



**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE**  
**ESCOLA DE ENGENHARIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E MEIO AMBIENTE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU RESIDÊNCIA EM**  
**PRÁTICAS AGRÍCOLAS, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL**

**BRUNA MARRACCINI PRECIOSO DE OLIVEIRA**

**FERRAMENTAS E METODOLOGIAS PARTICIPATIVAS**  
**PARA ANÁLISE DA QUALIDADE DO SOLO**

Niterói - RJ  
2022

**BRUNA MARRACCINI PRECIOSO DE OLIVEIRA**

**FERRAMENTAS E METODOLOGIAS PARTICIPATIVAS PARA ANÁLISE  
DA QUALIDADE DO SOLO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Pós-graduação Lato Sensu Curso de Residência em Práticas Agrícolas, Assistência Técnica e Extensão Rural, da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Práticas Agrícolas, Assistência Técnica e Extensão Rural.

Orientador: Prof Dr. Gabriel Nuto Nóbrega

Niterói - RJ  
2022

Ficha catalográfica automática - SDC/BEE  
Gerada com informações fornecidas pelo autor

048f Oliveira, Bruna Marraccini Precioso de  
FERRAMENTAS E METODOLOGIAS PARTICIPATIVAS PARA ANÁLISE DA  
QUALIDADE DO SOLO / Bruna Marraccini Precioso de Oliveira. -  
2022.  
38 f.

Orientador: Gabriel Nuto Nóbrega.  
Monografia (residência)-Universidade Federal Fluminense,  
Escola de Engenharia, Niterói, 2022.

1. Solo. 2. Análise de solo. 3. Extensão rural. 4.  
Metodologias participativas. 5. Produção intelectual. I.  
Nóbrega, Gabriel Nuto, orientador. II. Universidade Federal  
Fluminense. Escola de Engenharia. III. Título.

CDD - XXX

BRUNA MARRACCINI PRECIOSO DE OLIVEIRA

**FERRAMENTAS E METODOLOGIAS PARTICIPATIVAS PARA ANÁLISE  
DA QUALIDADE DO SOLO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Pós-graduação Lato Sensu Curso de Residência em Práticas Agrícolas e Assistência Técnica e Extensão Rural, da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Práticas Agrícolas, Assistência Técnica e Extensão Rural

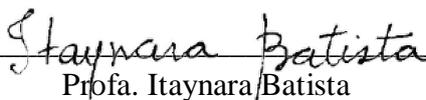
Aprovada em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 2022

**BANCA EXAMINADORA**



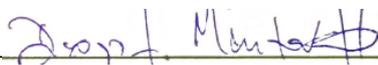
---

Prof. Dr. Gabriel Nuto Nóbrega (orientador)  
UFF – Universidade Federal Fluminense



---

Profa. Itaynara Batista  
UFF – Universidade Federal Fluminense



---

Diogo Fonseca Mantovanelli  
Eng.º. Agrônomo (UFRRJ). Mestre em Agroecologia e Desenvolvimento Rural  
(UFSCAR)

Niterói, RJ  
2022

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço aos agricultores familiares, verdadeiros professores de vida, que através da labuta diária alimentam a sociedade e muito nos ensinam sobre resistência, criatividade e esperança.

Agradeço ao orientador Professor Gabriel e a Professora Dirlane pelo auxílio na construção deste trabalho.

Agradeço aos colegas ruralinos engenheiros agrônomos que toparam fazer parte da banca e deste processo de conclusão de curso: Itaynara e Diogo.

Agradeço aos colegas de turma- também ruralinos- que compartilharam os desesperos e alívios nessa Residência, remando sempre juntos!

Agradeço ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Secretaria de Agricultura Familiar e Cooperativismo (SAF) pela oportunidade concedida através do TERMO DE EXECUÇÃO DESCENTRALIZADA Nº 25/2018, DE 20 DE DEZEMBRO DE 2018.

## RESUMO

O modelo de desenvolvimento agrícola predominante exige cada vez mais altos índices de produtividade para alimentar uma população também crescente, resultando em um cenário de alta degradação ambiental e problemas sociais. É urgente refletir sobre modelos de desenvolvimento rural sustentáveis, economicamente viáveis e socialmente justos. A extensão rural tem um papel fundamental nesse sentido para apoiar os agricultores e promover desenvolvimento rural a partir dos princípios da Agroecologia. Do ponto de vista agroecológico, a saúde do solo é o fator mais importante para a garantia da produtividade e qualidade de alimentos e da conservação ambiental. Nesse trabalho são apresentadas metodologias participativas de fácil acesso e baixo custo que possibilitam aos agricultores realizar análises do solo em que cultivam, permitindo o acompanhamento da evolução da qualidade do solo e da sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Foram abordados os métodos: caminhada transversal, mapa da comunidade, análise de textura e estrutura do solo, análise de acidez do solo, reconhecimento da matéria orgânica e biodiversidade do solo, pé de galinha para curva de nível e cromatografia de Pfeiffer.

**Palavras-chave:** extensão rural, saúde do solo, agroecologia

## **ABSTRACT**

The prevailing agricultural development model requires increasingly high levels of productivity to feed a growing population, resulting in a scenario of high environmental degradation and social problems. It is urgent to reflect on sustainable, economically viable and socially just rural development models. Rural extension plays a key role in this regard to support farmers and promote rural development based on the principles of Agroecology. From an agroecological point of view, soil health is the most important factor for ensuring food productivity and quality and environmental conservation. In this work, participatory methodologies of easy access and low cost are presented that allow farmers to carry out analyzes of the soil in which they cultivate, allowing the monitoring of the evolution of soil quality and the sustainability of agricultural systems. Methods: transversal walk, community map, soil texture and structure analysis, soil acidity analysis, recognition of organic matter and soil biodiversity, crow's foot for contour line and Pfeiffer's chromatography were addressed.

**Keywords:** rural extension, soil health, agroecology

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	9
<b>2 OBJETIVOS</b>	11
2.1 Objetivo Geral	11
2.2 Objetivos específicos	11
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b>	12
<b>3.1 ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL: HISTÓRICO E IMPORTÂNCIA</b>	12
<b>3.2 METODOLOGIAS PARTICIPATIVAS</b>	17
<b>3.3 SAÚDE DO SOLO</b>	20
<b>3.4 ANÁLISE E MANEJO DO SOLO ATRAVÉS DE MÉTODOS PARTICIPATIVOS</b>	22
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	23
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	24
<b>5.1 Caminhada transversal e Mapa da propriedade</b>	25
<b>5.2 Reconhecimento da textura e estrutura do solo</b>	26
<b>5.3 Reconhecimento da matéria orgânica e biodiversidade do solo</b>	29
<b>5.4 Plantio em curva de nível: “pé de galinha”</b>	31
<b>5.5 Análise de Acidez do solo</b>	32
<b>5.6 Cromatografia Pfeiffer</b>	32
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	35
<b>7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	36

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é conhecido por ser um dos maiores produtores de alimentos do mundo e a agropecuária se apresenta como um setor importante para o crescimento econômico do país (EHLERS, 2017). No entanto, muitos impactos socioambientais são desencadeados dessa atividade, entre os principais estão: o desmatamento nos diversos biomas do país, a perda da biodiversidade de fauna e flora, a contaminação e degradação dos recursos hídricos pelo constante uso de agroquímicos, bem como intoxicações dos trabalhadores ocasionadas pelos agrotóxicos (LOPES, 2011; SARKAR et al., 2020).

O modelo de desenvolvimento agrícola predominante exige cada vez mais altos índices de produtividade para alimentar uma população também crescente, porém baseado na degradação do meio ambiente, na dependência do petróleo e na monocultura, resultando em dificuldades de acesso à terra e a sementes, altos custos de produção, êxodo rural e empobrecimento da população rural (MELÃO, 2010).

É urgente refletir sobre modelos de desenvolvimento rural sustentáveis, economicamente viáveis e socialmente justos. Para o estabelecimento de agroecossistemas sustentáveis, não é possível separar os componentes socioeconômico e ecológico, que envolvem questões sociais, políticas e técnicas (DOMINGUEZ GARCIA, 2001). Nesse contexto, a Agroecologia aponta para um novo padrão de produção agropecuária que permita manter o equilíbrio do ambiente, assegurando também a qualidade de vida e a preservação dos conhecimentos tradicionais das populações rurais (CAMPOLIN; FEIDEN, 2011).

Atualmente, cada vez mais pesquisas são desenvolvidas buscando solucionar problemas socioeconômicos e ambientais no ambiente agrícola, em busca de estratégias viáveis aos agricultores familiares. Para além disso, a preocupação com a qualidade dos alimentos é crescente por parte dos consumidores (LOPES, 2011). Segundo Ana Primavesi, o solo é vivo e é a base de tudo. Em um solo doente, a planta que ali cresce estará doente e conseqüentemente, o ser humano que se alimenta dessas plantas também estará doente.

Sendo assim, os agricultores, técnicos e todos os profissionais ligados às ciências agrárias devem entender a importância da qualidade do solo para a produção de alimentos. Nesse sentido, a extensão rural tem um papel fundamental para apoiar e orientar os agricultores, promover desenvolvimento nas comunidades e fazer inclusive com que a

juventude veja a importância da atividade agrícola, e tenha interesse em permanecer com o trabalho no campo.

Para auxiliar neste processo, metodologias que permitam integrar os aspectos ambientais aos socioeconômicos e culturais dos sistemas devem ser trabalhadas. As metodologias participativas são ferramentas que auxiliam os técnicos e extensionistas no trabalho com a agricultura familiar, possibilitando o diálogo e a troca de conhecimentos científicos e tradicionais, e estão sendo cada vez mais difundidas e incentivadas pela extensão rural, como forma de entender as necessidades e particularidades de cada comunidade ou família, visando alcançar o desenvolvimento rural sustentável (CAMPOLIN; FEIDEN, 2011).

A partir das metodologias participativas, trocas de saberes e tecnologias sociais de fácil acesso e baixo custo, é possível aliar saberes científicos e tradicionais com o intuito de maior autonomia aos agricultores e sustentabilidade aos sistemas agrícolas. Nessa perspectiva, o objetivo deste trabalho é discutir o papel da extensão rural como facilitadora no processo de emancipação dos agricultores no que tange o conhecimento e a relação com o solo em que cultivam.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Explorar o conceito das metodologias participativas no contexto da análise do solo, com objetivo de incentivar maior autonomia ao agricultor no conhecimento das características do seu solo, bem como, avaliação das práticas de manejo e evolução da qualidade do solo ao longo do tempo.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Apresentar métodos simples, de baixo custo e fácil acesso para análise de atributos do solo;
- Discutir a viabilidade da utilização desses métodos no contexto da extensão rural;
- Promover a difusão das metodologias participativas para avaliar a saúde do solo.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL: HISTÓRICO E IMPORTÂNCIA

A troca de informações e experiências técnicas relacionadas às atividades agropecuárias sempre acompanharam o próprio desenvolvimento da humanidade. Historicamente, o processo educativo pelo qual os povos, desde o período Neolítico, compartilhavam e experimentavam saberes e modos de se relacionar com a natureza, aperfeiçoando métodos e técnicas de manejo e produção agropecuária, aponta a existência da extensão rural desde a antiguidade como um comportamento intrínseco dos seres humanos, embora não recebesse essa nomenclatura (CAPORAL, 1991).

A “Revolução Agrícola Neolítica” é considerada um marco histórico da Extensão Rural, pois com a expansão geográfica dos povos nômades, as técnicas de cultivo e utensílios necessários para o trabalho da terra, inventados pelo homem foram divulgados em suas migrações para formação de novos aldeamentos, em consequência da coexistência de grupos diferentes ou através de um mercado de trocas (CAPORAL, 1991).

No Brasil, o início da extensão rural ocorreu no final da década de 1920, com a implantação da Escola Superior de Agricultura e Veterinária (ESAV), atual Universidade Federal de Viçosa (UFV). A primeira ação de extensão rural institucionalizada no país foi a Semana do Fazendeiro realizada pela ESAV em 1929 e teve como objetivo “transferir, a médios e pequenos produtores rurais e suas famílias, os recentes desenvolvimentos científicos da instituição” (PEIXOTO, 2008; BORGES, et. al., 2000).

O desenvolvimento da extensão rural no Brasil teve forte relação com o processo de difusão do capitalismo no campo, determinada pelas exigências dos modos de produção dominantes (FONSECA, 1985; CAPORAL, 1991; VIEBRANTZ, 2008; PEIXOTO, 2008; SANTOS, LUSA, 2014). A partir do período da Guerra Fria, esse processo é observado com mais força uma vez que “Os Estados Unidos pretendiam se consolidar enquanto hegemonia, difundindo ideias, métodos e técnicas capitalistas pelo mundo inteiro, diminuindo assim, o poder dos países socialistas. Havia também, o receio de que países mais pobres e com alto índice de fome fossem mais receptivos às propagandas comunistas, o que fez com que o governo americano iniciasse um programa

de assistência aos países mais pobres, principalmente os da América.” (VIEBRANTZ, 2008)

Neste contexto, ocorre a institucionalização dos serviços de assistência técnica e extensão rural no Brasil, a partir do final de 1948 com a criação da ACA (Associação de Crédito e Assistência Rural) em Minas Gerais, com estímulos estabelecidos pelos Estados Unidos, por meio da Associação Internacional Americana para o Desenvolvimento Social e Econômico (AIA), entidade filantrópica ligada à família Rockefeller. A ACAR foi criada com objetivo de criar melhores condições sociais e econômicas de vida no meio rural (CASTRO; PEREIRA, 2017) e este modelo foi difundido posteriormente para todos os estados brasileiros (PEIXOTO, 2000).

Essa fase da extensão rural fica conhecida por Humanismo Assistencialista (1948-1962), e foi marcada pelo objetivo de “Modificar comportamentos produtivos e sociais dos agricultores e de suas famílias, introduzindo inovações tecnológicas e administrativas (na propriedade e no lar)”. Os extensionistas buscavam promover o aumento da produtividade agrícola e da renda e proporcionar melhorias nas condições de vida das famílias (DIAS, 2006). Além de supervisionar a concessão do crédito e orientar sua utilização com a finalidade de “modernizar” o “atrasado” do meio rural brasileiro, uma vez que o acesso ao crédito incentivava a compra de insumos como: defensivos agrícolas, fertilizantes sintéticos e de maquinários, a fim de intensificar a produção e, conseqüentemente, capitalizar as práticas agropecuárias (MARINHO; FREITAS, 2015).

Para CAPORAL (1991), o papel da extensão rural no desenvolvimento das políticas agropecuárias a partir de meados da década 1950 foi configurado pela atuação do Estado no sentido de tornar o meio rural mais dinâmico e adequado aos fluxos do capitalismo agrário, adotando estratégias capazes de garantir a aderência e a posterior subordinação da agricultura ao modelo de desenvolvimento urbano-industrial.

O modelo difundido entre 1963 e 1984, chamado de Difusionismo Produtivista, caracterizado pela Revolução Verde tinha como objetivos principais o difusionismo, fundamentado na persuasão dos agricultores para o consumo de novas tecnologias, modificando os hábitos, habilidades e atitudes dos agricultores da época. Nessa perspectiva, a extensão rural era vista apenas como transferência de tecnologia (FERNANDES; BOTELHO, 2006), onde se institucionalizou um perfil do profissional extensionista “que é adotado de norte a sul na formação de estudantes de ciências agrárias: um agente moldado para o controle e para a intervenção instrumental sobre a natureza e a sociedade” (DIAS, 2007).

Em 1974, é criada a Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMBRATER) que passa a ser o elo do Estado junto ao povo rural, contribuindo para garantir o modelo modernizante, conservador e excludente que se desenvolvia no meio rural (MARINHO; FREITAS, 2015).

No modelo *Difusionista*, as relações estabelecidas entre os extensionistas e os agricultores são verticais e polarizadas, onde no topo da relação encontra-se o técnico, com seu saber superior cientificamente inquestionável e passivamente recebido pelo agricultor, por processos de transferência fundamentados em monólogos (MARINHO; FREITAS, 2015). Desse modo, a extensão rural não considerava os saberes tradicionais dos agricultores atendidos, tampouco as condições sociais, culturais, econômicas e políticas em questão, desestimulando a autonomia política e econômica das comunidades, pois os agricultores não se sentiam parte do processo de construção fornecida pelos extensionistas rurais (DE OLIVEIRA, 2015).

No entanto, os resultados fornecidos pela perspectiva difusionista e produtivista não alcançaram as respostas necessárias para os desafios e necessidades de produção agropecuária decorrente da escassez de recursos impostos pela crise socioambiental (CAPORAL et al., 2006).

Influenciada pelo fim do regime militar e abertura política progressiva, a fase seguinte é denominada *Humanismo Crítico* (1985-1989), que carrega como principal característica a “promoção humana integral das maiorias demográficas do campo, mas sem paternalismo, dentro de uma perspectiva libertadora em que o pequeno agricultor, proprietário ou não das terras onde labuta, é sujeito de suas ações como cidadão” (RODRIGUES, 1997).

Com a extinção da EMBRATER em 1991, a extensão rural brasileira é praticamente desmantelada e, sem os recursos federais, as atividades passaram a depender de outras formas de financiamento, que foram construídas por entidades não governamentais, movimentos sociais e organizações de agricultores. Assim, se por um lado houve o enfraquecimento do papel do Estado na garantia da ATER, por outro, abriu-se oportunidade de diversificação quanto às organizações e modalidades de trabalho através da união de instituições atuantes como ONGs, Prefeituras Municipais, Sindicatos de Trabalhadores Rurais, Cooperativas, Associações, entre outros (MARINHO; FREITAS, 2015). Essa nova concepção de ATER abriu espaço para que diversos pesquisadores, técnicos e extensionistas refletissem sobre as possibilidades da construção

de práticas que valorizassem as particularidades, o diálogo e o conhecimento de cada grupo assistido (MARINHO; FREITAS, 2015; DE OLIVEIRA, 2015)

Nesse contexto, a partir de 2003, surge uma proposta de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER), com parâmetros voltados para um desenvolvimento territorial pautado em construção compartilhada, incluindo as temáticas socioambiental, relações de gênero, agroecologia e fortalecimento de políticas públicas para a agricultura familiar (CAPORAL; RAMOS, 2006).

Retomando a preocupação do Estado com os serviços de ATER, em 2003, o Ministério do Desenvolvimento Agrário - MDA passou a ser responsável pelas atividades de Assistência Técnica e Extensão Rural, como estabelece o Decreto Nº 4.739. Foi instituído um grupo de trabalho formado por especialistas em extensão rural no âmbito da Secretaria da Agricultura Familiar (SAF) que elaboraram o “Marco Referência para uma Política Nacional de ATER”, a partir de um amplo processo democrático de consultas, audiências, encontros e seminários envolvendo representações dos agricultores familiares, de movimentos sociais e de prestadoras de serviços de Ater governamentais e não governamentais (CAPORAL, 2006).

O documento “Marco Referência para uma Política Nacional de ATER” estabelece como missão da ATER, dentre outras:

“Participar na promoção e animação de processos capazes de contribuir para a construção e execução de estratégias de desenvolvimento rural sustentável, centrado na expansão e fortalecimento da agricultura familiar e das suas organizações, por meio de metodologias educativas e participativas, integradas às dinâmicas locais, buscando viabilizar as condições para o exercício da cidadania e a melhoria da qualidade de vida da sociedade” (MDA, 2004).

Essa discussão iniciada em 2003 resultou na promulgação da Lei 12.188, de 11 de janeiro de 2010- a Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (PNATER), que propõe uma educação dialógica compreendida como base dessa nova extensão rural (DE OLIVEIRA, 2015). Nesta, entende-se a ATER como: “Serviço de educação não formal, de caráter continuado, no meio rural, que promove processos de gestão, produção, beneficiamento e comercialização das atividades e dos serviços agropecuários e não agropecuários, inclusive das atividades agroextrativistas, florestais e artesanais. (BRASIL, 2010).

Além disso, a PNATER apresenta alguns princípios citados a seguir: • “Contribuir para a promoção do desenvolvimento rural sustentável, com ênfase em processos de desenvolvimento endógeno, visando a potencialização do uso sustentável dos recursos naturais”. • “Adotar uma abordagem multidisciplinar e interdisciplinar, estimulando a adoção de novos enfoques metodológicos participativos e de um paradigma tecnológico baseado nos princípios da Agroecologia”, • “Desenvolver processos educativos permanentes e continuados, a partir de um enfoque dialético, humanista e construtivista, visando a formação de competências, mudanças de atitudes e procedimentos dos atores sociais, que potencializem os objetivos de melhoria da qualidade de vida e de promoção do desenvolvimento rural sustentável” (MDA, 2004).

Do ponto de vista tecnológico, a PNATER também supõe a necessidade de mudanças, pois parte do princípio de que o padrão centrado nos pacotes tecnológicos da Revolução Verde, entendidos como sinais de modernização não são compatíveis com o estabelecimento de uma agricultura de base sustentável capaz de assegurar continuidade e condições de vida para as futuras gerações (CAPORAL, 2006).

Nesse sentido, essa nova “visão de mundo” trazida pela PNATER preconiza que o profissional de extensão rural precisa ter conhecimento e habilidades que busquem uma forma de trabalho mais participativa, em um contexto de ações educativas comprometidas com o desenvolvimento rural sustentável das comunidades, não limitando-se a conhecimentos puramente técnicos (MARINHO; FREITAS, 2015). Dessa forma, o extensionista irá atuar como um facilitador do desenvolvimento rural, junto às comunidades, além de contribuir para uma postura mais emancipatória dessas comunidades. (DE OLIVEIRA, 2015)

Sendo assim, esta política aponta para a necessidade da adoção dos princípios da Agroecologia e suas bases epistemológicas como um paradigma a ser construído, estabelecendo estratégias de desenvolvimento rural sustentável (CAPORAL, 2006). Entendendo que o enfoque agroecológico parte da valorização do conhecimento local dos diferentes grupos sociais e se propõe a auxiliar no aprendizado das dinâmicas dos agroecossistemas, bem como contribuir com a compreensão das relações estabelecidas entre esses agroecossistemas e os aspectos socioculturais locais (MARINHO; FREITAS, 2015).

O modelo de desenvolvimento sustentável para o meio rural proposto pela PNATER tem como princípio norteador a “Adoção de metodologia participativa, com enfoque multidisciplinar, interdisciplinar e intercultural, buscando a construção da

cidadania e a democratização da política pública” (BRASIL, 2010). Tendo as metodologias participativas como ferramentas para promoção da tomada de consciência, da participação e de construção da autonomia de sujeitos e grupos sociais, através de um processo de intervenção educativo e transformador, que permitam o desenvolvimento de conhecimentos que possibilite aos agricultores intervir conscientemente sobre a realidade, com o objetivo de alcançar um modelo de desenvolvimento socialmente equitativo, ambientalmente adequado e economicamente justo.

É possível observar que “participação” é palavra-chave no novo enfoque que deve ser dado aos métodos e técnicas de extensão rural. A ATER deve ter como premissa a adoção de abordagens metodológicas que sejam participativas e utilizem técnicas vivenciais, estabelecendo estreita relação entre teoria e prática e propiciando a construção coletiva de saberes, o intercâmbio de conhecimentos e o protagonismo dos atores, partindo do pressuposto de que, quando os atores sociais ou a população rural se organizam em favor de suas perspectivas, muitas mudanças podem ser alcançadas (RAMOS et al., 2013).

O atual desafio enfrentado pela ATER, portanto, é com a construção da autonomia por parte dos extensionistas e dos agricultores familiares, promovendo a participação crítica e horizontal dos mesmos e o reconhecimento e a valorização dos saberes locais, das comunidades e organizações. A intervenção interativa e a promoção dos processos de produção agroecológicas, por meio da aplicação de metodologias participativas se mostram como forma de atuação mais eficiente para a condução do aprendizado conjunto em direção ao desenvolvimento territorial sustentável (RAMOS et al., 2013; MARINHO; FREITAS, 2015).

### **3.2 METODOLOGIAS PARTICIPATIVAS**

O conhecimento popular representa um recurso cultural da nossa sociedade que está sendo rapidamente perdido, principalmente pelo êxodo rural e o envelhecimento e falecimento dos agricultores com maior experiência. É preciso valorizar o conhecimento tradicional dos agricultores e camponeses que envolve relações e percepções dos indivíduos sobre a natureza e sobre seus territórios, reconhecendo que tal sabedoria pode contribuir muito com a busca de soluções para os problemas ambientais que afligem a toda a Humanidade atualmente. (TOLEDO, BARRERA-BASSOLS, 2008).

O conhecimento local e o conhecimento técnico compartilham uma série de conceitos básicos comuns, no entanto, cada sistema de conhecimento apresenta lacunas que muitas vezes podem ser complementadas por um ou outro (BARRIOS et. al., 2011). Neste contexto, a construção do conhecimento articulando ciência e saber popular favorece ganhos e ações coletivas (SANTOS, 2007). Para tanto, é necessário que a abordagem metodológica de pesquisas, educação e extensão rural estejam orientadas para a utilização de ferramentas e metodologias participativas, onde haja inclusão dos diferentes sujeitos envolvidos (SOUSA, MARTINS, 2013).

As metodologias participativas são ferramentas ativas em que se possibilita trocas entre conhecimentos acadêmicos e tradicionais. São métodos que auxiliam técnicos e extensionistas nos trabalhos com as comunidades; instrumentos que podem contribuir para o entendimento das necessidades básicas do indivíduo ou de uma comunidade, levando em conta suas potencialidades do conhecer e agir, buscando valorizar suas experiências e sua cultura, e incorporá-las no processo de transmissão de tecnologia e aprendizado (DE OLIVEIRA, 2015).

As tecnologias participativas facilitam o trabalho em conjunto sobre temas que façam parte do cotidiano de agricultores que vivem o contexto do campo, proporcionando um maior grau de interação entre pesquisadores, extensionistas, agricultores e estudantes, baseando-se na utilização de ferramentas práticas, didáticas, dinâmicas e participativas. É importante ressaltar que os processos de intervenção participativos devem contribuir para despertar o pensamento crítico e a valorização dos saberes do campo, estimulando a reflexão dos agricultores em torno de seus problemas, prioridades e demandas, valorizando suas potencialidades e suas capacidades de organização coletiva (DE OLIVEIRA, 2015).

O uso metodologias participativas possibilita a construção de um diálogo entre o saber técnico-científico e o saber local, promovendo a valorização da ciência popular e do conhecimento oral, pois possibilitam espaços horizontais para a troca de conhecimentos e a reflexão coletiva sobre temas ou problemas estratégicos que estimulam a construção social baseada em processos colaborativos entre os atores envolvidos (NICHOLLS; ALTIERI, 2018; PIRES et al, 2020).

Na perspectiva do contexto de práticas agroecológicas de uso e conservação dos recursos naturais, estimular a participação ativa de agricultores no processo de ensino-aprendizagem pode contribuir para o fortalecimento da autonomia e da capacidade coletiva de decisão dos agricultores, de acordo com suas condições socioeconômicas e a

visão de mundo de cada comunidade (CARVALHO, 1990; DE OLIVEIRA, 2015). ALTIERI (2000) ressalta o caráter complexo e a natureza experimental do conhecimento camponês tradicional, que foi a fonte de toda a inovação na agricultura por milênios antes da existência da pesquisa agrícola (CAMPOLIN; FEIDEN, 2011; THIOLENT, 2011).

As metodologias participativas agem na perspectiva dialética, atendendo os anseios de movimentos sociais, num nível de análise genérica diante das questões relevantes a serem enfrentadas. Buscam exercitar um “pensar e agir” que ultrapassa a dimensão tecnológica, de forma que a produção de conhecimentos e inovações ocorra em um ambiente multi atores e as ações estejam cada vez mais inseridas no contexto da realidade, com respeito aos valores, às experiências e os recursos disponíveis em cada lugar (BORBA, 2010). Isso pode ser realizado por meio de reuniões, seminários, entrevistas coletivas e aprendizagem conjunta na solução dos problemas identificados como estratégia básica para a promoção da Agroecologia e transformações sociais. Dessa maneira, o planejamento das atividades é feito em conjunto com as famílias, a partir de suas próprias demandas, buscando sempre socializar técnicas de baixo custo para a avaliação e manutenção da sustentabilidade do agroecossistema como um todo, a fim de fortalecer as famílias no processo de produção agroecológica (RIBEIRO, 2013; CRUZ; DE ARAUJO, 2020; PINTO, 2022)

Para isso, é necessário que a abordagem metodológica de pesquisas, extensão e educação na perspectiva agroecológica, sejam orientadas para que haja inclusão e estímulo à participação dos sujeitos locais (SOUSA; MARTINS, 2013; PIRES et al, 2020). É importante frisar que esses princípios não substituem o sistema de pesquisa e práticas convencionais ou a investigação científica; ao contrário, reconhecem sua importância, ao mesmo tempo em que valorizam a sabedoria local, aliando as duas fontes de conhecimento em consonância com os recursos naturais de cada ambiente, visando a garantia de agroecossistemas eficazes, rentáveis e sustentáveis (MELÃO, 2010).

As metodologias participativas não devem ser entendidas como uma receita aplicável da mesma forma a todos os contextos. A criatividade e o aperfeiçoamento metodológico devem ser estimulados, tendo sempre presente a complexidade e a diversidade de cada região e sistema agrícola. Sendo assim, os métodos possuem grande variação entre si, não se podendo afirmar que existem métodos corretos ou incorretos, mas sim métodos adaptados a diferentes situações ou diferentes públicos (CAMPOLIN; FEIDEN, 2011).

Além disso, as metodologias participativas requerem algumas habilidades dos técnicos que as utilizam, tais como:

- capacidade de estabelecer empatia com o público beneficiário para facilitar o diálogo e a comunicação geral com o grupo;
- falar menos e ouvir mais, ser paciente, valorizar o conhecimento de cada indivíduo do grupo;
- utilizar a ludicidade de algumas técnicas para incentivar a participação de todos;
- ser um observador atento às manifestações individuais e coletivas;
- respeitar a cultura e o contexto local;
- apresentar os resultados de todas as etapas percorridas para a comunidade, num processo contínuo de avaliação (CAMPOLIN; FEIDEN, 2011).

### **3.3 SAÚDE DO SOLO**

O solo é um recurso natural complexo e heterogêneo, essencial à manutenção da vida no planeta, formado a partir de um material semi consolidado oriundo do processo de intemperismo físico, químico e biológico sofrido pelas rochas (BOCALETTI et al., 2021)

O solo desempenha funções ecológicas, como o acúmulo da energia solar na forma de matéria orgânica, reciclagem da água e nutrientes, suporte para o crescimento de inúmeras espécies da fauna e flora, regulador dos ciclos de elementos químicos, como carbono, nitrogênio, potássio, enxofre e fósforo (PARIKH et al., 2012; AHLAWAT et al., 2020).

A degradação do solo ocorre quando atributos físicos, químicos e biológicos do solo são modificados, resultando em perda da capacidade de produção dentro de um ecossistema. Isso ocorre de forma natural, ou a partir da interferência antrópica por meio de práticas inadequadas de manejo, incluindo cultivos intensivos, elevado tráfego de maquinário, contaminação com agrotóxicos e desmatamento (GHOLOUBI et al., 2019; DEY et al., 2019).

A conservação do solo é de responsabilidade de todos, desde proprietários de terra, responsáveis por assistência técnica, instituições de pesquisa, órgãos ambientais, instituições financeiras, e dos administradores públicos de áreas urbanas ou rurais, visto que todos se beneficiam deste recurso natural limitado (VERMA et al., 2019).

Nesse sentido, a agricultura conservacionista surge como um componente chave necessário para garantir a produção de alimentos aliada a conservação ambiental (DEY et al., 2019). De forma geral, as técnicas de conservação do solo podem ser divididas em duas categorias: a conservação biológica e a conservação mecânica. A conservação biológica tem como objetivo melhorar a saúde do solo, incrementando os teores de matéria orgânica, as propriedades físicas e nutricionais do solo, além de ser uma técnica rápida, barata, e que não exige movimentação de terra ou estruturas permanentes (SINORE et al., 2018).

A conservação mecânica visa diminuir processos erosivos decorrentes da exposição do solo aos impactos das gotas de chuva e da radiação solar direta, que podem provocar compactação e escoamento superficial, evoluindo para erosão em sulcos e voçorocas. O plantio em curva de nível, a manutenção da cobertura do solo, pousio e a redução do uso de maquinários são exemplos de algumas práticas mecânicas que podem ser adotadas para a conservação do solo, a fim de evitar escoamento e favorecer a infiltração da água (WADT, 2003).

A qualidade do solo é um dos três componentes da qualidade ambiental. Diferente da qualidade da água e do ar, não está limitada ao grau de poluição, mas é comumente definida como a capacidade do solo funcionar dentro do ecossistema e dos limites de uso da terra sustentando a produtividade biológica, mantendo a qualidade ambiental, e promovendo a saúde das plantas e animais. Os solos geralmente reagem lentamente ao manejo e as mudanças no uso da terra, dessa forma, torna-se mais difícil detectar alterações na qualidade do solo antes de danos mais severos (BÜNEMANN et al., 2018).

Existem um conjunto de indicadores de ordem química, física e biológica para avaliar a qualidade do solo, os quais incluem: textura, profundidade do solo e das raízes, densidade do solo, infiltração de água no solo, capacidade de armazenamento, retenção de água, conteúdo de água no solo, temperatura do solo, teores de nutrientes, pH, condutividade elétrica, entre outros (VEZZANI et al., 2009).

### **3.4 ANÁLISE E MANEJO DO SOLO ATRAVÉS DE MÉTODOS PARTICIPATIVOS**

O solo é um organismo vivo e complexo, um recurso natural que funciona como um ecossistema, onde ocorrem interações químicas, físicas e biológicas (ESTODUCTO, 2022). A qualidade do solo significa a capacidade de sustentação da produtividade biológica do ecossistema, mantendo o equilíbrio ambiental e promovendo a saúde de plantas, animais e ser humano (DE ARAUJO, 2020).

A vida do solo é representada por animais invertebrados, fungos e bactérias, que são a grande chave para a manutenção do solo como um organismo vivo através de vários processos, em que os organismos mobilizam os nutrientes e os disponibilizam para as plantas (ESTODUCTO, 2022). A determinação dos indicadores físicos, químicos e biológicos do solo estabelecem parâmetros importantes a serem utilizados para medir a evolução da sustentabilidade e saúde dos agroecossistemas, bem como permite avaliar as práticas utilizadas no processo produtivo (PIETROBELI et al., 2019; GONDIM, 2020).

Segundo ANTONIO (2017), muitos agricultores ainda não adotam técnicas agroecológicas que promovam a melhoria das condições físicas, químicas e biológicas dos solos, o que melhoraria a nutrição e o desempenho agrônomo dos cultivos comerciais. Existe um desencontro notável entre: 1) a oportunidade para experimentar práticas agroecológicas, como as plantas de cobertura, através de políticas públicas; 2) a possibilidade do uso dessas práticas para mitigar os efeitos das mudanças climáticas (secas prolongadas e chuvas torrenciais); 3) a existência de mercados que valorizam a produção agroecológica; e 4) a necessidade de estruturação de estudos, proposições e estratégias para dar oportunidade a um maior número de agricultores adotarem conscientemente práticas agroecológicas.

Identificar os tipos de manejo mais adequados é uma estratégia importante para manutenção da produtividade das culturas e da qualidade do solo, e portanto, torna-se cada vez mais necessário avaliar os sistemas de produção, e com isso buscar adotar práticas de manejo sustentável, que irão contribuir para a melhoria da qualidade do solo e do equilíbrio do agroecossistema (MACHADO; VIDAL, 2006; SILVA et al., 2020), que resultarão no aumento da produtividade e da qualidade dos alimentos produzidos.

A avaliação da qualidade do solo pode ser bastante complexa, devido a grande quantidade de definições e atributos de um solo, da multiplicidade de inter-relações entre fatores físicos, químicos e biológicos, que controlam os processos, dos aspectos

relacionados com a sua variação no tempo e espaço, da aptidão para cada tipo de uso (MELLONI et al., 2008; DE ARRUDA, 2012).

Dessa forma, para facilitar que os agricultores avaliem a qualidade de um solo, é necessária a utilização de métodos simples e de fácil execução, sendo o mais objetivo possível, destacando os possíveis problemas na área avaliada e buscando alternativas para melhorar e potencializar o uso eficiente das áreas (AMADO et al., 2007; SILVA et al., 2020).

As metodologias participativas para avaliação da qualidade do solo são ferramentas que contribuem para o conhecimento e a tomada de decisões dos agricultores sobre os seus cultivos, utilizando tecnologias de forma adequada (ALTIERI; NICHOLLS, 2002), de baixo custo e fácil aplicação que possibilitam o fortalecimento do conhecimento do produtor rural e permitem a troca de conhecimentos entre os diferentes atores (DE ARRUDA, 2012). O objetivo da aplicação das metodologias deve sempre seguir as premissas de elevar a qualidade de vida das comunidades envolvidas e, ao mesmo tempo, propiciar o fortalecimento da autonomia destas no planejamento e na gestão das ações, servindo como um importante fator no planejamento agrícola e possibilitando a identificação e o aprimoramento de sistemas de manejo, com o intuito de manter a alta produtividade juntamente com a preservação ambiental (AMADO et al., 2007; DE ARRUDA, 2012; DE ARAUJO, 2020).

#### **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

Para este Trabalho de Conclusão de curso foi realizada uma Revisão de literatura com o objetivo de entender o histórico e objetivo da extensão rural e explanar métodos de fácil acesso e baixo custo que permitam autonomia dos agricultores na análise de qualidade dos seus solos. As buscas foram feitas utilizando as palavras-chave em diferentes combinações: extensão rural, metodologias participativas, solo, agroecologia saúde do solo, qualidade do solo. Os bancos de dados consultados foram: Google Acadêmico e o portal de Periódicos Capes. Não foram delimitados limites de data de publicação, entretanto, foi dado preferência para trabalhos mais recentes e materiais consolidados como consulta básica no tema.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As metodologias participativas são usadas como ferramenta ativa para atender as necessidades e interesses dos agricultores envolvidos, respeitando a realidade e o conhecimento dos mesmos, buscando o envolvimento da comunidade na análise de sua realidade e busca de soluções ao problema relatado, onde a comunicação interpessoal, de maneira horizontal e igualitária, dá voz ativa aos atores do campo, que se tornam os entes principais do processo. O perfil do profissional extensionista age como um “facilitador de desenvolvimento”, pois é alguém que não quer apenas ensinar, mas compartilhar experiências, ajudar outras pessoas a atingir todo o seu potencial, aconselhar sobre o que elas mesmas consideram suas necessidades e ajudando-as a identificar e negociar as melhores soluções. E por isso promove liberdade, autonomia e emancipação (RIBEIRO, 2013; FONSECA; SILVA, 2020; ESTODUCTO, 2022).

A importância do solo como componente chave para a sustentabilidade dos agroecossistemas tem gerado grande demanda por métodos de monitoramento e avaliação da sua qualidade, bem como, dos impactos relacionados a provisão de serviços ecossistêmicos, mudanças no uso da terra e intensificação da agricultura (BARRIOS et al., 2011).

A avaliação dessa qualidade pode ser feita a partir de indicadores de ordem física, química e biológica (DE ARAUJO, MONTEIRO, 2007), no entanto, por vezes, ela é bastante complexa devido à grande diversidade de usos e à multiplicidade de inter-relações entre esses fatores e sua variação no tempo e no espaço.

Um dos grandes desafios dos estudos sobre sustentabilidade é com relação ao desenvolvimento de metodologias para avaliação da qualidade do solo e do ambiente sob a interferência do homem. Os indicadores mais comumente difundidos exigem métodos que geralmente são caros e que demandam tempo e procedimentos que os tornam mais distantes dos agricultores familiares, os próprios responsáveis pelo uso e manejo dos solos (BÜNEMANN et al., 2018). Os métodos laboratoriais, ainda que constituam importantes ferramentas para o manejo e sejam bastante exatos e precisos, são muitas vezes de difícil utilização devido ao custo e tempo. A rápida avaliação da qualidade do solo é importante estratégia no planejamento agrícola, pois possibilita a identificação e o aprimoramento de sistemas de manejo com características de alta produtividade e de preservação ambiental (AMADO et al., 2007).

A produção de conhecimento e os métodos de investigação para avaliar os sistemas de produção alimentar não deveriam ficar restritos ao meio acadêmico e este tem sido um dos desafios da ciência agroecológica. No enfoque agroecológico os agricultores, em especial os familiares, devem ser os principais usuários dos resultados da avaliação, pois são eles os que podem de fato modificar suas ações para promover a conservação dos solos (BARROS, 2020). Nesse sentido, a avaliação e o acompanhamento da qualidade do solo em campo com a participação de agricultores é uma estratégia para o planejamento agrícola, possibilitando a identificação e o aprimoramento de sistemas de manejo com características de alta produtividade e de preservação ambiental. (NICHOLLS et al., 2015; MELO et al., 2020).

De maneira geral, as metodologias participativas podem ser classificadas em métodos de diagnóstico, de intervenção e de avaliação. Geralmente as ações seguem o seguinte roteiro para as ações participativas: mobilização da comunidade, diagnóstico da comunidade, restituição dos dados levantados nos diagnósticos; criação de grupos de interesse por problemas identificados; elaboração de propostas de intervenção participativa junto com os diferentes grupos de interesse; implantação das propostas e finalmente a avaliação participativa das ações efetuadas (WEID, 2001; CAMPOLIN, FEIDEN, 2011).

A seguir, são apresentadas algumas ferramentas de cunho participativo e de baixo custo, que atuam como tecnologias sociais com intuito de promover uma visão integrada do solo e do agroecossistema, estimulando a observação dos agricultores sobre o solo em que cultivam e autonomia para a interpretação e escolha sobre seu manejo.

### **5.1 Caminhada transversal e Mapa da propriedade**

A caminhada transversal é uma atividade realizada pelos agricultores e um facilitador (ou equipe) que permite a realização de diagnóstico geral da área e possibilita um reconhecimento holístico do agroecossistema. É uma importante fonte de observação da realidade, na qual os participantes, orientados pelo facilitador, têm uma ótima oportunidade de observar tudo que está a seu redor, verificando até mesmo mudanças que tenham ocorrido sem que eles se dessem conta. O facilitador deve orientar na observação de aspectos que servirão de subsídios para a elaboração do mapa da comunidade e para a discussão dos problemas e oportunidades levando em consideração os seguintes

elementos: tipos de solo, cuidados com o solo, tipos de culturas e criações, fontes de recursos hídricos e uso da água, tecnologias, implementos agrícolas mais utilizados, venda e compra da produção, armazenamento, habitações e serviços (escola, saúde, transporte, estrada, assistência técnica, crédito), organização comunitária, participação da mulher na produção (KUMMER, 2007).

Esta atividade possibilita comparar o passado com o presente, estabelecendo expectativas ou desejos para o futuro e serve como referência para planejamento de ações. Este instrumento deve envolver homens, mulheres, jovens, crianças e idosos para que possam expressar suas percepções na elaboração do mapa (KUMMER, 2007).

Depois da caminhada, os participantes desenham um mapa mostrando todos os elementos observados durante o trajeto. O mapa é feito a partir de representação gráfica, que permite à família ter uma visão ampla da distribuição do agroecossistema e das atividades desenvolvidas pelas famílias, bem como as interações estabelecidas dentro da unidade produtiva, discutindo em conjunto sobre tudo o que foi observado (KUMMER, 2007; DA SILVA et al., 2019).

Essas ferramentas podem ser aliadas também com um calendário sazonal, visando identificar as atividades agropecuárias regulares realizadas pela comunidade, considerando as diferentes culturas e criações, ao longo de um ano ou durante um período determinado. Trata-se de uma matriz em que o grupo determina as principais culturas e criações existentes na comunidade, relacionando todas as atividades produtivas e/ou improdutivas com os períodos de maior trabalho. Esta ferramenta serve para determinar as demandas, os problemas e as oportunidades durante um ano normal, ampliando o entendimento da rotina local e servindo como uma importante referência para o planejamento (KUMMER, 2007).

## **5.2 Reconhecimento da textura e estrutura do solo**

O uso de atributos físicos do solo para a avaliação de sua qualidade apresenta vantagens relacionadas ao baixo custo, pois são metodologias simples e rápidas que apresentam relação direta com os demais atributos químicos e biológicos do solo (MENDES et al., 2006).

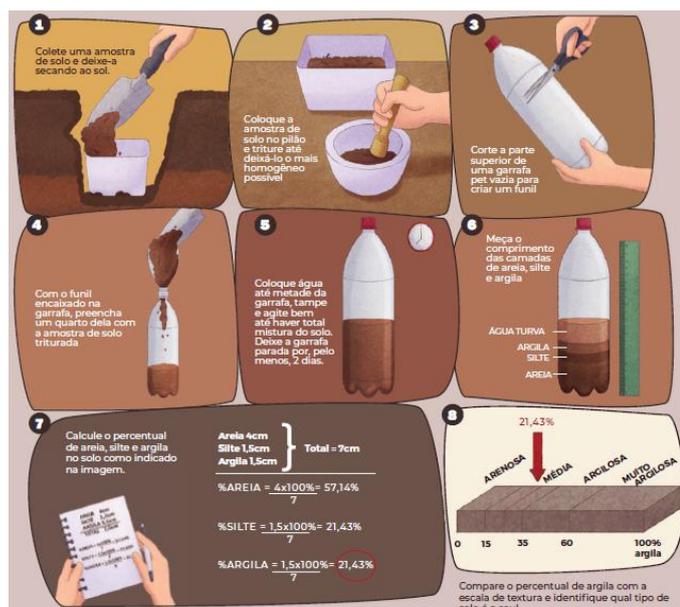
O conhecimento da textura e estrutura do solo é importante para entender a aptidão e as formas de manejo mais adequadas para cada solo. Esses atributos influenciam na

infiltração e retenção da água no solo, bem como no fornecimento de nutrientes para as plantas e para os organismos do solo (IIS, 2022).

A textura do solo é um dos principais parâmetros utilizados como indicador da qualidade física (WANG et al., 2005). Através da sua determinação é possível inferir sobre outros parâmetros, além de compreender o comportamento e manejo do solo, uma vez que influencia na dinâmica da adesão e coesão entre as partículas de solo e que, por consequência, influencia na resistência do solo à compactação e na dinâmica da água no solo. Além disto, pode ser usado como fator ambiental, pois influencia diretamente nos processos ecológicos, tais como a ciclagem de nutrientes e a capacidade de troca catiônica (HE et al., 2014; CENTENO et al., 2017).

Para avaliar a textura do solo e obter uma relação aproximada dos teores de areia, silte e argila de um solo, deve-se coletar uma amostra e deixar secando ao sol. Depois de seca, destorroar e homogeneizar o máximo possível e colocar em uma garrafa de plástico ou vidro transparentes. Acrescentar água e agitar até que água e solo se misturem completamente. Após a sedimentação completa, será possível observar as partículas de areia, silte e argila em camadas separadas, como mostra a Figura 1. Com a utilização de uma régua para medir a quantidade de cada camada, pode ser calculada a proporção de cada granulometria presente.

**Figura 1.** Metodologia de avaliação da textura do solo



Fonte: IIS, 2022

A estrutura do solo é a forma como as partículas minerais (areia, silte e argila) e orgânicas do solo estão organizadas no solo (DEXTER, 1988), em diferentes padrões de arranjo das partículas primárias em unidades estruturais, os agregados (SANTOS et al., 2013). Sendo um dos principais componentes da fertilidade do solo pois reflete de forma imediata os efeitos do manejo ao qual o solo é submetido, esse atributo pode ser avaliado nas camadas superficiais, trazendo indicações sobre a interação solo- planta- atmosfera (TEIXEIRA et al., 2017). Dependendo do manejo adotado, da quantidade e da forma como as partículas minerais se unem na presença de matéria orgânica, os solos podem ser desestruturados, bem estruturados ou compactados (IIS, 2022). De acordo com SALTON et al. (2014), a melhor estrutura do solo é a que permite bom fluxo de água, aeração, resistência à erosão e compactação, desenvolvimento de organismos vivos, e o apropriado funcionamento das raízes das plantas.

A análise da estrutura do solo possibilita verificar as alterações impostas pelo sistema de preparo e o manejo na condução da cultura. Porém, para o estudo detalhado de determinadas modificações, em escala milimétrica ou micrométrica, têm sido utilizados aparelhos microscópicos e lâminas delgadas, para melhor visualização dos constituintes estruturais do solo (CASTRO et al., 2003; PAGLIAI, KUTILEK, 2008; COOPER et al., 2012).

No entanto, a necessidade de diagnóstico rápido da qualidade do solo conduziu ao desenvolvimento de estudos baseados na avaliação visual do solo baseada em atributos morfológicos visíveis ou passíveis de serem distinguidos sem a necessidade de análises laboratoriais (HOUSKOVA, 2005).

SHEPHERD (2000) definiu propriedades visuais indicadoras de qualidade do solo e métodos de avaliação e exposição dos resultados, de modo a fornecer de maneira rápida, segura e barata informações para o planejamento agrícola. O Manual Visual Soil Assessment (SHEPERD; PARK, 2003) pode ser usado como fonte de consulta para os índices visuais de qualidade do solo. Consiste na atribuição dos valores 0 (ruim), 1 (moderada) ou 2 (boa), com base na condição do solo observada em campo ao se comparar com fotografias e descrições do manual. Os indicadores de qualidade do solo são apresentados em um cartão de pontuação, e o solo recebe um valor para cada atributo. A soma total dos valores de cada atributo fornece o índice visual da amostra que está sendo avaliada. (NIERO et al., 2010).

Outra maneira de avaliar a estrutura do solo pode ser realizada abrindo uma trincheira de 30 cm de profundidade e retirar um bloco de solo com auxílio de uma pá

reta (Figura 2). Dependendo da força necessária para fragmentar o bloco obtido, é possível chegar a uma conclusão do nível de estruturação do solo em questão (IIS, 2022).

**Figura 2.** Metodologia de avaliação da estrutura do solo



Fonte: IIS, 2022

### 5.3 Reconhecimento da matéria orgânica e biodiversidade do solo

A matéria orgânica é um elemento primordial para a manutenção de um solo sadio, e desse modo, se faz importante realizar um manejo que promova a conservação da matéria orgânica no solo e dos seres que ali vivem, colaborando para o equilíbrio e a garantia do potencial produtivo do solo (AQUINO, 2006; ESTODUCTO, 2022).

No solo atuam inúmeros organismos vivos, classificados como fauna do solo, que fazem com que o sistema solo funcione dentro de um equilíbrio. Esses organismos invertebrados podem viver permanentemente ou passar apenas fases do desenvolvimento no solo, desenvolvendo principalmente funções detritívoras e predatórias nas teias tróficas de detritos da serapilheira e do interior do solo (MELO et. al., 2009) e influenciando na organização física do solo (AQUINO; CORREIA, 2005).

A fauna do solo apresenta uma grande abundância de espécies que diferem muito em tamanho e diâmetro, sendo a macrofauna composta por organismos de tamanho maior que 10 mm e diâmetro maior que 2 mm. Como exemplo minhocas, cupins, gongolos, besouros e formigas, que fragmentam a serapilheira, movimentam partículas ao longo dos

horizontes e galerias, participando da agregação do solo e da decomposição da matéria orgânica (ANDERSON, 1988).

A mesofauna compreende os organismos de tamanho médio entre 100  $\mu\text{m}$  - 2 mm, incluindo ácaros e colêmbolas, que habitam os espaços porosos e são importantes para a regulação da decomposição da matéria orgânica pois promovem a remoção seletiva de microrganismos (VISSER, 1985; MOORE & WALTER, 1988), no entanto, não são capazes de criar suas próprias galerias, e, portanto, são muito afetados pela compactação do solo (HEISLER & KAISER, 1995).

A microfauna é composta por indivíduos com diâmetro menor que 100  $\mu\text{m}$ , como protozoários e nematóides, que se alimentam de microrganismos e por isso tem importante papel na regulação da matéria orgânica (SWIFT et al., 1979). Os organismos da fauna do solo ocupam uma grande variedade de nichos nos ecossistemas, o que lhes confere habilidades diferentes quanto a estratégia de alimentação e adaptação ao habitat (AQUINO; CORREIA, 2005), associadas a processos como a ciclagem de nutrientes (MELO et al., 2009) e a melhoria da estrutura do solo.

A partir das funções ecológicas exercidas, a fauna do solo representa um dos indicadores mais importantes da saúde do solo, pois suas atividades vitais de alimentação e escavação podem modificar as propriedades do solo (ANDERSON, 1988), assim como o manejo do solo influencia diretamente na vida desses organismos, resultando em constante manutenção do equilíbrio ambiental do sistema solo (AQUINO; CORREIA, 2005; AQUINO et al., 2006).

Sendo assim, é possível entender a importância de avaliar o teor de matéria orgânica e a diversidade biológica presentes no solo. A matéria orgânica pode ser observada por meio da coloração escura nos horizontes mais superficiais do perfil do solo. Quanto a biodiversidade do solo, esta pode ser analisada a partir da diversidade e riqueza de organismos presentes em uma amostra de solo, coletando com enxada e pá um torrão ou através de metodologias como TSBF (“Tropical Soil Biology and Fertility”), desenvolvido por ANDERSON; INGRAM (1993) e armadilhas do tipo “pitfall” descritas em AQUINO et al., (2006).

#### 5.4 Plantio em curva de nível: “pé de galinha”

A erosão do solo é o tipo de degradação mais prejudicial do ponto de vista ambiental e econômico, pois, além de reduzir a capacidade produtiva das culturas, provoca também o assoreamento e poluição das fontes de água (COGO et al., 2003). O cultivo agrícola em curva de nível é a prática mecânica mais difundida e eficiente para evitar a erosão, por meio do controle do escoamento superficial, e do impacto das gotas de chuva (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2014).

O pé-de-galinha é uma tecnologia rudimentar da topografia que pode ser utilizado na demarcação de curvas de nível, para cálculo da diferença de nível entre dois pontos e no cálculo de declividade de terreno. Trata-se de uma ferramenta muito simples com formato de um "A" (CHAVES, 1982), que pode ser construído com ripas de bambu e um fio que desce do vértice com uma pedra na ponta, como um pêndulo e serve para encontrar os pontos de mesma altura ou cota (Figura 3). A tecnologia social do pé-de-galinha, apesar de ser milenar, ainda é pouco difundido e utilizado muito embora seja um equipamento de fácil construção, fácil manuseio e economicamente barato (FARIAS et al., 2021).

**Figura 3.** Demonstração da utilização do pé-de-galinha para marcação de curva de nível.



Fonte: FARIAS et al., 2021

### 5.5 Análise de Acidez do solo

Partindo para análises de natureza química, a primeira avaliação a ser feita deve ser sobre o grau de acidez do solo, pois o pH influencia diretamente no desenvolvimento das plantas e na solubilidade dos nutrientes disponíveis em solução.

Para avaliar o pH do solo de maneira simples, o agricultor pode coletar amostras de solo e colocar em duas tigelas diferentes e misturar com água até atingir homogeneidade. Em uma tigela acrescentar bicarbonato de sódio e na outra, vinagre. Se a tigela com bicarbonato de sódio formar bolhas, significa que o solo está tendendo a acidez (pH menor que 7,0). Em contrapartida, se a tigela em que for acrescentada vinagre formar bolhas, quer dizer que se trata de um solo com característica básica (pH maior que 7,0). Caso não forme bolhas em nenhuma tigela, significa que o pH do solo se encontra próximo da neutralidade (pH igual a 7,0).

### 5.6 Cromatografia Pfeiffer

A Cromatografia Circular de Pfeiffer consiste em um método de análise do solo que avalia a qualidade física, química e biológica do solo e apresenta uma visão integrativa sobre a vida do solo; o diagnóstico é expresso por uma linguagem visual, que expõe as características e as fragilidades do solo através de padrões de cores e formas. É uma análise com procedimentos metodológicos simples e de baixo custo, e, portanto, permite a participação dos agricultores, o que pode contribuir para a autonomia e empoderamento dos mesmos, promovendo diálogos de saberes, essencial para o desenvolvimento de uma agricultura verdadeiramente ecológica (ALTIERI, 2012).

Os materiais necessários para realizar a técnica são: filtro de papel circular, placa de petri; solo seco peneirado em tecido de voal; uma seringa; solução de nitrato 0,5% (solução reveladora) e solução de soda cáustica a 1%. O passo a passo para análise de solo por Cromatografia de Pfeiffer foi descrito no Guia Prático de Cromatografia de Pfeiffer, da EMBRAPA Clima Temperado (2018).

O cromatograma (Figura 4) é uma imagem formada em um papel de filtro circular, onde a solução de solo se distribui por capilaridade formando zonas.

**Figura 4.** Cromatograma



Fonte: Autora (2022)

Estas zonas vinculam-se aos indicadores de qualidade. A zona central indica a condição de aeração; a zona interna, a condição nutricional; a zona intermediária, avalia aspectos relacionados à matéria orgânica e; a zona externa, às enzimas e aos microrganismos do solo. O cromatograma com as características reveladoras de um solo saudável apresenta a zona central com a coloração creme integrada ininterruptamente à zona interna, indicando desta forma boa aeração e estrutura (Tabela 1) (BARROS, 2020).

**Tabela 1.** Tabela de interpretação do cromatograma

ZC	COR	FORMA	INTEGRAÇÃO	NOTA
	Coloração branca ou negra	Forma circular com borda lisa definida	Transição de Zona marcada por linha	1
	Coloração marrom clara	Forma circular com borda lisa pouco definida	Desvanecimento suave para a próxima Zona	2
	Coloração creme	Forma circular com borda irregular	Desvanecimento suave e reentrâncias na próxima Zona	3
ZI	Coloração acinzentada, violeta ou azulada	Forma circular com borda lisa definida	Ausência de radiações	1
	Coloração marrom escura ou pouco acinzentada	Forma circular com borda lisa pouco definida	Presença de radiações lisas	2
	Coloração marrom clara ou amarelada	Forma circular com borda irregular	Presença de radiações em forma de penas	3
ZINT	Coloração acinzentada ou marrom muito escura	Forma circular com borda externa pontiaguda ou grossas	Ausência de radiações e transição da Zona com a Zona anterior marcada por linha	1
	Coloração marrom escura	Forma circular com borda externa pouco pontiagudas ou grossas ou pouco irregulares ou distância de menos 1,5 cm dos vales da borda	Presença de radiações lisas	2
	Coloração marrom clara ou amarelada	Forma circular com borda externa de pontas irregulares e distância de pelo menos 1,5 cm dos vales da borda	Presença de radiações em forma de penas	3
ZE	Coloração esbranquiçada	Formas de "dentes" ou "gomos" regulares	Ausência de bolhas	1
	Coloração marrom clara com manchas marrons não ou pouco definidas	Formas de "dentes" ou "gomos" pouco regulares ou formas irregulares grandes	Presença de poucas bolhas	2
	Coloração marrom muito clara ou amarelada com manchas marrons clara bem definidas	Formas irregulares	Presença de muitas bolhas (mais que 3)	3

Fonte: Adaptado de SIQUEIRA (2018)

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A utilização de metodologias participativas para a análise do solo contribui para um processo coletivo de construção de conhecimento entre agricultores e extensionistas sobre a relação com o solo e suas possibilidades de manejo. A partir disso, surge a oportunidade de acompanhamento da evolução da qualidade do solo como resultado do manejo aplicado aos sistemas agrícolas.

É importante ressaltar o papel dos extensionistas como facilitadores de aprendizado e desenvolvimento de uma propriedade ou comunidade, ressaltando o protagonismo das agricultoras e agricultores como personagens principais detentores de sabedoria ancestral compartilhada ao longo de gerações. Por meio de técnicas simples, de baixo custo e fácil acesso é possível levar autonomia e empoderamento para esses atores do campo, os guardiões que lidam diretamente com o solo todos os dias e são parte integrante do agroecossistema.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, J. M. Invertebrate-mediated transport process in soils. *Agriculture Ecosystems and Environment*, Amsterdam, v. 25, p. 5-14, 1988.
- ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I. *Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods*. 2. ed. Wallingford: C.A.B. International, 1993. 221 p.
- AQUINO, A. M.; CORREIA, M. E. F. Invertebrados edáficos e o seu papel nos processos do solo. 2005.
- AQUINO, A. M.; AGUIAR-MENEZES, E. de L.; DE QUEIROZ, J. M. Recomendações para coleta de artrópodes terrestres por armadilhas de queda (" Pitfall-Traps"). 2006.
- BARRIOS E., COUTINHO H.L.C, MEDEIROS C.A.B. 2011. InPAC-S: Integração Participativa de Conhecimentos sobre Indicadores de Qualidade do Solo – Guia Metodológico. World Agroforestry Centre (ICRAF), Embrapa, CIAT. Nairobi. 178 p.
- BARROS, C. E.. Contribuições da cromatografia circular de Pfeiffer para a análise da saúde do solo. 2020.
- BOCALETI, L. H. R.; GASPAROTTO, F.; PARIZ, S.; SCHMIDT FILHO, E.;PACCOLA, E. A. S.. Sustentabilidade agrícola e saúde do solo. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.12, n.5, p.1-13, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.005.0001>
- CAMPOLIN, A. I.; FEIDEN, A.. Metodologias participativas em agroecologia. 2011.
- CAPORAL, F. R.. Política Nacional de Ater: primeiros passos de sua implementação e alguns obstáculos e desafios a serem enfrentados. **Assistência técnica e extensão rural: construindo o conhecimento agroecológico. Manaus: Bagaço**, p. 09-34, 2006.
- CASTRO, César Nunes de; PEREIRA, Caroline Nascimento. Agricultura familiar, assistência técnica e extensão rural e a política nacional de Ater. 2017.
- CENTENO, Luana Nunes et al. Textura do solo: conceitos e aplicações em solos arenosos. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, v. 4, n. 1, p. 31-37, 2017.
- CRUZ, V. S.; DE ARAUJO, A. E.. Avaliação da Qualidade de Solos Através de Metodologias Participativas. 2020.
- DA SILVA, Gerson João et al. Estratégias metodológicas participativas como instrumento para construção do conhecimento agroecológico. **Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 7, p. p7048-p7048, 2019.

DE ARAÚJO, Ademir Sérgio Ferreira; MONTEIRO, Regina Teresa Rosim. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, 2007.

DE ARRUDA, Luiz Eduardo Vieira et al. Uso de metodologia participativa na obtenção de indicadores da qualidade do solo em Mossoró, RN. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 5, p. 37, 2012.

DE OLIVEIRA, Marcelo Leles Romarco. Reflexões sobre o uso de metodologias participativas como instrumento de trabalho em comunidades rurais. **Em Extensao**, v. 14, n. 1, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA Clima Temperado. PILON, L. C.; CARDOSO, J. H.; MEDEIROS, F. S.. Guia Prático de Cromatografia de Pfeiffer. ISSN 1516-8840. Julho/2018.

ESTODUCTO, M.C.P. **Metodologias Participativas de Educação em Solos na Escola Municipal CEFFA Flores em Nova Friburgo, RJ: a Pedagogia da Alternância como Estratégia de Sensibilização para a Transição Agroecológica**. 102 p. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Agricultura Orgânica. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2022.

FARIAS, E.Sóstenes B. et al. Manejo e conservação dos solos na recuperação de área degradada em APP pluvial na bacia do Paraíba do Norte. **Água: uso racional e sustentável**, p. 38. 2021.

GONDIM, Joaquim Emanuel Fernandes et al. Avaliação participativa da qualidade do solo de agroecossistemas em assentamento rural. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, 2020.

HEISLER, C.; KAISER, E. A. Influence of agricultural traffic and crop management on Collembola and microbial biomass in arable soil. *Biology and Fertility of Soils*, Berlin, v. 19, p. 159-165, 1995.

INSTITUTO INTERNACIONAL PARA SUSTENTABILIDADE (IIS). **Guia para reconhecer e manejar o solo para uma produção agropecuária sustentável**. 2022.

KUMMER, L. Metodologia participativa no meio rural: uma visão interdisciplinar. conceitos, ferramentas e vivências. - Salvador: GTZ, 2007. 155p.

MARINHO, C. M.; FREITAS, H. R. Utilização de Metodologias Participativas nos processos de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER): fundamentos teórico-práticos. **EXTRAMUROS-Revista de Extensão da UNIVASF**, v. 3, n. 2, p. 10-28, 2015.

- MELÃO, Ivo Barreto. Desenvolvimento rural sustentável a partir da agroecologia e da agricultura orgânica: o caso do Paraná. **Nota Técnica Ipardes, Curitiba**, n. 8, p. 1-25, 2010
- MOORE, J. C.; WALTER, D. E. Arthropod regulation of micro- and mesobiota in below-ground detrital food webs. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v. 33, p. 419-439, 1988.
- NIERO, Luiz Augusto Cardoso 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, p. 1271-1282, 2010.
- RAMOS, G. de L.; SILVA, A. PG da; BARROS, AA da F. Manual de metodologia de extensão rural. **Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco-IPA**, 2013.
- Shepherd, T.G.; Park, S.C. 2003: Visual soil assessment: A Management Tool For Dairy Farmers. p 111–123. In: I.M. Brookes (ed.) Proceedings of the 1st Dairy3 Conference. Continuing Massey University Dairyfarming Annual (Volume 55) Dexcel's Ruakura Dairy farmer's Conference, April 7–9, 2003, Rotorua.
- SILVA, Pedro Victor Castro et al. Utilização de indicadores participativos de qualidade do solo em sistemas de produção agrícola familiar. **Nativa**, v. 8, n. 5, p. 671-678, 2020.
- SIQUEIRA, Josiane B. Uma metodologia de auxílio à interpretação da qualidade do solo por meio da cromatografia de Pfeiffer. Monografia em Engenharia Florestal. Universidade Federal de São Carlos: Sorocaba. 2018.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Ed.). Manual de métodos de análise de solo. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. pt. 1, cap. 19, p. 184-197.
- VISSER, S. Role of the soil invertebrates in determining the composition of soil microbial communities. In: FITTER, R. (Ed). Ecological interactions in soil: Plants, microbes and animals. Stochkolm: British Ecological Society, 1985. p. 287-317.
- WADT, P.G.S. Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas. 2003.