATA.ORG. **Climate-Data**. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/americado-sul/brasil/rio-grande-do-norte/ruy-barbosa-312377/?amp=true>>.

DA SILVA, L. X. et al. Arbuscular mycorrhizal fungi in plantations of leucaena and mimosa in pernambuco state. **Revista Arvore**, v. 31, n. 3, p. 427–435, 2007.

DE ARAÚJO, A. L. et al. Evaluation of soil structure using participatory methods in the semiarid region of Brazil. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 44, n. 3, p. 411–418, 2013.

DE ARRUDA, J.A.; ESTRELA, J.W.M.; FREIRE, J.L.O.; SANTOS, S. J. A. Fósforo remanescente em solos do Seridó Paraibano. **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, v. 1, n. 35, p. 42, 2017.

DE MELLO, C. M. A. et al. Diversidade de fungos micorrízicos arbusculares em área de caatinga, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 4, p. 938–943, 2012.

DÍAZ-ZORITA, M.; PERFECT, E.; GROVE, J. H. Disruptive methods for assessing soil structure. **Soil and Tillage Research**, v. 64, n. 1–2, p. 3–22, 2002.

FAO; ITPS. **Status of World's Soil Resources: Main Report**. 1st. ed. Roma: FAO (Food and Agriculture Organization), 2015.

FAO. **Revised World Soil Charter**. Roma: FAO (Food and Agriculture Organization), 2015.

FAO. **CROP ECOLOGY, CULTIVATION AND USES OF CACTUS PEAR**. Roma: FAO (Food and Agriculture Organization), 2017. v. 20

FAO. **Scaling Up Agroecology Initiative: Transforming Food and Agricultural systems in Support of the SDGs**. Roma: FAO (Food and Agriculture Organization), 2018.

FIALHO, J. S. et al. Soil quality, resistance and resilience in traditional agricultural and agroforestry ecosystems in Brazil's semiarid region. **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 40, p. 5020–5031, 2013.

FILHO, C. C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. O teor de carbono orgânico num latossolo roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo de amostras. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 22, n. 3, p. 527–538, 1998.

- FRANCO, F.S.; COUTO, L.; DE CARVALHO, A.F.; JUCKSCH, I.; FILHO, E. I. FERNANDES; SILVA, E.; NETO, J. A. A. M. Quantificação De Erosão Em Sistemas Agroflorestais E Convencionais Na Zona Da Mata De Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 26, n. 64, p. 751–760, 2002.
- HART, M. M.; READER, R. J.; KLIRONOMOS, J. N. Life-history strategies of arbuscular mycorrhizal fungi in relation to their successional dynamics. **Mycologia**, v. 93, n. 6, p. 1186–1194, 2001.
- KONG, A. Y. Y. et al. The Relationship between Carbon Input, Aggregation, and Soil Organic Carbon Stabilization in Sustainable Cropping Systems. **Soil Science Society of America Journal**, v. 69, n. 4, p. 1078–1085, 2005.
- MAIA, S.M.F.; XAVIER, F. A. S. .; DE OLIVEIRA, T.S.; MENDONÇA, E. S. .; FILHO, J. A. A. Frações de nitrogénio em Luvisolo sob sistemas agroflorestais e convencional no semi-árido cearense. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 32, n. 1, p. 381–392, 2008.
- MAIA, S. M. F. et al. Organic carbon pools in a Luvisol under agroforestry and conventional farming systems in the semi-arid region of Ceará, Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 71, n. 2, p. 127–138, 2007.
- MALÉZIEUX, E. Designing cropping systems from nature. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 32, n. 1, p. 15–29, 2012.
- MERGULHÃO, A. C. E. S. et al. Ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares na cultura da palma no semiárido pernambucano. In: **II Iberoamerican Conferences on Beneficial Plant-Microorganism- Environment Interactions**. Sevilha: Universidad de Sevilla, 2013. p. 246–247.
- MORAES, G. M. DE et al. Chemical and structural characterization of soil humic substances under agroforestry and conventional systems. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 5, p. 1597–1608, 2011.
- NCIIZAH, A. D.; WAKINDIKI, I. I. C. Physical indicators of soil erosion, aggregate stability and erodibility. **eeA rapid, farmer-friendly agroecological method to estimate soil quality and crop health in vineyard systems**. **Biodynamics**, n. Outono, p. 33–40, 2004.
- NIERO, L. A. C. et al. Avaliações visuais como índice de qualidade do solo e sua validação por análises físicas e químicas em um latossolo vermelho distroférico com usos e manejos distintos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 4, p. 1271–1282, 2010.
- PEREIRA, M.G; LOSS, A.; BEUTLER; S.J.; TORRES, J. L. R. Carbono, matéria orgânica leve e fósforo remanescente em diferentes sistemas de manejo do solo. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 45, n. 5, p. 508–514, 2010.
- PIMENTEL, D.; BURGESS, M. Soil erosion threatens food production. **Agriculture (Switzerland)**, v. 3, n. 3, p. 443–463, 2013.
- REYNOLDS, W. D. et al. Indicators of good soil physical quality: Density and storage parameters. **Geoderma**, v. 110, n. 1–2, p. 131–146, 2002.

RILLIG, M. C. Arbuscular mycorrhizae, glomalin, and soil aggregation. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 84, n. 4, p. 355–363, 2004.

ROCHA, J. E. S. **Palma Forrageira no Nordeste do Brasil: Estado da Arte**. 1a. ed. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2012.

RONQUIM, C. C. **Conceitos em fertilidade do solo e manejo adequado para regiões tropicais**. 1a. ed. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010.

SÁ, L. B. .; CUNHA, T.J.F.; TEIXEIRA, A. H. C. .; ANGELOTTI, F.; DRUMOND, M. A. Processos de desertificação no Semiárido brasileiro. In: **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Petrolin: [s.n.]. p. 127–158.

SACRAMENTO, J. A. A. S. DO et al. Soil carbon and nitrogen stocks in traditional agricultural and agroforestry systems in the semiarid region of Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 3, p. 784–795, 2013.

SALTON, J. C. et al. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 32, n. 1, p. 11–21, 2008.

SILVA, G. L. et al. Soil physical quality of Luvisols under agroforestry, natural vegetation and conventional crop management systems in the Brazilian semi-arid region. **Geoderma**, v. 167–168, p. 61–70, 2011.

SOBRAL, L.F.; BARRETO, M.C.V.; SILVA, A.J.; ANJOS, J. L. **Guia Prático para Interpretação de Resultados de Análises de Solo**. 1a. ed. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015.

SOUSA, C.S.; MENEZES, R.S.C.; SAMPAIO, E.V.S.B.; LIMA, F.L; OEHL, F.; MAIA, L. C. Fungos micorrízicos arbusculares em sistemas agroflorestais e sistemas tradicionais de uso da terra no semi-árido do Nordeste do Brasil. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 35, n. 3, p. 307–314, 2013.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2a. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.

SOUSA, C. S. et al. Arbuscular micorrhizal fungi in successional stages of Caatinga in the semi-arid region of Brazil. **Ciência Florestal, Santa Maria**, v. 24, n. 1, p. 137–148, 2014.

SOUZA, H.A.; CAVALCANTE, A. C. R. .; TONUCCI, R.G.; POMPEU, R.C.F.F.; DE SOUZA, M.C.M.R.; MAIA, C. E. Níveis críticos para atributos do solo pela distribuição normal reduzida em culturas anuais de subsistência. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 425–430, 2014.

SOUZA, R. G. et al. Diversidade e potencial de infectividade de fungos micorrízicos arbusculares em área de caatinga, na Região de Xingó, Estado de Alagoas, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 1, p. 49–60, 2003.

STÖCKER, C. M. et al. Short-term soil physical quality improvements promoted by an agroforestry system. **Agroforestry Systems**, v. 94, n. 5, p. 2053–2064, 2020.

SUBBIAN, P.; LAL, R.; SUBRAMANIAN, K. S. Cropping systems effects on soil quality in semi-arid tropics. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 16, n. 3, p. 7–38, 2000.

THOMAZINI, A. et al. Indicadores Participativos de Qualidade do Cafeeiro Conilon e do Solo em Sistema Agroflorestal e Convencional. **Bioscience Journal**, p. 1469–1478, 2013.

VAZ, C. M. P. et al. Modeling and correction of soil penetration resistance for varying soil water content. **Geoderma**, v. 166, n. 1, p. 92–101, 2011.

VICINI, L. **ANÁLISE MULTIVARIADA DA TEORIA À PRÁTICA**. Santa Maria: Monografia, 2005.

CONCLUSÕES GERAIS

O presente estudo corrobora a ideia de que processos locais e participativos de construção do conhecimento são importantes ferramentas para o fortalecimento da Agroecologia. A integração de métodos analíticos e participativos de avaliação da qualidade do solo contribuiu para um maior aprofundamento no estudo das propriedades, processos e funções do solo e ainda ofereceu diversas oportunidades para a reflexão conjunta de estratégias agroecológicas para o planejamento, (re)desenho e manejo dos agroecossistemas estudados. Tal abordagem foi capaz de apoiar a tomada de decisão em Agroecologia junto a educadores e estudantes e pode, portanto, contribuir com o avanço das práticas agroecológicas na EFAMJ.

No entanto, processos mais duradouros e continuados de pesquisa participativa são necessários para fundamentar uma conversão agroecológica mais consistente na escola, envolvendo educadores e estudantes. Projetos colaborativos de experimentação em Agroecologia, amparados pelos conhecimentos científico e local, são estratégias promissoras para impulsionar a transição agroecológica na escola.

O caráter dialógico, participativo e dinâmico da metodologia adotada é importante para animar processos de construção de conhecimento, sobretudo no trabalho com jovens. Entre os professores, a metodologia participativa utilizada contribuiu para a reflexão de suas práticas docentes e ofereceu novas possibilidades de linguagem e forma para os processos de ensino-aprendizagem adotados.

Na avaliação da qualidade dos solos, os métodos participativo e analítico adotados apontaram tendências similares de desempenho para os parâmetros físicos, químicos e biológicos estudados. Ambas as abordagens identificaram o sistema agroflorestal como o agroecossistema com melhor qualidade do solo, sobretudo no horizonte superficial. SAF obteve maior pontuação em sete dos nove parâmetros avaliados participativamente pelos estudantes da EFAMJ e melhor desempenho para importantes variáveis químicas (como MO, SB e N-Total) e físicas (Ds, PT, RSP e IEA).

Os demais agroecossistemas apresentaram sinais de perda de qualidade química e física (PA) e física (DE) do solo, por conta das estratégias de uso adotadas. A diversificação biológica, com uso de espécies adaptadas às condições edafoclimáticas locais, que contribuam com o aumento da ciclagem de biomassa e de energia no solo, foi a estratégia adotada na

estruturação do sistema agroflorestral avaliado e é uma importante medida para a melhoria da qualidade do solo em PA e DE.

A literatura científica de avaliação da qualidade do solo em sistemas agroflorestrais encontrada para o Semiárido Brasileiro é referente a contextos edáficos, sociais e ambientais diferentes ao da presente pesquisa, o que limita a comparação e discussão de dados. Deste modo, mais estudos de avaliação da qualidade do solo na região específica de Ruy Barbosa fazem-se necessários.

O presente trabalho reitera a abordagem sistêmica da qualidade do solo, segundo a qual o nível de auto-organização do solo resulta da intensidade dos fluxos de matéria e energia estabelecidos pela interação entre plantas e a biota edáfica. Este nível de auto-organização, por sua vez, determina a capacidade do solo exercer suas funções (VEZZANI; MIELNICZUK, 2009). Na medida em que os sistemas agroflorestrais otimizam esses fluxos, constituem-se em importante estratégia para a melhoria da qualidade do solo no Semiárido Brasileiro.

ANEXOS

ANEXO I – Perguntas geradoras para grupo focal *Agroecologia e Educação*, realizado com edbucadores da EFA Mãe Jovina, na Etapa I da pesquisa.

. Perguntas geradoras

- A. Quando você escuta a palavra *Agroecologia*, qual a primeira coisa que vem à sua mente?
- B. Explique por que escolheu esta palavra.
- C. Qual sua importância para a região semiárida de Ruy Barbosa?
- D. Qual a importância de trabalhar a Agroecologia na formação desses jovens da EFA?
- E. Qual o maior desafio para trabalhar com a Agroecologia na formação desses jovens?

ANEXO II – Perguntas geradoras para grupo focal *Solos e Agroecologia*, realizado com educadores e estudantes da EFA Mãe Jovina, na Etapa I da pesquisa.

. Perguntas geradoras

- A. Que benefícios que o solo traz para o ser humano?
- B. Apresentem um elemento que indica que o solo é bom.
- C. Apresentem um elemento que indica que o solo é FRACO.
- D. O que causa degradação do solo?
- E. Como vocês podem orientar as pessoas para melhorar a qualidade do solo?
- F. O que acontece com o solo quando vocês adotam essas práticas? O que muda?
- G. Como isso afeta o desenvolvimento das plantas?
- H. Isso que a gente tá falando que pode fazer nas nossas áreas, já acontece na natureza?

ANEXO III – Ficha de avaliação participativa da qualidade do solo, utilizada pelos estudantes na Etapa I da pesquisa.

FICHA DE AVALIAÇÃO PARTICIPATIVA DA QUALIDADE DO SOLO

INDICADOR	DESCRIÇÃO	ÁREA 1	ÁREA 2	ÁREA 3
EROSÃO	1 Subsolo exposto (sem horizonte A) 5 Horizonte A < 10cm 10 Horizonte A > 10cm			
MACROORGANISMOS	1 Sem sinais de macrorganismos (minhocas e artrópodes) 5 Presença moderada de minhocas e artrópodes 10 Presença abundante de minhocas e artrópodes			
ATIVIDADE MICROBIOLÓGICA	1 Baixa efervescência 5 Efervescência moderada 10 Alta efervescência			
DISPERSÃO DE AGREGADOS	1 Alta dispersão, água turva ou com grande acúmulo de solo no fundo 5 Dispersão moderada 10 Água clara, agregados íntegros, pouco ou nenhum acúmulo de solo no fundo			
MATÉRIA ORGÂNICA LEVE	1 Pouca matéria orgânica (MO) em suspensão 5 Quantidade moderada de MO em suspensão 10 Muita MO em suspensão			
CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA	1 Quantidade de água retida pelo solo < 30mL 5 Quantidade de água retida 35 a 45 mL 10 Água retida > 50mL			
UMIDADE	1 Pouca umidade 5 Umidade moderada 10 Muita umidade			
COR e MATÉRIA ORGÂNICA	1 Cor pálida, sem matéria orgânica (MO) ou húmus 5 Cor pálida a avermelhada, quantidade moderada de MO 10 Solo bastante escuro, MO abundante			
COMPACTAÇÃO	1 Solo compactado, arame se curva facilmente 5 Fina camada compactada, alguma restrição à penetração do arame 10 Sem compactação, arame penetra facilmente			

ANEXO IV – Texto utilizado para leitura e discussão coletiva em torno do solo, junto a educadores e estudantes da EFA Mãe Jovina, na Etapa II da pesquisa.

O QUE É O SOLO?

Terra ou chão. Mistura de barro e areia. Área para construção de infraestruturas ou local para cultivo de alimentos e criação de animais. A definição do que é o solo é tão ampla quanto os usos que o ser humano faz dele. Mas podemos dizer que o solo é uma camada de material não consolidada (solta) que está assentada sobre rochas. É constituído de *minerais*, *matéria orgânica viva e morta*, além de *poros* (Figura 1), apresentando uma grande diversidade de cores, texturas e aptidões.

Considerando o Planeta todo como um GRANDE SER VIVO, o *SOLO é também uma parte VIVA* e fundamental para o bom funcionamento deste Organismo.

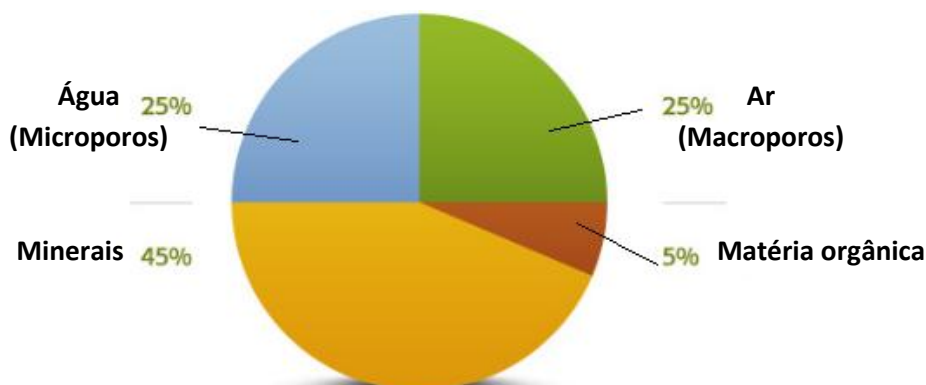


Figura 1 - Composição relativa do solo em volume. As proporções podem variar conforme as condições do solo.

A **Fração Mineral** do solo é constituída de argila, silte, areia e fragmentos minerais de maiores tamanhos e determina fortemente características como seu nível de acidez (pH) e teor de nutrientes. Essa natureza química do solo depende em grande parte da *rocha mãe* que lhe deu origem, bem como dos processos responsáveis pela formação do solo.

Já a **Fração Orgânica** tem sua *parte viva* – composta pelos organismos vivos que o habitam (plantas, animais, microrganismos) – e sua *parte não viva*, composta pelos resíduos desses seres.

Além destes elementos sólidos, os solos apresentam **Poros**, contendo **água e ar**. Tais poros têm grande importância para a infiltração, movimentação e retenção de água, além de favorecer o desenvolvimento radicular dos vegetais (Figura 2).

Poros grandes (*macroporos*) permitem a movimentação da água pelo perfil do solo e aumentam a aeração e o espaço para o desenvolvimento das raízes, que então aumentam sua capacidade de absorção de água e nutrientes. Já os *microporos* são importantes porque realizam a retenção e armazenamento da água.

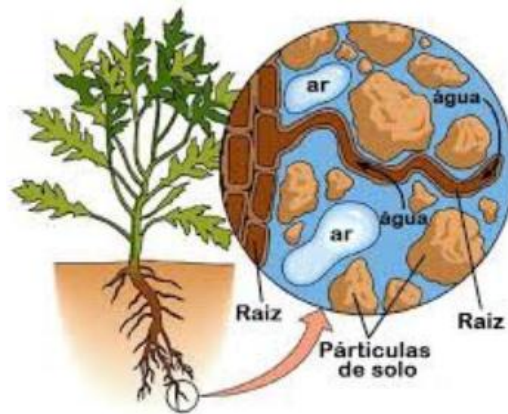


Figura 2 – Raízes, agregados e os poros do solo.

AS TRÊS NATUREZAS DO SOLO

Refletindo rapidamente sobre estas *frações* que constituem o solo, já podemos concluir que este é um componente complexo do Planeta e apresenta, ao mesmo tempo, características de três *naturezas*: a QUÍMICA (como o pH, teor de nutrientes e a capacidade de troca de cátions, CTC), a FÍSICA (estrutura, porosidade, resistência à penetração) e a BIOLÓGICA (atividade biológica, diversidade de microrganismos, diversidade de enzimas).

Conhecer e compreender melhor esta natureza complexa dos solos é importante para se adotar um uso que não só o conserve, mas MELHORE SUA QUALIDADE ao longo do tempo.

Os benefícios assim gerados irão muito além da melhoria das condições para a produção agropecuária. Isso porque os solos desempenham muitas outras **FUNÇÕES**, de grande importância para o ser humano e o ambiente (Figura 3).



Figura 3 – Algumas das múltiplas funções do solo.

Nas regiões quentes (tropicais), a ideia da *fertilidade* (ou seja, da riqueza de nutrientes) tem que ser substituída pela da “*vitalidade do solo*”. E a vida do solo depende da presença de matéria orgânica (MO). A decomposição da MO e as raízes das plantas liberam substâncias que agregam (ou “juntam”) o solo. É deste modo que são formados os *poros*, os quais permitem a entrada de ar, água e a expansão das raízes.

Assim, não se trata de enriquecer os solos tropicais com nutrientes para que produzam bem, mas de **vivificá-los** e possibilitar que o **sistema radicular se estenda** o máximo possível, o que só ocorre num solo permeável, poroso, com intensa atividade de raízes, microrganismos (fungos, bactérias) e macrorganismos (minhocas, cupins, formigas).

Em resumo: A lei fundamental da agricultura é que quanto maior o desenvolvimento radicular, tanto melhor a estrutura do solo. E quanto melhor a estrutura do solo, tanto maior é o sistema radicular. Deste modo, podemos concluir que: 1) a **RECUPERAÇÃO DO SOLO** é o restabelecimento da *estrutura porosa* e da *vida microbiana!*; 2) o único meio de manter a produtividade dos solos de regiões tropicais é a produção dirigida e periódica de substâncias agregantes.

- QUESTÕES PARA REFLEXÃO DO TEXTO -

1. Do que é constituído o solo?
2. Qual a função dos *macro* e *microporos*?
3. Observe as 5 funções do solo apresentadas na Figura 3. Você consegue compreender todas elas? Troquem ideias a respeito.
4. Considerando as CARACTERÍSTICAS e FUNÇÕES dos solos apresentadas, como você define um solo de qualidade? [Esta é uma questão para ELABORAÇÃO do grupo!]
5. Segundo o texto ‘*Cuidando do solo nas regiões tropicais*’, qual a importância da *vitalidade do solo*?

ANEXO V – Perguntas para avaliação escrita e final da pesquisa, respondida por educadores e estudantes da EFA Mãe Jovina, na Etapa II da pesquisa.

FICHA DE AVALIAÇÃO DA PESQUISA

1. O trabalho realizado contribuiu para seu aprendizado em Solos e em Agroecologia?

____ Muito

____ Mais ou menos

____ Pouco

2. O que você achou de mais positivo no trabalho?

3. O que você acha que pode melhorar?

4. O trabalho realizado contribuiu de algum modo para o ensino e o trabalho com a Agroecologia na Escola? Como?
