

JULIANA SENA CALIXTO

**DE PALMO EM PALMO A TERRA MUDA DE JEITO: DIÁLOGOS SOBRE
QUALIDADE DO SOLO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2015**

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

T

C154d
2015 Calixto, Juliana Sena, 2015-
De palmo em palmo a terra muda de jeito : diálogos sobre
qualidade do solo / Juliana Sena Calixto. - Viçosa, MG, 2015.
xiii, 158f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexo.

Orientador: Irene Maria Cardoso.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Solos - Manejo. 2. Solo - Uso - Planejamento. 3. Solo - Uso -
Aspectos sociais. 4. Agricultura sustentável. I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Solos. Programa de Pós-graduação em Solos
e Nutrição de Plantas. II. Título.

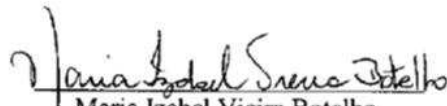
CDD 22. ed. 631.47

JULIANA SENA CALIXTO

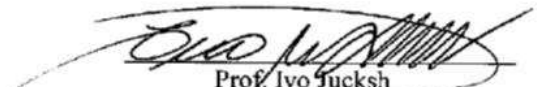
**DE PALMO EM PALMO A TERRA MUDA DE JEITO: DIÁLOGOS SOBRE
QUALIDADE DO SOLO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

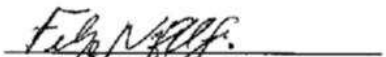
APROVADA: 22 de setembro de 2015.



Maria Izabel Vieira Botelho
(Coorientadora)



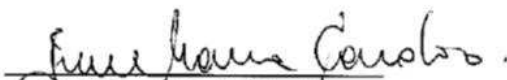
Prof. Ivo Tucksh



Prof. Felipe Nogueira Bello Simas



João Roberto Correia



Prof. Irene Maria Cardoso
(Orientadora)

Aos agricultores familiares da Zona da Mata, de Minas Gerais, do Brasil e do mundo, que cuidam do solo e a partir dele nos alimentam. À minha tia Irene (*in memoriam*), por ter me ensinado as primeiras letras. Às pequenas Fernanda e Letícia... por serem a razão primeira da minha crença e luta para ajudar a construir um mundo melhor...

AGRADECIMENTOS

A Deus, supremo criador do Universo...

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), por intermédio do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, pelos ensinamentos e pela oportunidade de realização do Curso.

À minha família pelo apoio e por entender minhas ausências. Em especial ao meu esposo Ricardo, companheiro de todas as horas, mapas e estatísticas.

À minha orientadora professora Irene Cardoso, por todos os ensinamentos, por ser um exemplo de mulher e profissional e por compreender minhas limitações. À minha coorientadora professora Maria Izabel Botelho por todas as importantes contribuições.

Aos membros das bancas de qualificação e de defesa por todas as contribuições dadas a este trabalho.

Aos agricultores e agricultoras do Sítio Oito de Março e da Associação Bonsucesso pela confiança e carinho com que receberam nossa equipe de pesquisa.

Aos professores, técnicos e estudantes do Núcleo de Estudos em Agroecologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sudeste de Minas (campus Muriaé); ao Centro de Estudos, Formação e Assessoria Rural da Zona da Mata (CEIFAR); ao Sindicato de Trabalhadores Rurais e à Secretaria de Agricultura de Araponga e ao Centro de Tecnologias Alternativas da Zona da Mata (CTA-ZM).

Ao Romualdo, Edivaldo e Geisiane, pelo constante apoio nas pesquisas de campo.

Às amigas Beatriz e Edivânia, com quem dividi o campo, as angústias e as alegrias dessa pesquisa. Aos meus alunos Milheny, Lidiane, Betânia, Willian, Rafael, Daniella, Mariane, Giovanna, Letícia e Guilherme pela força na pesquisa de campo e laboratório. Sem o apoio de vocês esse trabalho não teria sido possível!

Aos colegas de curso Fred, Cristiano, Luiz, Charles, Josimar, Joana, Luiza, Silmara e Viviane pelo convívio e aprendizado em conjunto. Ao grupo de corrida da academia Centerfit, por ajudar a aliviar o stress. Ao Lenine por me ajudar com as burocracias...

Ao CNPq, pelo financiamento por meio do projeto 406881/2012-0.

BIOGRAFIA

JULIANA SENA CALIXTO, filha de Izabel Sena Calixto, nasceu em 11 de junho de 1979 na cidade de São Paulo, SP.

Em 1998, iniciou o curso Engenharia Florestal na Universidade Federal de Lavras, graduando-se no ano de 2003. Durante sua vivência em Lavras participou do Núcleo de Pesquisa e Apoio à Agricultura Familiar Justino Obers (NPPJ), conhecendo o universo da agricultura familiar agroecológica, pelo qual se encantou.

Em 2004 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Administração, na área de Gestão Social, Meio Ambiente e Desenvolvimento, na Universidade Federal de Lavras, obtendo o título de *Magister Scientiae* em fevereiro de 2006.

De junho de 2006 a janeiro de 2010 trabalhou como analista ambiental do Instituto Estadual de Florestas. Em julho de 2011 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, na Universidade Federal de Viçosa, concluindo os requisitos indispensáveis para obtenção do título de *Doctor Scientiae* em setembro de 2015.

É professora no campus Muriaé do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sudeste de Minas desde janeiro de 2010, onde atua nos cursos técnicos de Agroecologia e Meio Ambiente e coordena o Núcleo de Estudos em Agroecologia e o Núcleo de Extensão e Desenvolvimento Territorial do Território da Serra do Brigadeiro.

EPÍGRAFE

PARA SER DOUTORA

Descobri que Doutorado dura muito tempo...

Nesse tempo terminei a construção de minha casa...

Nesse tempo minha filha aprendeu a andar, entrou para a escola e está quase na sua primeira formatura...

Nesse tempo descobri que ter um marido doutor, e que cuida das crianças é muito valioso...

Nesse tempo não fiquei velha... fiquei loira... e fiquei morena de novo...

Nesse tempo muitos dos meus alunos, que participaram comigo da pesquisa, se formaram... e alguns deles ingressaram na mesma universidade onde hoje concluí esses estudos...

Nesse tempo conheci muitas pessoas, muitos lugares...

Nesse tempo assumi novos projetos e renunciei a tantos outros...

Nesse tempo minha filha-irmã se tornou mãe... e eu tia-avó!.. e mãe de novo!!

Nesse tempo... ainda desejei ter mais tempo... porque para escrever a tese... ainda é muito pouco tempo!!!!

SUMÁRIO

RESUMO.....	ix
ABSTRACT	xi
INTRODUÇÃO GERAL	1
1. QUALIDADE DO SOLO	2
1.1 INDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO	4
2. MANEJO AGROECOLÓGICO DO SOLO	8
3. ETNOPEDOLOGIA	10
4. REFERÊNCIAS	15
CAPÍTULO I - CONHECIMENTO DOS AGRICULTORES FAMILIARES E INDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO: SÓ DE OLHAR A GENTE SABE!	21
RESUMO.....	21
1 INTRODUÇÃO.....	22
2 METODOLOGIA	25
2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	25
2.2 ESCOLHA E CAPACITAÇÃO DA EQUIPE DE PESQUISA	29
2.3. REUNIÃO COM OS AGRICULTORES	29
2.4 CONSTRUÇÃO PARTICIPATIVA DA PESQUISA.....	30
2.4.1 <i>Elaboração de mapas dos assentamentos</i>	31
2.4.2 <i>Levantamento dos Etnoindicadores de Qualidade do Solo</i>	31
2.4.3 <i>Priorização dos indicadores</i>	32
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
3.1 MAPAS	34
3.2 ETNOINDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO	35
3.2.1 <i>Indicadores biológicos</i>	37
3.2.2 <i>Indicadores químicos</i>	42
3.2.3 <i>Indicadores físicos</i>	44
3.2.4 <i>Indicadores visuais</i>	48
3.3 INDICADORES PRIORIZADOS	52
4 CONCLUSÕES.....	53
5 REFERÊNCIAS.....	54
CAPÍTULO II - ESTRATIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE AMBIENTES COM BASE EM ETNOINDICADORES: DE PALMO EM PALMO, A TERRA MUDA DE JEITO	62

RESUMO.....	62
1 INTRODUÇÃO.....	63
2 METODOLOGIA	66
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	66
2.2 ESTRATIFICAÇÃO AMBIENTAL	69
2.3 AVALIAÇÃO DOS AMBIENTES	70
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
3.1 ESTRATIFICAÇÃO AMBIENTAL	73
3.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS SOLOS	82
4. CONCLUSÕES.....	89
5 REFERÊNCIAS.....	90
CAPÍTULO III - INTEGRAÇÃO ENTRE ETNOINDICADORES E INDICADORES ACADÊMICOS	96
RESUMO.....	96
1 INTRODUÇÃO.....	97
2 METODOLOGIA	98
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	98
2.2 PESQUISA PARTICIPANTE	99
2.2.1 <i>Plantas espontâneas indicadoras e diversidade de plantas</i>	100
2.2.2 <i>Diversidade de macrofauna e densidade de minhocas, cupins e formigas</i>	100
2.2.3 <i>Fertilidade e textura</i>	101
3.1 DIVERSIDADE DE PLANTAS E PLANTAS ESPONTÂNEAS INDICADORAS	104
3.2 DIVERSIDADE DE MACROFAUNA E DENSIDADE DE ORGANISMOS INDICADORES	113
3.4 ESTRATÉGIAS DE MANEJO	122
4 CONCLUSÕES.....	124
5 REFERÊNCIAS.....	124
CAPÍTULO IV - DESVENDANDO OS SEGREDOS DA ANÁLISE DE SOLO: TROCA DE EXPERIÊNCIAS COM AGRICULTORES FAMILIARES.....	132
RESUMO.....	132
1 INTRODUÇÃO.....	133
2 METODOLOGIA	133
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	137
4 CONCLUSÕES.....	139
5 REFERÊNCIAS.....	139

CAPÍTULO V - FEIRA DE SOLOS: INTEGRAÇÃO PRÁTICA ENTRE SABER LOCAL E SABER ACADÊMICO	141
RESUMO.....	141
1 INTRODUÇÃO.....	142
2 METODOLOGIA	143
2.1 COR E MATÉRIA ORGÂNICA.....	143
2.2 TEXTURA E ESTRUTURA	144
2.3 VIDA DO SOLO: MICRORGANISMOS E MACROFAUNA.....	144
2.4 FERTILIDADE DO SOLO	145
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	146
4 CONCLUSÕES.....	149
5 REFERÊNCIAS.....	150
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	151
ANEXOS	155

RESUMO

CALIXTO, Juliana Sena D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2015. **De palmo em palmo a terra muda de jeito: diálogos sobre qualidade do solo.** Orientadora: Irene Maria Cardoso. Coorientadora: Maria Izabel Vieira Botelho.

A manutenção da qualidade dos solos tem sido um desafio para cientistas, técnicos e agricultores. Dados da FAO apontam que 25% dos solos agrícolas do mundo estão degradados, o que fez com que a ONU decretasse 2015 o Ano Internacional dos Solos, buscando sensibilizar a sociedade mundial para este problema, que compromete a sustentabilidade do planeta. A avaliação dos solos se faz com o uso de indicadores, atributos do solo que permitem avaliar e concluir sobre a sua qualidade. Esses indicadores são desenvolvidos por cientistas e por agricultores. O desafio posto é promover um diálogo entre os indicadores acadêmicos e os etnoindicadores, para orientar o manejo do solo de forma a potencializar suas funções e a sustentabilidade da agricultura. O objetivo geral desta tese foi identificar e sistematizar, de forma dialogada com os/as agricultores/as familiares, etnoindicadores de qualidade do solo e, a partir deles, construir uma base de avaliação sobre a qualidade do solo e estratégias de manejo sustentável dos agroecossistemas. O referencial teórico-metodológico utilizado foi a pesquisa participante, com a utilização de técnicas participativas para o reconhecimento e valorização do saber dos agricultores, com base nos princípios da Etnopedologia e da Agroecologia. Os etnoindicadores de qualidade do solo utilizados pelos agricultores de duas comunidades rurais dos municípios de Araponga (Sítio Oito de Março) e Muriaé (Associação Bonsucesso) foram identificados e sistematizados. Tais comunidades se localizam na Zona da Mata de Minas Gerais, Brasil. Realizou-se em conjunto com os agricultores a estratificação ambiental e a espacialização dos ambientes, utilizando etnoindicadores de qualidade do solo, e avaliou-se também com os agricultores a qualidade dos diferentes ambientes estratificados. A análise química foi o ponto de partida para uma discussão sobre formação de solo e manejo integrado da fertilidade com ênfase nas práticas agroecológicas de manejo do solo, que compreendem a fertilidade do solo de forma holística e não apenas como um balanço de nutrientes presentes no solo. Levantaram-se vinte e dois indicadores, sete deles referentes a aspectos biológicos do solo, dois a atributos químicos, sete referentes aos aspectos físicos e seis indicadores visuais. Os resultados demonstraram a riqueza de conhecimentos dos agricultores/as sobre o solo e as diversas interações que ocorrem em seus agroecossistemas. Os

agricultores de Araçuaia estratificaram a área do Assentamento Sítio Oito de Março em treze ambientes diferentes e os agricultores de Muriaé estratificaram a área da Associação Bonsucesso em quinze ambientes distintos. A partir das informações dos agricultores foi construída uma chave de identificação de ambientes para cada assentamento, sendo a pedoforma o principal atributo de estratificação. A estratificação realizada pelos/as agricultores/as foi similar às classificações científicas no que se refere à pedoforma, mas incorporou outros atributos do solo, como a estrutura e a exposição do terreno ao sol, o que permitiu maior detalhamento, possível nesta escala de trabalho. Com o uso de uma metodologia participativa e de campo, os agricultores aprenderam a avaliar os diferentes ambientes dos assentamentos, atribuindo-lhes notas. Com isto, os agricultores podem, com suas adaptações, aperfeiçoar ainda mais sua capacidade de observação, monitoramento e avaliação de seus ambientes e melhorar o manejo de seus agroecossistemas. A riqueza de informação sobre os etnoindicadores de qualidade do solo aliada à estratificação ambiental demonstrou o enorme conhecimento dos agricultores sobre o solo e as diversas interações que ocorrem em seus agroecossistemas. Este conhecimento não é estático, pelo contrário, está em constante transformação, pois eles aprendem na medida em que manejam e observam suas áreas, assim como quando interagem com outras pessoas. Muitos indicadores apontados pelos agricultores são encontrados na literatura científica internacional, demonstrando assim que o conhecimento dos agricultores é mais cosmopolita do que sugere algumas literaturas. Em muitos casos os indicadores apontados pelos agricultores coincidiram com os indicadores técnicos de qualidade do solo, mas em alguns casos suas avaliações são mais detalhadas porque utilizam indicadores mais sensíveis. Por exemplo, os solos de diversas áreas não apresentaram diferenças quando utilizada a análise química de rotina como indicadora, mas com base nas plantas espontâneas, tais áreas diferenciadas e estratificadas em mais detalhes. Considerou-se que o uso de indicadores técnicos e etnoindicadores foram complementares e ambos foram importantes para avaliar a qualidade do solo com mais precisão. O processo de troca de conhecimentos entre técnicos e agricultores foi imensamente rico, com todos aprendendo e ensinando e contribuiu para ressignificar a avaliação da qualidade do solo, muitas vezes feita com base exclusivamente na análise química de rotina dos solos. Esta também foi ressignificada durante os estudos, onde os agricultores tiveram a oportunidade de aprender como interpretar seus resultados. Uma metodologia denominada “Feira de Solos” foi utilizada para devolver os resultados da pesquisa sobre etnoindicadores de qualidade do solo. Durante a feira foi possível trocar

outras experiências e aprofundar ainda mais o conhecimento sobre manejo agroecológico do solo com agricultores e agricultoras participantes da pesquisa. A devolução dos resultados das pesquisas foi entendida como um compromisso social e ético assumido pelo pesquisador, e parte da pesquisa participante. O seminário de defesa da tese foi entendido também como parte do processo de intercâmbio entre o saber local e o conhecimento científico e por isto foi acompanhado pelos agricultores participantes da pesquisa.

ABSTRACT

CALIXTO, Juliana Sena D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, September 2015. **Inch by inch on the ground changes way: dialogues on soil quality**. Advisor: Irene Maria Cardoso. Co-Advisor: Maria Izabel Vieira Botelho.

The maintenance of soil quality has been a challenge for scientists, technicians and farmers. FAO data show that 25% of agricultural soils in the world are degraded, which caused the UN decreed 2015 the International Year of Soils, seeking to sensitize the world society to this problem, which jeopardizes the sustainability of the planet. The evaluation of soil is done with the use of indicators, developed by scientists and by farmers. The challenge posed is to promote a dialogue between academic indicators and etnoindicators to guide soil management in order to enhance its functions and the sustainability of agriculture. The objective of this thesis was to identify and systematize, in a dialogue with the farmers, the etnoindicators relatives of soil quality and, from them, build a knowledge base on soil quality and sustainable management strategies of agro-ecosystems. The theoretical framework used was participatory research, with the use of participatory techniques for identifying and recognizing the knowledge of farmers, based on the principles of Ethnopedology and Agroecology. The soil quality etnoindicators used by farmers in two rural communities in the municipalities of Araponga (Sítio Oito de Março) and Muriaé (Associação Bonsucesso) were identified and systematized. These communities are located in the Zona da Mata, Minas Gerais State, Brazil. Together with farmers, using etnoindicators soil quality, an environmental stratification and map of the environments were done, as well as, the evaluation of the quality of different stratified environments. Chemical analysis was the starting point for a discussion on soil formation and integrated management of fertility with emphasis on agroecological practices of soil management, which comprise the fertility holistically and not only as a nutrient balance in the soil. The survey identified twenty-two indicators, seven of them related to soil biology, two to the chemical attributes, seven related to the physical attributes, and six to the visual indicators. The results demonstrated the richness of the knowledge of the farmers related to the soil and the various interactions that occur in their agricultural ecosystems. The farmers, in Araponga, stratified the area of the Sítio Oito de Março in thirteen different environments and the farmers, in Muriaé, stratified the area of Associação Bonsucesso in fifteen different environments. From the information of farmers, an identification key for the environments was organized for each settlement.

The landform was the main attribute to stratify the environments. The stratification performed by farmers was similar to scientific stratification with respect to the landform, but incorporated other soil properties, such as structure and the exposure of the field to the sun, allowing more details, possible in this working scale. Using a participatory and field methodology, farmers have learned to evaluate the different environments of the settlements, giving them notes. As a result, farmers can, with their adaptations, further improve their capacity for observation, monitoring and evaluation of their environments and for improve the management of their agro-ecosystems. A richness of information on soil quality etnoindicators coupled with the information on environmental stratification demonstrated the amount of knowledge of farmers. This knowledge is not static, on the other way around, it is constantly changing as the farmers keep observing their areas, as well as interacting with others. Many indicators pointed by the farmers are found in the international scientific literature, demonstrating that the knowledge of farmers is more cosmopolitan than some literature suggest. In many cases the indicators mentioned by the farmers coincided with the technical indicators of soil quality, but in some cases their assessments are more detailed because they use more sensitive indicators. For example, soils from different areas showed no differences when using the routine chemical analysis as an indicator, but based on weeds, such areas were differentiated and stratified in more detail. We considered that the use of technical indicators and etnoindicators were complementary and both were important for evaluating soil quality more accurately. The process of exchange of knowledge between technicians and farmers was immensely rich, with all learning and teaching and contributed to reframe the assessment of soil quality, often made based solely on chemical routine analysis of the soil. The routine analysis also got a new meaning during the studies, when the farmers had the opportunity to learn how to interpret it. The methodology called “Soil Fair” was used to share the results of the research. During the fair it was possible to exchange other experiences and further deepen knowledge on the agro-ecological soil management with farmers participating in the research. To share the research results was a social and ethical commitment of the researcher. The thesis defense seminar was also understood as part of the exchange process between local and scientific knowledge and because of that it was accompanied by the farmers enrolled in the research.

INTRODUÇÃO GERAL

Além de servir de base para a produção de alimentos e fibras, o solo exerce importantes funções para a manutenção da vida, como regulador dos ciclos hidrológicos, controle de poluição e resíduos, base para construções e espaço de recreação e lazer (ARSHAD e MARTIN, 2002; BARRIOS et al., 2011; DORAN e ZEISS, 2000; GLIESSMAN, 2009; MOREIRA et al., 2013), atuando também como importante reservatório de carbono nos ecossistemas terrestres, contribuindo para a regulação climática do planeta (ANDERSON, 1992).

O solo pode ser considerado um sistema aberto complexo por trocar energia e matéria com o ambiente (KAMPF et al., 2012) e sua qualidade é essencial, pois é considerado um recurso “não renovável” na escala de tempo humana, sendo esgotável, e suas perdas dificilmente são recuperadas (KAMPF et al., 2012; NORTCLIFF, 2002). Desde 2003, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) insere a depleção de nutrientes e a degradação do solo em seus relatórios sobre desenvolvimento humano (MCBRATNEY et al., 2014), e a Assembleia Geral das Nações Unidas em sua 68ª sessão decretou 2015 o ano internacional dos solos, visando conscientizar a sociedade mundial sobre sua importância (SBCS, 2015).

Nos últimos 50 anos, mais de 2 bilhões dos 8,7 bilhões de hectares de terras agrícolas, pastagens permanentes e florestas do mundo foram degradadas, o que significa que perderam qualidade, ficando impossibilitados de exercerem suas funções (ARSHAD e MARTIN, 2002). Dados de 1991 apontavam que 20% dos solos mundiais estavam degradados (BOUMA et al., 1998), e em 2011, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) apontou um aumento de 25% dessa perda no intervalo de 20 anos. Na Europa estima-se que os prejuízos causados pela perda do solo chegam a 38 bilhões de Euros por ano, a ponto de a União Europeia considerar a degradação do solo uma ameaça ao desenvolvimento (MCBRATNEY et al., 2014).

Cerca de 85% dos solos tropicais têm algum grau de degradação (BARRIOS et al., 2006). Um dos motivos dessa degradação é que o manejo dos solos tropicais tem seguido as recomendações contidas em pacotes tecnológicos construídos a partir da lógica de que o solo é apenas um substrato para crescimento de plantas (GLIESSMAN, 2009), associado à utilização de técnicas fundamentadas no manejo de solos em países frios,

baseadas em revolvimento, adubação e calagem, o que tem causado grandes perdas de solos nos países tropicais (PRIMAVESI, 2014 e 2002).

Essa difusão de pacotes tecnológicos prioriza apenas o saber técnico-científico, desconsiderando o saber dos agricultores, tidos como ignorantes e atrasados, que devem apenas aceitar e aplicar as tecnologias. Entretanto, atualmente se percebe que esse saber pode e deve ser valorizado para a construção de estratégias sustentáveis de manejo dos solos tropicais (DORAN, 2002; JUNGRIEDER, 1986), pois o agricultor é o gestor da terra, e suas opções de manejo podem conservar ou degradar o solo.

No sentido de proteger o solo e valorizar o saber dos agricultores, a Agroecologia tem proposto a abordagem do solo como um organismo vivo e busca construir novas estratégias de manejo por meio da integração entre o saber local e o conhecimento científico, construindo um saber novo, o que pode ser um caminho para potencializar o manejo de agroecossistemas, no sentido de torná-los sustentáveis (ALTIERI, 2012).

Este trabalho teve como objetivo geral construir uma base integrada de conhecimentos sobre indicadores de qualidade do solo, a partir do saber local e do conhecimento científico. Esta introdução geral aborda os aspectos teóricos que nortearam a pesquisa.

1. QUALIDADE DO SOLO

O conceito de qualidade do solo está bastante relacionado ao tipo de uso que se propõe. A corrente de pensamento americana relaciona o conceito de qualidade à produtividade agrícola, enquanto a européia relaciona esse conceito à contaminação do solo com produtos químicos e resíduos (NORTCLIFF, 2002).

Uma abordagem que vem sendo bastante utilizada em diversos trabalhos sobre qualidade do solo (GIACOMETTI et al., 2013; KINYANGI, 2007; ARIAS et al., 2005; SCHJONNING et al. 2004; KARLEN et al., 2003; GREGORICH et al., 1997; CARTER et al., 1997) é a que relaciona qualidade do solo à capacidade que o mesmo tem de funcionar como um sistema vivo vital, sustentar a produtividade vegetal e animal, manter ou melhorar a qualidade do ar e da água, e promover a saúde de plantas e animais, dentro dos limites do ecossistema e do seu uso, e as estruturas socioeconômicas e de habitação humana (DORAN e PARQUIN, 1994). O termo qualidade muitas vezes é substituído por saúde do solo, termo mais alusivo à condição do solo como organismo vivo, finito e não-renovável (KINYANGI, 2007; DORAN, 2002; DORAN e ZEISS, 2000).

Recentemente, tem sido utilizado também o conceito de segurança do solo, que atribui a este recurso importância extrema para a sustentabilidade do planeta, sendo que sua conservação contribui para alcançar os desafios globais essenciais (segurança da água, mudanças climáticas, proteção da biodiversidade, segurança energética, segurança alimentar e serviços do ecossistema), uma vez que presta serviços ambientais fundamentais (MCBRATNEY et al., 2014). Este conceito considera também as dimensões econômicas, sociais e políticas e liga-se aos conceitos de qualidade, saúde e proteção do solo, reconhecendo o valor do solo e a maneira como as pessoas interagem com ele.

A condição de referência de qualidade de um solo seria aquela em que ele está funcionando com sua plena capacidade, em um determinado sistema de manejo que use práticas que levem em consideração critérios de sustentabilidade. Esta condição tem sido ameaçada pelo atual modelo de agricultura, que debilita as funções do solo por meio de processos erosivos, redução do teor de matéria orgânica e aumento da liberação de CO₂ para a atmosfera (DORAN, 2002; GLIESSMAN, 2009).

Ainda existem poucos estudos sobre o monitoramento dessa qualidade ao longo do tempo. Cientistas sugerem criar uma legislação para tentar garantir a qualidade dos solos, com parâmetros quantitativos, como existe para garantir a qualidade da água e do ar (ARSHAD e MARTIN, 2002).

Alguns autores questionam a capacidade de se produzir alimentos de qualidade para uma população mundial que tende a dobrar até 2040, com os atuais padrões de consumo insustentáveis (BOUMA et al., 1998), discutindo a necessidade de se construir um indicador de qualidade das terras que reflita as condições de um solo sob diferentes tipos de manejo. Mas para isso é também necessário haver decisão política e um nível de organização social para mobilizar a construção de uma nova ordem econômica, baseada na real sustentabilidade dos agroecossistemas.

Estudos sobre qualidade do solo para a agricultura tendem a seguir três linhas de análise (VEZZANI e MIELNICZUK, 2009): uma que foca nos atributos do solo como indicadores de qualidade, sendo Doran e Parkin (1994) e Larson e Pierce (1994) os pioneiros; uma segunda que considera a matéria orgânica do solo como principal indicador de qualidade, pois tem poder para interferir sobre os demais atributos (MANLAY et al., 2007; BOTS e BENITES, 2005; CONCEIÇÃO et al., 2005; LEITE et al., 2003; REEVES, 1997), e uma terceira, que propõe uma abordagem sistêmica da qualidade do solo, que procura abarcar a complexidade dos solos e de suas funções,

sugerindo ser mais importante centrar esforços em como obter qualidade do solo do que em como medi-la (VEZZANI e MIELNICZUK, 2009; VEZZANI, 2001). Neste trabalho considera-se importante a discussão sobre indicadores de qualidade do solo como promotora de um debate mais amplo sobre manejo agroecológico dos agroecossistemas, que pode servir de base para abordagens sistêmicas de qualidade do solo, indo ao encontro da terceira linha de análise.

1.1 Indicadores de qualidade do solo

Os indicadores podem ser utilizados para comparar a qualidade de diferentes locais ou do mesmo local ao longo do tempo, avaliando a sustentabilidade do manejo do solo. Ainda não existem parâmetros bem definidos para avaliar a qualidade do solo, sendo utilizada uma diversidade de indicadores de ordem física, química, biológica e também visual, caminhando para um consenso em se observar as diversas funções do solo (ARSHAD e MARTIN, 2002; NORTCLIFF, 2002) ao invés de um único indicador isolado.

Os indicadores devem permitir avaliar e concluir sobre a qualidade do solo. Para isto, um bom indicador deve apresentar atributos mínimos, tais como: ser sensível às variações de relevo e clima; ser bem correlacionado com funções do solo; ser de fácil mensuração e de baixo custo; ser útil para elucidar processos do ecossistema; ser compreensível e útil para o agricultor (DORAN, 2002; DORAN e ZEISS, 2000). Deve-se levar em conta que o solo pode exercer diversas funções simultaneamente, e que os valores críticos de cada atributo podem variar de acordo com a função do solo (NORTCLIFF, 2002).

Alguns trabalhos propõem a seleção de indicadores-chave e seus limites críticos, que seriam uma gama de valores desejáveis para manter o funcionamento normal do solo, mas que vão depender da cultura de interesse e dos agroecossistemas (ARSHAD e MARTIN, 2002). Matéria orgânica, profundidade do solo, infiltração, agregação, pH, condutividade elétrica, taxa de poluentes e respiração do solo são atributos do solo que podem ser indicadores adequados para a maioria dos casos, podendo ser também associados ao rendimento de culturas agrícolas, sugerindo incluir informações do agricultor, por meio de uma discussão entre cientistas e a população local, em uma abordagem multidisciplinar (ARSHAD e MARTIN, 2002).

Em geral, os indicadores são classificados em quatro grandes agrupamentos: físicos, químicos, biológicos e visuais (KINYANGI, 2007). O ideal é analisar a integração

entre esses atributos, sendo essa divisão apenas didática, porque na natureza tudo está interligado.

Os indicadores físicos estabelecem relações fundamentais com diversos processos que ocorrem no solo, como taxa de infiltração, escoamento superficial, drenagem e erosão, possuindo função essencial na disponibilidade de água, nutrientes e oxigênio do solo. Os principais indicadores físicos de qualidade do solo de interesse agrícola são a textura, densidade, porosidade, estrutura, resistência à penetração (compactação), encrostamento, profundidade de enraizamento, capacidade de água disponível, percolação ou transmissão da água (KINYANGI, 2007; GOMES e FILIZOLA, 2006; DEXTER, 2004; NORTCLIFF, 2002). A estrutura é um indicador-chave, pois é responsável pelo equilíbrio de outros indicadores de qualidade importantes, como a porosidade, a retenção de água e a profundidade de enraizamento (Dexter, 2004).

Os indicadores químicos indicam os teores dos componentes orgânicos e inorgânicos no solo e sua influência na produtividade agrícola. Normalmente se relacionam com variáveis ligadas à acidez do solo, ao teor de carbono e disponibilidade de nutrientes. Os mais importantes são o pH, o teor de matéria orgânica e a Capacidade de Troca Catiônica (CTC) (BARRIOS et al., 2011), entretanto, dependendo das especificidades locais, a salinidade, elementos tóxicos e tamponamento podem ser interessantes (NORTCLIFF, 2002). A quantidade de nutrientes, fitotoxicidade de metais-traço e mobilidade de pesticidas, que são influenciados pelos atributos químicos CTC, pH, condutividade elétrica, percentual de sódio trocável, conteúdo de matéria orgânica e conteúdo mineral também podem ser usadas para monitorar as mudanças causadas pelo manejo (HEIL e SPOSITO, 1997).

Para o manejo agroecológico, a matéria orgânica apresenta importância fundamental, pois alimenta a vida do solo e relaciona-se diretamente com a manutenção da estrutura, presença de microrganismos e disponibilidade de nutrientes do solo (MARTINEZ SALGADO et al., 2010; CASALINHO et al., 2007), interferindo nos atributos físicos, químicos, biológicos e até visuais do solo (NUNES et al., 2010; REEVES, 1997), por estar ligada a processos fundamentais como a ciclagem de nutrientes, agregação (NUNES et al., 2010) e dinâmica da água, além de ser fonte básica de energia para a atividade biológica (ROSCOE et al., 2006). A redução do teor de matéria orgânica pode interferir drasticamente nesses processos, dificultando o desempenho das funções do solo, provocando desequilíbrios no sistema e, conseqüentemente desencadeando o processo de degradação (ROSCOE et al., 2006).

Há uma estreita relação entre os atributos químicos do solo com a sanidade dos cultivos, um exemplo é o alto teor de nitrogênio das adubações artificiais, que submete as plantas a altos ataques de pragas e doenças, indicando que o manejo deve priorizar a adição de muita matéria orgânica, que libera o nitrogênio mais lentamente, para promover alta atividade biológica, alta fertilidade e cadeias tróficas complexas (ALTIERI e NICHOLLS, 2003).

Os indicadores biológicos dão elementos para se perceber efeitos das mudanças de manejo, pois captam alterações sutis ocorridas no solo (MARTINEZ-SALGADO, 2010; BARRIOS, 2007). As propriedades biológicas são afetadas por outras propriedades, como a temperatura, umidade, pH, teor de matéria orgânica e disponibilidade de nutrientes (BARRIOS et al., 2011), sendo que a menor variação no solo tende a modificar, forçosamente, toda a sua vida, porque beneficia ou prejudica componentes de uma sociedade estabelecida (PRIMAVESI, 2002). Podem ser muito dinâmicos e excepcionalmente sensíveis às mudanças nas condições do solo, por isso muitas vezes são usados em avaliações de curto prazo (PAULI et al., 2012; NORTCLIFF, 2002).

A comunidade biológica do solo é bastante complexa e está diretamente relacionada a serviços ecossistêmicos e produtividade da terra, atuando na ciclagem de nutrientes, na modificação na estrutura do solo e no controle de pragas e doenças (BARRIOS, 2007). Muitas pesquisas são realizadas sobre física e química do solo, mas pouco se sabe sobre a biodiversidade do solo (MOREIRA et al., 2013), em parte pelo tipo de agricultura predominante, na qual as funções da biodiversidade são feitas por atividades humanas (preparo mecanizado do solo substitui a atividade física das raízes e macrofauna; adição de fertilizantes substitui a ciclagem de nutrientes; uso de pesticidas substitui o controle biológico, por exemplo), que prejudicam a vida no solo e colocam em risco a sustentabilidade dos ambientes (BARRIOS, 2007). Como indicadores biológicos, destacam-se as plantas espontâneas e a fauna edáfica. Alguns autores consideram a matéria orgânica como um indicador biológico, por se originar de organismos vivos (NORTCLIFF, 2002).

As plantas espontâneas refletem simultaneamente características químicas, físicas e biológicas do solo (BARRIOS e TREJO, 2003; MARTINEZ-SALGADO, 2010), pois cada planta apresenta necessidades e capacidade adaptativa específicas, podendo ser indicadoras de acidez, compactação, teor de matéria orgânica, etc. (PRIMAVESI, 2011).

A fauna do solo desempenha importantes funções e é bastante sensível às alterações no ambiente, sendo um indicador de qualidade ambiental. Pode ser dividida em micro, meso e macrofauna, conforme o tamanho dos organismos.

A microfauna atua na pedogênese e nos processos de decomposição e ressíntese da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, transformações bioquímicas específicas, controle biológico de patógenos, dentre outros (ANDREOLA e FERNANDES, 2007).

A meso e macrofauna participam ativamente das interações que se desenvolvem nos processos físicos, químicos e biológicos do solo, sendo ótimos indicadores (LAVELLE et al., 2006; ROUSSEAU et al., 2013). Há mais estudos disponíveis sobre a macrofauna do solo, pois grandes invertebrados são relativamente fáceis de medir, onipresentes e familiares aos agricultores, sendo mais fácil de se estudar que a micro e mesofauna (ROUSSEAU et al., 2013; MARTINEZ-SALGADO, 2010; BARRIOS, 2007), que não podem ser avaliadas a olho nu.

Estudar a fauna edáfica é de suma importância, uma vez que um quarto da biodiversidade do planeta está no solo (FAO, 2015), e essa diversidade de organismos ajuda o solo a desempenhar suas funções, pois mantém a estrutura do solo, auxilia na troca de gases e sequestro de carbono, age na ciclagem de nutrientes, fornece alimento e recursos medicinais e, ao desenvolver relações simbióticas com plantas e suas raízes, auxilia no crescimento das plantas (RUIZ et al., 2008).

Os indicadores visuais do solo, tais como cor, relevo e profundidade, são os de mais fácil percepção pelos agricultores (AUDEH et al., 2010) e permitem inferências sobre a qualidade do solo em campo. Estes indicadores são influenciados pela localização na paisagem, exposição ao sol, fluxo de água e outros fatores que interferem na pedogênese. Alguns indicadores visuais como erosão e exposição do subsolo quando chegam a aparecer podem indicar um grau avançado de perda de qualidade (NORTCLIFF, 2002).

A cor é uma das características morfológicas de mais fácil visualização nos solos. A partir da cor é possível fazer inferências quanto ao conteúdo de matéria orgânica, tipificação de óxidos de ferro e drenagem (RESENDE et al., 2007; CAMPOS, 2001). Estudos etnopedológicos realizados com agricultores apontam que a cor é citada em 100% dos estudos como indicador de qualidade do solo, seguidos pela textura (98%), consistência (56%) e matéria orgânica (48%) (BARRERA-BASSOLS e ZINK, 2003; BARRIOS e TREJO, 2003).

Avaliar apenas um tipo de indicador não é suficiente para uma análise da qualidade do solo. Alguns autores sugerem ser necessário um conjunto mínimo de atributos físicos, químicos, biológicos e visuais, analisados em conjunto para avaliar a da qualidade do solo (CASALINHO et al., 2007; KINYANGI, 2007; DORAN e PARKIN, 1996; LARSON e PIERCE, 1994). Entretanto, esse conjunto ainda não está definido.

É necessário que os cientistas traduzam a ciência em prática, simplificando os seus estudos por meio de indicadores simples, que tenham significado para agricultores e outros gestores do solo, ou seja, traduzir o conhecimento científico sobre funções do solo em conhecimento e práticas de manejo acessíveis para produtores e gestores (DORAN, 2002). Nesse sentido, integrar os indicadores técnicos com indicadores locais, desenvolvidos pelos próprios agricultores, pode ser uma alternativa interessante para promover melhorias na qualidade do solo (BARRIOS et al., 2006 e 2011; CASALINHO et al., 2007). Os agricultores utilizam diversos dos indicadores supracitados; porém, com outros nomes e outras lógicas, acrescentando a eles outros indicadores com maior significância local.

O conhecimento científico sobre os indicadores pode e deve ser integrado ao conhecimento local. Para isso, é necessário desenvolver uma linguagem comum entre agricultores, extensionistas e pesquisadores, com o objetivo de construir estratégias para um “manejo integrado da qualidade do solo”, que considere aspectos biológicos, físicos, químicos, sociais, econômicos e políticos da degradação dos solos, mas que só fazem sentido se forem construídos com os agricultores. Integrar conhecimento local com conhecimento científico relevante reduz as incertezas na adoção de novas tecnologias (BARRIOS et al., 2006 e 2011; BARRERA-BASSOLS e ZINCK, 2003). Essa proposta se afina com a proposta de manejo do solo da Agroecologia, que será apresentado a seguir.

2. MANEJO AGROECOLÓGICO DO SOLO

A forma de manejar os solos, disseminada a partir da Revolução Verde e predominante nos dias de hoje, é a principal responsável pela degradação dos solos agrícolas ao redor do mundo (MAZOYER e ROUDART, 2010). Marcado pelo excesso de revolvimento, ausência de cobertura vegetal e pouco valor atribuído à matéria orgânica, esse tipo de manejo prejudica os atributos físicos, químicos e biológicos, deixando os solos suscetíveis à degradação e consequente perda de qualidade (KHATOUNIAN, 2001).

Em relação ao manejo dos solos, a Agroecologia traça estratégias de manejo que buscam prioritariamente promover a vida no solo, para que esta interfira nos demais atributos, contribuindo para melhoria da qualidade dos solos agrícolas (GLIESSMAN, 2009) e propõe a aplicação dos princípios ecológicos para desenhar sistemas agrícolas sustentáveis (PRIMAVESI, 2002), por meio de um estudo dos agroecossistemas que abranja os elementos ambientais e humanos, procurando envolver diversas abordagens para impulsionar as mudanças na produção agrícola mundial (ALTIERI, 2012; WEZEL et al., 2009).

A Agroecologia pode ser apreendida a partir de três diferentes e complementares abordagens: enquanto ciência, prática agrícola e movimento social. No Brasil, a Agroecologia surge a partir de movimentos sociais que apoiavam práticas agrícolas tradicionais, como crítica aos efeitos ambientais e sociais da modernização da agricultura e, com o tempo, foi havendo o uso combinado das três esferas: visão política do movimento; aplicação técnica na prática, e produção de conhecimento da ciência, propondo maior conexão entre ciência e extensão para atingir o desenvolvimento rural sustentável (WEZEL et al., 2009). A Agroecologia propõe uma abordagem multidisciplinar dos agroecossistemas e busca alternativas para agricultores pobres em regiões marginais, com técnicas que se contrapõem ao modelo convencional de agricultura, focadas na autonomia desses agricultores com a utilização de insumos internos à propriedade (ALTIERI, 2001; CAPORAL et al., 2006).

Um conceito importante que a Agroecologia apropria a partir da Ecologia é o de resiliência. A Agroecologia propõe agroecossistemas com alto grau de resiliência, que consigam se restabelecer, no menor tempo possível, de adversidades sofridas. Quanto mais resiliente, mais sustentável é um agroecossistema, principalmente se considerar as intensas mudanças ecológicas e socioeconômicas por que tem passado o sistema global de produção de alimentos (CABEL e OELOFSE, 2012). Estudos recentes apontam que os sistemas agroecológicos possuem maior resiliência frente às adversidades causadas pelas mudanças climáticas planetárias (NICHOLLS et al., 2015).

O manejo agroecológico do solo é centrado em princípios ecológicos que sugerem aumentar a ciclagem de biomassa; o manejo da matéria orgânica e da atividade biológica do solo; minimizar perdas; promover a diversificação de espécies no tempo e no espaço; aumentar as interações biológicas e os sinergismos entre os elementos da biodiversidade (ALTIERI, 2012). Ao invés de lutar contra as adversidades ambientais, artificializando em excesso os agroecossistemas, a Agroecologia trabalha em favor da natureza (SILVA,

2005). Esse tipo de manejo é característico de comunidades ancestrais, mas ele foi desmerecido, desqualificado pelo modelo de agricultura considerada moderna, que se impôs em diversas regiões do mundo. Entretanto, esse saber não se perdeu, e a Agroecologia propõe sua redescoberta e revalorização.

Para a promoção de práticas ecológicas de manejo dos agroecossistemas é necessário que os estados reorientem seus investimentos na agricultura para ações que tenham a Agroecologia como um modelo de desenvolvimento agrícola, pois esta é a principal forma de atender ao direito humano à alimentação disponível, acessível e adequada, necessitando de políticas públicas amplas para sua expansão (DE SHUTTER, 2010).

Em termos econômicos, a Agroecologia propõe um rendimento ótimo, com equilíbrio ambiental, ao invés de um rendimento máximo às custas de grande desgaste do ambiente (KHATOUNIAN, 2001; BONILLA, 1992). No tocante aos seus aspectos sociais, a Agroecologia está em consonância com o modo de vida e de produção dos pequenos agricultores ao redor do mundo, uma vez que as estratégias agroecológicas de produção propõem a valorização do saber dos agricultores e de suas experiências, pois entende que as mudanças ocorrerão a partir das práticas dos agricultores, que podem ser também associadas ao conhecimento de outras áreas científicas. Para isso, é importante promover um intercâmbio entre saber local e conhecimento científico, visando à construção de agroecossistemas saudáveis (ALTIERI, 2002; BARROS e SILVA, 2013; MOLINA, 2011).

Com o manejo dos agroecossistemas procura-se recuperar e conservar os recursos naturais como base do sistema de produção agrícola. Mas este manejo exige um entendimento maior dos componentes dos agroecossistemas e suas relações. Para isto, é essencial reconhecer e ressignificar o conhecimento dos agricultores/as, em especial em relação ao solo, que é a base da produção agrícola sustentável (ALTIERI, 2012; CARDOSO et al., 2010). É nessa busca pela interação com o saber dos agricultores que a Agroecologia se afina com a Etnopedologia, que oferece contribuições importantes, uma vez que procura documentar e entender as abordagens locais de percepção, classificação, avaliação, uso e manejo do solo (BARRERA-BASSOLS e ZINCK, 2003).

3. ETNOPEDOLOGIA

A sociedade moderna criou o mito de que cientistas pensam melhor que as outras pessoas. Entretanto, senso comum e ciência são expressões de uma mesma necessidade

básica de compreender o mundo. O que os diferencia são os métodos de construção do conhecimento (ALVES, 1981; TOLEDO e BARRERA-BASSOLS, 2015). Há muito conhecimento para além do conhecimento científico, sendo necessário um diálogo da ciência com outras formas de saber, o que poderia evitar a desqualificação mútua e formular novas configurações do conhecimento (SANTOS et al., 2006).

A Ciência do Solo tem tido problemas de comunicação com agricultores, tomadores de decisão e com sua própria disciplina e, muitas vezes, suas orientações são compreendidas apenas por outros cientistas do solo, ficando distantes da sociedade (HARTEMINK e MCBRATNEY, 2008). Muitos projetos de manejo e conservação de solo apresentam falhas por problemas de comunicação entre agentes externos e os agricultores locais, pois as populações locais têm perspectivas diferentes das dos técnicos e cientistas devido às diferenças culturais, o que não quer dizer que elas sejam ignorantes, mas apenas que possuem uma forma diferente de construção do conhecimento (JUNGERIOUS, 1985).

Agricultores desenvolvem sistemas agrícolas complexos, diversificados e localmente adaptados (ALTIERI, 2012). Estudos comprovam que a maioria dos agricultores locais detém profundo conhecimento sobre as forças ecológicas que os rodeiam, o que os habilita a manejar e manipular os recursos naturais de modo a atingir seus objetivos práticos cotidianos (ALVES et al., 2005; CASALINHO et al., 2011). Nesse sentido, é preciso promover um diálogo entre o conhecimento generalista do cientista e o conhecimento empírico do agricultor (BARRIOS e TREJO, 2003).

Estudos sobre o conhecimento local fazem parte do ramo das etnociências, com suas várias expressões, denominadas por Campos (2002) de “etno-x” (etnobiologia, etnoecologia, etnofarmacologia, etnobotânica, etnomedicina, etnoastronomia, etnopedologia, etc.), e que centraram seus esforços em estudos linguísticos e taxonômicos. Para ser um bom etnocientista, o pesquisador de determinada “etno-x” deve ter um bom conhecimento sobre os fundamentos da “ciência x” para poder iniciar e avançar nos seus estudos, além de considerar as diferenças culturais existentes, evitando o etnocentrismo (CAMPOS, 2002). O arcabouço metodológico etnocientífico inspira pesquisas de interface entre Antropologia e ciências da natureza, bem como ligações entre diversidade biológica e cultural (ALVES e MARQUES, 2005).

O prefixo “etno” se refere a um sistema de conhecimento e cognição característicos de uma determinada cultura (ALVES e MARQUES, 2005) e a Etnopedologia pode ser definida como uma disciplina híbrida entre ciências naturais e

sociais, que envolve o conhecimento sobre o solo de comunidades rurais, como agricultores, indígenas, quilombolas, etc. (BARRERA-BASSOLS e ZINCK, 2003). Em comparação com outras etnociências, a Etnopedologia é um campo ainda pouco explorado, com poucos trabalhos na área, embora exista desde os remotos tempos do geógrafo Dokuchaev (ALVES et al., 2006).

A base da ciência etnopedológica, de acordo com Barrera-Bassols et al. (2006), está na compreensão de três dimensões do conhecimento local: o *corpus*, representado pelo sistema cognitivo local; o *kosmos*, representado pelas crenças e simbolismos ligados a esse conhecimento e a *práxis*, representado pelo manejo dos sistemas. É a integração entre essas três dimensões (chamado complexo K-C-P) que constrói o conhecimento local (BARRERA-BASSOLS et al., 2006; BARRERA-BASSOLS e ZINK, 2003). A maioria dos trabalhos sobre Etnopedologia focam mais a *práxis*, deixando de lado o *Kosmos* e a *Cultura Corpus* (ALVES et al., 2006).

Os estudos da Etnopedologia podem ter três abordagens principais: abordagem informativa ou **etnográfica**, quando apenas identificam o conhecimento das populações locais sobre o solo (ALVES et al., 2006; BARRERA-BASSOLS e ZINK, 2003); abordagem **comparativa**, quando se procura comparar o conhecimento local e o técnico e preocupa-se em estabelecer similaridades e diferenças entre o conhecimento local e a informação científica, tentando identificar possíveis correlações entre diferentes sistemas de classificação e manejo dos solos, não considerando os contextos socioculturais dos quais a percepção, crença, cognição e práticas se derivam (AUDEH et al., 2010; BARRERA-BASSOLS e ZINK, 2003); e abordagem **integrativa**, que busca identificar e mobilizar o relacionamento entre informação cultural e científica, objetivando elaborar propostas de manejo dos recursos naturais de acordo com os contextos social, cultural, econômico e ecológico locais. Nesta última abordagem integram-se comunidade e agentes externos que, juntos, decidem sobre as ações a serem executadas (BARRERA-BASSOLS e ZINCK, 2003; CASLINHO et al., 2007).

A abordagem integrativa é ainda recente na Etnopedologia, e busca promover o desenvolvimento endógeno em uma perspectiva interdisciplinar. O aspecto mais importante dessa abordagem é a análise do processo de manejo relacionado à dinâmica dos recursos do solo, sob a perspectiva dos atores locais - que os de fora não têm (BARRERA-BASSOLS e ZINCK, 2003). A abordagem etnopedológica integrativa é a que orienta a presente pesquisa.

Estudos sobre classificações locais de solo revelam que, na maioria das vezes, os sistemas desenvolvidos pelas comunidades são bem mais detalhados que os utilizados pela Ciência do Solo, pois os primeiros são aperfeiçoados localmente, enquanto os últimos são desenvolvidos em maiores escalas (MANCIO, 2008; BARRERA-BASSOLS et al., 2006) e a participação dos agricultores pode aumentar o valor prático dos resultados de pesquisa, pois eles têm conhecimento íntimo de seus ambientes (SUMBERG et al., 2003).

Entretanto, às vezes, o conhecimento local sozinho pode ser impreciso e incapaz de lidar com as mudanças ambientais. Por isso, é importante uma abordagem local e científica conjunta, aproveitando as complementaridades e sinergias, tornando os resultados formais da pesquisa agrícola mais acessíveis aos agricultores (BARRIOS e TREJO, 2003; SUMBERG et al., 2003). É preciso estabelecer uma linguagem comum, reconhecendo que todos os sistemas de conhecimento têm limitações e que a integração do pensamento técnico e local é indispensável para formular sistemas de gestão sustentável da terra (BARRERA-BASSOLS et al., 2006).

O método representa um desafio constante para a Etnopedologia, pois por valorizar as peculiaridades locais, não há um caminho único para a pesquisa (WINKLERPRINS e SANDOR, 2003), e o processo de construção do conhecimento chega a ser mais importante que os resultados em si. A abordagem participativa, que promove intercâmbio entre os pensamentos dos atores locais e dos pesquisadores, apresenta-se como alternativa metodológica ideal, pois promove um processo de aprendizagem contínua, uma troca de conhecimentos bidirecional, imprescindível para a construção de ações promotoras do desenvolvimento das comunidades (BARRERA-BASSOLS e ZINCK, 2003; BARRIOS e TREJO, 2003).

Os processos de troca de conhecimento sobre os solos devem evitar abordagens bancárias, nas quais agricultores são vistos como recipientes passivos de informação e tecnologia. O uso de abordagens participativas e facilitadoras, onde os agricultores são vistos como inovadores e experimentadores ativos, facilita o fluxo de informação e comunicação, que deve ser multi-direcional e deve considerar a alta diversidade dos sistemas agrícolas (MCBRATNEY et al., 2014; SUMBERG et al., 2003).

Pesquisas participativas devem envolver os agricultores em todas as etapas (planejamento, implementação e avaliação), e utilizar ferramentas metodológicas adaptadas à realidade local, considerando que todas as culturas são fontes originais de saber (BRANDÃO e BORGES, 2007). Entretanto, ainda há poucas pesquisas

participativas, pois os pesquisadores concentram-se apenas em coletar dados confiáveis para fins estatísticos e construção de séries temporais, deixando de lado os processos participativos de construção do conhecimento (DEFOER, 2002).

Assim posto, o objetivo geral desta tese foi identificar e sistematizar, de forma dialogada com os/as agricultores/as familiares, etnoindicadores de qualidade do solo e, a partir deles, constuir uma base de avaliação sobre a qualidade do solo e estratégias de manejo sustentável dos agroecossistemas.

A pesquisa¹ foi realizada de forma participativa, procurando favorecer o intercâmbio de conhecimentos entre pesquisadores, agricultores e extensionistas. Foi utilizado, com adaptações, o Guia Metodológico para Integração Participativa de Conhecimento sobre Indicadores de Qualidade do Solo (BARRIOS et al., 2011), que propõe uma metodologia útil para integrar conhecimento local com conhecimento técnico sobre qualidade do solo. O projeto de pesquisa foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal de Viçosa (Parecer 750.635/2014).

Além desta introdução geral e das considerações finais, a tese está estruturada em cinco capítulos. O capítulo 1 teve como objetivo identificar e sistematizar, de forma dialogada, os etnoindicadores de qualidade do solo utilizados pelos agricultores de duas comunidades rurais dos municípios de Araponga e Muriaé, localizados na Zona da Mata de Minas Gerais; o capítulo 2 objetivou realizar com esses agricultores a estratificação ambiental, a espacialização e a avaliação da qualidade do solo dos diferentes ambientes estratificados, utilizando etnoindicadores de qualidade do solo; o objetivo do capítulo 3 foi integrar os etnoindicadores de qualidade do solo com indicadores científicos de qualidade do solo e debater técnicas de manejo para a melhoria da qualidade do solo; o capítulo 4 buscou identificar e aprofundar a percepção dos agricultores sobre a análise química como um indicador de qualidade do solo e o capítulo 5 apresenta a experiência denominada “Feira de Solos”, que objetivou devolver os resultados da pesquisa sobre etnoindicadores de qualidade do solo e, a partir desses resultados, aprofundar os conhecimentos e trocar experiências sobre manejo agroecológico do solo com agricultores e agricultoras participantes da pesquisa.

¹ O trabalho foi realizado em parceria com o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sudeste de Minas (campus Muriaé), o Centro de Estudos, Formação e Assessoria Rural da Zona da Mata (CEIFAR), a Empresa Mineira de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER-MG) e o Centro de Tecnologias Alternativas da Zona da Mata (CTA-ZM). O projeto aqui apresentado é parte do projeto “Fortalecimento do Núcleo de Estudos em Agroecologia do IF Sudeste de Minas – campus Muriaé”, com apoio financeiro do CNPq (Processo 406881/2012).

4. REFERÊNCIAS

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

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

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Soil fertility management and insect pests: Harmonizing soil and plant health in agroecosystems. **Soil and Tillage Research**, 2003.

ALVES, A. G. C.; MARQUES, J. G. W. Etnopedologia: uma nova disciplina? **Tópicos em ciência do solo**, v. 4, p. 321–344, 2005.

ALVES, A. G. C. et al. Por que estudar os nomes dados aos solos pelos camponeses? **Boletim Informativo - SBCS**, v. 31, n. 1, p. 12–17, 2006.

ALVES, R. **Filosofia da Ciência**: introdução ao jogo e a suas regras. 9o ed. São Paulo: Loyola, 2005.

ANDERSON, J. M. Responses of soils to climate change. *Advances in Ecological Research*, San Diego, v.22, p. 63-91, 1992.

ANDREOLA, F.; FERNANDES, S. A. P. Microbiota do solo na agricultura orgânica e no manejo de culturas. **Microbiota do solo e qualidade ambiental**. p.21–39, 2007. Campinas: Instituto Agronômico.

ARIAS, M. E. et al. Soil health - a new challenge for microbiologists and chemists. **International Microbiology**, v. 8, p. 13–21, 2005.

ARSHAD, M. A.; MARTIN, S. Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. 2002.

AUDEH, S. J. S. et al. Avaliação etnopedológica e sua relação com características do solo em propriedades agrícolas familiares produtoras de fumo orgânico. 1º Congresso de co-Innovación de sistemas sostenibles de sustento rural y 1º Congreso latinoamericano y europeo em co-Innovación de sistemas sostenibles de sustento rural. **Anais**, 2010, Lavalleja, Uruguay

BARRERA-BASSOLS, N.; ZINK, J. A. Ethnopedology: a worldwide view on the soil knowledge of local people. **Geoderma** 111 (2003) 171-195

BARRIOS, E. Soil biota, ecosystem services and land productivity. **Ecological Economics**, n. 64, p. 269-285, 2007.

BARRIOS, E.; COUTINHO, H. L. C.; MEDEIROS, C. A. B. **InPaC-S: Integração Participativa de Conhecimentos sobre Indicadores de Qualidade do Solo**. Nairobi: ICRAF, EMBRAPA, CIAT, 2011.

BARRIOS, E.; DELVE, R. J.; BEKUNDA, M.; 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.

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

BARROS, F. B.; SILVA, L. M. S. Agroecologia e aproximações de saberes como essência do desenvolvimento sustentável nos trópicos. In: J. C. C. GOMES; W. S. ASSIS (Orgs.); **Agroecologia: princípios e reflexões conceituais**. 2013. Brasília, DF: Embrapa (Coleção Transição Agroecológica, 1).

BONILLA, J. **Fundamentos da agricultura ecológica: sobrevivência e qualidade de vida**. São Paulo: Nobel, 1992.

BOT, A.; BENITES, J. **The importance of soil organic matter Key to drought-resistant soil and sustained food production**. Roma: FAO, 2005.

BOUMA, J.; DROOGERS, P. A procedure to derive land quality indicators for sustainable agricultural production. **Geoderma**, v. 85, p. 103–110, 1998.

BRANDÃO, C. R.; BORGES, M. C. A pesquisa participante: um momento da educação popular. **Revista de Educação Popular**, v. 6, 2007.

CABELL, J. F.; OELOFSE, M. 2012. An indicator framework for assessing agroecosystem resilience. **Ecology and Society**, 17 (1): 18.

CAMPOS, M. D. Etnociência ou etnografia de saberes, técnicas e práticas. In: M. C. M. AMOROZO; L. C. MING; S. P. SILVA (Orgs.); **Métodos de coleta e análise de dados em etnobiologia, etnoecologia e disciplinas correlatas**, 2002. Rio Claro.

CAMPOS, R. C. **Determinação da cor do solo e sua utilização na predição dos teores de hematita**. P I R A C I C A B A, 2001. Universidade de São Paulo.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A.; PAULUS, G. **Agroecologia: matriz disciplinar ou novo paradigma para o desenvolvimento rural sustentável 1**, 2006. Brasília. Disponível em: <http://www.seaembu.org/docs/agroecologia2.pdf>

CARDOSO, I. et al. Continual Learning for Agroforestry System Design: University, NGO and farmer partnership in Minas Gerais. **Agricultural Systems**, v. 69, p. 235–257, 2001.

CARDOSO, I. M.; DUARTE, E. M. G.; SOUZA, M. E. P.; et al. Agrobiodiversidade em sistemas de produção agroecológica. In: MING, L. C.; AMOROZO, M. C. M.; KFURI C. W (Orgs.). **Agrobiodiversidade no Brasil: experiências e caminhos de pesquisa**. p.75–94, 2010. Recife: Nupeea.

CARTER, M.R. E.G.; et al. Concepts of soil quality and their significance. p. 1–19. In: E.G. GREGORICH and M.R. Carter (ed.) **Soil quality for crop production and ecosystem health**. Elsevier, Amsterdam, 1997.

CASALINHO, H. D. et al. **Monitoramento da qualidade do solo em agroecossistemas de base familiar** – a percepção do agricultor. Pelotas: Ed. Universitária da UFPEL, 2011.

CASALINHO, H. D. et al. Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 13, n. 2, p. 195–203, 2007.

CONCEIÇÃO, P. C. et al. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 777–788, 2005.

DEFOER, T. Learning about methodology development for integrated soil fertility management. **Agricultural Systems**, n. 73, p. 57-81, 2002.

DEXTER, A. R. Soil physical quality Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. **Geoderma**, n.120, p. 201-214, 2004

DORAN, J. W. Soil health and global sustainability: translating science into practice. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, n. 88, p. 119–127, 2002.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN J. W.; COLEMAN, B. A. (Orgs.) **Defining soil quality for a sustainable environment**. p. 3–21, 1994. Madison:SSSA.

DORAN, J. W.; ZEISS, M. R. Soil health and sustainability: Managing the biotic component of soil quality. **Applied Soil Ecology**, n. 15, p. 3–11, 2000.

FAO. **Soils and biodiversity**. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i4551e.pdf>
Acesso em 20/06/2015.

GIACOMETTI, C. et al. Chemical and microbiological soil quality indicators and their potential to differentiate fertilization regimes in temperate agroecosystems. **Applied Soil Ecology**, 2013.

GLIESSMAN, S. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 4ª ed. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

GOMES, M. A. F.; FILIZOLA, H. F. **Indicadores físicos e químicos de qualidade de solo de interesse agrícola**. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, 2006.

GREGORICH, E. G. et al. M. Biological Attributes of soil quality. In: GREGORICH E.G., CARTER M. R., editors. **Soil quality for crop production and ecosystem health**. Wageningen: Elsevier; 1997. p.81-113.

HEIL, D.; SPOSITO, G. Chemical attributes and processes affecting soil quality. **Developments in Soil Science**, v. 25, p. 59–79 1997.

JUNGERIUS, P. D. Perception and use of the physical environment in peasant societies. **Reading Geographical Papers**. n 93 (Dept. of Geography University of Reading, v. 93, 1985.

KÄMPF, N.; CURI, N. Conceito de solo e sua evolução histórica. **Pedologia: fundamentos**. 1ª ed, p.343, 2012. Viçosa: SBCS.

KARLEN, D. L.; DITZLER, C. A.; ANDREWS, S. S. Soil quality: why and how? **Geoderma**, v. 114, p. 145–156, 2003.

KHATOUNIAN, C. A. **A Reconstrução Ecológica da Agricultura**. Botucatu: Agroecológica, 2001.

KINYANGI, J. **Soil health and soil quality**: a review. Draft publication, 2007. Disponível em: <http://www.worldaginfo.org/files/Soil%20Health%20Review.pdf>

LARSON, W. E.; PIERCE, F. J. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. In: J. W. DORAN; D. C. COLEMAN; D. F. BEZDICEK; B. STEWART (Orgs.); **Defining soil quality for a sustainable environment**. p.37–51, 1994. Madison, SSSA.

LAVELLE, P. et al. Soil invertebrates and ecosystem services. **European Journal of Soil Biology** 42, 2006, S3-S15

LEITE, L. F. C. et al. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em Argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 27, p. 821–832, 2003.

MANCIO, D. **Percepção ambiental e construção do conhecimento de solos em assentamento de reforma agrária**, 2008. Universidade Federal de Viçosa.

MANLAY, R. J.; FELLER, C.; SWIFT, M. J. Historical evolution of soil organic matter concepts and their relationships with the fertility and sustainability of cropping systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, n. 119, p. 217–233, 2007.

- MARTINEZ-SALGADO M, M. et al. Biological soil quality indicators: a review. In: **Current Research, Technology and Microbiology and Microbial Biotechnology**, Mendez-Vilas A (Editor.), Formatex.2010.
- MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**. São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2010.
- MCBRATNEY, A.; FIELD, D. J.; KOCH, A. The dimensions of soil security. **Geoderma**, V. 213, p. 203–213, 2014.
- MOLINA, M. G. **Introducción a La Agroecología**. Madrid, 2011.
- MOREIRA, F. M. S. et al. O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal. In: F. M. S. MOREIRA; J. E. CARES; R. ZANETTI; S. L. STURMER (Orgs.); **O ecossistema solo**. 1ª ed, p.352, 2013. Lavras: EDITORA UFLA.
- NICHOLLS, C. I. et al. A. Agroecologia e o desenho de sistemas agrícolas resilientes às mudanças climáticas. **Agriculturas**. Caderno para Debates, 2015.
- NORTCLIFF, S. Standardisation of soil quality attributes. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, n. 88, p.161–168, 2002.
- NUNES, L. A. P. L. et al. Atributos físicos do solo em área de monocultivo de cafeeiro na zona da mata de Minas Gerais. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 1, p. 71–78, 2010.
- OLIVEIRA, J. B. **Pedologia aplicada**. Piracicaba: FEALQ, 2008.
- PAULI, N.; BARRIOS, E.; CONACHER, A. J.; OBERTHUR, T. Farmer knowledge of the relationships among soil macrofauna, soil quality and tree species in a smallholder agroforestry system of western Honduras. **Geoderma** 189, 2012, 186-198
- PRIMAVESI, A. **Pergunte aos solos e às raízes**. 1ª ed. São Paulo: Nobel, 2014.
- PRIMAVESI, A. **Agricultura Sustentável**. 6ª ed. São Paulo: Nobel, 2011.
- PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**. São Paulo: Nobel, 2002.
- REEVES, D. W. The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. **Soil and Tillage Research**., n. 43, p. 131-167, 1997.
- RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia: Base para distinção de ambientes**. 5o ed. Lavras: Editora UFLA, 2007.
- ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. Biomassa microbiana do solo. In: R. ROSCOE; F. M. MERCANTE; J. C. SALTON (Orgs.); **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares**. p.163–198, 2006. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste.

ROUSSEAU, L. et al. Soil macrofauna as indicators of soil quality and land use impacts in smallholder agroecosystems of western Nicaragua. **Ecological Indicators**, n. 27, p. 71–82, 2013.

RUIZ, N., LAVELLE, P., JIMENEZ, J. **Soil Macrofauna Field Manual**. Technical Level. Food and Agriculture Organisation of the United Nations. 2008.

SANTOS, B. DE S.; MENESES, M. P. G.; NUNES, J. A. Conhecimento e transformação social: por uma ecologia de saberes. **Revista de Direito Ambiental da Amazônia**, n. 6, p. 11–103, 2006.

DE SHUTTER, O. **Agroecology and the Right to Food**. 2010.

SILVA, A. A. Agroecologia na opinião de um agricultor. **Ação Ambiental**, v. 31, p. 15–17, 2005.

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Disponível em: <SBCS, 2015.
http://www.sbc.org.br/?post_type=noticia_geral&p=3810>

SUMBERG, C.; OKALI, C.; RECEE, D., Agricultural research in the face of diversity, local knowledge and the participation imperative: theoretical considerations, **Agricultural Systems**, n. 76, p. 739–753, 2003.

VEZZANI, F. M. **Qualidade do sistema solo na produção agrícola**. 2001. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol.33, n°.4 Viçosa jul./ago. 2009

WEZEL, A.; BELLON, S.; DORÉ, T.; et al. Agroecology as a science, a movement and a practice. **Agron. Sustain. Dev.** 29, Number 4: 503-515, 2009.

WINKLERPRINS, A. M. G. A.; SANDOR, J. A. Local soil knowledge: insights, applications, and challenges. **Geoderma**, v. 111, p. 165–170, 2003.

CAPÍTULO I
CONHECIMENTO DOS AGRICULTORES FAMILIARES E INDICADORES
DE QUALIDADE DO SOLO: SÓ DE OLHAR A GENTE SABE!

RESUMO

O conhecimento local sobre o solo e seus atributos pode ser um importante aliado na construção de estratégias para o manejo sustentável dos solos tropicais. Este conhecimento tem sido objeto de estudo da Etnopedologia. O objetivo deste capítulo foi identificar e sistematizar, de forma dialogada, os etnoindicadores de qualidade do solo utilizados pelos agricultores de duas comunidades rurais dos municípios de Araponga e Muriaé, localizados na Zona da Mata de Minas Gerais, Brasil. Utilizou-se como referencial teórico-metodológico a pesquisa participante. Técnicas participativas para o reconhecimento e valorização do saber dos agricultores foram utilizadas. Identificou-se vinte e dois indicadores de qualidade do solo, sete deles referentes aos atributos biológicos do solo, dois aos atributos químicos, sete aos atributos físicos e seis indicadores visuais. A riqueza de informações em torno dos etnoindicadores de qualidade do solo demonstraram o grande conhecimento dos agricultores sobre o solo e as diversas interações que ocorrem em seus agroecossistemas. Muitos indicadores apontados pelos agricultores são encontrados na literatura científica internacional, demonstrando assim que o conhecimento dos agricultores é mais cosmopolita do que sugerem algumas literaturas.

1 INTRODUÇÃO

Em todas as partes do mundo, agricultores desenvolvem sistemas de manejo dos solos empregando conhecimentos que são transmitidos de geração a geração. Este conhecimento é construído por meio das constantes observações do ambiente em que vivem e trabalham, durante o manejo dos seus agroecossistemas, por meio de experimentações e trocas constantes de experiências com outros agricultores e também com agentes externos às comunidades rurais (ALTIERI, 2012; BARRIOS e TREJO, 2003; SUMBERG et al., 2003).

As práticas de manejo contribuem para que os agricultores desenvolvam um saber apurado de seus agroecossistemas (OSBAHR e ALLAN, 2003; ALTIERI, 2002), em especial nas regiões declivosas, onde as áreas ocupadas pelos agricultores de base familiar são geralmente formadas por microambientes distintos, o que exige formas de manejo específicas para aproveitar o potencial de cada um destes ambientes (ALTIERI, 2002). As especificidades ambientais das regiões declivosas levam então ao desenvolvimento de sistemas de uso agrícola intensivos em conhecimento e também em trabalho, uma vez que a topografia é um fator que dificulta a mecanização (CARVALHO, 2011; ALTIERI, 2002).

Este conhecimento muitas vezes é desprezado por técnicos e acadêmicos das diversas áreas de conhecimento, em especial das ciências agrárias que, pela formação que receberam nas universidades, também desconsideram as especificidades das áreas ocupadas por esses agricultores, incentivando tecnologias baseadas em “pacotes tecnológicos” que incluem, via de regra, o uso da monocultura, manipulação genética de plantas, adubos sintéticos, agrotóxicos, mecanização e irrigação (BARROS e SILVA, 2013; ALTIERI, 2012; SANTOS et al., 2006; SUMBERG et al., 2003; KHATOUNIAN, 2001). Estas tecnologias fazem parte do que ficou conhecido como modernização da agricultura ou Revolução Verde, propagada intensamente a partir da década de 1960, com o apoio de cientistas, governos e de grandes corporações multinacionais. A Revolução Verde uniformizou saberes e ambientes e provocou profundas modificações no espaço agrícola mundial (MAZOYER e ROUDART, 2010; ANDRADES e GANIMI, 2007), o que levou à degradação do solo, ao desperdício e à contaminação dos recursos hídricos e à perda da diversidade genética, dentre outros efeitos deletérios, como o aumento da dependência dos agricultores por fatores de produção externos às unidades produtivas, como fertilizantes e agrotóxicos (GLIESSMAN, 2009; BONILLA, 1992).

Apesar do forte incentivo à adoção de suas práticas, em algumas regiões a modernização da agricultura foi adotada apenas parcialmente, devido a restrições ambientais e socioeconômicas e/ou à resistência dos agricultores e comunidades tradicionais que mantiveram determinadas estratégias de manejo dos agroecossistemas. Uma destas estratégias é a manutenção da agrobiodiversidade, que em geral contribui para a produtividade dos agroecossistemas, mesmo com pouco ou nenhum uso de insumos químicos (ALTIERI, 2012; MAZOYER e ROUDART, 2010). Estes agroecossistemas tradicionais constituem pontos de partida para a construção de alternativas mais sustentáveis para o desenvolvimento agrícola e são objetos de estudos da Agroecologia (ALTIERI, 2012).

A Agroecologia estuda as estratégias locais de manejo dos agroecossistemas e possui suas bases nos conceitos e princípios da ecologia, das ciências agrárias, sociologia, antropologia, economia ecológica, comunicação e educação (CAPORAL et al., 2006), propondo uma abordagem integrada das dimensões ambientais e socioeconômicas da agricultura (ALTIERI, 2012; CAPORAL e COSTABEBER, 2002).

Dentre as dimensões ambientais, a Agroecologia considera o solo como um organismo vivo. Um solo sadio, com vida e com qualidade é a garantia de bom funcionamento do ecossistema com a manutenção da produtividade das culturas, da qualidade da água, da saúde de plantas e dos animais. Para garantir a saúde dos solos é priorizada a manutenção e ampliação da agrobiodiversidade, com a função de proteger o solo, ciclar nutrientes e produzir matéria orgânica (ALTIERI, 2012; PRIMAVESI, 2002).

Para a Agroecologia, a qualidade do solo é definida em função do desempenho que este apresenta para sustentar o ecossistema (seja natural ou agrícola), mantendo sua atividade, produtividade e diversidade biológica, além de manter a qualidade do ambiente, a saúde das plantas e dos animais e as estruturas socioeconômicas e de habitação humana (DORAN e PARQUIN, 1994). Assim, a qualidade do solo depende da biodiversidade, mas a manutenção da biodiversidade também depende da qualidade do solo (ANDRÉN e BALANDREAU, 1999; BRUSSAARD et al., 2007).

Dentre suas dimensões sociais, a Agroecologia propõe o respeito ao modo de vida e produção dos agricultores familiares em diferentes partes do mundo, a valorização de seus saberes e a promoção da interação entre conhecimento local e conhecimento científico (BARROS e SILVA, 2013; MOLINA, 2011; ALTIERI, 2002). Esta interação tem sido uma busca constante, pois na Agroecologia, uma ciência relativamente nova e com metodologias em construção, o pesquisador deve sempre tratar o conhecimento

científico e do agricultor de forma horizontal (SEVILLA GUSMÁN, 2005), o que nem sempre é fácil, uma vez que os pesquisadores precisam romper com a formação convencional que tiveram nas universidades, consideradas centros exclusivos de produção de conhecimento válido (SANTOS et al., 2006).

Os saberes dos agricultores a respeito dos solos contribuem para a promoção de sua qualidade, pois tendem a integrar um conjunto de estratégias de manejo que ampliam a sustentabilidade dos agroecossistemas (WINKLERPRINS e BARRERA-BASSOLS, 2004). Com isto, a Agroecologia possui interfaces com a Etnopedologia, disciplina que estuda o conhecimento sobre o solo de comunidades rurais, desde as mais tradicionais às mais modernas. A base da ciência etnopedológica está na compreensão de três dimensões do conhecimento local: o *corpus*, representado pelo sistema cognitivo local, composto pelo conhecimento e suas formas de classificação; o *kosmos*, representado pelas crenças e simbolismos ligados a esse conhecimento e a *práxis*, representada pelo manejo dos sistemas. É a integração entre essas três dimensões (chamado complexo K-C-P) que constrói o conhecimento local sobre os solos (BARRERA-BASSOLS et al., 2006; BARRERA-BASSOLS e ZINK, 2003).

A Etnopedologia procura documentar e entender as abordagens locais de percepção, classificação, avaliação, uso e manejo do solo e, mais recentemente, os indicadores de qualidade dos solos utilizados pelos agricultores (BARRIOS et al., 2006; BARRERA-BASSOLS e ZINCK, 2003). As informações associadas a estes indicadores permitem utilizar os solos como base para a estratificação dos ambientes e são importantes para desenhar estratégias para o manejo sustentável dos agroecossistemas (MAIRURA et al. 2007; BARRERA-BASSOLS e ZINCK, 2003). Para isto é preciso, entretanto, sistematizar este conhecimento, o que pressupõe documentar, organizar e sintetizar informações que possam subsidiar ações futuras (SOUZA, 2006). Na pesquisa etnopedológica pode-se recorrer a metodologias participativas para facilitar o intercâmbio entre os pensamentos dos atores locais e dos pesquisadores, em um processo de aprendizagem contínua (BARRERA-BASSOLS e ZINCK, 2003) e horizontal entre os participantes (BRANDÃO e BORGES, 2007).

Nesse sentido, Barrios et al. (2006) e Barrios et al. (2011) desenvolveram estratégias metodológicas para levantamento de conhecimento dos agricultores sobre indicadores de qualidade dos solos e para relacioná-los com parâmetros técnicos, com o objetivo de integrar os saberes e desenvolver uma linguagem comum entre técnicos e

agricultores, de forma rápida e participativa. A metodologia completa pode ser acessada em www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/934290.

Um dos referenciais teórico-metodológicos que pode ser utilizado em pesquisas etnopedológicas, e que foi utilizado no presente estudo, é a pesquisa participante, que além de buscar investigar a realidade procurando conhecê-la, procura construir, conjuntamente com os participantes, alternativas para melhorá-la (TOZZONI-REIS, 2005; TRIPP, 2005). Este tipo de pesquisa pressupõe o compromisso social, político e ideológico do pesquisador com o grupo pesquisado e com suas práticas sociais (BRANDÃO, 2005; DEMO, 2004). Sua metodologia articula a produção de conhecimentos, ação educativa e participação dos envolvidos, colocando a ciência a serviço da emancipação social, uma vez que produz um conhecimento sobre determinada realidade e realiza um processo educativo participativo para enfrentá-la (TOZZONI-REIS, 2005; VIEZZER, 2005). Na pesquisa participante deve haver uma combinação inseparável entre teoria, pesquisa e prática (BRANDÃO e BORGES, 2007; DEMO, 2004). O objetivo deste capítulo foi identificar e sistematizar, de forma dialogada, os etnoindicadores de qualidade do solo utilizados pelos agricultores de duas comunidades rurais dos municípios de Araponga e Muriaé, localizados na Zona da Mata de Minas Gerais, Brasil. Utilizou-se como referência metodológica a pesquisa participante e procurou-se utilizar as técnicas de sistematização desse conhecimento propostas por Barrios et al. (2011).

2 METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A pesquisa foi realizada nos municípios de Araponga e Muriaé, localizados na Zona da Mata de Minas Gerais, Brasil (Figura 1).

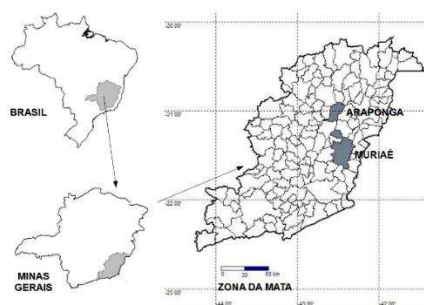


Figura 1 - Mapa da Zona da Mata de Minas Gerais, com os municípios de Araponga e Muriaé, onde foi realizado o presente estudo.

A Zona da Mata está localizada no Bioma Mata Atlântica, o quinto entre os vinte e cinco pontos quentes (*hotspots*) mundiais de biodiversidade, e que já teve destruídos mais de 93% de sua cobertura florestal original (TABARELLI et al., 2005; GALINDO-LEAL e CÂMARA, 2005). A mata exuberante que no passado ocupava a região foi substituída pelas plantações de café e pelas pastagens para a pecuária leiteira (VALVERDE, 1958), causando vários problemas ambientais ao longo da história, dentre eles a degradação dos solos (PEREIRA et al., 2009). Como forma de preservar parte de sua biodiversidade, foi criado na região o Parque Estadual da Serra do Brigadeiro no ano de 1996, unidade de conservação de proteção integral, que abriga exemplares ameaçados de extinção da flora e da fauna da Mata Atlântica (MINAS GERAIS, 2007).

As duas comunidades pesquisadas, o Sítio Oito de Março em Araponga e a Associação Bonsucesso em Muriaé, encontram-se a cerca de 3 km das divisas do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, na zona de amortecimento, que é o entorno imediato de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas (BRASIL, Lei nº 9985/2000), visando o menor impacto possível sobre os ecossistemas naturais.

A região insere-se no domínio morfoclimático denominado “Mar de morros florestados” (AB’SABER, 1970), que alterna elevações e fundos de vale, que formam conjuntos pedológicos diferentes, em um relevo forte ondulado e montanhoso, com encostas côncavas e convexas (morros em meia-laranja) formadas pela dissecação fluvial (IPPOLITI et al., 2005; NUNES et al., 2001; CORRÊA, 1984). Nestes ambientes, as topossequências são geralmente formadas por Latossolos nos topos, rampas e encostas convexas, Cambissolos nas encostas convexas, Argissolos nos terraços e encostas côncavas e Neossolos Flúvicos nos leitos maiores (FERNANDES, 2014; SANTOS et al., 2010). A dinâmica do relevo dos mares de morro, associada à retirada da cobertura vegetal da Mata Atlântica e a um manejo inadequado do solo, faz com que os solos estejam suscetíveis a processos erosivos, o que leva a uma severa degradação (DUARTE, 2008; MINAS GERAIS, 2007).

O quadro de degradação dos solos da região tem levado as organizações que atuam com os agricultores familiares, principalmente os sindicatos de trabalhadores rurais, a propor ações, a partir da Agroecologia, de melhoria da saúde dos solos, em parceria com organizações não governamentais e instituições de ensino (CARDOSO e FERRARI, 2006; CARDOSO et al., 2001). Estas organizações construíram uma trajetória de construção do conhecimento agroecológico na região, que tem valorizado o

conhecimento dos agricultores como uma dimensão importante da transição agroecológica. A construção de alternativas utilizando os princípios da Agroecologia é importante em áreas de grande relevância ambiental como essa, sendo imprescindível o desenvolvimento agrícola pautado nos princípios da ecologia, e a interação dos agroecossistemas com a natureza da região (CARDOSO et al., 2001).

A escolha das áreas de estudo, nos municípios de Araponga e Muriaé, foi feita em parceria com organizações locais, no intuito de potencializar as ações que já vêm sendo desenvolvidas na região, promovendo a Agroecologia como estratégia de desenvolvimento rural. Este tipo de decisão fundamentou-se na abordagem integrativa da Etnopedologia, que visa articular o conhecimento de agricultores, organizações sociais e formuladores de políticas, como forma de promover estratégias para o manejo sustentável do solo (BARRERA-BASSOLS e ZINK, 2003). As duas comunidades participantes da pesquisa são assentamentos rurais, resultado de um programa governamental de acesso à terra para famílias de agricultores, que atende à pressão das organizações sociais de agricultores familiares para reordenamento do espaço agrícola, diminuindo a concentração fundiária (LEITE, 2012; BERGAMASCO e NORDER, 1996).

Em Araponga, o Sindicato dos Trabalhadores Rurais e a Secretaria de Agricultura do município demonstraram interesse em realizar o trabalho com agricultores do Sítio Oito de Março, um grupo de vinte e uma famílias, de futuros assentados do Programa Nacional de Crédito Fundiário, do governo federal. Este programa disponibiliza financiamento para a compra de áreas para famílias sem terra (MDA, 2013). Em Muriaé, o Sindicato dos Trabalhadores Rurais escolheu a Associação Bonsucesso, onde trabalham oito famílias, para estreitar os laços com aquela comunidade, uma vez que são agricultores oriundos de um município vizinho (Miradouro), pertencentes anteriormente à base sindical daquela cidade. A partir do momento em que se mudaram para o município de Muriaé, passaram a fazer parte do sindicato desse município. Estas famílias adquiriram a terra com o apoio do Programa Nacional de Crédito Fundiário no ano de 2010.

O município de Araponga possui 8.152 habitantes, sendo que desses, 62,7% residem na zona rural. Sua extensão territorial é de 303,7 km². Quarenta e sete por cento do Produto Interno Bruto do município é proveniente da agropecuária, e o café é o principal produto (IBGE, 2010). A área média dos estabelecimentos rurais em Araponga é de 12,8 hectares, com predomínio de estabelecimentos da agricultura familiar (IBGE, 2006). Os principais solos presentes em Araponga são os Latossolos e Argissolos Vermelho-Amarelos, e extensões menos significativas de Cambissolos (MINAS

GERAIS, 2007; COSTA e COSTA, 2005). As altitudes no município variam de 620 a 1.985 metros (CITY BRASIL, 2014).

O município de Muriaé possui 100.861 habitantes, e 7,5% residem na zona rural (IBGE, 2010). As altitudes no município variam de 210 a 1.110 metros (CITY BRASIL, 2014), sendo que a região estudada se encontra na parte alta do município. Os principais produtos agropecuários de Muriaé são o leite de vaca e o café, e 4,7% de seu Produto Interno Bruto provêm do setor da agropecuária. A área média dos estabelecimentos rurais em Muriaé é de 36 hectares (IBGE, 2006). Na região são comuns Latossolos nas partes de relevo mais suaves, como topos e alguns terços inferiores das elevações e de Cambissolos nas partes mais inclinadas do terço superior das elevações. Nos terraços e nas grotas são comuns Argissolos. Já nos leitos maiores dos cursos d'água são encontrados Neossolos Flúvicos e Gleissolos Háplicos (NUNES et al. 2001; CORRÊA, 1984).

Durante a pesquisa, das vinte e uma famílias de Araponga, quinze já estavam produzindo na área, em acordo com o atual proprietário. A atividade principal é o cultivo do café, intercalado com milho, feijão, mandioca, batata-doce, abóbora e frutíferas, como ameixa, manga e abacate. Além das famílias, participaram também dos encontros representantes do Sindicato dos Trabalhadores Rurais do município, da Secretaria Municipal de Agricultura, do Centro de Agricultura Alternativa da Zona da Mata (CTA-ZM) e gestores do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro.

A principal atividade produtiva das famílias participantes da pesquisa em Muriaé é a cafeicultura, e existem também plantios de milho e feijão. Há plantio de arroz em uma das várzeas do assentamento e duas áreas exclusivas para pastagem. Da pesquisa participaram também representantes dos Sindicatos de Trabalhadores Rurais de Muriaé e de Miradouro, do Centro de Estudo Integração Formação e Assessoria Rural da Zona da Mata (CEIFAR-ZM), do CTA-ZM, e alguns agricultores das comunidades vizinhas São Tomé e Serrania.

Embora sejam duas experiências em fases distintas de promoção de acesso à terra, em ambos os casos as pessoas sempre trabalharam na agricultura, seja nas propriedades de seus pais ou como trabalhadores em fazendas nos respectivos municípios, mas sem autonomia e poder de decidir sobre como manejar seus agroecossistemas, garantidos agora pela aquisição da terra.

2.2 Escolha e capacitação da equipe de pesquisa

A equipe de pesquisa contou com cinco professores, três técnicos, seis estudantes de nível técnico e três estudantes de graduação, das áreas de ciências agrárias e ambientais. Realizou-se um nivelamento de conhecimentos da equipe antes de iniciar os trabalhos de campo. Este nivelamento abordou conhecimentos básicos da ciência do solo, processos de formação e indicadores de qualidade, além da metodologia a ser utilizada nas pesquisas. O nivelamento utilizou dinâmicas e perguntas motivadoras para discutir formação do solo, seus atributos e indicadores de qualidade (BARRIOS et al., 2011).

2.3. Reunião com os agricultores

A primeira atividade de campo foi uma reunião com os agricultores de cada município para acordar sobre os objetivos da pesquisa e a metodologia de trabalho. Ficou acordado que a pesquisa seria participativa, propiciando a integração de saberes entre agricultores e pesquisadores, a partir dos agroecossistemas manejados por esses agricultores (BARRIOS et al., 2011). Nesta reunião os agricultores demonstraram interesse em participar da pesquisa. A reunião contou com a participação de representantes das organizações dos agricultores e que são parceiras da pesquisa, o que contribuiu para estabelecer relações de confiança entre os pesquisadores e as famílias de agricultores. Os agricultores assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para participar da pesquisa, conforme exigência do Comitê de Ética.

Em Araponga, inicialmente, alguns agricultores foram contrários à proposta, pois ainda não são proprietários da terra. Isto foi motivo de produtiva discussão, pois vários dos presentes acreditavam que a pesquisa contribuiria para aumentar o conhecimento dos mesmos sobre a área e também para agilizar o processo de liberação de recursos do crédito fundiário. Entendeu-se que a realização da pesquisa na área aumentaria a confiabilidade do governo sobre o sucesso do futuro assentamento. Após amplo debate houve então consenso de que a pesquisa deveria ser realizada.

Durante essa reunião em Araponga os agricultores solicitaram que fosse escrita uma carta ao órgão responsável pela liberação do crédito para a compra da terra. A carta foi escrita pela equipe de pesquisadores e entregue ao subsecretário da agricultura familiar de Minas Gerais na cidade administrativa, sede do governo estadual em Belo Horizonte. Representantes da equipe de pesquisa, das organizações parceiras e do grupo de agricultores participaram da visita, que foi importante para esclarecer aspectos confusos do processo e para agilizar a vistoria à área para liberação do crédito.

Nessa visita os agricultores levaram produtos de suas roças para presentear os funcionários do governo, simbolizando sua produção na área do assentamento. Semanas depois, o Engenheiro Agrônomo visitou a área e constatou que quinze famílias já estavam produzindo, mostrando ser acertada a decisão de assentar essas famílias no local. Esse fato exemplifica parte da dinâmica da pesquisa participante, que integra atores sociais para solucionar problemas. A união de diferentes grupos sociais fortaleceu o grupo de agricultores e suas organizações na reivindicação de direitos frente às autoridades responsáveis pelo processo de liberação do crédito fundiário.

2.4 Construção participativa da pesquisa

A pesquisa sobre os indicadores locais de qualidade do solo nos municípios de Araponga e Muriaé contou com vários encontros entre pesquisadores e agricultores, com a utilização de técnicas de pesquisa participativa que permitiram a sistematização do conhecimento dos agricultores, a interação deste com o conhecimento técnico, para a partir daí se construir um novo conhecimento, mais rico e transformador (BRANDÃO, 2005). A Tabela 1 apresenta uma síntese das atividades desenvolvidas.

Tabela 1 - Atividades realizadas na pesquisa sobre indicadores locais de qualidade do solo.

Encontro	Atividades	Intencionalidade
1	- Apresentação do projeto. - Mapa da comunidade. - Caminhada no assentamento.	- Integrar agricultores e pesquisadores. - Apresentar a pesquisa. - Identificar componentes ambientais nas áreas.
2	- Levantamento dos Indicadores Locais de Qualidade do Solo. - Coleta de amostra de solos.	- Levantar os indicadores. - Capacitar os agricultores a coletar amostras de solos para análise de rotina.
3	- Priorização dos indicadores.	- Conhecer a ordem de prioridade atribuída aos indicadores pelos agricultores.
4	- Estudo dos resultados da análise química de solos.	- Ampliar o conhecimento dos agricultores sobre os resultados de uma análise química de solos.
5	- Estratificação ambiental.	- Diferenciar os ambientes com base nos indicadores locais.
6	- Avaliação dos ambientes.	- Avaliar a qualidade do solo nos diferentes ambientes estratificados.
7	- Intercâmbios.	- Troca de experiências entre os agricultores e agricultoras participantes da pesquisa.
8	- Feira de Solos.	- Integração prática entre conhecimento local e científico sobre indicadores de qualidade do solo. - Devolver e validar os resultados da pesquisa.
9	- Seminário de defesa de Tese com a presença dos agricultores.	- Devolver os resultados da pesquisa.

2.4.1 Elaboração de mapas dos assentamentos

Com o objetivo de fornecer à equipe de pesquisa uma visualização prévia da área de estudo, os agricultores de cada município construíram coletivamente um mapa do assentamento, desenhando em uma folha de papel Kraft com o uso de canetas hidrográficas de várias cores. O grupo foi disposto em um grande círculo com o papel para o desenho no centro. Alguns agricultores imediatamente tomaram a liderança do processo e iniciaram o desenho. Os outros agricultores contribuíram dando suas opiniões. Nos dois assentamentos, um dos agricultores fez seu desenho em uma folha de papel menor. Este ficou mais claro e foi reproduzido em outro papel, sendo assumido e melhorado pelo coletivo (Figura 2).



Figura 2 - Construção dos mapas das áreas de assentamentos, por agricultores no município de (A) Araponga, Sítio Oito de Março e (B) Muriaé, Associação Bonsucesso.

Após a confecção dos mapas foi realizada uma caminhada nas áreas dos assentamentos, com o objetivo de observar *in loco* as informações fornecidas pelos agricultores.

2.4.2 Levantamento dos Etnoindicadores de Qualidade do Solo

No encontro seguinte, já com os mapas construídos, realizou-se a identificação dos indicadores locais de qualidade do solo. Para isto, os participantes foram divididos em três grupos com quatro a cinco pessoas por grupo. Cada grupo respondeu às perguntas-chave apresentadas no Box 1. As perguntas foram extraídas de Barrios et al. (2011) e adaptadas à realidade local. Uma das adaptações realizadas foi a substituição dos termos “terra boa” e “terra ruim” por “terra forte” e “terra fraca”, utilizados pelos agricultores da região (DUARTE et al., 2008). A equipe de pesquisadores foi dividida equitativamente em dois pesquisadores por grupo para orientar os trabalhos, registrar as respostas e auxiliar na sistematização do conhecimento.

Box 1 - Perguntas-chave utilizadas na identificação dos indicadores de qualidade do solo em Araponga e Muriaé, MG

1. O que vocês já estão plantando na área? O que vocês pretendem plantar?
Como vocês escolhem as áreas para plantio?
2. Vocês acham que existem diferentes tipos de solo na área do assentamento? Como podemos diferenciá-los?
3. Como vocês sabem se uma terra é forte ou fraca? O que é preferível plantar nas terras fortes? E nas fracas?
4. Se você fosse pedir a um amigo para comprar uma terra para você, que orientações você daria a ele?
5. Que informações eram usadas por seus pais e avós para escolher as áreas de plantio?
6. Como vocês sabem se a terra precisa descansar? Como sabem se o descanso foi suficiente?
7. Vocês acham que é possível melhorar o solo com o manejo (cuidado)?
8. Como vocês podem acompanhar mudanças na terra de vocês em longo prazo?

As respostas apresentadas foram agrupadas em indicadores de terra forte e de terra fraca. Em seguida, os indicadores foram escritos em tarjetas, para posterior visualização, sistematização e discussão entre os participantes. Além dos indicadores apresentados neste momento, durante outras atividades desenvolvidas os agricultores citaram outros indicadores, que foram registrados e são citados ao longo deste capítulo.

2.4.3 Priorização dos indicadores

Após o levantamento dos indicadores, foi realizada a priorização dos indicadores locais de qualidade do solo, conforme metodologia proposta por Barrios et al. (2011). A priorização pode ser útil para, conhecendo indicadores mais importantes, optar por ações de manejo de solo que visem incrementar sua qualidade de maneira que esta possa ser monitorada através dos indicadores colocados em primeiros lugares pelos agricultores.

Os agricultores foram divididos em grupos, onde estabeleceram a ordem de importância dos indicadores sistematizados na reunião anterior. Em Araponga, foram divididos dois grupos com quatro agricultores cada. Em Muriaé foram divididos três grupos, também com quatro agricultores cada, sendo que um desses grupos foi composto só por mulheres, com a intenção de favorecer a participação delas, que muitas vezes se inibem na presença dos homens.

Os indicadores de qualidade de solo apresentados pelos agricultores foram colocados em tarjetas pela equipe de pesquisa, de modo que indicadores que expressassem a mesma característica, porém uma negativa e outra positiva ficassem na mesma tarjeta, como por exemplo: terra escura/terra clara. Cada grupo recebeu uma cópia das tarjetas-síntese preparadas anteriormente e fez a classificação de importância dos indicadores, dividindo-os em importância ALTA, MÉDIA e BAIXA. Dentro dessa classificação, os agricultores ordenaram os indicadores. Em seguida, os agricultores escreveram atrás de cada tarjeta um número de um ao número máximo de indicadores de

cada local. Este número demonstrava o grau de prioridade atribuído a cada uma delas, quanto menor, mais importante.

Em seguida foi construída uma matriz-síntese, que reuniu a priorização dos indicadores feita pelos agricultores. Em papel Kraft foi desenhada uma matriz que continha na primeira coluna os indicadores, seguida por uma coluna para inserir os resultados de cada grupo, uma coluna para inserir a soma dos números atribuídos a cada indicador, e uma última coluna para indicar a ordem final de prioridade de cada indicador (Figura 3).

Indicador	Resultado Grupo 1	Resultado Grupo 2	Soma	Ordem Final
MATERIA ORGANICA	11	12	23	1
LIXIVIAÇÃO DE NITRATO	11	12	23	2
CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE AGUA	9	12	21	3
ACIDIDADE	8	12	20	4
PH	15	15	30	5
TEOR DE NITROGENIO	6	9	15	6
TEOR DE FOSFORO	10	10	20	7
TEOR DE POTASSIO	10	10	20	8
TEOR DE CALCIO	10	10	20	9
TEOR DE MAGNESIO	10	10	20	10
TEOR DE ZINCO	10	10	20	11
TEOR DE COBALTO	10	10	20	12
TEOR DE MANGANES	10	10	20	13
TEOR DE BORO	10	10	20	14
TEOR DE CLORETO	10	10	20	15
TEOR DE SODIO	10	10	20	16
TEOR DE ENXOFRE	10	10	20	17
TEOR DE SILICIO	10	10	20	18
TEOR DE ALUMINIO	10	10	20	19
TEOR DE FERRO	10	10	20	20
TEOR DE COBRE	10	10	20	21
TEOR DE NIQUEL	10	10	20	22
TEOR DE MOLIBDENO	10	10	20	23
TEOR DE VANADIO	10	10	20	24
TEOR DE CROMIO	10	10	20	25

Figura 3 – Matriz-síntese dos indicadores locais de qualidade do solo, construída a partir da priorização feita pelos agricultores.

O resultado da classificação feita pelo grupo 1 foi colocado em uma coluna na ordem de importância apresentada pelo grupo 1. O resultado da classificação do grupo 2 foi colocado em uma coluna após a coluna de resultados do grupo 1, e assim sucessivamente. Feito isso, os indicadores tiveram as classificações dos grupos somadas para ser feita a priorização e classificação final dos indicadores. O indicador que apresentasse a menor soma seria o de maior prioridade.

No caso de empate entre dois ou mais indicadores o desempate foi feito por meio de um debate entre todos os participantes que realizavam a priorização entre os itens empatados.

Os mapas sociais, como os aqui construídos, têm sido bastante utilizados em pesquisas com agricultores familiares, como uma ferramenta importante para o diagnóstico e planejamento das ações de pesquisa e extensão, uma vez que a compreensão do território auxilia na compreensão do grupo estudado, e o processo de construção desses mapas favorece o diálogo entre os diferentes atores em um território (KUMMER, 2007; VERDEJO, 2006; RUAS et al., 2006). Assim como nos estudos realizados em assentamento da reforma agrária na Zona da Mata de Minas Gerais por Mancio (2008), os mapas construídos com agricultores foram úteis para consolidar algumas informações sobre os ambientes e para apontar ações futuras.

3.2 Etnoindicadores de qualidade do solo

O levantamento dos indicadores propiciou ampla troca de conhecimentos entre os agricultores e a equipe de pesquisa, pois até se chegar aos indicadores foi preciso debater sobre qualidade do solo, estratégias de manejo, atributos do solo, dentre outros aspectos. Os dois grupos de agricultores identificaram vinte e dois indicadores, sendo treze deles comuns aos dois grupos (Tabela 2). De todos os indicadores, sete deles referem-se aos indicadores biológicos do solo, dois a indicadores químicos, sete aos indicadores físicos e seis são indicadores visuais.

Tabela 2 - Etnoindicadores de qualidade do solo em Araponga e Muriaé, apontados por agricultores familiares

ETNOINDICADOR	INDICADOR TÉCNICO CORRESPONDENTE	ARAPONGA	MURIAÉ
Indicadores biológicos			
Animais do solo	Macrofauna edáfica	X	X
Terra coberta/pelada	Cobertura do solo	X	X
Planta que sai bem	Aspectos da planta; fertilidade	X	
Diversidade de plantas	Índice de diversidade	X	
Mato que sai	Plantas espontâneas indicadoras	X	X
Presença de lodo	Indicador a ser desvendado		X
Solo vivo	Atividade microbiológica	X	
Indicadores químicos			
Cheiro de Matéria Orgânica	Teor de matéria orgânica	X	
Presença de Matéria Orgânica		X	X
Indicadores físicos			
Terra poenta/terra firme	Estrutura	X	X
Terra dura/terra fofa	Grau de compactação	X	X
Pedregulho vermelho, cascalho ¹	Pedregosidade, textura	X	X
Proximidade de pedra	Indicador a ser desvendado	X	X
Terra argilosa, terra arenosa ¹	Textura		X

Travamento com raiz de braquiária	Indicador a ser desvendado	X	
Terra úmida/terra seca	Retenção de umidade	X	X
Indicadores visuais			
Cor	Integração de fatores (matéria orgânica, óxidos de ferro, ciclo de umidecimento/secagem)	X	X
Terreno plano/disfarçado/inclinado	Declividade	X	X
Terra que pega sol de manhã	Face de exposição ao sol		X
Baixada/Morro	Localização no relevo	X	X
Fundura	Profundidade		X
Presença de nascentes ¹	Presença de nascentes	X	X

¹ Indicador não citado na atividade específica de levantamento, mas citado em outros momentos da pesquisa

A diversidade de indicadores apresentada pelos agricultores de Araponga e Muriaé mostrou que seus conhecimentos sobre o solo, assim como o de outros agricultores de outras partes do mundo, abrangem diversos aspectos da natureza, compreendendo o ciclo da água, clima, fenômenos meteorológicos, relevo e outros fatores para entender comportamento e funcionalidade do solo (BARRERA-BASSOLS et al., 2006; BARRIOS et al., 2006). Em alguns assentamentos em outras regiões do país, o conhecimento dos agricultores pode ser menos abrangente, pois os mesmos possuem origens diferentes daquelas do local onde são assentadas (FREITAS, 2009). Entretanto, nos dois assentamentos estudados os agricultores são originários da mesma região do assentamento, na qual vivem e trabalham há muitos anos, conhecendo bem o ambiente.

Oito indicadores apontados pelos agricultores participantes desta pesquisa (estrutura, compactação, profundidade, matéria orgânica, retenção de água, cobertura do solo, macrofauna, atividade microbiológica) encontram-se entre os dez indicadores utilizados para avaliar a saúde do solo e dos cultivos selecionados por Nicholls et al. (2004) em viniculturas no norte da Califórnia.

O tipo de vegetação espontânea, a estrutura e a profundidade do solo, indicadores citados pelos agricultores de Araponga e Muriaé, estão entre os seis indicadores mais utilizados por agricultores na América Latina (BARRIOS et al., 2006). Agricultores na Colômbia, Venezuela e Honduras, assim como os agricultores de Araponga e Muriaé, identificaram a cor, as plantas nativas, a estrutura, a posição topográfica, o desenvolvimento das plantas, a profundidade, a umidade e a textura como indicadores de qualidade do solo (BARRIOS e TREJO, 2003). Resultados semelhantes foram encontrados por Silva (2010), Audeh et al. (2010), Mancio (2008) e Casalinho et al., (2007), em diferentes regiões do Brasil.

Esses levantamentos mostram que o conhecimento sobre os solos é cosmopolita e pode contribuir com estudos para a elaboração de uma base comum de indicadores gerais que possam ser utilizados para aferir a qualidade dos solos a partir do conhecimento dos agricultores.

3.2.1 Indicadores biológicos

Os indicadores biológicos da qualidade do solo, ou bioindicadores, citados pelos agricultores foram os animais do solo (macrofauna), solo vivo (atividade microbiológica), terra coberta/terra pelada (cobertura do solo), diversidade de plantas, mato que sai (plantas espontâneas), planta que sai bem (desenvolvimento da lavoura) e presença de lodo.

Dos elementos da macrofauna citados, a minhoca (*Pheretima hawayana*) foi unanimemente apontada como espécie indicadora de solo de boa qualidade (terra forte), assim como cupins e formigas foram apontados pelos dois grupos de agricultores como indicadores de solos de baixa qualidade (terra fraca). Em Araponga, os agricultores apontaram o minhocuçú (*Rhinodrilus sp*), a minhoca branca (*Pontoscolex sp*) e o piolho de urubu (*Myrmeleon sp*), como indicadores de terra fraca.

De acordo com os agricultores, não basta a presença de animais no solo, é preciso que haja variedade de animais para indicar que o solo e a lavoura estão em equilíbrio. Para os agricultores de Araponga, o solo vivo é o que tem abundância de macrofauna e microorganismos. Segundo eles, esse indicador é consequência de vários outros indicadores, principalmente a presença de umidade, matéria orgânica e cobertura do solo, que é o que garante a vida no solo. Assim como apontado pelos agricultores, os organismos do solo são considerados indicadores de qualidade em estudos científicos, pois são sensíveis às alterações ambientais e participam ativamente das interações ocorridas nos processos físicos, químicos e biológicos do solo (ROUSSEAU et al., 2013; LAVELLE et al., 2006).

Os indicadores biológicos relacionados à vida no solo são muito importantes para o acompanhamento da sustentabilidade dos agroecossistemas. Ao apontar estes indicadores, os agricultores revelam seus conhecimentos sobre a dinâmica da vida no solo. Em especial, os organismos da macrofauna são familiares aos agricultores, pois são frequentemente encontrados durante a preparação dos solos e são frequentemente utilizados por eles na avaliação da saúde do solo, da capacidade da terra e se a área em pousio está pronta para cultivar (PAULI et al., 2012).

Entretanto, as funções dos organismos no solo não parecem estar claras para todos os agricultores, ou o processo de pesquisa não permitiu capturar essa percepção. Em pesquisa realizada no Camarões, Birang et al. (2002) constataram que, embora 42% dos agricultores entrevistados apontassem as minhocas como um indicador de fertilidade dos solos, 98,6% deles não acreditavam que elas tinham alguma influência para aumentar ou diminuir a fertilidade. Lima e Brussaard (2010) em pesquisa realizada com agricultores que cultivam arroz irrigado no sul do Brasil afirmam que mesmo que os agricultores considerem as minhocas como indicadores de qualidade do solo, eles não as consideram como importantes para melhoria da qualidade.

Na compreensão da maior parte dos agricultores, a presença de animais da macrofauna é consequência de um solo bom, e não a causa. Já Audeh et al. (2011), em pesquisa com fumicultores no sul do Brasil, afirmam que os agricultores possuem o conhecimento apurado sobre o papel dos organismos no solo, como a decomposição da matéria orgânica, a ciclagem de nutrientes e a melhoria na estrutura do solo. No nosso estudo, no que se refere a função, os agricultores afirmaram que os organismos poderão causar algum tipo de dano, mas apenas quando houver desequilíbrio no agroecossistema, e em alguns momentos os relacionaram a melhorias na qualidade do solo.

Os agricultores apontaram a falta de cobertura do solo como um indicador de fraqueza, de menos produção, pois um solo descoberto, “*pelado*”, fica sujeito ao ressecamento e à perda de nutrientes pela erosão. Os agricultores afirmam que “*tem terra tão fraca que nem mato não sai*” (C. G. T. 46 anos, masc.) e “*quando a terra fica visível e não cresce planta, indica um solo ruim, é quando digamos, boi passa e não pasta*” (E. R. A., 36 anos, masc.).

Segundo os agricultores de Muriaé, uma terra forte, quando sofre uma perturbação, por exemplo, uma queimada, rapidamente retoma sua cobertura, enquanto uma terra fraca fica por muito tempo “*visível*”, exposta. As plantas espontâneas são nesse caso usadas como indicador de resiliência do solo, ou seja, a capacidade do solo de se recuperar após sofrer distúrbios. O tipo e a abundância de vegetação espontânea são considerados importantes para aumentar a resiliência do solo e também a resistência a processos de degradação, pois apresentam relação direta com os níveis de atividade biológica do solo (SEYBOLD et al., 1999) e o protegem contra erosão.

Entretanto, não basta que a terra esteja coberta, é importante que haja diversidade de plantas, pois segundo os agricultores, “*quando sai um mato só, a terra é fraca*” (D. G. M. 35 anos, masc.). Quanto maior a diversidade de plantas, mais forte a terra. Segundo

eles, uma grande variedade de plantas traz também variedade de animais e contribui para que os animais não prejudiquem as plantas.

“Formiga na lavoura de café não prejudica em nada, se tiver outras coisas para ela cortar. Ela [a formiga] não gosta da folha do café, mas em lugares que só tem café ai ela acaba cortando ele e acaba sendo prejudicial à lavoura, mas tendo várias coisas é bom ter a formiga porque ela ajuda na terra, o café fica melhor”.
(V.R.M.M.A., 14 anos, masc.)

Além da diversidade de plantas, há espécies de plantas espontâneas, ou “o mato que sai” que indicam se a terra é forte ou fraca. Os agricultores de Araponga citaram 33 espécies de plantas indicadoras, sendo 15 indicadoras de terra forte e 18 de terra fraca. Os agricultores de Muriaé citaram 28 espécies, sendo 20 indicadoras de terra forte e 08 de terra fraca. No total foram citadas 14 famílias botânicas e 46 espécies, sendo que 15 espécies foram citadas pelos dois grupos (Tabela 3).

Tabela 3 - Espécies de plantas espontâneas indicadoras de terra forte e terra fraca apontadas por agricultores nos municípios de Araponga e Muriaé, Zona da Mata de Minas Gerais, Brasil.

Nome comum	Família	Nome científico	Araponga	Muriaé
TERRA FORTE				
Caruru de porco	Amarantaceae	<i>Amaranthus viridis</i>	X	X
João Leite	Asclepiadaceae	<i>Asclepias curassavica L.</i>	X	
Almeirão de cabrito	Asteraceae	<i>Hypochaeris sp.</i>		X
Assa peixe		<i>Vernonia polyantes</i>	X	X
Cambará		<i>Vernonia sp</i>	X	X
Capicoba		<i>Erechtites valerianifolius</i>	X	X
Mentraço		<i>Ageratum conyzoides</i>	X	X
Picão		<i>Bidens pilosa</i>	X	X
Serralha		<i>Emilia coccinea</i>	X	X
Voadeira		<i>Conyza bonariensis</i>		X
Mentruz	Brassicaceae	<i>Coronopus didymus</i>	X	
Capoeira/trapoeraba	Commelinaceae	<i>Commelina difusa</i>	X	X
Rebenta pedra	Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus sp</i>	X	
Macaé	Labiatae	<i>Leonurus sibiricus</i>		X
Cordão de frade		<i>Leonotis nepetaefolia</i>		X
Carrapicho	Malvaceae	<i>Triumfetta semitriloba</i>	X	X
Vassoura preta		<i>Sida acuta</i>		X
Vassoura mata-purga		<i>Sida sp.</i>		X
Capim gordura roxo	Poaceae	<i>Melinis minutiflora</i>	X	X
Capim pé de galinha		<i>Eleusine indica</i>		X
Marmelada		<i>Brachiaria plantaginea</i>	X	X
Capoeira branca	Solanaceae	<i>Solanum mauritianum</i>	X	
Juá		<i>Solanum palinacanthum</i>		X
Mal-me-quer	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>		X
TERRA FRACA				
Aroeira	Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i>	X	
Alecrim	Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	X	

Candeia branca		<i>Gochinatia polimorpha</i>	X	
Carrapichinho		<i>Galinsoga sp.</i>	X	
Carrapichinho carneiro		<i>Acanthospermum sp.</i>		
Cipó de são João	Bignoniaceae	<i>Pyrostegia venusta</i>	X	
Canela de velho	Malvaceae	<i>Sida sp.</i>		X
Vassoura branca		<i>Sida glaziovii</i>	X	X
Capim cabelo de sapo	Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	X	
Capim seda		<i>Cynodon dactylon</i>	X	
Gramma de burro		<i>Paspalum notatum</i>	X	
Mulambo		<i>Rhynchelytrum repens</i>	X	
Rabo de burro		<i>Andropogon bicornis</i>	X	X
Raposa		<i>Setaria viridis</i>	X	
Sapé		<i>Imperata brasiliensis</i>	X	X
Samambaia	Pteridaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	X	X
Fruta de lobo	Solanaceae	<i>Solanum grandiflorum</i>	X	
Fel da terra	Verbenaceae	<i>Verbena sp.</i>		X
Anil	-	nd	X	
Capim mumbeca	-	nd	X	
Lavoredo	-	nd		X
Meloso	-	nd		X

nd. – nome científico não determinado

Em todas as reuniões os agricultores citaram várias espécies de plantas espontâneas como indicadoras de qualidade do solo, relacionando à qualidade de suas terras e apontaram que são também indicadoras da mudança do solo em função do manejo, como retratam algumas de suas falas:

“A terra que adquirir era muito pior que a terra que eles estão adquirindo, era puro sapé, uma terra esgotada” (P.A.L., 50 anos, masc.).

“Ano que vem isso aqui é puro picão” (fala de um agricultor, P.A.L., 50 anos, masc., referindo-se à futura melhora da qualidade do solo em função do manejo).

“O picão só aparece em terras que são mexidas, cultivadas” (P.A.L., 50 anos, masc.).

“Se jogar capoeiraba em terra ruim ela empirria até morrer. Tem gente que leva a capoeiraba para plantar no terreno, para ajudar a melhorar o solo, mas quando a joga em terra ruim, ela acabada morrendo” (P.A.L., 50 anos, masc.).

“Se no terreno há presença de capoeiraba, isso significa que este é bom para mantimentos” (D.G.M., 35 anos, masc.).

Os agricultores de Muriaé informaram que antes da chegada deles no assentamento, a terra era “*mal cuidada, havia muito rabo de burro, canela de velho, braquiária, agora nasce uns mato mais manso*” (S.J.A., 38 anos, masc.), indicando que com o cuidado que tiveram com a terra, ela melhorou, o que se pode perceber pelas plantas espontâneas que agora nascem no terreno.

O picão, a capoeiraba e o mentrasto (Tabela 3) também foram identificadas como indicadoras de solo de boa qualidade e a samambaia e o rabo de burro (Tabela 3) como indicadoras de solo de baixa qualidade por agricultores da Colômbia (BARRIOS e TREJO, 2003) e outros países da América Latina e na África (BARRIOS et al., 2006), sugerindo novamente que o conhecimento local, embora contextualizado, pode não ser tão estritamente localizado, pois há semelhança entre indicadores ao redor do mundo.

Algumas espécies como capoeiraba, picão, mentrasto e samambaia são consideradas cosmopolitas, por ocorrer em diversas regiões do planeta (SCHNEIDER, 2007). Isto permite o uso de algumas plantas espontâneas como indicadores gerais de qualidade do solo. Este é um indicador interessante, pois é simples e barato, portanto, o seu uso deveria ser melhor estudado e estimulado (PRIMAVESI, 2011). Isto, além de permitir o uso da vegetação espontânea na avaliação da sustentabilidade, pode contribuir para um melhor entendimento da função das mesmas no funcionamento do agroecossistema, transformando-as de inimigas, que sempre competem com a cultura principal e, portanto, precisam ser extirpadas, a companheiras no manejo dos agroecossistemas (PRIMAVESI, 2011; MAIRURA et al., 2007; BARRIOS e TREJO, 2003; FÁVERO et al., 2000).

Por serem consideradas indesejadas entre os cultivos, as plantas espontâneas são pouco utilizadas como indicadores científicos de qualidade do solo, havendo poucos estudos sobre seu papel como indicadores das condições do solo e também como protetoras do solo e promotoras da melhora de sua fertilidade (FÁVERO et al., 2000). Entretanto, as plantas espontâneas surgem quando o ambiente lhes é favorável, sendo muitas vezes pioneiras na sucessão vegetal, se desenvolvendo em ambientes hostis para as lavouras, e melhorando o terreno para plantas mais exigentes (PRIMAVESI, 2014).

O desenvolvimento da lavoura também foi apresentado como um indicador de qualidade do solo. Se a terra está fraca, a lavoura não cresce, a planta “empirria”. Segundo os agricultores, quando o solo está forte a cultura apresenta um bom desenvolvimento. Os agricultores de Muriaé citaram que no primeiro ano de cultivo no assentamento, a

quantidade de feijão colhido foi a mesma de feijão plantado e que, com o tempo, as plantas começaram a produzir mais.

Para alguns agricultores de Muriaé, uma terra que dá lodo é considerada uma terra fraca. Não houve consenso em relação a esse indicador. Para outros agricultores, a terra que apresenta lodo na superfície não significa que na subsuperfície esteja fraca e para outros esse não é um indicador de qualidade. O lodo ocorre em pastos degradados, quando a terra fraca fica muito tempo sem ser trabalhada, e pode ser um indicador de reestabelecimento da fertilidade do solo por meio da colonização de organismos – no caso os musgos – indicando início de uma sucessão vegetal (ODUM, 2007). O lodo pode ser relacionado a indicadores como a umidade, compactação e exposição ao sol, fatores que podem contribuir com sua formação.

O aprofundamento pelos agricultores em interação com os cientistas a respeito da função da vida do solo e sua interação com outros indicadores biológicos, como a cobertura do solo e plantas espontâneas, pode contribuir para a construção de estratégias de manejo do solo que tenham como objetivo potencializar a ação desses organismos, importantes para a conservação da umidade, a ciclagem de nutrientes, a proteção dos solos contra erosão, a diminuição da amplitude térmica no solo, o aumento da atividade microbiana, dentre outros benefícios (PRIMAVESI, 2002).

3.2.2 Indicadores químicos

Como indicadores químicos foram citados pelos agricultores o cheiro e sua relação com a presença de matéria orgânica. Segundo os agricultores de Araponga o solo pode ser rico em matéria orgânica, mas ela pode estar “*podre*”, com mau cheiro. Neste caso, a matéria orgânica pode estar indicando características de formação, pois em alguns solos de várzea, de ocorrência na região, ocorre déficit de oxigênio pelo excesso de água, o que diminui a taxa de decomposição da matéria orgânica (NASCIMENTO et al., 2010). Normalmente estes solos são mais desferrificados e, com a perda de ferro, há também perda de outros nutrientes, fazendo com que tenham baixa fertilidade natural, mesmo com altos teores de matéria orgânica (CURI et al., 1988).

Ao contrário, o cheiro bom da matéria orgânica pode indicar qualidade do solo, já que a matéria orgânica fresca cheira bem. Este indicador revela o uso do olfato para avaliar a qualidade do solo e é, segundo Nicholls et al. (2004) de uso comum em outras partes do mundo. Segundo esses autores o cheiro “fresco” do solo é apontado pelos agricultores como um solo de boa qualidade, enquanto um solo de má qualidade apresenta

um cheiro “químico”, neste caso relacionado ao uso de agrotóxicos ou a alguma reação química, por exemplo de decomposição e ou redução do ferro.

O papel da matéria orgânica como alimento dos organismos (“alimento do solo”) e na ciclagem de nutrientes foi apontado pelos agricultores. Segundo eles, ao contrário dos adubos químicos, que só alimentam as plantas, a matéria orgânica recupera o solo, embora o efeito na recuperação do solo seja mais lento, enquanto o efeito do adubo químico na nutrição das plantas é mais rápido.

Alguns agricultores apresentaram uma discussão mais precisa sobre a matéria orgânica e de práticas de manejo para aumentar seu teor no solo. Talvez porque alguns dos agricultores presentes já tenham participado de programas de formação promovidos pelas organizações que trabalham, já há alguns anos, com a construção coletiva do conhecimento agroecológico na região (CARDOSO et al., 2001). O próprio termo matéria orgânica não é comum entre os agricultores - que a denominaram de “*esterco*”, mas sim entre técnicos e cientistas. Entretanto, alguns agricultores participantes da pesquisa já incorporaram o termo.

A percepção dos agricultores sobre a importância da matéria orgânica para o solo é importante, pois ela constitui uma reserva de nutrientes para as plantas, auxilia na formação de agregados estáveis protegendo a superfície do solo contra erosão, mantém inúmeras funções biológicas e contribui para a capacidade de troca catiônica dos solos e, em especial, é o alimento para muitos organismos (BOT e BENITES, 2005); ainda contribui na disponibilidade de água e no comportamento mecânico dos solos (BRAIDA et al., 2011; MACHADO, 2001; GUERRA, 1990).

O entendimento das funções da matéria orgânica no solo pelos agricultores pode contribuir para o uso de práticas que aumentem seu teor, pois ela é o principal fator para sustentar a qualidade dos solos (BARRERA-BASOLS et al, 2006). A matéria orgânica é além disto um bom indicador de qualidade do solo, pois é sensível às alterações do manejo e interfere diretamente em outros atributos, como estrutura, disponibilidade de nutrientes e retenção de água (CONCEIÇÃO et al., 2005; GREGORICH et al., 1994).

Os agricultores relacionam a matéria orgânica com a “*gordura*” da terra. Uma terra “*gorda*” é considerada de boa qualidade e não é “*poenta*”. Nas terras escuras e “*poentas*” (estrutura fraca), a matéria orgânica apresenta-se na forma já bastante decomposta (ácido húmico, fúlvico e humina), cuja presença até confere coloração ao solo, mas não é utilizada como substrato para os microorganismos, ao passo que a “*gordura*” do solo, composta por proteínas e aminoácidos, carboidratos simples e

complexos, resinas, ligninas, álcool, auxinas, aldeídos e ácidos aromáticos e alifáticos serve de alimento para os microorganismos, mas é transitória no solo (FAVORETTO, 2007; BOT e BENITES, 2005). Daí a importância de se adicionar constantemente fontes de matéria orgânica no solo, que constitui uma das recomendações de manejo agroecológico, apontada inclusive como uma das formas de melhorar a saúde dos cultivos (ALTIERI e NICHOLLS, 2003) e aumentar a resistência dos agroecossistemas às mudanças climáticas (NICHOLLS et al., 2015).

3.2.3 Indicadores físicos

Os indicadores físicos apontados pelos agricultores na atividade de levantamento foram terra firme/terra poenta (estrutura), terra dura/terra fofa (compactação), terra úmida/terra seca (retenção de umidade) e travamento por raiz de braquiária. Durante outras atividades realizadas, foram apontadas também a presença de cascalho e de pedregulho vermelho (pedregosidade), proximidade de pedra e a textura como indicadoras de qualidade do solo.

No que se refere à estrutura, segundo o referencial dos agricultores, uma terra forte é firme, e uma terra fraca é poenta, bamba. A terra poenta apresenta estrutura granular de grau de desenvolvimento fraco nos horizontes A e B, típica dos Latossolos da região (CARDOSO, 1993).

As relações entre estrutura, retenção de umidade e de nutrientes também foram feitas pelos agricultores. “*Uma terra poenta, além de soltar muita poeira, não segura água, seca muito rápido*” (E. R. A., 36 anos, masc.). Em relação à retenção de nutrientes, os agricultores afirmaram que na “*terra bamba, bota adubo e ela não responde, tem que por matéria orgânica*” (C. A. F.; 51 anos, masc.). Isto pode estar relacionado à baixa atividade da argila (caulinita e óxidos de ferro) presente nos Latossolos da região (CARDOSO, 1993).

Os agricultores apontaram a compactação do solo como um indicador de terra fraca, pois impede o crescimento das plantas.

“*A terra da estrada é uma terra curada, onde passa o trator*”. (E. R. A., 36 anos, masc.)

“*Terra macia é importante, principalmente para uma cova de café*” (G. R. A., 61 anos, fem.).

A umidade do solo foi citada como importante pelos dois grupos de agricultores. Terra forte seria úmida, fresca, enquanto uma terra ressecada, quente, seria uma terra fraca. Este indicador foi relacionado à capacidade de retenção de água do solo (relacionada à estrutura e porosidade), à presença de curso d'água, à localização no relevo e à maior ou menor exposição ao sol.

Os agricultores de Araponga apontaram o indicador “*terra travada com raiz de braquiária*”. Segundo eles, a braquiária nas áreas secas (*Brachiaria decumbens*) ou nos brejos (*Brachiaria umidicola*) trava o solo com suas raízes, não permitindo que a água infiltre na terra e dificultando o manejo dos solos para substituí-la por outros cultivos. Os agricultores de Muriaé não citaram o travamento com raiz de braquiária durante o levantamento - entretanto, esse fato foi citado em outros momentos do trabalho.

Inicialmente foi questionado se esse travamento não seria uma compactação pelo pisoteio do gado, mas os agricultores afirmam que é a raiz. Em campo, retirando-se um bloco de solo de pastagem pôde-se observar que as raízes da braquiária criam um emaranhado, que dificulta a passagem de água e a utilização de ferramentas de cultivo. Os agricultores afirmam que a “*terra travada tem muita raiz, a água não entra; terra travada é diferente de terra dura, a raiz de braquiária trava a terra, não deixa a água entrar*” (P. A. L., 50 anos, masc.).

Sabe-se que as raízes são importantes na permeabilidade e diminuição da densidade do solo (PRIMAVESI, 2002), portanto esta informação sobre o travamento do solo pelas raízes da braquiária merece futuros estudos. Talvez, os solos compactados e degradados, muito comuns nas pastagens da região, alterem a arquitetura do sistema radicular da braquiária, tornando-o mais adensado, o que dificultaria a infiltração da água. O fato é que, não ocorrendo infiltração adequada de água nos solos, haverá problemas de abastecimento do lençol freático, e em consequência dos rios, córregos e nascentes. Isto prejudica a infiltração de água no solo, que aliado à falta de chuvas pode estar contribuindo com os problemas de escassez de água verificados recentemente na região. Com isto, o travamento do solo pela braquiária precisa ser melhor estudado, para se verificar as reais causas que dificultam a permeabilidade da água nas pastagens da região.

A pedregosidade foi citada como indicador de solo de baixa qualidade pelos agricultores de Araponga e de Muriaé. Em Araponga, definiram uma terra com cascalho, como de pior qualidade, e em Muriaé foi destacada a presença de um pedregulho vermelho, que deixa a terra mais fraca. Esse pedregulho vermelho é de bauxita, abundante

na região, e que aflorou na área do assentamento, em função de uma prospecção feita por uma empresa mineradora há cerca de trinta anos.

O indicador proximidade de pedra, que corresponde ao solo onde há afloramentos rochosos, foi citado pelos dois grupos. Em Araponga destacaram que solo perto de pedra “*em Araponga é bom, em Mariana é ruim*”. Em Muriaé, a referência de terra fraca perto de pedra foi a cidade de Ouro Preto. Isso se explica porque em Araponga os solos são, em sua maioria, originados de gnaiss, e localmente de diabásio, que originam solos com maiores teores de nutrientes do que as rochas formadoras dos solos de Mariana e Ouro Preto (ambas vizinhas, e localizadas na região do Quadrilátero Ferrífero). Uma das rochas comuns no Quadrilátero Ferrífero é o quartzito, rocha metamórfica que normalmente forma solos rasos e com baixa concentração de nutrientes (FERNANDES, 2013; LEPSH, 2011).

Em Muriaé os agricultores fizeram distinção entre pedra “*cabo verde*” e “*pedra cará*”. Tratam-se respectivamente de gnaiss e de granito-gnáissico, rocha de ocorrência bastante localizada, com metamorfização incompleta de granito para gnaiss. Os agricultores observam que ao contrário da pedra cabo verde (que apresenta bandeamentos), a pedra cará não dá corte. No assentamento ocorre afloramento dos dois tipos de rocha, em áreas consideradas mais frescas pelos agricultores, boas para pastagem, mas não para café, talvez em virtude da profundidade do solo ou do ambiente onde foram observados esses afloramentos. Algumas frases dos agricultores permitem compreender o conhecimento deles sobre esse indicador:

“Terra próxima a pedra cabo verde e cará é preta”. “Pedra cará, cabo verde, está presente nos terrenos aqui, mas para a plantação de café não é muito útil, mas para a pastagem do gado é bem recomendado, pois essas pedras indicam um solo bom, útil e fresco” (E. R. A., 36 anos, masc.).

“O terreno perto de Ouro Preto, se der para o agricultor familiar, ele não sobrevive; lá é igual uma caatinga, árvore não passa de dois metros” (E. R. A., 36 anos, masc.).

“Não é todo tipo de solo perto de pedra que é bom, pois depende do tipo de pedra” (P.A.L., 50 anos, masc.)

“Onde tem pedra roxa, preta, a terra é muito boa. Onde tem bauxita para a lavoura é ruim, quanto mais raso pior” (S. J. A., 38 anos, masc.).

“A terra ruim contém bauxita, que esquenta muito, é péssimo para a lavoura, pois é muito raso, não tem bom segmento para os cultivos. Quando a bauxita é muito rasa, nem a braquiária nasce no terreno. A terra com bauxita é a terra com muito pedregulho” (S. J. A., 38 anos, masc.).

“Terra onde tem muita pedra cristal (quartzo) é fraca” (E. R. A., 36 anos, masc.).

“Terra perto de pedra é boa pra plantar feijão” (D.G.M., 35 anos, masc.).

Esse indicador foi discutido com os agricultores, pois quando perguntados sobre o porquê de o solo perto de pedra ser bom, eles não souberam responder. Então houve uma discussão sobre processos de formação do solo, relacionando o intemperismo das rochas como responsável por disponibilizar nutrientes para o solo, interagindo assim o conhecimento local e o científico. Este aspecto deve ser melhor discutido com os agricultores, de modo a relacionar a discussão da importância do material de origem na formação do solo com os diferentes tipos de rocha que existem na região.

A textura foi citada quando um agricultor fez referência a um tipo de terra presente no assentamento em Muriaé, a terra “*massapê*”, uma terra argilosa, que gruda na enxada quando muito úmida, que trinca quando seca, mas considerada de ótima qualidade pelos agricultores. Esse comportamento do solo pode estar relacionando aos Argissolos, comuns em especial nas áreas mais baixas da Zona da Mata, nos quais a argila é de maior atividade e, por isto, com o comportamento descrito acima (OLIVEIRA, 2005). Outra possibilidade é a de que o solo massapê seja derivado de manchas de diabásio, o que o tornaria mais argiloso que os solos derivados de gnaisse, mais comuns na região (LEPSCH, 2013).

Com exceção da textura e pedregosidade, todos os indicadores físicos apresentados pelos agricultores são passíveis de serem modificados com práticas de manejo, incrementando, dessa forma, a qualidade física dos solos (REICHERT et al., 2003). Muitas vezes a qualidade física do solo é esquecida no manejo convencional, sendo priorizadas as análises químicas, com a finalidade de “corrigir” o solo por meio de adubações e calagens. Entretanto, os atributos físicos do solo são extremamente

importantes, permitindo a infiltração, a retenção e a disponibilidade de água, permitindo trocas de gases e o desenvolvimento das raízes. Audeh et al. (2010), em estudo realizado no sul do Brasil, argumentam que os indicadores relacionados aos atributos físicos do solo são bem percebidos pelos agricultores, por serem mais visíveis.

3.2.4 Indicadores visuais

A cor foi um indicador visual citado pelos dois grupos de agricultores, que consideram a terra escura uma terra forte e a terra clara como terra fraca. Os agricultores relacionam a cor com matéria orgânica, estrutura e umidade. A terra escura deve também ser “*gorda*”, ou seja, ter matéria orgânica de boa qualidade, e não pode ser “*poenta*”. Em Araponga o solo claro é um solo considerado fraco, assim como a terra vermelha e a amarela. As cores vermelhas e amarelas dos solos são derivadas dos óxidos de ferro. Um solo branco é um solo desferrificado, normalmente localizado nas áreas de antigos leitos maiores dos rios, onde ocorreu encharcamento no passado levando a perda de ferro e de outros nutrientes, reduzindo sua fertilidade (OLIVEIRA, 2005).

Esta referência sobre a terra vermelha e a amarela pode também estar relacionada a solos que ficam descobertos e perdem a matéria orgânica no horizonte A, já que em Muriaé, os agricultores consideram fortes também as terras vermelhas e amarelas, desde que a parte de cima (horizonte A) seja escura. Apontam que a terra amarela é a terra ideal para café. Já a terra branca é considerada fraca, onde “*não sai nem braquiária*”. Os dois grupos de agricultores citaram a terra roxa, como uma terra de excelente qualidade, que “*tem pros lados do Paraná*”.

Na região de estudo há predominância de solos originados do gnaisse, o que atribui coloração rósea ao horizonte C e amarelo-avermelhada ao horizonte B (PORTUGAL et al., 2010; NUNES et al., 2001). O horizonte A do solo do assentamento Oito de Março possui coloração vermelho-escuro, devido ao grande aporte de matéria orgânica presente na área, que estava em descanso, enquanto o horizonte A do solo da Associação Bonsucesso apresenta, no geral, coloração vermelho-amarelada. A coloração tende a variar ao longo da topossequência, na qual as áreas de topo possuem coloração mais avermelhada e vão amarelando na medida em que se desce as encostas, o que pode indicar condições hídricas diferenciadas, com mais acúmulo de água nos solos amarelados que podem ser inclusive mais resistentes a condições de seca, devido ao tipo de argila (OLIVEIRA, 2011) e à topografia, que pode favorecer o escoamento ou a deposição da água.

Assim como citado pelos agricultores de Araponga e de Muriaé, a cor aparece em 100% dos trabalhos com indicadores locais de qualidade do solo (BARRIOS et al., 2006). A literatura aponta que desde eras remotas ela é associada à fertilidade e produtividade e que a observação das cores permite realizar algumas inferências sobre constituição e funcionamento do solo (CAMPOS, 2001), sendo utilizada como indicador de qualidade por cientistas e agricultores (MAIRURA et al., 2007; BARRIOS e TREJO, 2003).

Em relação à declividade, os dois grupos de agricultores consideraram uma terra plana, ou com relevo “*disfarçado*” (suave) melhor que uma terra inclinada, “*a pique*” (montanhoso). O principal motivo está relacionado à maior facilidade de manejo em relevo mais suave. Os agricultores são conscientes de que terrenos mais declivosos exigem maiores cuidados para a prevenção da erosão.

“Terreno mais inclinado é pior que terreno mais baixo. Para corrigir teria que ser feito curva de nível e jogar muito calcário”. (E. R. A., 36 anos, masc.)

“No inclinado tem que fazer curva de nível pra não perder nutriente”. (S. J. A., 38 anos, masc.)

A declividade é um indicador importante, uma vez que a região apresenta um relevo caracterizado como suave ondulado a montanhoso (GOLFARI, 1975), com declividades que variam de 3 a 45%, dos quais cerca de 40% encontram-se acima de 30% (PEREIRA et al., 2009), sendo áreas bastante susceptíveis a erosão (RAMALHO FILHO et al., 1995) e em alguns casos consideradas de preservação permanente pela legislação ambiental brasileira, o que traz limitações em seu uso.

Nos dois assentamentos estudados há áreas de encostas e de baixadas. As áreas chamadas de “*a pique*” são áreas com inclinação extremamente forte. Em Muriaé, no terreno considerado “*a pique*”, os agricultores optaram por plantar eucalipto, por ser uma cultura mais rústica, que praticamente não necessita de tratamentos culturais, ou manter pastagem. O café, principal cultura nas áreas estudadas, encontra-se nas encostas. Nas baixadas em Araponga os agricultores plantam milho e feijão, e em Muriaé alguns plantam arroz, ou deixam para pastagem.

Nas avaliações que priorizam a mecanização nas atividades agrícolas, a declividade é vista constantemente como indicadora de inaptidão para o cultivo. Entretanto, na Zona da Mata mineira, bem como em muitas áreas do Brasil e do mundo, os agricultores familiares utilizam áreas bastante declivosas, nas quais o manejo é

principalmente manual. Estas são áreas marginais, que o agronegócio não se apropriou pela impossibilidade de mecanização, e que a Revolução Verde não integrou totalmente (ALTIERI, 2002). Portanto, considerando o relevo e o tamanho das propriedades (55% das propriedades da região possuem áreas menores do que 10 hectares, segundo IBGE, 2006 e as da área de estudo possuem cerca de 3,0 hectares), as áreas declivosas não podem ficar sem cultivo.

Entretanto, nesta região, quando se utilizam técnicas como aração do solo, provoca-se processos erosivos difíceis de serem revertidos (FERRARI, 2010; PEREIRA et al., 2009), sendo importantes o uso de técnicas de manejo que permitam o uso sem degradar os terrenos declivosos, como aquelas que utilizam o manejo agroecológico, em especial o uso de sistemas agroflorestais (SOUZA et al., 2012). Nestas áreas é urgente se realizar a transição agroecológica, propondo alternativas de produção adaptadas a esse relevo, para evitar danos ambientais e promover a sustentabilidade desses agroecossistemas.

Em relação à localização no relevo, os agricultores consideram mais fortes as terras de fundo de grotas (ravina anfiteátrica), baixadas e pés de morro, enquanto as encostas (terços médio e superior das encostas) são consideradas terras mais fracas. Em Muriaé, os agricultores afirmam que *“terra de grotas é diferente de terra de baixada. Terra de grotas é um dos melhores terrenos, geralmente é preta e amarelada”*; *“terra de grotas tem mais umidade, mais matéria orgânica”*; *“Em solo de grotas junta água, já em morro a água desce superficialmente”* (E. R. A., 36 anos, masc.).

Entretanto, o café, principal cultura nos dois assentamentos, é cultivado nas áreas de encosta e o milho e o feijão, culturas utilizadas na alimentação da família e dos animais, quando não consorciados com o café são plantados no sopé do terreno ou nas grotas. Quando consorciado, os agricultores procuram as melhores áreas dos cafezais para o plantio de milho e feijão. Outras culturas como mandioca e cana-de-açúcar podem também ser consorciadas. Os agricultores agroecológicos utilizam sistemas agroflorestais, consorciando com o café em especial com árvores nativas e ou frutíferas (SOUZA et al., 2010). Na região o café se adapta bem às áreas de encosta, por serem áreas bem drenadas, exigidas pela cultura (MATIELLO et al., 2002), ao contrário das baixadas, que são áreas menos drenadas.

Assim como fazem os agricultores de Araponga e Muriaé, a topografia é um bom estratificador ambiental, pois a pedofórmula influencia diretamente o fluxo de água e

nutrientes, o transporte de sedimentos, a distribuição das plantas e animais, além de expressar os processos geológicos e de intemperismo (IPPOLITI et al., 2005).

O indicador exposição ao sol foi inicialmente citado pelos agricultores de Muriaé como “*terra que pega sol de manhã e terra que não pega sol de manhã*”. Durante a discussão com o grupo, definiu-se que a terra forte pega sol de manhã e sombra à tarde (face determinada de Noruega em alguns lugares, é a face voltada para o Sul), e a terra fraca está na face contrária, não pega sol pela manhã e pega muito sol a tarde (face soalheira, ou voltada para o Norte). Consideram fraca a terra que recebe muito sol a tarde, porque “*um dos fatores para tornar o solo infértil, é receber muito sol*”. De acordo com os agricultores, “*a terra que não pega sol pela manhã não é indicada para o plantio de café*”, embora haja plantio de café em praticamente todas as encostas, a melhor terra segundo os agricultores é a que “*pega sol de manhã*”, neste caso, a face voltada para o Leste, já a face voltada para o oeste recebe mais sol a tarde.

Agricultores de outros países também. Agricultores em Burkina Faso consideram que os solos expostos à face sul naquele hemisfério são mais facilmente erodíveis e com piores condições hidrológicas que os solos expostos à face norte na região estudada (JUNGERIUS, 1985). Alguns estudos científicos mostram influência da radiação solar, dependente da exposição, inclusive na gênese do solo. Por exemplo, Chagas et al. (2013) encontraram diferenças entre perfis de Argissolos no Espírito Santo, determinadas diretamente pela radiação solar e sua interferência no regime de umidade do solo.

A incidência de radiação solar em agroecossistemas de montanha pode interferir na produtividade e na incidência de doenças das culturas (CARVALHO, 2011), e vários estudos mostram a influência da radiação solar no desenvolvimento do cafeeiro, pois a face de exposição do terreno ao sol interfere na temperatura do ambiente, gerando um microclima que pode diminuir a ocorrência de pragas e doenças, reduzir o abortamento das flores e a escaldadura das folhas do cafeeiro, reduzir a perda de água do solo por evapotranspiração, aumentar a produtividade e até definir locais com maior potencial para produção de um café de melhor qualidade (FERREIRA et al., 2012). As encostas voltadas para o leste (que pegam sol de manhã) são consideradas ideais para a produção do café, sendo onde se obtêm as maiores produções (FERREIRA et al., 2012). Isto mostra, mais uma vez, a sintonia entre o conhecimento dos agricultores e o conhecimento científico. Entretanto, em áreas pequenas os agricultores não podem se dar ao luxo de plantar apenas nas áreas consideradas de melhor desempenho, daí a presença de cultivos de café em todas as encostas, independente da radiação solar.

A presença de nascentes foi apontada como um indicador de qualidade das terras de forma geral, pois para a agricultura familiar não basta ter um solo de excelente qualidade se não houver nascentes na propriedade, essencial para a permanência das famílias.

A profundidade foi citada por um agricultor de Muriaé, durante uma visita a uma área de mata do assentamento, na qual o solo estava bem escuro por cima, mas logo “*batia na pedra*”, o que é impróprio para o cultivo, principalmente do café, cultura perene de raízes profundas (MATTIELO et al., 2002).

Alguns indicadores foram mais explorados pelos agricultores do que outros, o que é natural, devido à importância atribuída por eles a cada indicador na avaliação de seus solos. Esta importância será discutida no item seguinte, a partir da priorização dos indicadores.

3.3 Indicadores priorizados

De início, os agricultores tenderam a considerar todos os indicadores como muito importantes, resistindo um pouco em classificá-los. Isso se deve ao fato de que os agricultores consideram diversos atributos em conjunto, interdependentes, o que torna difícil atribuir maior importância a um fator de que a outro. Entretanto, após bastante discussão, os grupos foram organizando os indicadores em ordem de prioridade.

Com exceção do indicador “exposição ao sol”, nos dois grupos os indicadores que ficaram nas quatro primeiras posições no ranqueamento, são indicadores que podem ser alterados pelo manejo. Em Araponga, o indicador considerado de maior importância para atribuir qualidade a um solo foi a diversidade de plantas, seguido por organismos do solo e em seguida pela cobertura do solo, ficando em último lugar a declividade. Em Muriaé as plantas espontâneas ficaram em primeiro lugar, seguidas pela exposição ao sol e presença de matéria orgânica. A presença de lodo ficou em último lugar (Tabela 4).

Em Araponga, de início causou estranheza o fato do indicador “plantas espontâneas” não ter ficado entre os indicadores prioritários, uma vez que em todas as conversas com os agricultores percebe-se a importância em suas falas. Entende-se que na perspectiva deles, o critério diversidade de plantas teria maior peso por englobar a agrobiodiversidade, sendo que se houver uma área com apenas uma espécie, mesmo que seja indicadora de solo forte, a área estaria em desequilíbrio.

Tabela 4 - Etnoindicadores de qualidade de solo, em ordem de prioridade.

Araponga	Muriaé
Diversidade de plantas	Plantas espontâneas
Macrofauna	Exposição ao sol
Cobertura do solo	Presença de matéria orgânica
Presença de matéria orgânica	Cor
Cheiro de matéria orgânica	Declividade
Compactação	Localização no relevo
Cor	Umidade
Perto de pedra	Compactação
Umidade	Cobertura do solo
Desenvolvimento da lavoura	Estrutura
Plantas espontâneas	Animais do solo
Atividade microbológica	Perto de pedra
Travamento com raiz de braquiária	Presença de lodo
Estrutura	
Localização no relevo	
Declividade	

Mais do que uma priorização dos indicadores, essa atividade serviu para aprofundar a reflexão e discussão sobre o conhecimento dos agricultores a respeito dos solos, propiciando outro momento de interação entre conhecimento popular e científico. Ao buscar o consenso no momento da priorização, os agricultores trocavam entendimentos a respeito dos solos e assim aprofundavam conceitos, reflexões e relações entre os indicadores e manejo dos solos.

Entretanto, a metodologia de priorização deve ser relativizada quando utilizada para grupos pequenos, uma vez que pode haver discrepância entre os grupos, interferindo na soma final dos indicadores. Além disso, a exigência metodológica em se priorizar os indicadores sobrepõe a lógica científica sobre a lógica do saber local, forçando os agricultores a elencarem indicadores que para eles podem ter o mesmo grau de importância.

4 CONCLUSÕES

A pesquisa permitiu identificar um conjunto de etnoindicadores de qualidade de solo, o que foi possível graças à riqueza de conhecimentos dos agricultores sobre o solo e sobre as diversas interações que ocorrem em seus agroecossistemas. Ao todo, identificou-se e sistematizou-se vinte e dois indicadores, sete biológicos, dois químicos, sete físicos e seis visuais. A diversidade de indicadores e a integração entre eles reflete a compreensão ampliada que os agricultores possuem sobre o solo e a diversidade de atributos que influenciam sua qualidade. Estes indicadores podem contribuir para o monitoramento das alterações na qualidade do solo a partir do manejo.

Muitos indicadores apresentados pelos agricultores de Araçuaia e Muriaé são também encontrados na literatura internacional, de onde se conclui que muitos indicadores utilizados pelos agricultores são universais. Isto contrapõe ao argumento de muitos cientistas que consideram os conhecimentos dos agricultores muito específicos para suas regiões. O entendimento de que o conhecimento dos agricultores não é tão específico quanto se imagina pode fortalecer um diálogo entre o conhecimento científico e popular sobre os solos, permitir uma maior integração entre os etnoindicadores e os indicadores técnico-científicos e contribuir para promover estratégias cada vez mais sustentáveis de manejo do solo e uso da terra, com base em saberes com significado local.

Durante a pesquisa houve troca de experiências entre agricultores familiares, pesquisadores, técnicos e estudantes, no que se refere à qualidade do solo e à importância do manejo para manutenção e incremento dessa qualidade; a pesquisa contribuiu também para fortalecer os vínculos institucionais entre organizações sociais e instituições de ensino, pesquisa e extensão. A metodologia utilizada permitiu integração entre a equipe de pesquisadores e o grupo de agricultores e criou um ambiente de confiança para que o trabalho se realizasse. Os encontros para a realização da pesquisa tornaram-se espaços de troca de saberes entre agricultores e pesquisadores, com bom envolvimento de todos, transformaram a pesquisa em um processo formativo para todos e apontaram subsídios para futuras pesquisas.

5 REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 20, p. 1-26, 1970.

ALTIERI, M. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão Popular, AS-PTA, 2012.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. **Soil & Tillage Research**, n. 72, p. 203–211, 2003.

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

ANDRADES, T. O. de; GANIMI, R. N.. Revolução verde e a apropriação capitalista. **CES Revista**, Juiz de Fora, v.21 p.43 – 56, 2007.

ANDRÉN, O.; BALANDREAU, J. Biodiversity and soil functioning - from black box to can of worms? **Applied Soil Ecology**, n.13, p.105-108, 1999.

AUDEH, S. J. S. et al. Avaliação etnopedológica e sua relação com características do solo em propriedades agrícolas familiares produtoras de fumo orgânico. 1º Congresso de co-Innovación de sistemas sostenibles de sustento rural y 1º Congreso latinoamericano y europeo em co-Innovación de sistemas sostenibles de sustento rural. **Anais**, 2010, Lavalleja, Uruguay.

BARRERA-BASSOLS, N.; ZINCK, J. A.; VAN RANST, E. Local soil classification and comparison of indigenous and technical soil maps in a Mesoamerican community using spatial analysis. **Geoderma**, n.135, p.140–162, 2006.

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

BARRIOS, E., COUTINHO, H. L. C., MEDEIROS, C. A. B. **InPaC-S: Integração Participativa de Conhecimentos sobre Indicadores de Qualidade do Solo – Guia Metodológico**. World Agroforestry Centre (ICRAF), Embrapa, CIAT. Nairobi, 2011. 178 p.

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

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

BARROS, F. B.; SILVA, L. M. S. Agroecologia e aproximações de saberes como essência do desenvolvimento sustentável nos trópicos. In: GOMES, J. C. C.; ASSIS, W. S. (Ed.) **Agroecologia: princípios e reflexões conceituais**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. (Coleção Transição Agroecológica, 1)

BERGAMASCO, S.M., NORDER, L.A.C. **O que são assentamentos rurais**. São Paulo: Brasiliense, 1996. 88p. (Col. Primeiros Passos, 301).

BIRANG, M., HAUSER, S.; D. L. AMOUGOU, D. L. Farmers' perceptions of the effects of earthworms on soil fertility and crop performance in southern Cameroon. **Pedobiologia**, n. 47, p.819-824, 2003.

BONILLA, J. **Fundamentos da agricultura ecológica: sobrevivência e qualidade de vida**. São Paulo: Nobel, 1992.

BOT, A.; BENITES, J. **The importance of soil organic matter: key to drought-resistant soil and sustained food and production**. Rome: FAO, 2005.

BRAIDA, J.A. et al. Matéria orgânica e seu efeito na física do solo. In: FILHO, O.K. et al.(Org.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011. V.VII, p.222-227.

BRANDÃO, C. R.; BORGES, M. C. A pesquisa participante: um momento da educação popular. **Rev. Ed. Popular**, v.6, p.51-62. Uberlândia, jan./dez. 2007.

BRANDÃO, C. R. Pesquisa participante. In: ENCONTROS e caminhos: formação de educadoras(es) ambientais e coletivos educadores. Brasília: Ministério do Meio Ambiente: Diretoria de Educação Ambiental, 2005. p. 259-266. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/og/pog/arqs/encontros.pdf> >. Acesso em: 05 de março de 2014

BRASIL, site do Ministério do Desenvolvimento Agrário
<http://www.mda.gov.br/portal/sra/programas/credito> Acesso em 15/12/2013.

BRUSSAARD, L., RUITER, P. C.; BROWN, G. G. Soil biodiversity for agricultural sustainability. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 121, p. 233-244, 2007.

CABELL, J. F.; OELOFSE, M. An indicator framework for assessing agroecosystem resilience. **Ecology and Society**, v. 17, n.1, art. 18, 2012.

CAMPOS, R. C. **Determinação da cor do solo e sua utilização na predição dos teores de hematita**. Dissertação (Mestrado), Piracicaba, ESALQ, 2001.

CAPORAL, F.R.; COSTABEBER, J. A; PAULUS, G. **Agroecologia: matriz disciplinar ou novo paradigma para o desenvolvimento sustentável**. Brasília: MDA, 2006, 25p.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Análise multidimensional da sustentabilidade. Uma proposta metodológica a partir da Agroecologia. **Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. Porto Alegre, v.3, n.3, jul./set., 2002.

CARDOSO, I. M. et al. Agrobiodiversidade em sistemas de produção agroecológica. In: Ming, L.C.; Amorozo, M.C.M.; Kfuri C. W. (Org.). **Agrobiodiversidade no Brasil: experiências e caminhos de pesquisa**. Recife: Nupeea, 2010, p. 75-94.

CARDOSO, I. M. **Percepção e uso, por pequenos agricultores, dos ambientes de uma microbacia no município de Ervália-MG**. Dissertação (Mestrado) - Viçosa, UFV, 1993.

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

CARDOSO, I.M. et al. Continual learning for agroforestry system design: university, NGO and farmer partnership in Minas Gerais, Brazil. **Agricultural Systems**, n.69, p.235-257, 2001.

CARVALHO, A. F. **Água e radiação em sistemas agroflorestais com café no território da Serra do Brigadeiro, MG**. Tese (Doutorado) – Viçosa, UFV, 2011.

CASALINHO, H. D. et al. Qualidade do solo como indicador de qualidade em ecossistemas. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 2, p. 195-203, abr-jun, 2007.

CHAGAS, C. S. et al. Atributos topográficos na diferenciação de Argissolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1441-1453, 2013.

CITY BRASIL www.citybrasil.com.br Acesso em 18 de julho de 2014.

CONCEIÇÃO, P.C. et al. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.777-788, 2005.

CORRÊA, G.F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do planalto de Viçosa, MG**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984.

COSTA, A. F. **Dinâmicas econômicas e seus impactos na reprodução social das famílias rurais: um estudo comparativo entre os municípios de Araponga e Muriaé**. 2008. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

COSTA, T.C.C.; COSTA, L. M. **Análise comparativa do meio físico e socioeconômico de três municípios com parques florestais: Araponga, Caparaó e São Roque de Minas-MG**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005.

CURI, N.; RESENDE, M.; SANTANA, D. P. Solos de várzea de Minas Gerais: exploração racional de várzeas II. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 13, n. 152, p. 3-13, 1988.

DEMO, P. **Pesquisa Participante - Saber pensar e intervir juntos**. LiberLivro, Brasília, 2004.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. **Defining and assessing soil quality**. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Org.) *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison:SSSA, 1994. p. 3-21

DUARTE, E. M. G.; CARDOSO, I. M.; FÁVERO, C. Terra Forte. **Revista Agriculturas: experiências em agroecologia**. p.11. v.5. n.3. setembro, 2008.

FAVERO, C. et al. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 171-177, 2000.

FAVORETTO, C. M. **Caracterização da matéria orgânica humificada de um latossolo vermelho distrófico através da espectroscopia de fluorescência induzida por laser**. Dissertação (Mestrado), Ponta Grossa, UEPG, 2007.

FERNANDES, M. R (coord.). **Minas Gerais: caracterização de unidades de paisagem**. Belo Horizonte: EMATER – MG, 2013.

FERRARI, E. A. **Agricultura familiar camponesa, agroecologia e estratégias de reprodução socioeconômica**. Dissertação (Mestrado). Viçosa, UFV, 2010.

FERREIRA, W.P.M. et al. **As faces noruega e soalheira na cafeicultura de montanha**. Circular Técnica, Embrapa, 2012.

FREITAS, H. **Contribuição da Etnopedologia no planejamento da ocupação e uso do solo em assentamentos rurais**. Tese (Doutorado). Viçosa, UFV, 2009.

GALINDO-LEAL, C.; CAMARA, I.G. Status do hotspot Mata Atlântica: uma síntese. In: GALINDO-LEAL, C.; CAMARA, I.G. **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. (Eds). São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2005.

GUERRA, A. J. T. O papel da matéria orgânica e dos agregados na erodibilidade dos solos. **Anuário do Instituto de Geociências**. UFRJ, vol. 13, pp. 43-52, 1990.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2009.

GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do estado de Minas Gerais para reflorestamento**. Belo Horizonte: CPFRC, 1975.65p. (serie tematica, 3).

GREGORICH, E.G. et al. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. **Can. J. Soil Science.**, 367-375, 1994.

IBGE 2010. CENSO DEMOGRÁFICO.

IBGE. Censo Agropecuário 2006. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em 15/12/2013.

IPPOLITI, G. A. et al. Análise digital do terreno: ferramenta na identificação de pedoformas em microbacia na região de “mar de morros” (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 29, núm. 2, p. 269-276, 2005.

JUNGERIUS, P. D. Perception and use of the physical environment in peasant societies. **Reading Geographical Papers**. n. 93 (Dept. of Geography University of Reading, 1985) Whiteknights, Reading, England.

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

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

LAVELLE, P. et al. Soil invertebrates and ecosystem services. **European Journal of Soil Biology**, n. 42, 2006, S3-S15

LEITE, P. S. Assentamento Rural. In: CALDARTt, R.S. et al (orgs). **Dicionário da Educação do Campo**. São Paulo. Expressão Popular. 2012. pg. 110-113.

LEPSCH, I. F. **19 Lições de Pedologia**. São Paulo: Oficina de textos, 2011.

LIMA, A.C.R. de e BRUSSAARD, L. Earthworms as soil quality indicators: local and scientific knowledge in rice management systems. **Acta Zoológica Mexicana**, 26, Número especial 2: 109-116, 2010.

- MACHADO, P. L. O. A. **Manejo da matéria orgânica de solos tropicais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2001.
- MAIRURA, F. S. et al. Integrating scientific and farmers' evaluation of soil quality indicators in Central Kenya. **Geoderma**, v.139, p.134–143, 2007.
- MANCIO, D. **Percepção ambiental e construção do conhecimento de solos em assentamento de Reforma Agrária**. Dissertação (Mestrado) – Viçosa, UFV, 2008.
- MATIELLO, J. B. et al. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro – RJ e Varginha – MG: Edição - MAPA/PROCAFÉ. 2002.
- MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**. São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2010.
- MINAS GERAIS. 2007. **Plano de manejo do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro**. Instituto Estadual de Florestas. Relatório Técnico. 112p.
- MOLINA, M. G. **Introducción a La Agroecología**. Madrid: SEAE, 2011. (Cuadernos Tecnicos SEAE. Serie Agroecología y Ecología Agraria)
- NASCIMENTO, P. C. et al. Teores e características da matéria orgânica dos solos hidromórficos do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.34, n.2, p.339-3347, 2010.
- NICHOLLS, C. I. et al. Agroecologia e o desenho de sistemas agrícolas resilientes às mudanças climáticas. **Revista Agriculturas: experiências em agroecologia**. Cadernos para Debate N.2. janeiro de 2015.
- NICHOLLS, C. I. et al. A rapid, farmer-friendly agroecological method to estimate soil quality and crop health in vineyard systems. **Biodynamics**, Pottstow, PA, v.20, 05 nov, p.36, 2004.
- NUNES, W. A. G. A. et al. Relação solo-paisagem-material de origem e gênese de alguns solos no domínio do “mar de morros”, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 25, núm. 2, p. 341-354, 2001.
- OLIVEIRA, J. B. **Pedologia Aplicada**. Piracicaba, FEALQ, 2005.
- OSBAHR, H.; ALLAN, C. Indigenous knowledge of soil fertility management in southwest Niger. **Geoderma**, n. 111, p. 457–479, 2003.
- 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**, n. 189, 186-198, 2012.
- PEREIRA, R.T.G.; SOUZA, A.D. de; GOMES, R. J. Implantação de Sistema de Integração Lavoura, Pecuária e Floresta em Propriedades da Agricultura Familiar da Zona da Mata de Minas, Cap 4, p. 61-68. In: TORRES, R.A.; OLIVEIRA, V.A.;

RODRIGUES, C. A. F. (eds) **Políticas e tecnologias para o desenvolvimento da pecuária de leite familiar da Zona da Mata Mineira**, Embrapa Gado de Leite: Juiz de Fora, 2009.

PRIMAVESI, A. **Pergunte ao solo e às raízes: uma análise do solo tropical e mais de 70 casos resolvidos pela agroecologia**. São Paulo: Nobel, 2014.

PRIMAVESI, A. **Agricultura sustentável: manual do produtor rural**. São Paulo: Nobel, 2011.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 2002.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. L. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3ª ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA – CNPS, 1995.

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. & BRAIDA, J.A. Qualidade do solo e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **R. Ci. Amb.**, 27:29-48, 2003.

ROUSSEAU, L. et al. Soil macrofauna as indicators of soil quality and land use impacts in smallholder agroecosystems of western Nicaragua. **Ecological Indicators**, n. 27, p.71–82, 2013.

RUAS, Elma Dias et al. **Metodologia Participativa da Extensão Rural para o Desenvolvimento Sustentável - MEXPAR**. 1ª ed. Belo Horizonte: Bárbara Bela Editora Gráfica, 2006.

SANTOS, B. S.; MENESES, M. P. G.; NUNES, J. A. Conhecimento e transformação social: por uma ecologia de saberes. **Hiléia: revista de direito ambiental da Amazônia**, Manaus, n. 6, jan./jun. 2006.

SANTOS, A. C. et al. Gênese e classificação de solos numa topossequencia no ambiente de mar de morros do médio vale do Paraíba do Sul – RJ. **R. Bras. Ci. Solo**, n. 34, p.1297-1314, 2010.

SCHNEIDER, A. A. A flora naturalizada no estado do Rio Grande do Sul, Brasil: herbáceas espontâneas. **Biociências**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 257-268, jul. 2007.

SEYBOLD, C.A.; HERRICK, J.E.; BREJDA, J.J. Soil resilience: A fundamental component of soil quality. **Soil Science**, n. 164, p. 224-234, 1999.

SILVA, N. R.; COMIN, J. J. Avaliação dos agricultores sobre a qualidade do solo: uma visão etnopedológica. VIII Congresso Latinoamericano de Sociologia Rural, Porto de Galinhas, 2010. **Anais...**

SOUZA, H.N.D. et al. Protective shade, tree diversity and soil properties in coffee agroforestry systems in the Atlantic rainforest biome. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, n. 146, p. 179-196, 2012.

SOUZA, H.N. **Sistematização da experiência participativa com Sistemas Agroflorestais**: rumo à sustentabilidade da agricultura familiar na Zona da Mata mineira. 163f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, 2006.

SUMBERG, C.; OKALI; RECEE, D., Agricultural research in the face of diversity, local knowledge and the participation imperative: theoretical considerations, **Agricultural Systems**, n. 76, p. 739–753, 2003.

TABARELLI, M. et al. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, 1: 132-138, 2005.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: Uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**. v. 31, n. 3, p. 443-466, São Paulo, set./dez. 2005.

TOZONI-REIS, M. F. C. Pesquisa-ação: compartilhando saberes; Pesquisa e ação educativa ambiental. In: **Encontros e caminhos**: formação de educadoras(es) ambientais e coletivos educadores. Brasília: Ministério do Meio Ambiente: Diretoria de Educação Ambiental, 2005. p. 259-266. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/og/pog/arqs/encontros.pdf> >. Acesso em: 05 de março de 2014

VALVERDE, O. Estudo regional da Zona da Mata, de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v,20, n.1, p. 3-82, jan-mar 1958.

VERDEJO, M. E. **Diagnóstico Rural Participativo**: Guia prático DRP. Secretaria de agricultura familiar - MDA. Brasília, 2006, p. 62

VIEZZER, M. L. Pesquisa-ação participante (PAP): Origens e avanços. In: **Encontros e caminhos**: formação de educadoras(es) ambientais e coletivos educadores. Brasília: Ministério do Meio Ambiente: Diretoria de Educação Ambiental, 2005. p. 259-266. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/og/pog/arqs/encontros.pdf> >. Acesso em: 05 de março de 2014.

WINKLERPRINS, A.M.G.A.; BARRERA-BASSOLS, N. Latin American Ethnopedology: A Vision of its Past, Present and Future. **Agriculture and Human Values**, n. 21, p. 35-52, 2004.

CAPÍTULO II

ESTRATIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE AMBIENTES COM BASE EM ETNOINDICADORES: DE PALMO EM PALMO, A TERRA MUDA DE JEITO

RESUMO

Classificar e avaliar os diferentes tipos de solo é de extrema importância para desenvolver estratégias de manejo e de conservação deste componente ambiental, que desempenha diversas funções no agro e ecossistema e que se encontra mundialmente com altos níveis de degradação. O objetivo deste capítulo foi realizar com os agricultores a estratificação ambiental, a espacialização e a avaliação da qualidade do solo dos diferentes ambientes estratificados em dois assentamentos rurais na Zona da Mata de Minas Gerais, utilizando etnoindicadores de qualidade do solo. Agricultores estratificaram a área de um assentamento em Araponga em treze ambientes diferentes e outro em Muriaé em quinze ambientes distintos. A partir das informações dos agricultores foi construída uma chave de identificação de ambientes para cada assentamento, sendo a pedofoma principal atributo de estratificação. A estratificação realizada pelos/as agricultores/as foi similar às classificações científicas no que se refere à pedofoma, mas incorporou outros atributos do terreno, como a estrutura do solo e a exposição da área ao sol, o que permitiu maior detalhamento, possível nesta escala de trabalho. Com o uso de uma metodologia participativa e de campo, os agricultores aprenderam a avaliar os diferentes ambientes dos assentamentos seus diferentes ambientes dos assentamentos, atribuindo-lhes notas. Com isto, os agricultores podem, com suas adaptações, aperfeiçoar ainda mais sua capacidade de observação, monitoramento e avaliação de seus ambientes e melhorar o manejo de seus agroecossistemas. A riqueza de informação sobre os etnoindicadores de qualidade do solo aliada à estratificação ambiental demonstrou o grande conhecimento dos agricultores sobre o solo e as diversas interações que ocorrem em seus agroecossistemas. Este conhecimento não é estático, pelo contrário, está em constante transformação, pois eles aprendem na medida em que manejam e observam suas áreas, assim como quando interagem com outras pessoas.

1 INTRODUÇÃO

A classificação de solos contribui para o reconhecimento de suas diversas características, úteis para o aprimoramento do manejo e uso desse recurso natural. Entretanto, mesmo com todo o conhecimento existente, os processos de degradação do solo não param e atualmente chegam a 25 % das áreas agrícolas do mundo (FAO, 2011). No Brasil não existem estudos conclusivos, mas em 2005 estimava-se que cerca de 16% das áreas agrícolas estariam degradadas (MMA, 2005). Por quê?

Para responder a esta questão dois aspectos precisam ser considerados: o manejo agrícola predominante e a produção do conhecimento científico sobre o solo. O manejo agrícola predominante pressupõe o uso pelos agricultores de um pacote de tecnologias que muitas vezes não apontam para a conservação do solo. Dentre as tecnologias encontram-se a mecanização intensiva, o uso de monoculturas, o uso de agrotóxicos e o uso de fertilizantes sintéticos em excesso. Os usos de tais tecnologias levam, em muitos casos, à retirada da cobertura do solo e o não aporte de matéria orgânica (PRIMAVESI, 2002; GLIESSMAN, 2001; TILLMAN, 1998).

Essa maneira de usar e manejar o solo originou-se no modelo industrial de agricultura, que foi intensificado, no Brasil, na década de 1960 com a Revolução Verde, período em que as instituições científicas de ensino e pesquisa direcionaram seus esforços para o desenvolvimento de tecnologias que atendessem a tal modelo. Neste processo, as instituições aumentaram a desconsideração pelo conhecimento dos agricultores e concentraram esforços em hegemonizar a forma de se pensar e fazer agricultura (SHIVA, 2003; MOREIRA, 2000), seguindo um modelo de racionalidade que excluiu saberes considerados não-científicos (SANTOS, 2002), levando ao que Toledo e Barrera-Bassols (2015) chamam de “amnésia biocultural”, por meio da uniformização de saberes e técnicas agrícolas.

Com base na forma científica de pensar a utilização do solo, foram criados sistemas de classificação e avaliação da aptidão agrícola de terras, dentre eles o sistema brasileiro de classificação de solos, que possui treze classes, detalhadas até o sexto nível categórico (EMBRAPA, 2013). Para o levantamento, classificação e mapeamento dos solos, os cientistas utilizam diversos atributos, como teor de argila e profundidade dos horizontes, cor e textura, teor de nutrientes, CTC, estrutura, teor de C orgânico (OLIVEIRA, 2008).

Os principais sistemas de avaliação da aptidão agrícola de terras utilizados no Brasil são o Sistema de Classificação de Capacidade de Uso e o Sistema FAO/Brasileiro

de Avaliação da Aptidão Agrícola de Terras (RESENDE et al., 2007). O primeiro utiliza principalmente os graus de declividade do relevo como limitantes aos diferentes tipos de uso. Este sistema é mais apropriado para terrenos com declividades menores e que utilizam manejos mecanizados e o cultivo de grandes extensões de terra (LEPSCH et al., 1991).

A aptidão das terras, segundo o sistema FAO/Brasil (RESENDE et al., 2007), é definida em função de três níveis de manejo (A, B e C, de acordo com o nível tecnológico adotado, sendo A o nível mais baixo e C o mais alto) e considera fatores limitantes como fertilidade natural, deficiência de água, excesso de água ou deficiência de oxigênio, susceptibilidade à erosão e impedimentos à mecanização (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995). Mesmo considerando os níveis de manejo, este sistema não é adequado aos agricultores familiares, em geral com pouca terra, pois (a) consideram que a melhoria dos níveis de manejo depende do emprego de capital, ao relacionar as tecnologias de produção dependentes de capital para seu uso; (b) consideram áreas inaptas para o cultivo e um agricultor que tem pouca terra não pode deixar áreas sem cultivar, devendo adaptar seu cultivo ao tipo de solo que possui e; (c) não é aplicada ao nível de propriedade (RESENDE et al., 2007). Além disto, os níveis de manejo referem-se ao manejo convencional, quase sempre em monocultura. Para atender aos manejos agroecológicos, em geral diversificados, que protegem mais o solo, utilizados principalmente por agricultores familiares, em áreas críticas, como várzeas e solos acidentados (RESENDE et al., 2000), é necessário mudar os procedimentos correntes no manejo convencional (ALTIERI, 2002).

Independentemente do tipo de classificação (genética, de aptidão ou capacidade de uso), na maioria das vezes, os cientistas não levam em consideração o conhecimento dos agricultores em seus levantamentos e seus resultados não chegam até os mesmos, e quando chegam é em uma linguagem inacessível (RESENDE et al., 2007; CORREIA et al., 2007; SILLITOE, 1998; CARDOSO e RESENDE, 1996). Em todos os sistemas, as avaliações são geralmente realizadas por técnicos, com base no conhecimento acadêmico, que leva a classificações e recomendações de uso muitas vezes distintas do uso real das terras. Isto porque o conhecimento dos agricultores é considerado não-científico, demasiadamente local e limitado para a elaboração de mapas de aptidão e, portanto, estes são excluídos dos processos de classificação (JUNGERIOUS, 1985). Além disso os profissionais que realizam esses levantamentos não foram capacitados para incorporar o saber local em seus sistemas de avaliação (CORREIA et al., 2007).

Entretanto, os agricultores possuem um conhecimento detalhado de seus ambientes e possuem em muitos casos sistemas próprios de classificação da aptidão das terras. Esta classificação incorpora estratégias de manejo que visam conviver com as limitações ambientais, ao invés de buscar reduzi-las e pode contribuir para a compreensão das limitações e potencialidades de suas áreas para cultivo (RESENDE et al., 2000; WINKLERPRINS e BARRERA-BASSOLS, 2004; BRAIMOH, 2002).

Os estudos sobre solos e sociedades humanas fazem parte do universo da Etnopedologia, ciência que, pelo seu caráter interdisciplinar, apresenta uma diversidade de abordagens e métodos em constante desenvolvimento (WINKLERPRINS e SANDOR, 2003). A Etnopedologia tem estudado os sistemas de classificação de terras elaborados por comunidades de agricultores em todo o mundo. Diversos autores afirmam que estes sistemas são bem mais detalhados que os sistemas científicos de classificação e avaliação de terras, pois são feitos em escalas maiores, e a partir da vivência dos agricultores, ao manejarem seus agroecossistemas (BARRERA-BASSOLS et al., 2006; ZURAYIC et al., 2001; JUNGERIOUS, 1985; CORREIA et al., 2007). Ao contrário, os levantamentos pedológicos são feitos em escalas muito pequenas, não incorporam especificidades dos microambientes (RESENDE et al., 2002) e são pouco aplicáveis para áreas pequenas ou cuja variabilidade é alta (KRASILNIKOV e TABOR, 2003).

A Etnopedologia é uma ciência importante para a Agroecologia, que também procura valorizar o saber dos agricultores, no que se refere a formas de manejo de agroecossistemas e busca integrá-lo ao conhecimento científico, em constante desafio de construir relações horizontais de saber (ALTIERI, 2013).

Se o conhecimento dos agricultores for integrado aos estudos científicos, pode-se ampliar o nível de detalhamento e incorporar informações aos levantamentos que contribuam para o manejo mais adaptado às diferentes limitações dos agroecossistemas e conseqüentemente para a conservação dos solos. Além disso, pode auxiliar na elaboração de legislações ambientais mais abrangentes, que aceitem o uso sustentável feito pelos agricultores em áreas atualmente consideradas intocáveis (FREITAS et al., 2004; RESENDE et al., 2002). Essa integração deve se dar a partir do uso de metodologias participativas que promovam o diálogo dos saberes (BARRIOS et al., 2011; BARRIOS et al., 2006; NICHOLLS et al., 2004; BARRIOS e TREJO, 2003).

Uma estratégia para promover o diálogo entre saber local e saber científico sobre levantamento e classificação de solos é a estratificação ambiental realizada com os agricultores, que pode ser integrada aos levantamentos científicos de solo. A

estratificação de uma área consiste em dividir uma área maior em unidades menores, mais homogêneas, a partir de alguns indicadores. Resende et al. (2007) propõem quatro escalas de classificação: as grandes regiões do Brasil; as zonas fisiográficas dos estados; as microrregiões homogêneas e, finalmente, as unidades de paisagens (baixadas, elevações, topos, etc.). A paisagem pode ser definida como um mosaico espacial heterogêneo, composto pela interação de fatores ecológicos e geomorfológicos, e pela interferência humana (METZGER, 2001), e se constitui em elemento importante para se observar transformações socioambientais ao longo do tempo, sendo o solo o principal estratificador em escalas mais detalhadas (RESENDE et al., 2007).

Na estratificação realizada com agricultores pode-se construir chaves de identificação de ambientes utilizando metodologias participativas (MATOS et al., 2014; MANCIO et al. 2013; CARDOSO e RESENDE, 1996). Poucos são os estudos que realizam a espacialização dos ambientes incorporando o conhecimento dos agricultores. Esta pode ser realizada utilizando a cartografia social (JOLIVEAU, 2008), que utiliza a construção de mapas para aprofundar o universo das comunidades, abordando aspectos ambientais e socioeconômicos. Mapas que unem a fotointerpretação com a pesquisa etnopedológica também têm sido usados para comparar a classificação científica com a realizada por agricultores (BARRERA-BASSOLS et al., 2006).

O objetivo deste capítulo foi realizar com os agricultores a estratificação ambiental, a espacialização e a avaliação da qualidade do solo dos diferentes ambientes estratificados em dois assentamentos rurais na Zona da Mata de Minas Gerais, utilizando etnoindicadores de qualidade do solo.

2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado nos municípios de Araponga e Muriaé, localizados na Zona da Mata de Minas Gerais, Brasil. Geologicamente, a região insere-se no complexo cristalino, formado por rochas granito-gnáissicas, originárias do período Pré-cambriano (BRASIL, 1983; IPPOLITI et al., 2005) e faz parte do domínio morfoclimático “Mares de Morros Florestados” (AB’SABER, 1970), no qual ambientes com características e comportamentos diferenciados podem ser estratificados com base na pedoforma e localização (LANI et al., 2010).

A evolução do relevo da região ocorreu por mecanismos de remoção de materiais das formações superficiais e acumulação nas regiões mais baixas, e como consequência atualmente a paisagem apresenta um complexo de elevações e vales de fundo chato (CORRÊA, 1984; ESPÍNDOLA, 2010). As elevações apresentam topos de morros em geral aplainados e curvatura convexa-convexa ou convexo-côncavas (RESENDE et al., 2007). As áreas côncavas (denominadas localmente como grotas) são áreas nas quais ocorre concentração de água no sistema e muitas vezes são associadas a nascentes. Nos fundos de vales encontram-se as áreas planas, ao longo dos cursos d'água, sendo elas os terraços pluviais (não mais inundados) e os leitos maiores (ou brejos), planícies pluviais que inundam por época das cheias (FERNANDES, 2013; IBGE, 2009; RESENDE et al., 2007) (Figura 1). Os solos da região são bastante antigos, intemperizados e ácidos, mas em geral porosos e com boa capacidade de infiltração de água (MACHADO e SILVA, 2010).

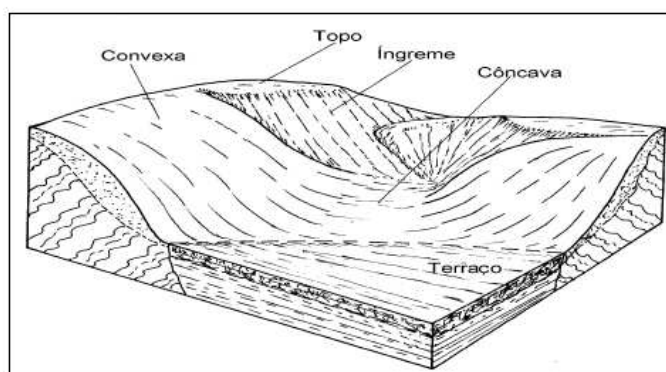


Figura 1 - Pedoformas características da região da Zona da Mata de Minas Gerais. Extraído de Resende et al., 2002.

Os tipos de solo se diferenciam ao longo dessa paisagem. Nas elevações são comuns Latossolos nas partes de relevo mais suaves, como topos e alguns terços inferiores e Cambissolos nas partes mais inclinadas do terço superior. Nos terraços e nas grotas são comuns Argissolos. Já nos leitos maiores dos cursos d'água são encontrados Neossolos Flúvicos e Gleissolos Háplicos (NUNES et al. 2001; CORRÊA, 1984).

Esses ambientes eram cobertos por floresta estacional semidecidual e por floresta ombrófila densa, vegetação típica da Mata Atlântica (BRASIL, 1983; Valverde, 1958), responsável por proteger e fertilizar os solos. Com a retirada das matas para fabricação de carvão, plantio de café e implantação de pastagens, o solo ficou descoberto, desprotegido, ocasionando processos erosivos que o empobreceram (CARDOSO et al., 2001; RESENDE et al., 2002). Atualmente restam apenas fragmentos de floresta, sendo

que um dos maiores deles é onde se encontra o Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, unidade de conservação de proteção integral (MINAS GERAIS, 2007). No entorno do Parque localizam-se Araponga e Muriaé, municípios onde se localizam os dois assentamentos (Sítio Oito de Março e Associação Bonsucesso), cujos agricultores participaram do presente estudo.

Os assentamentos estudados fazem parte do Programa Nacional de Crédito Fundiário. O Sítio Oito de Março, em Araponga, ainda está em processo de aquisição das terras e o assentamento Associação Bonsucesso foi oficializado em 2010. Nos dois assentamentos estudados, a área média de cada propriedade é em torno de 3,0 hectares, com distintos microambientes.

A área do Assentamento Sítio Oito de Março, em Araponga, possui sessenta e seis hectares, com três áreas de mata e três áreas com nascentes, e as demais áreas disponíveis para cultivo. Trata-se de uma área que foi cultivada com café e pastagem, e que sofreu intensas queimadas, que deixaram o solo degradado. Pode-se observar na área abundância de samambaia (*Pteridium aquilinum*) e sapé (*Imperata brasiliensis*), indicadores da fragilidade da terra apontados pelos agricultores (Cap. 1). A principal cultura do assentamento é o café, intercalado com feijão, batata-doce, frutíferas, e algumas áreas com plantio de milho. Na ocasião da pesquisa, das vinte e uma famílias do projeto de assentamento, dezenove já estavam trabalhando na área, em intensidades diferentes, conforme a capacidade de trabalho disponível de cada família. Como as famílias ainda não têm a posse da terra, os membros do grupo doméstico são obrigados a buscar trabalho em outras propriedades com a finalidade de complementar a renda familiar. Entretanto, as saídas voltadas para aquisição de renda complementar implicam na diminuição do tempo de trabalho dedicado às atividades no assentamento.

A área do assentamento Associação Bonsucesso, em Muriaé, possui cerca de vinte e cinco hectares, divididos entre oito famílias, das quais seis produzem milho e café, consorciados com feijão, taioba e inhame; três famílias possuem área de pastagem (sendo que duas possuem apenas pasto); duas plantaram eucalipto, e uma família produz arroz e tem uma horta. Há diversas nascentes na área, e três áreas de mata, que constituem a Reserva Legal do assentamento.

Essas duas experiências representam processos de democratização do acesso à terra importantes para o fortalecimento da agricultura familiar na região, em áreas antes degradadas pelo manejo convencional de grandes produtores, e que podem agora ser

recuperadas para a produção de café, alimentos e vida, caso os novos donos optem por uma forma de manejo mais sustentável.

2.2 Estratificação ambiental

Realizou-se a estratificação ambiental a partir da percepção dos agricultores, utilizando o solo como o principal estratificador do ambiente (RESENDE et al., 2007). Para estratificar, os agricultores utilizaram nove indicadores de qualidade de solos, já apontados por eles em pesquisa (Cap. 1) utilizando metodologias participativas (BARRIOS et al., 2011). Os indicadores foram: localização no relevo, declividade, cor, estrutura, umidade, exposição ao sol, pedregosidade, textura e presença de nascentes.

Como referência inicial para a estratificação utilizou-se cópia de uma imagem de satélite retirada do Google Earth^R (Figura 2) com dimensões de 0,9 x 1,2 metros e um mapa social construído pelos próprios agricultores em pesquisa prévia (Cap. 1).

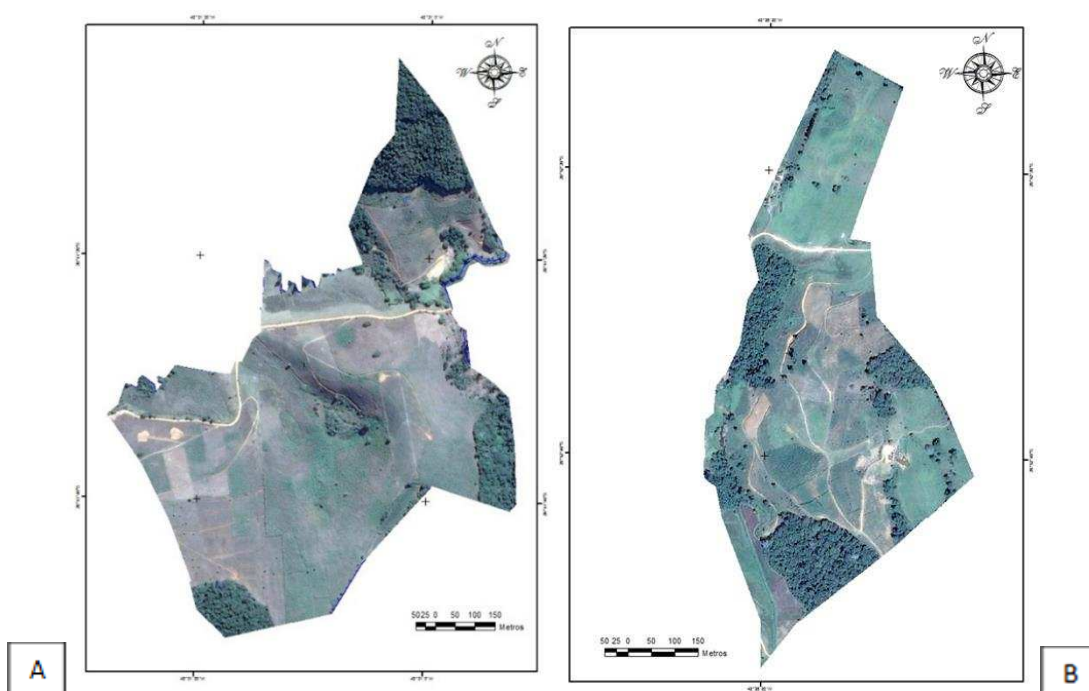


Figura 2 - Imagens de satélite utilizadas na pesquisa. A) Sítio Oito de Março, Araponga-MG; B) Associação Bonsucesso, Muriaé-MG.

Os agricultores foram divididos em dois grupos, cada um com uma cópia da imagem, e responderam às perguntas motivadoras presentes no Box 1.

Box 1 - Perguntas motivadoras feitas aos agricultores para realizar a estratificação ambiental.

- 1 – Os limites da imagem conferem com os do assentamento?
- 2 – O que vemos na paisagem? Existem tipos de ambientes diferentes na paisagem?
- 3 – O que indica que os ambientes são diferentes?
- 4 – Vocês identificam diferentes tipos de solo nesses ambientes?
- 5 – Quais as características desses solos?
- 6 – Como é o uso do solo nesses ambientes?

A partir da problematização realizada com base nestas perguntas, os agricultores delimitaram na imagem de satélite os diferentes ambientes dos assentamentos, com base nos indicadores locais supracitados, utilizando caneta hidrográfica de cores variadas. Em seguida, os dois grupos se reuniram e fizeram uma nova estratificação com elementos de ambas. Após a estratificação realizada no mapa, agricultores e pesquisadores fizeram uma visita às áreas para observar as áreas demarcadas e verificar os limites dos ambientes. Com base nas informações fornecidas pelos agricultores, em interface com a literatura disponível sobre as pedoformas características da região, foi construída posteriormente uma chave de identificação de ambientes para cada assentamento, procurando entrelaçar as informações dos agricultores (MANCIO et al., 2013; CARDOSO e RESENDE, 1996) com o conhecimento científico sobre os diferentes ambientes da região (CORRÊA, 1984).

A estratificação dos ambientes sobreposta à imagem de satélite foi digitalizada utilizando os programas GPS Trackmacker^R e Google Earth^R, no qual foram medidas as declividades. Para a construção dos mapas foi utilizado o programa ARCGIS 10.3^R. Neste trabalho a fotointerpretação foi utilizada para espacializar a classificação etnopedológica, sendo que futuramente essa base de dados pode ser usada para fazer uma correlação de unidades de mapas de solos.

2.3 Avaliação dos ambientes

Os diferentes ambientes estratificados pelos agricultores foram avaliados utilizando um roteiro adaptado da metodologia proposta por NICHOLLS et al. (2004) para identificar os níveis de sustentabilidade de agroecossistemas vinícolas. No roteiro atribuem-se notas de 1 a 10 para cada indicador. A metodologia é rápida e fácil de ser aplicada a campo e por isto pode ser utilizada pelos agricultores para avaliar e monitorar a qualidade de seus solos ao longo do tempo, utilizando seus próprios indicadores, através da análise visual (NIERO et al., 2010; FERREIRA et al., 2009; MACHADO e VIDAL, 2006; NICHOLLS et al., 2004).

A metodologia foi adaptada incluindo indicadores apresentados pelos agricultores e mais apropriados à realidade local. Utilizou-se apenas indicadores que podem ser alterados pelo manejo, pois um dos objetivos é que os agricultores possam acompanhar mudanças na qualidade de suas terras ao longo dos anos. O questionário utilizado em Araponga (Quadro 1) diferiu do questionário utilizado em Muriaé, já que os indicadores apresentados pelos agricultores foram diferentes. No roteiro de Muriaé não se incluiu a diversidade de plantas, o travamento com raiz de braquiária, o cheiro de matéria orgânica e o desenvolvimento da lavoura, que não haviam sido citados por eles em levantamento prévio (Cap. 1). Para avaliar os ambientes, a equipe de pesquisa se dividiu em quatro grupos. Cada grupo foi composto por dois pesquisadores e dois agricultores e se dirigiu a um ambiente estratificado para a realização da avaliação. Devido à quantidade de ambientes ser maior que a de grupos, cada grupo avaliou mais de um ambiente.

Quadro 1 - Roteiro utilizado em campo, com indicadores apontados pelos agricultores de Araponga.

Indicador	Variáveis	Valor de referência
Diversidade de plantas	Presença de apenas um tipo de planta	1
	Presença de alguns tipos de plantas	5
	Presença de muitos tipos de plantas	10
Cobertura do solo	Solo exposto (terra pelada)	1
	Menos da metade do solo coberto por resíduos e por cobertura viva (plantas)	5
	Todo o solo coberto por resíduos e por cobertura viva (plantas)	10
Cor	Claro, branco	1
	Marrom, vermelho	5
	Marrom escuro, preto	10
Cheiro e matéria orgânica	Cheiro químico, sem matéria orgânica	1
	Sem cheiro, alguma presença de matéria orgânica	5
	Cheiro de matéria fresca, muita matéria orgânica	10
Compactação	Solo muito duro	1
	Pequena camada dura	5
	Terra fofa	10
Capacidade de retenção de água (umidade)	Solo seco, ressecado, não segura água	1
	Solo um pouco úmido por pouco tempo	5
	Considerável grau de umidade por um certo período de tempo	10
Desenvolvimento da lavoura/cultura	Plantas fracas, amarelas, crescem com dificuldade (não saem bem)	1
	Plantas verde-clara, crescimento desuniforme (saem mais ou menos)	5
	Plantas fortes, verde escura, crescimento vigoroso (saem muito bem)	10
Atividade microbiológica (solo vivo)	Muito pouca efervescência após aplicação de água oxigenada	1
	Efervescência leve a média	5
	Efervescência abundante	10
Estrutura	Solo solto, poento, sem agregados	1

	Poucos agregados, que se quebram com pouca pressão	5
	Terra firme, não poenta, agregados bem formados, difíceis de quebrar	10
Travamento com raiz de braquiária	Solo muito travado, com muita raiz de braquiária	1
	Solo com pouca raiz de braquiária	5
	Solo sem raiz de braquiária	10
Plantas espontâneas (tipo de mato que sai)	Presença somente de plantas de terra fraca	1
	Presença de plantas de terra fraca e de plantas de terra forte	5
	Presença somente de plantas de terra forte	10
Macrofauna (Animais do solo - minhocas, cupim, formigas...)	Ausência de animais ou muitos animais de terra fraca	1
	Presença de alguns animais	5
	Presença abundante de diferentes tipos de animais, principalmente os de terra forte	10

Para analisar o indicador plantas espontâneas, foi lançado ao acaso em cinco pontos de cada ambiente um bambolê feito de mangueira de 1m² de área, e observadas as plantas dentro da área do bambolê, verificando se eram indicadoras de terra forte ou terra fraca. Este método foi uma adaptação do método do descrito por FÁVERO (2001) para quantificar plantas espontâneas, que utilizou um quadrado de madeira e não um bambolê. O bambolê é mais fácil de transportar em campo, pois é flexível e mais leve.

Utilizou-se peróxido de hidrogênio a 3% (água oxigenada 10 volumes) para avaliar o indicador microrganismos, adicionando cerca de 20 ml em um copo com solo. A maior efervescência indicou maior atividade biológica (NICHOLLS et al., 2004). Realizou-se um pré-teste da metodologia com os agricultores, utilizando solo de estrada, de lavoura e de palha de feijão para que os agricultores pudessem observar previamente a efervescência dos solos. Em Muriaé, os microrganismos não foram apontados pelos agricultores como indicadores de qualidade do solo no início, mas após várias conversas sobre qualidade do solo com os pesquisadores, os agricultores sugeriram a importância desse indicador, fazendo com que a equipe de pesquisa o inserisse na avaliação.

Para avaliar a macrofauna, um bloco de solo (25x25x20 cm) foi coletado e observada a abundância visual de organismos no mesmo (AQUINO, 2001). A compactação foi avaliada com a enxada no momento da amostragem do solo. O solo mais compactado apresentou maior resistência à penetração da enxada para coleta do bloco de solos. Durante essa coleta foram também observadas a cor e a estrutura.

Para uma melhor visualização das notas de cada indicador, foram construídos gráficos do tipo radar, nos quais o solo ideal seria aquele com todas as notas 10, o que, no gráfico, apresenta todos os pontos ligados à borda (NICHOLLS et al., 2004). Solos com nota menor ou igual a 5 são considerados por Nicholls et al. (2004) no limite da sustentabilidade, necessitando de cuidados especiais no manejo. As notas dos indicadores

foram somadas e em seguida divididas pelo número de indicadores, obtendo assim uma média para o solo de cada ambiente. Os agroecossistemas, com maiores notas dentro do grupo - considerados como “faróis agroecológicos” - podem servir de referência de sustentabilidade a ser alcançado (NICHOLLS et al., 2004). Esta referência é móvel, já que estes agroecossistemas também vão estar sujeitos a manejos que, a princípio, devem ser no sentido de melhoria de sua sustentabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estratificação ambiental

Os agricultores de Araponga estratificaram a área do Assentamento Sítio Oito de Março em treze ambientes diferentes: *Baixada de cima*, *Brejo da nascente*, *Cabeceira do terreno*, *Mato morrado*, *Mato plano*, *Plano*, *Pé de morro*, *Pé de morro de terra poenta*, *Pé de morro na beira do brejo*, *Pé de morro cascalhento*, *Pé de morro com eucalipto*, *Vargem brejada* e *Vargem seca*² (Figura 3), e a partir das informações sobre os ambientes fornecidas pelos agricultores, foi construída uma chave de identificação para o Sítio Oito de Março (Tabela 1).

² Os nomes das áreas na linguagem dos agricultores aparecerão em itálico ao longo do texto.

Tabela 1 - Chave de identificação dos diferentes ambientes em Araponga, MG.

Localização na paisagem	Pedoforma	Relevo ¹	Estrutura do hor. A	Textura	Ambientes estratificados pelos agricultores ²	Classes de solo (SiBCS)	
Baixada úmida	Plana	Plano	-		<i>Vargem brejada</i>	Gleissolos Háplicos Neossolos Flúvicos	
Baixada seca	Plana	Suave-ondulado	-		<i>Vargem seca</i>	Argissolos	
Terço médio/inferior da encosta	Côncava	Ondulado	-		<i>Brejo da nascente</i>	Argissolos	
		Forte ondulado	-		<i>Pé de morro beira do brejo</i>	Argissolos Cambissolos	
	Convexa	Montanhoso	-		<i>Com cascalho</i>	<i>Pé de morro cascalhento</i>	Cambissolos
		Forte Ondulado	-			<i>Pé de morro com eucalipto</i>	Cambissolos latossólicos
		Ondulado a Suave Ondulado	Granular de grau fraco (<i>Poenta</i>)	-		<i>Pé de morro de terra poenta</i>	Cambissolos latossólicos
Terço superior da encosta	Convexa	Montanhoso	-			<i>Mato morrado</i>	Cambissolos latossólicos
		Forte-Ondulado	-			<i>Cabeceira do terreno</i>	Cambissolos Latossólicos
Topo de morro	Plana/ Ligeiramente convexa	Suave Ondulado a Plano	-		<i>Mato plano</i> <i>Baixada de cima</i>	Latossolos	

1 – Classes de relevo definidas por EMBRAPA, 1979; 2 - Quando se tratar da denominação utilizada pelos agricultores o texto estará grafado em *itálico*.

Os agricultores de Muriaé diferenciaram a área da Associação Bonsucesso em quinze ambientes distintos: *Área de café, Baixada, Baixada da reserva, Brejo, Grotta seca, Mato ciliar, Mato da encosta, Morro, Morro a pique, Terra branca, Terra fraca, Terra massapê, Vargem do arroz, Vargem que atola, Vargem do pasto* (Figura 4), e a partir das informações sobre os ambientes fornecidas pelos agricultores, foi construída uma chave de identificação para a Associação Bonsucesso (Tabela 2).

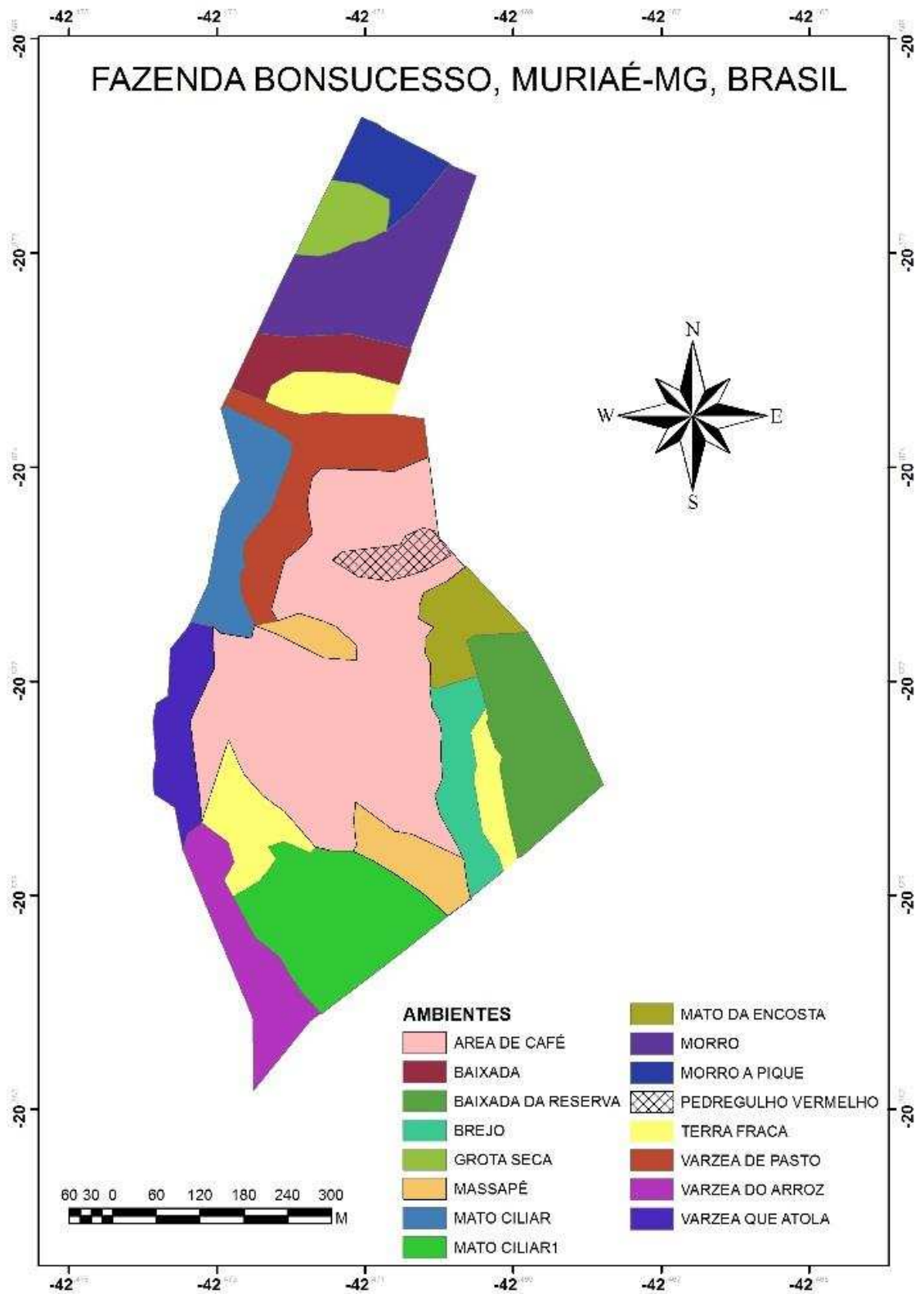


Figura 4 – Estratificação ambiental da Associação Bonsucesso, Muriaé, realizada em conjunto com os agricultores.

Tabela 2 - Chave de identificação dos diferentes ambientes em Muriaé.

Localização na paisagem	Pedoforma	Relevo	Cor	Pegajosidade	Ambientes estratificados pelos agricultores	Classe (SiBCS)
Baixada úmida	Plana	Plano	Escura		<i>Vargem do arroz</i> <i>Vargem do pasto</i>	Gleissolos
				Pegajosa (barro melequento)	<i>Vargem que atola</i>	Gleissolos
Baixada Seca	Plana	Suave ondulado	Clara		<i>Terra branca</i>	Argissolos
			Escura		<i>Mato ciliar</i>	Neossolos Flúvicos
Encosta	Côncava	Montanhoso Forte ondulado		Pegajosa (barro melequento)	<i>Grota seca</i>	Argissolos
					<i>Brejo</i>	
	Convexa	Montanhoso Forte Ondulado	Vermelho - amarelado		<i>Morro a pique</i>	Cambissolos latossólicos
					<i>Terra Fraca Morro Mato da encosta</i>	
	Ondulado	Amarela		<i>Área de café Baixada da reserva</i>	Latossolos	
				Pegajosa (Terra ensebada)	<i>Terra massapê</i>	Argissolos
			Escura		<i>Baixada</i>	Argissolos

Identificaram-se dois macroambientes estratificados com base na localização na paisagem: baixadas e encostas. As áreas de baixadas, ou fundos de vales (CORRÊA, 1984), são áreas planas ou suavemente onduladas, que podem ser estratificadas em baixada úmida ou seca conforme Resende et al. (2002). A baixada úmida é formada por terrenos baixos, planos e mais ou menos planos que se encontram junto às margens dos rios e lagos, englobando basicamente Gleissolos e Neossolos Flúvicos, originados de sedimentos de diversas fontes. São ambientes de redução, marcados pela presença de água, que atribui uma coloração que tende a ser gleizada, devido à redução do ferro ou

ausência de ferro oxidado (CORRÊA, 1984; CURI et al., 1988). É o leito maior dos rios, que pode ser dividido em áreas constantemente inundadas e áreas que inundam apenas por época das enchentes. As áreas constantemente inundadas são denominadas pelos agricultores de brejos ou vargens (*Vargem brejada*, *Vargem que atola*). Estas áreas são inundadas por época das cheias e devido ao alto teor de argila dos solos e solos sem estruturas (ainda novos e não se formou o horizonte B) os poros permanecem saturados com água ao longo do ano, devido à altura do lençol freático. O teor de argila atribui a alta pegajosidade a esses solos. As áreas mais próximas aos córregos, onde depositam sedimentos mais grosseiros, drenam mais facilmente, por isto não permanecem inundadas após as cheias (*Vargem do arroz*, *Vargem do pasto*, *Mato ciliar*) (CORRÊA, 1984; OLIVEIRA, 2008).

Em Muriaé, as áreas periodicamente inundadas são utilizadas para o cultivo de arroz. A *Vargem do pasto*, segundo os agricultores, tem potencial para esse uso também, embora esteja sendo usada para pastagem. Nas décadas de 1970 e 1980, na região muitas destas áreas foram drenadas, uniformizadas e utilizadas para o cultivo de arroz. Isto se deu a partir do incentivo de uma política pública conhecida como Provárzeas, que incentivou o cultivo de arroz inundado, a partir da “sistematização” das várzeas. Atualmente poucos agricultores cultivam arroz nestas áreas, mas em Muriaé duas famílias ainda persistem com esse cultivo, o que hoje é mais exceção que regra. A utilização dessas áreas para cultivo de arroz utilizando a inundação natural   importante para os agricultores familiares, uma vez que o arroz faz parte da pauta alimentar, contribuindo para a segurança alimentar das famílias, em especial porque   cultivado sem o uso de agrotóxicos. Além isto, o arroz pode ser uma fonte alternativa de renda. Entretanto seu cultivo   exigente em mão de obra e faltam tecnologias adaptadas às condi oes dos agricultores familiares (GOMES, 1986), sendo necessário investimentos em políticas públicas para seu cultivo na região (FERREIRA e DEL VILLAR, 2004).

As áreas onde ocorrem os solos aluviais (Neossolos Flúvicos) são áreas intermediárias entre as áreas de baixada úmida e as áreas de baixada seca. Com mais oxig nio, essas áreas permitem o desenvolvimento de vegeta o arbórea, que os agricultores de Muriaé identificaram como área de “mato”. São, portanto, áreas de vegeta o ciliar, importantes para preservar fisicamente as margens dos cursos d’água, promover a ciclagem de nutrientes, servir de corredor para a fauna e a flora nativas, e que são consideradas de preserva o permanente pela atual legisla o ambiental (CASTRO et al., 2012; MARTINS, 2014).   importante repensar práticas de preserva o dessas

áreas que possam ser conciliadas com o uso para pequenos agricultores familiares, que possuem áreas reduzidas para o cultivo e que ficam com o ônus da preservação (FREITAS et al., 2004; RESENDE et al., 2002), sendo uma alternativa o uso de sistemas agroflorestais, que procuram imitar a natureza, na medida em que promovem a conservação da biodiversidade dos agroecossistemas e a proteção dos solos (CASTRO et al., 2012; FREITAS et al., 2004).

A baixada seca, denominada pelos agricultores de Araponga de *Vargem seca* e em Muriaé como *Terra branca* são os terraços fluviais, próximos aos córregos. Estas áreas não são mais inundadas e podem apresentar solos de fertilidade natural um pouco melhor do que as encostas devido ao ambiente conservador dos terraços, pela presença de extratos argilosos, fruto da deposição de sedimentos (CORRÊA, 1984), ou apresentar baixa fertilidade devido à lixiviação de nutrientes pela água em período anterior. Estas são áreas fáceis de manejar pela sua declividade e estão próximas a fontes de água, por isto são usadas para culturas anuais e pastagem (CORRÊA, 1984; GOMES, 1986).

Em Muriaé, a cor do solo surgiu como critério de identificação dos terraços fluviais e indica aspectos relacionados à gênese do solo. Devido ao excesso de água e ausência de oxigênio, ocorre acúmulo de matéria orgânica, causado pela baixa decomposição realizada pelos organismos anaeróbicos. Ao mesmo tempo ocorre a redução do ferro que, junto com a matéria orgânica, confere a cor escura ao solo. Entretanto, o ferro reduzido é móvel e pode ser lixiviado. Neste caso, após drenado, o solo torna-se de cor clara ("*Terra branca*"). Isto caracteriza os ambientes hidromórficos (OLIVEIRA, 2008). No caso dos terraços não há mais inundação, mas todo o processo descrito acima ocorreu no passado, levando então à desferrificação do ambiente.

Enquanto os ambientes de baixada são ambientes de deposição de sedimentos (atuais ou no passado) e acúmulo de água, os ambientes das encostas são em sua maioria ambientes de perdas, que apresentam maior insolação e menor umidade relativa, e solos em geral bem arejados (CURI Et al., 1988). As áreas das encostas podem ser diferenciadas em vertentes convexas, íngremes ou côncavas (RESENDE et al., 2002). As vertentes côncavas são áreas de acúmulo de água presente nas encostas, e são formadas pela erosão pluvial natural das vertentes convexas, ocasionando as ravinas anfiteátricas, cujo entorno (borda) é bastante íngreme. Em Araponga, uma destas regiões foi denominada "*Brejo da nascente*". Esta é uma vertente côncava bastante extensa, com afloramento de água, ladeada pelo "*Pé de morro da beira do brejo*" (borda da ravina), de declividade mais acentuada, sendo um ambiente mais instável (FREITAS et al., 2004). Em Muriaé uma

vertente côncava foi denominada de “*Brejo*”, por apresentar elevada umidade, e a outra foi denominada de “*Grota seca*” (grota é o nome comum para as áreas côncavas), por não apresentar nascentes. Os agricultores apontaram que não há nascentes nesta grota devido ao tipo de uso do solo feito na área (pastagem de braquiária), que dificulta a infiltração da água.

Já as vertentes convexas que, assim como as côncavas variam em comprimento e declividade, são áreas sujeitas a erosão, em especial laminar, e exportação de água e nutrientes. A maior parte das áreas dos assentamentos encontra-se em vertentes convexas, com relevo que varia de ondulado a montanhoso. O relevo é muito importante nessas áreas, pois além de ser um importante fator de formação de solos, exercendo um papel controlador, influi na observância de práticas de manejo que busquem reduzir a erosão desses solos. Quanto maior a declividade, maior deve ser o cuidado do agricultor para evitar processos erosivos.

Nas vertentes convexas de relevo montanhoso (em Araponga: *Mato morrado* e *Pé de morro cascalhento*; em Muriaé: *Morro a pique*) a declividade dificulta o trânsito de animais e dos próprios agricultores, por isto são áreas que ficam em pousio (descanso) quando possível, mas que muitas vezes são utilizadas pela escassez de outras áreas para plantio, devendo haver redobrado cuidado para prevenir perdas de solo.

As áreas de relevo forte ondulado (em Araponga: *Cabeceira do terreno* e *Pé de morro do eucalipto*; em Muriaé: *Terra fraca*, *Morro* e *Mato da encosta*) são utilizadas para cultivo de eucalipto, mata e pastagem. Em Araponga a *Cabeceira do terreno* está sendo utilizada para plantio de café. Os agricultores de Muriaé consideraram frágil o solo de parte destas áreas e os denomina “*terra fraca*”, “*só serve pra eucalipto*”. Em Muriaé o solo de uma das áreas descritas como *Terra fraca*, e que estava em pousio por época da pesquisa, estava descoberto, sem cobertura vegetal de regeneração, critério apontado pelos agricultores como um indicador de “*fraqueza*” do solo, ou seja, de perda de qualidade. Essas áreas, mesmo apresentando elevada declividade, não são classificadas como áreas de preservação permanente pelo código florestal, que estabelece uma declividade de 45° (BRASIL, 2012).

Em áreas muito acidentadas o relevo suave ondulado chega a ser denominado de plano pelos agricultores, que consideram essa declividade boa para manejar. Em Araponga encontram-se os ambientes *Pé de morro*, *Plano* e *Pé de morro poento*, todos localizados no terço médio inferior da encosta. O *Pé de morro poento* foi diferenciado

dos outros dois ambientes pela sua estrutura, pois foi caracterizado como *poento*³. De acordo com os agricultores, esse tipo de solo não segura água, e tem a formação de poeira. O solo firme (oposto ao poento) tem estrutura com grau de desenvolvimento mais forte, com boa retenção de umidade e é de fácil manejo. A estrutura é uma propriedade que pode ser alterada pelo manejo, assim o agricultor pode contribuir para estruturar ou desestruturar os solos, por meio do manejo da matéria orgânica, aração, cobertura do solo, etc. Assim como em Araponga, agricultores de outras localidades também utilizaram a estrutura para estratificar ambientes (MATOS et al., 2014; CARDOSO e RESENDE, 1996).

Na área de Muriaé, os ambientes *Área de café*, *Baixada da reserva*, *Terra massapê* e *Baixada*, as duas primeiras localizadas ao longo de toda a encosta, as duas últimas no terço inferior, possuem relevo ondulado. A *Terra massapê* diferencia-se do ambiente *Baixada* pela cor e por ser uma terra “*ensebada*”, termo utilizado pelos agricultores para identificar a terra muito argilosa, difícil de trabalhar quando úmida e que trinca quando seca, típica de solos com argila de alta atividade, com boa capacidade para reter nutrientes (RESENDE et al., 2007), podendo indicar a presença de Argissolos.

Os topos das encostas são áreas de relevo plano a suave ondulado, que foram classificadas por Fernandes (2013) como colinas de topo alongado, onde se desenvolvem Latossolos (CORRÊA, 1984; IPPOLITI et al., 2005). Na área de Araponga, dois ambientes estratificados localizados na Encosta ocorrem nessas condições (*Baixada de cima* e *Mato plano*), sendo que os dois são contínuos e foram diferenciados pela cobertura vegetal. Essas são áreas que apresentam solos profundos, pois o relevo em rejuvenescimento, ainda permanece como resquício de um antigo chapadão presente na região (CORRÊA, 1984).

Além da estratificação de ambientes apresentada, os agricultores de Muriaé detalharam os ambientes do assentamento ainda mais. Eles identificaram áreas denominadas de “*Pedregulho vermelho*”, em referência à bauxita na fração cascalho de ocorrência em vários pontos do assentamento. A bauxita é um conjunto de minerais ricos em alumínio. Estas áreas possuem altos teores de alumínio no complexo de trocas, tóxico para as plantas. Nessas áreas, os agricultores fazem calagem para neutralizar o alumínio e plantam café. Outro detalhamento feito por eles foi a identificação de algumas áreas

³ A terra poenta, ou poeirenta, apresenta característica de solos mais velhos e intemperizados, com partículas mais desorganizadas no nível microscópico (Resende et al., 2007). Na região, a terra poenta apresenta estrutura granular de grau de desenvolvimento fraco nos horizontes A e B, típica dos Latossolos da região (Cardoso e Resende, 1996) e encontrada também em Cambissolos com morfologia latossólica estudados por Albuquerque Filho et al., (2008).

onde existem formigueiros grandes, cuja terra eles utilizam para “curar” feijão, que é feita por meio da adição dessa terra ao feijão que será armazenado para que este não estrague. Esta é uma técnica tradicional que merece ser avaliada cientificamente para saber, por exemplo, quais os componentes da “*terra de formigueiro*” que são responsáveis pela preservação dos grãos, o que pode ser utilizada para estratégias ecológicas de armazenamento de sementes.

A estratificação bastante detalhada dos ambientes comprovou que os agricultores possuem um acurado mapa mental dos solos e puderam distinguir variações espaciais de acordo com a pedoforma, cor, umidade, estrutura, vegetação, uso da terra e pedoclima (BARRERA-BASSOLS et al., 2006). As pedoformas são importantes para as estratificações científicas, mas o detalhamento, incorporando outros atributos, apenas é possível em escalas maiores. Escala esta que nem sempre possível em levantamentos pedológicos, mas possíveis em levantamentos etnopedológicos (BARRERA-BASSOLS et al., 2006).

Portanto, necessita-se investir em metodologias que consigam identificar a complexidade do conhecimento local sobre os ambientes e integrá-lo ao conhecimento científico, por meio de uma análise mais detalhada, o que requer compreensão sobre os sistemas de classificação das terras utilizados pelos agricultores e sobre a espacialização e mapeamento dessa classificação. Para isso é preciso ouvir e compreender o que o agricultor sabe e principalmente como ele expressa esse conhecimento (OUDWATER e MARTIN, 2003; CORREIA et al., 2007).

3.2 Avaliação da qualidade dos solos

As notas atribuídas pelos agricultores de Araponga e de Muriaé para avaliar a qualidade do solo dos diversos ambientes estratificados por eles serviram de base para a elaboração de gráficos tipo radar (Anexo 1), que permitem comparar os indicadores de cada ambiente. Este tipo de gráfico, quando construído pelo agricultor, pode ser utilizado para visualizar as mudanças em seu sistema de produção ao longo do tempo. A leitura é bastante simples: as notas menores localizam-se no centro do gráfico, enquanto as notas maiores localizam-se nas extremidades. A Figura 5 apresenta as médias das notas atribuídas aos ambientes e a cada indicador pelos agricultores de Araponga.

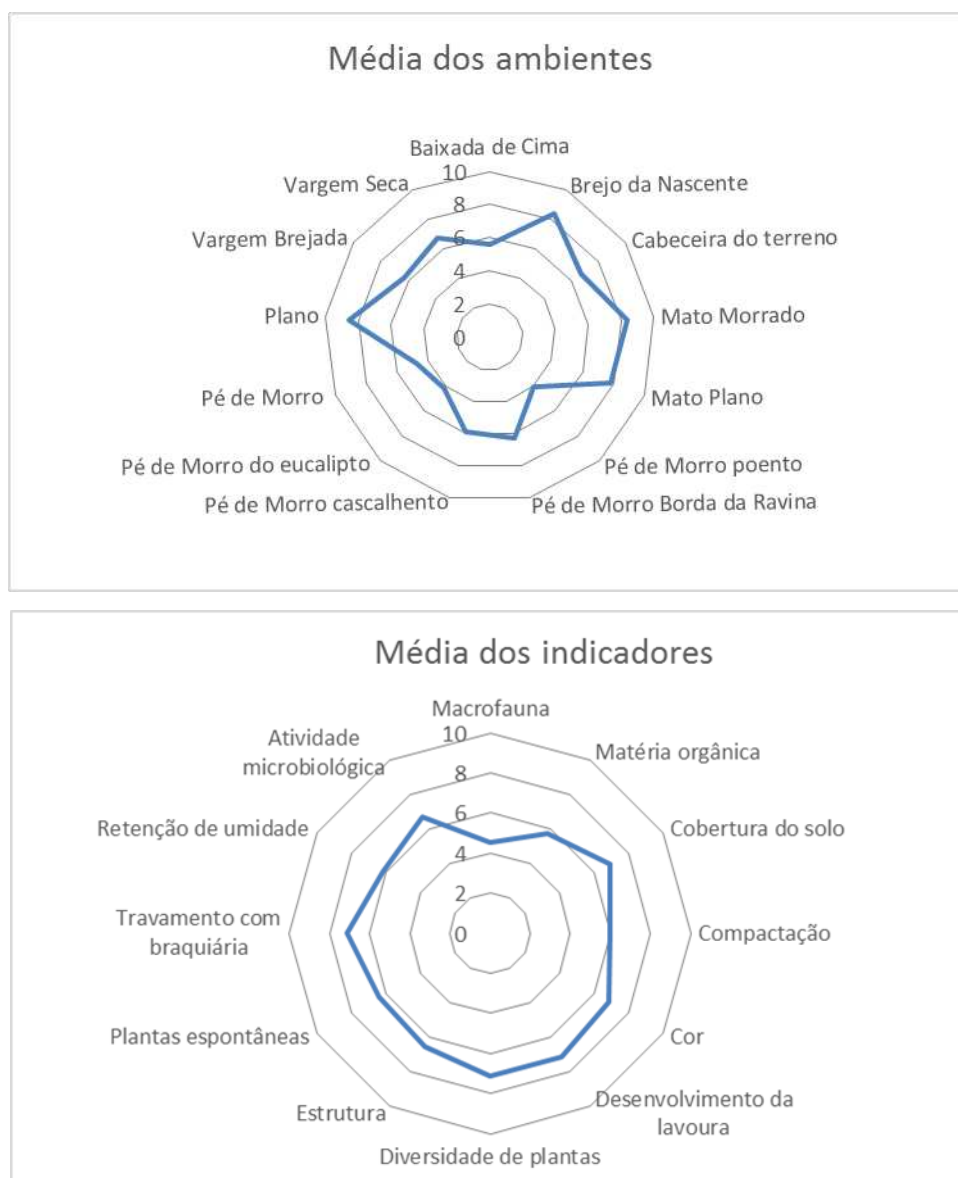


Figura 5 - Médias das notas atribuídas aos indicadores de qualidade do solo dos ambientes estratificados no Sítio Oito de Março, Araponga, MG.

Os ambientes que obtiveram menores notas em Araponga foram o “*Pé de morro poento*” (média das notas igual a 4,0), localizado no terço inferior de uma vertente convexa, de estrutura granular com grau de desenvolvimento fraco (poenta); uma vertente convexa denominada de “*Pé de morro do eucalipto*” (média 4,2), área de relevo forte ondulado, ocupada por pastagem, na face nordeste do terreno, com muita presença de formigas e que anteriormente estava ocupada com eucalipto; e o ambiente denominado “*Pé de morro*” (médiães 4,7), localizado no terço inferior de uma vertente convexa. Essas áreas situaram-se abaixo do “limiar da sustentabilidade”, um limite crítico, definido por Nicholls et al. (2004), que seria a nota 5.

Os ambientes que receberam maiores notas foram o terço inferior de uma vertente convexa, denominado “*Plano*” (média 8,6), área de relevo ondulado, de solo com a presença do horizonte A escuro e B amarelado, utilizada para cultivo de café, consorciado com o feijão; uma vertente côncava denominada “*Brejo da nascente*” (média 8,4), área bastante úmida, com solo de cor escura, com muita presença de minhocas; e o “*Mato morrado*” (média 8,4), área de relevo montanhoso, coberta por vegetação nativa.

No geral, o indicador macrofauna obteve nota média abaixo do limiar (4,5) e em 46% dos ambientes também obtiveram notas inferiores ao limiar, o que pode ter acontecido pelo fato de a avaliação ter sido feita no mês de abril, com temperaturas baixas na região, o que interfere na dinâmica da macrofauna, uma vez que esses organismos são sensíveis a variações de umidade e temperatura (LAVELLE et al., 1997), e também pelo fato de que os agricultores atribuem grande importância às minhocas, e nos terrenos em que essas eram vistas em abundância as notas eram elevadas, ao contrário de quando elas não estavam presentes (ou estavam ocultas nos blocos de solo), mesmo tendo a presença de outros organismos.

A matéria orgânica apresentou nota média próxima ao limiar (5,8), e em 23% dos ambientes obtiveram nota inferior ao limiar. Isso pode ser justificado pelo fato de que o terreno do assentamento apresenta-se bem desgastado pelo manejo feito pelo antigo proprietário, inclusive tendo sido queimado várias vezes, prática que reduz o teor de matéria orgânica, e algumas áreas avaliadas tinham sido aradas pouco antes da realização da pesquisa, deixando a terra descoberta, o que também interfere na dinâmica da matéria orgânica, pois reduz a biomassa disponível, e conseqüentemente interfere na macrofauna, discutida no parágrafo anterior, que não encontra alimento disponível para sua manutenção e reprodução (BOT e BENITES, 2005).

O fogo afeta também a estrutura, indicador que em cinco ambientes (38%) apresentou notas abaixo do limiar da sustentabilidade, o mesmo ocorrendo para as plantas espontâneas, retenção de umidade e atividade biológica (31%), também influenciadas pela matéria orgânica.

No geral, o solo recebeu boas notas para o indicador cobertura do solo, pois muitas áreas estão em descanso, cobertas por plantas espontâneas, apresentando notas baixas apenas nos ambientes *Pé de morro* e *Pé de morro poento*, que tinham sido arados alguns dias antes da pesquisa, prática agrícola que, além de prejudicar a estrutura, deixa o solo descoberto, mais susceptível à erosão, e afeta os organismos do solo, pois afeta o conteúdo de água, a temperatura e o teor de resíduos (KLADVIKO, 2001). Nesses ambientes foi

discutido com os agricultores se a prática não estaria piorando a estrutura, já considerada fraca, do *Pé de morro poento*, e eles consideraram que o milho plantado na área que foi arada apresentou pior desempenho que o que foi plantado sem aração.

Cinco ambientes (38%) obtiveram notas baixas para compactação, sendo áreas que foram usadas para pastagem ou foram atingidas por fogo, fator que diminuiu drasticamente a matéria orgânica do solo e inibe a ação dos organismos benéficos (GLIESSMAN, 2009). Dessas, duas apresentaram também notas baixas para o indicador travamento por braquiária (*Pé de Morro do eucalipto* e *Vargem brejada*). Desses, a *Vargem brejada* apresentou nota baixa para diversidade, por estar coberta por monocultura de braquiária.

Apenas dois ambientes (15%) tiveram notas baixas para desenvolvimento da lavoura, sendo que nos ambientes em descanso os agricultores avaliaram o possível desempenho das culturas, com base nos outros indicadores, e também porque o tempo de cultivo na área ainda é pouco, e muitos ainda não obtiveram resultados de seus cultivos.

Os resultados dos indicadores apontam que os ambientes do assentamento possuem bom potencial para o cultivo, pois obtiveram nota em torno de 7 (acima do limiar da sustentabilidade), exceto para o indicador macrofauna. Os agricultores estão cultivando nessas áreas há muito pouco tempo, e espera-se que irão ampliar seus conhecimentos específicos sobre as características dessas áreas e como elas respondem a determinado manejo. Com isto, esta avaliação ainda pode ser melhorada, pois mesmo que a nota tenha sido para quase todos os indicadores acima do limiar de sustentabilidade, muito ainda há por fazer para melhorar a qualidade dos ambientes para alcançar a sustentabilidade (Fig.6).





Figura 6 - Médias das notas atribuídas aos indicadores de qualidade do solo dos ambientes na Associação Bonsucesso, Muriaé, MG.

No geral, os ambientes da Associação Bonsucesso em Muriaé foram considerados de boa qualidade pelos agricultores, sendo que nenhum se situou abaixo do limiar da sustentabilidade definido por Nicholls et al. (2004). A menor nota (5,3) foi recebida pelo terço superior de uma vertente convexa de relevo montanhoso (*Morro a pique*), coberta por pastagem, e que apresentou dois indicadores abaixo do limiar (plantas espontâneas e retenção de umidade) e quatro indicadores no limiar da sustentabilidade (macrofauna, matéria orgânica, atividade microbiológica e estrutura). A maior nota (9,1) foi atribuída a uma área coberta com vegetação nativa, localizada no terço superior de uma encosta (*Mato da encosta*), o que pode ser atribuído a vegetação nativa presente neste ambiente.

Alguns indicadores se situaram no limiar da sustentabilidade para alguns ambientes, como foi o caso da macrofauna (4 ambientes), compactação, cor, atividade microbiológica e plantas espontâneas (2 ambientes) e estrutura (1 ambiente). Isto aponta a necessidade de maior atenção no manejo destes ambientes, procurando melhorar a qualidade dos mesmos, priorizando um manejo que, em primeiro lugar, aumente os teores de matéria orgânica, que irá interferir em todos os demais indicadores.

O indicador plantas espontâneas apresentou nota abaixo do limiar da sustentabilidade em três ambientes (20%), a retenção de umidade e a matéria orgânica apresentaram em um ambiente cada (7%). As demais notas foram todas superiores a 5. Os agricultores de Muriaé, assim como os de Araponga, são bastante cuidadosos com suas terras, não usam agrotóxicos, buscam diversificar seus agroecossistemas, principalmente os cafezais. Entretanto, utilizam capina manual, em excesso, para tirar as ervas consideradas “daninhas” no sistema convencional de cultivo, mas que podem ser

parceiras do agricultor, na medida que indicam o estado de saúde de seus solos, dentre outros fatores já mencionados. Essa capina que deixa o solo exposto pode estar influenciando indicadores como a macrofauna, retenção de umidade e matéria orgânica em algumas áreas.

Para muitos agricultores, capinar para manter o solo “limpo”, é sinal de capricho do dono da terra. Os agricultores de Muriaé, principalmente os que trabalham exclusivamente em seus terrenos, ficam todo tempo na área, capinando a lavoura sempre que possível. Fica a dúvida se quando os agricultores de Araponga ocuparem suas terras, manterão essa prática, uma vez que em alguns momentos durante a pesquisa, os agricultores argumentaram que suas áreas estavam “suja” porque eles só estavam tendo tempo de trabalhar nelas no final de semana. É aí que entra a importância do trabalho de incentivo ao manejo agroecológico e da troca de experiências com agricultores agroecológicos por meio de intercâmbios, pois muitas vezes o agricultor fica receoso de que a presença abundante de plantas espontâneas comprometa sua produção, e ao conhecer a experiência de outro agricultor fica mais convencido (CARDOSO e FERRARI, 2006; ROSSET et al., 2011).

O indicador plantas espontâneas não foi bem discutido nos ambientes cobertos com vegetação nativa, uma vez que a metodologia utilizada permitia avaliar apenas plantas de porte herbáceo, e as matas já estavam em avançado estágio de regeneração, com sombreamento que impede a proliferação dessas plantas, sendo visualizadas principalmente plântulas de árvores, muitas das quais ou eram desconhecidas, ou não faziam sentido para os agricultores como indicador qualidade de solo. Isso também pode ter ocorrido porque essas áreas não têm sido acessadas pelos agricultores por serem áreas de reserva, de uso proibido, o que reflete o impacto das políticas ambientais sobre o conhecimento local, uma vez que o conhecimento da biodiversidade presente nas matas pode ser usado para incrementar os agroecossistemas, servir de recurso para saúde, dentre outros, mas a restrição ao uso dessas áreas tem dificultado até a transmissão de saberes sobre a biodiversidade.

A análise visual dos indicadores, conforme prevista pelo método utilizado, foi comparada às análises físicas e químicas laboratoriais por Niero et al. (2010), que concluíram haver correspondência entre elas. A análise visual possui algumas vantagens, tais como ser um método simples, rápido, prático, barato e de campo. Isto facilita o uso do método pelos agricultores, técnicos de campo e educadores que podem utilizá-lo para monitorar e avaliar a interferência das mudanças de manejo sobre a qualidade do solo.

O uso desse método para avaliar a qualidade do solo tem crescido no Brasil. Os agroecossistemas agroecológicos estudados por Machado et al. (2009) receberam notas acima de 8,0, o que eles consideram reflexo do manejo dos agroecossistemas. Em pesquisa realizada em assentamento no Rio Grande do Norte, Arruda et al. (2012) concluíram que os indicadores que mais penalizaram a média geral foram estrutura, compactação, organismos, e presença de matéria orgânica. Fernandes et al. (2009) em estudo com diferentes sistemas de cultivo em Minas Gerais, observaram deficiências na estruturação dos solos, na atividade biológica e na retenção de água. Fato interessante foi constatado por Scheiffer et al. (2014), que observaram que apenas 20% dos agroecossistemas com manejo orgânico no Rio de Janeiro estudados por eles apresentaram níveis satisfatórios de macrofauna e atividade microbiológica, diferente do esperado para esse tipo de manejo, fato que deve ser observado, pois muitas vezes o manejo orgânico é apenas no sentido de substituir insumos, não propiciando melhorias significativas na vida do solo por não seguir princípios ecológicos em seu manejo, como o aumento da biodiversidade acima e dentro do solo (ALTIERI, 2002).

Entretanto, por ser bastante específico para cada agroecossistema e grupo de agricultores, a comparação desses dados deve ser feita com bastante critério, observando as características dos agroecossistemas e o tipo de manejo empregado. É importante também investir em métodos para padronizar as avaliações de indicadores, além de aprofundar na discussão das propriedades do solo, uma vez que a maioria dos trabalhos pesquisados que utilizaram essa metodologia não discute o porquê das notas, apenas utilizam as notas como ferramenta para avaliar o manejo dos agroecossistemas.

Este método tem sido utilizado também para avaliar o grau de vulnerabilidade/resiliência de agroecossistemas às mudanças climáticas (NICHOLLS et al., 2015), ao identificar indicadores que conferem às propriedades maior ou menor capacidade de resistir e/ou se readaptar aos eventos climáticos desfavoráveis. Indicadores de qualidade do solo (como erosão, compactação e estrutura) são associados a outros indicadores de manejo, como o plantio direto e diversidade de cultivo, possibilitando a avaliação entre agroecossistemas sob diferentes tipos de manejo, mostrando potencial para contribuir com a transição agroecológica.

No presente estudo, pelo fato de as avaliações terem sido feitas por grupos diferentes, pode haver discrepância nas notas. Entretanto, mais do que quantificar os indicadores, esse método permite o debate sobre os diferentes aspectos da qualidade do solo e reforça a possibilidade que os agricultores têm de avaliar seus sistemas, atribuindo

confiança e autonomia em relação a técnicos e laboratórios. Aspecto relevante, pois a assistência técnica nem sempre chega a tempo, qualidade e quantidade necessários.

Os agricultores desenvolvem indicadores de qualidade do solo, a partir dos quais tomam decisões sobre a melhor forma de produzir, com pouco ou nenhum uso de recursos. O que falta é a sistematização desse conhecimento, dando visibilidade aos saberes não-científicos, que têm ficado fora do debate sobre a qualidade do solo, e que devem ser valorizados para a construção de estratégias de manejo sustentável dos agroecossistemas, alternativas ao modelo dominante de agricultura, construindo o que Santos (2002) chama de “um modelo diferente de racionalidade”.

4. CONCLUSÕES

Os agricultores de Araponga estratificaram a área do Assentamento Sítio Oito de Março em treze ambientes diferentes e os agricultores de Muriaé diferenciaram a área da Associação Bonsucesso em quinze ambientes distintos. A partir das informações dos agricultores foi construída uma chave de identificação de ambientes para cada assentamento, sendo a localização na paisagem e a pedofoma os principais fatores utilizados para a estratificação dos ambientes.

A localização na paisagem e as formas do relevo (pedoformas) associadas à declividade foram importantes para a estratificação dos ambientes nos dois assentamentos, e são bastante úteis para diferenciar ambientes principalmente em áreas com heterogeneidade ambiental como a Zona da Mata mineira. No que diz respeito às pedoformas, a estratificação realizada foi similar às classificações científicas de ambientes. Entretanto, os agricultores estratificaram os ambientes mais detalhadamente que as classificações científicas, pois incorporaram atributos do solo apenas possíveis nessa escala de trabalho, como a estrutura, textura e exposição ao sol.

Na avaliação realizada pelos agricultores, em Araponga, apenas três ambientes ficaram abaixo do limite considerado como sustentável (nota média inferior a 5,0), enquanto em Muriaé todos os ambientes tiveram nota média superior a 5,0, indicando o potencial conservacionista do manejo realizado pelos agricultores. Os agricultores de Araponga manejam menos intensivamente suas áreas, já que ainda não possuem a posse das mesmas e continuam trabalhando em outras propriedades.

Entretanto, a cada mudança de manejo essa avaliação pode ser alterada. Isto fica claro em Muriaé, onde os agricultores manejam suas áreas de forma mais intensiva e as notas foram melhores do que em Araponga, onde os agricultores manejam com menor

intensidade. Os próprios agricultores de Araponga afirmam que na medida em que forem trabalhando a terra, adquirida em estágio de degradação, os indicadores irão melhorar.

O domínio do método de avaliação de agroecossistemas pelos agricultores e suas posteriores adaptações pode contribuir para o monitoramento da melhoria do manejo dos agroecossistemas. Este monitoramento pode contribuir com o processo de transição agroecológica, na medida em que possibilita o acompanhamento das alterações devido ao manejo do solo utilizando indicadores de qualidade perceptíveis para os agricultores.

A pesquisa contribuiu para a troca de experiências entre agricultores familiares, pesquisadores, técnicos e estudantes no que se refere aos indicadores de qualidade do solo e às estratégias de manejo com vistas a melhoria dessa qualidade e fortaleceu também os vínculos institucionais entre organizações sociais e instituições de ensino, pesquisa e extensão.

5 REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. 1970. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. **Geomorfologia**, São Paulo, 20. 26 p.

ALBUQUERQUE FILHO, M. R. et al. Solos com morfologia latossólica e caráter câmbico na região de Governador Valadares, Médio Rio Doce, Minas Gerais. **Rev. Bras. Ci. Solo** 32:259-270, 2008.

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão Popular, AS-PTA, 2012.

ARRUDA, L. E. V. et al. Uso de metodologia participativa na obtenção de indicadores da qualidade do solo em Mossoró-RN. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.7, n.5, p25-35, 2012.

ARSHAD, M.A.; MARTIN, S. Identifying Critical Limits for Soil Quality Indicators in Agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 88, 153-160. 2002.

AQUINO, A.M. **Manual para macrofauna do solo**. Embrapa Agrobiologia, maio 2001. 21p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 130)

BARRERA-BASSOLS, N.; ZINCK, J. A.; VAN RANST, E. Local soil classification and comparison of indigenous and technical soil maps in a Mesoamerican community using spatial analysis. **Geoderma**, n. 135, p. 140–162, 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

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

BOT, A.; BENITES, J. **The importance of soil organic matter Key to drought-resistant soil and sustained food production.** Roma: FAO, 2005.

BRAIMOH, A. K. Integrating indigenous knowledge and soil science to develop a national soil classification system for Nigeria. **Agriculture and Human Values**, n. 19, p. 75–80, 2002.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL**, folha SF23/24 – Rio de Janeiro/Vitória; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1983. 775p. (Levantamento dos recursos naturais, 32)

CARDOSO, I. M.; FERRARI, E. Construindo o conhecimento agroecológico: trajetória de interação entre ONG, universidade e organizações de agricultores. **Agriculturas** - v. 3 - no 4 - dezembro de 2006. p. 28-32

CARDOSO, I.; RESENDE, M. Percepção e uso de ambientes naturais por pequenos agricultores. In: (org.). **Alternativas - cadernos de Agroecologia**. Rio de Janeiro: AS-PTA, v.4, 1996, p.18-21

CARDOSO, I.M. et al. Continual learning for agroforestry system design: university, NGO and farmer partnership in Minas Gerais, Brazil. **Agricultural Systems**, n. 69, p. 235-257, 2001.

CARDOSO DA SILVA, T. Indicadores geomorfológicos de sustentabilidade ambiental. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 1, n. 1, p. 73-79, 2000.

CARVALHO, A. F. **Água e radiação em sistemas agroflorestais com café no território da Serra do Brigadeiro, MG.** Tese (Doutorado) – Viçosa, UFV, 2011.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial.** São Paulo: Edgar Blucher, Ltda, 1981.

CORRÊA, G.F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do planalto de Viçosa, MG.** 1984. 87f. Dissertação (Mestrado) -Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984.

CORREIA J. R. et al. Relações entre o conhecimento de agricultores e de pedólogos sobre solos: estudo de caso em Rio Pardo de Minas, MG. **R. Bras. Ci. Solo**, 31:1045-1057, 2007

DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A., eds. **Defining soil quality for a sustainable environment.** Madison, Soil Science Society of America/American Society of Agronomy, 1994. p. 3-21. (SSSA Special Publication, 35)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA -EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de classificação de solos.** 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

ESPINDOLA, E. R. A pedologia e a evolução da paisagem. **Revista do Instituto Geológico.** V. 31, n. 1/2, jan-dez 2010

FAO. **El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura**. La gestión de los sistemas en situación de riesgo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, y Mundi-Prensa, Madrid.2011.

FAVERO, C. et al. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 11, p. 1355–1362, 2001

FERNANDES, M. R. **Minas Gerais**: caracterização de unidades da paisagem. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2013.

FERNANDES, S. G. et al. Agricultores Definindo a Sustentabilidade de Agroecossistemas Empregando Indicadores de Solos e Sanidade de Culturas Rápidos e Fáceis. **Revista Brasileira de Agroecologia**. Vol. 4, n. 2, nov. 2009

FERREIRA, J. M. et al. Sistema de avaliação participativo de aspectos ambientais e produtivos em agroecossistemas com cafeeiros. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 30, n. 252, p. 68-79, set./out., 2009.

FERREIRA, C. M.; DEL VILLAR, P. M. Aspectos da produção e do mercado de arroz. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 25, n. 222, p. 11-18, 2004.

FREITAS, H. R.; CARDOSO, I. M.; JUCKSCH, I. Legislação Ambiental e Uso da Terra: O Caso da Zona da Mata de Minas Gerais. **Boletim Informativo - SBCS**, v.29, n. 2, p. 22-27 - maio a agosto de 2004.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2009.

GOMES, S. T. **Condicionantes da modernização do pequeno agricultor**. São Paulo, IPE/USP, 1986.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de geomorfologia**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro : IBGE, 2009. 182 p. – (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598; n. 5)

IBGE. Censo Agropecuário 2006. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em 15/12/2013.

IPPOLITI, G. A. et al. Análise digital do terreno: ferramenta na identificação de pedoformas em microbacia na região de “mar de morros” (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 29, núm. 2, 2005, p. 269-276

IPPOLITI, G. A. et al. Uso de geoprocessamento para o levantamento preliminar de solos de uma microbacia da Zona da Mata (MG). **Anais XI SBSR**, Belo Horizonte, Brasil, 05-10 abril 2003, INPE, p. 153-160

JOLIVEAU, T. O lugar dos mapas nas abordagens participativas. In: ACSERALD, H. (Org.). **Cartografias Sociais e Território**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ/IPPUR, 2008. Cap 2, p.45-70.

JUNGERIUS, P. D. Perception and use of the physical environment in peasant societies. **Reading Geographical Papers**. n 93 (Dept. of Geography University of Reading, 1985) Whiteknights, Reading, England.

KLADVIKO, E. J. Tillage systems and soil ecology. **Soil and tillage research**. P. 61-76. 2001

KRASILNIKOV P. V.; TABOR, J. A. Perspectives on utilitarian ethnopedology. **Geoderma**. V. 111. P. 197-215. 2003.

LANI, J. L.; CUNHA, A. M.; MARCATTI, B. A.; BURAK, D. L. ARAÚJO, E. A. Percepção ambiental: base para o uso dos recursos naturais em moldes sócio-ambientalmente sustentáveis. In: TOMAZ, M. A. (ed.) **Tópicos especiais em produção vegetal IV**. CAUFES, 2013. Disponível em www.producaovegetal.ufes.br . Acesso em 10/12/2014.

LAVELLE, P. et al. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. **European Journal of Soil Biology**, v.33, p.159-193, 1997.

LEPSCH, I. F. et al. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4ª aproximação. Campinas: SBCS, 1991, 175p.

MACHADO, M. F.; SILVA, S. F. (Org.) **Geodiversidade do estado de Minas Gerais**. CPRM, 2010.

MACHADO, C.T.T.; REIS Jr., F.B.; ARAÚJO, E.G.M. A Percepção dos Agricultores Sobre o Manejo de seus Solos e Cultivos Estimada por Indicadores de Determinação Rápida e Fácil. **Cadernos de Agroecologia**, v. 4, n. 1, 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, DF. Embrapa Cerrados, 2006.

MANCIO, D. et al. Construção do conhecimento em solos no assentamento Olga Benário: O problema das voçorocas. **Revista Brasileira de Agroecologia**. 8(2): 121-134 (2013)

MARTINS, S.V. **Recuperação de matas ciliares no contexto do Novo Código Florestal**. 3. ed. Viçosa, MG: Editora Aprenda Fácil, 2014. v. 1. 220p.

MATOS, L. V. et al. O conhecimento local e a Etnopedologia no estudo dos agroecossistemas da comunidade quilombola de Brejo dos Crioulos. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 26 (3): 497-510, set/dez/2014.

MATUK, F. A.; LANI, J. L. Construção participativa de mapa de estratificação ambiental em Assentamentos de Reforma Agrária. **Revista Brasileira de Agroecologia**/nov. 2009 Vol. 4 No. 2

METZGER, J.P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica** v.1. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt/abstract?thematic-review+BN00701122001>

MINAS GERAIS. **Perfil do produtor de leite nas mesorregiões da Zona da Mata e Campo das Vertentes de Minas Gerais**. Pólo de excelência do leite e derivados. 2010.

MINAS GERAIS. **Plano de manejo do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro**. Instituto Estadual de Florestas. Relatório Técnico. 112p. 2007.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca PAN-Brasil**. 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/sitio> Acesso em: 15.10.2014

MOREIRA, R. J. Críticas ambientalistas à Revolução Verde. **Estudos Sociedade e Agricultura**, n° 15/2009. Rio de Janeiro, CPDA/UFRRJ, pp. 39-52

NICHOLLS, C. I. et al. A rapid, farmer-friendly agroecological method to estimate soil quality and crop health in vineyard systems. **Biodynamics**, Pottstown, PA, v.20, 05 nov, p.36, 2004

NICHOLLS, C. I. et al. Agroecologia e o desenho de sistemas agrícolas resilientes às mudanças climáticas. **Revista Agrícolas: experiências em agroecologia**. Cadernos para Debate N.2. Janeiro de 2015.

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 Ciências do Solo**, 34:1271-1282, 2010

NORTCLIFF, S. Standardisation of soil quality attributes. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, n. 88, p. 161–168, 2002.

NUNES, W. A. G. A. et al. Relação solo-paisagem-material de origem e gênese de alguns solos no domínio do “mar de morros”, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 25, núm. 2, pp. 341-354.2001.

OLIVEIRA, J. B. **Pedologia Aplicada**. Piracicaba: FEALQ, 2008.

PEREIRA, L. C.; SILVEIRA, M. A.; LOMBARDI NETO, F. Agroecologia e aptidão agrícola das terras: as bases científicas para uma agricultura sustentável. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Jaguariúna, v. 1, n. 1, p. 823-826, 2006

PRIMAVESI, A. Agroecologia e manejo do solo. **Agrícolas** - v. 5 – n. 3 - setembro de 2008

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 2002.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. L. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3ª ed ver. – Rio de Janeiro: EMBRAPA – CNPS, 1995. 65p.

RESENDE, M.; LANI, J. L.; RESENDE, S. B. Pedossistemas da Mata Atlântica: considerações pertinentes sobre a sustentabilidade. **Revista Árvore**, v.26, n.3, p.161-269, 2002.

RESENDE, M. et al. A microbacia no contexto dos assentamentos agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 207, p. 82-94, 2000.

RESENDE, M. et al. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. Lavras: Editora UFLA, 2007.

ROSSET, P. M. et al. The Campesino-to-Campesino agroecology movement of ANAP in Cuba: social process methodology in the construction of sustainable peasant agriculture and food sovereignty. **The Journal of Peasant Studies**, 38, 161-191.2011

SANTOS, B. S. Para uma sociologia das ausências e uma sociologia das emergências. **Revista Crítica de Ciências Sociais** [En ligne], 63 | 2002, mis en ligne le 01 October 2012, généré le 16 July 2013. URL: <http://rccs.revues.org/1285> DOI : 10.4000/rccs.1285 Editor: Centro

SCHEIFFER, T. G.; AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. Avaliação da Sustentabilidade de Agroecossistemas com Manejo Orgânico Através de Metodologia Participativa em Nova Friburgo, RJ. **Cadernos de Agroecologia**. V. 9, n. 4, 2014.

SHIVA, V. **Monoculturas da mente**. São Paulo: Gaia, 2003.

SOUZA, H.N.D. et al. Protective shade, tree diversity and soil properties in coffee agroforestry systems in the Atlantic rainforest biome. **Agriculture, Ecosystems & Environment** 146: 179-196.

TILLMAN, D. 1998. The greening of the green revolution. **Nature** 396:211-212.

VALVERDE, O. Estudo regional da Zona da Mata, de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v,20, n.1, p. 3-82, jan-mar 1958.

TOLEDO, V. M.; BARRERA-BASSOLS, N. **A memória biocultural**: a importância ecológica das sabedorias tradicionais. São Paulo: Expressão Popular, 2015.

WINKLERPRINS, A.M.G.A.; BARRERA-BASSOLS, N. Latin American Ethnopedology: A Vision of its Past, Present and Future. **Agriculture and Human Values**. 21: 35-52. 2004

WINKLERPRINS, A.M.G.A.; SANDOR. Local Soil Knowledge: Insights, Applications and Challenges (Preface). **Geoderma**. 111 (3-4): 165-170. 2003.

CAPÍTULO III

INTEGRAÇÃO ENTRE ETNOINDICADORES E INDICADORES ACADÊMICOS

RESUMO

Este capítulo objetivou integrar os etnoindicadores de qualidade do solo, utilizados por dois grupos de agricultores da Zona da Mata mineira, com indicadores científicos de qualidade do solo e com técnicas de manejo para a melhoria da qualidade. Os indicadores plantas espontâneas indicadoras, diversidade de plantas, diversidade da macrofauna, densidade de macrofauna indicadora (cupins, minhocas e formigas), acidez, macronutrientes, matéria orgânica e textura foram selecionados para serem analisados utilizando metodologia científica. As coletas de amostras para análise foram realizadas nos ambientes previamente estratificados pelos agricultores. Em muitos casos os indicadores apontados pelos agricultores coincidiram com os indicadores técnicos de qualidade do solo, mas em alguns casos suas avaliações foram mais detalhadas porque utilizaram indicadores mais sensíveis. Por exemplo, os solos de diversas áreas não apresentaram diferenças quando avaliados a partir da análise química de rotina, mas quando as plantas espontâneas foram utilizadas para avaliar, tais áreas foram diferenciadas e estratificadas. A pesquisa mostrou que etnoindicadores e indicadores técnicos são complementares e ambos são importantes para avaliar a qualidade do solo com mais precisão.

1 INTRODUÇÃO

A qualidade do solo é primordial para a sustentabilidade dos agroecossistemas, uma vez que ele é a base para os cultivos agrícolas, além de prestar serviços ecossistêmicos importantes. Entretanto, cerca de um quarto das terras agrícolas do mundo encontram-se degradadas (FAO, 2011), com sua qualidade comprometida para diversos usos, em especial para a agricultura.

Para avaliar a qualidade do solo normalmente utilizam-se indicadores baseados em conhecimentos científicos sobre seus atributos (DORAN et al., 1994). Porém, muitos destes indicadores exigem análises em laboratórios e apresentam resultados de difícil interpretação, restritos a cientistas ou técnicos. Com isto, o conhecimento dos indicadores fica distante do universo dos agricultores (HARTEMINCK e MCBRATNEY, 2008) e deixa de ser apropriado por aqueles que manejam o solo (RAMISCH, 2014; MAIRURA et al., 2007). Porém esses indicadores podem ser “traduzidos” em linguagem acessível e divulgados para os agricultores, sendo esse um desafio para a Ciência do Solo (HARTEMINCK e MCBRATNEY, 2008).

Entretanto, agricultores também possuem conhecimentos detalhados sobre seus solos e utilizam indicadores para avaliar e monitorar sua qualidade, que aqui se denomina etnoindicadores de qualidade dos solos. Tais conhecimentos são adquiridos a partir da experiência cotidiana e observação de seus agroecossistemas, ou repassados de geração a geração (TOLEDO e BARRERA-BASSOLS, 2015). Os etnoindicadores são em sua maioria visuais, como as plantas espontâneas, cor e desenvolvimento das plantas cultivadas (MAIRURA et al., 2007; Cap. 1). A maioria dos cientistas do solo não reconhece os etnoindicadores e alegam que os mesmos são de difícil universalização (RAMISH, 2014; SANTOS, 2002). Porém, isto nem sempre é verdade. Por exemplo, algumas plantas espontâneas são utilizadas em diversas partes do mundo como indicadoras de qualidade (MAIRURA et al., 2007; BARRIOS et al., 2006; BARRIOS e TREJO, 2003).

O não reconhecimento dos etnoindicadores e a imposição dos indicadores científicos, importantes, mas não os únicos, têm justificado a exigência de análises laboratoriais, como fertilidade e textura, para a obtenção de crédito agrícola, por exemplo, impondo a superioridade do conhecimento científico, predominantemente quantitativo, sobre o saber dos agricultores, majoritariamente qualitativo (TOLEDO e BARRERA-BASSOLS, 2015).

Ambos os sistemas cognitivos (conhecimento científico e saber local) são considerados formas parciais e limitadas de se entender o solo (TOLEDO e BARRERA-BASSOLS, 2015; BARRIOS et al., 2006). Portanto, se o conhecimento científico se unir ao saber local, os mesmos podem ser úteis para avaliar as ações de manejo realizadas pelos agricultores e contribuir para a tomada de decisões que promovam a saúde dos solos e a sustentabilidade dos agroecossistemas (DORAN, 2002; MUCHAGATA e BROWN, 2000; ERICKSEN e ARDON, 2003).

Por isso, para avançar na construção de agroecossistemas mais sustentáveis é preciso promover o diálogo entre o conhecimento técnico-científico e o conhecimento local, o que pode também contribuir para a apropriação da ciência pela sociedade. Para que o diálogo ocorra é preciso predisposição dos pesquisadores para aprender com os agricultores e para colocar o conhecimento técnico à disposição dos mesmos, conferindo ao conhecimento científico maior aplicabilidade prática (TOLEDO e BARRERA-BASSOLS, 2015).

Para promover esse diálogo é necessário que sejam utilizadas metodologias participativas, no sentido de possibilitar a interlocução dos agentes envolvidos, como as utilizadas na presente pesquisa, baseadas nos princípios da pesquisa participante (BRANDÃO e BORGES, 2007), pois abordagens tradicionais de pesquisa, além de não conseguirem captar as múltiplas facetas do saber local, pouco contribuem para o desenvolvimento dessas comunidades (BARRERA-BASSOLS et al., 2009).

Este capítulo objetivou integrar os etnoindicadores de qualidade do solo, utilizados por dois grupos de agricultores da Zona da Mata mineira, com indicadores científicos de qualidade do solo e com técnicas de manejo para a melhoria da qualidade.

2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização da área de estudo

A pesquisa foi realizada com dois grupos de agricultores familiares da Zona da Mata de Minas Gerais. O primeiro grupo é composto por agricultores que estão envolvidos em um processo de aquisição de terra pelo Programa Nacional de Crédito Fundiário no assentamento Sítio Oito de Março, no município de Araponga. O segundo grupo também é beneficiário do programa, mas os agricultores já detêm a posse da terra há quatro anos, no assentamento Associação Bonsucesso, distrito rural de Belisário, no

município de Muriaé. Os dois grupos têm como principal atividade produtiva o plantio de café (Cap. 1).

As unidades produtivas ocupam áreas de 3,0 hectares em média, em uma região denominada de “Mares de Morros Florestados” (AB’SABER, 1970), composta por microambientes distintos, que intercalam elevações, onde predominam Argissolos, Latossolos e Cambissolos, e fundos de vale, baixadas onde se verificam a presença de Gleissolos e Neossolos Flúvicos (CORRÊA, 1984; Cap. 2).

Na Zona da Mata mineira predominam as unidades familiares de produção agrícola e existe uma sólida organização desses agricultores, com uma trajetória de organizações sindicais e com apoio de organizações técnicas e científicas em um processo de transição agroecológica, pautado no reconhecimento e respeito do conhecimento dos agricultores e no uso de metodologias participativas, dentre elas os diagnósticos e monitoramentos participativos (CARDOSO et al., 2001) e intercâmbios de conhecimento.

2.2 Pesquisa participante

Este trabalho faz parte de uma pesquisa participante realizada com agricultores familiares sobre indicadores locais de qualidade de solos, em parceria com Sindicatos de Trabalhadores Rurais (STR) de Araponga, Miradouro e Muriaé; Centro de Estudos Integração Formação e Assessoria Rural da Zona da Mata (CEIFAR-ZM); Centro de Tecnologias Alternativas da Zona da Mata (CTA-MG); Núcleo de Estudos em Agroecologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas, campus Muriaé (NEA Muriaé).

A pesquisa participante caracteriza-se pela interação entre pesquisadores e as comunidades do universo pesquisado, visando sempre uma partilha de saberes (GIL, 1987; BRANDÃO e BORGES, 2007). Em diferentes etapas da pesquisa os agricultores apontaram indicadores utilizados por eles para avaliar a qualidade de seus solos, priorizaram os etnoindicadores, estratificaram suas áreas e avaliaram os ambientes estratificados com base nesses indicadores (Cap. 1).

Os indicadores plantas espontâneas indicadoras, diversidade de plantas, diversidade da macrofauna, densidade de macrofauna indicadora (cupins, minhocas e formigas), acidez, macronutrientes, matéria orgânica e textura foram escolhidos para serem analisados utilizando metodologia científica. A escolha dos indicadores se deu em função dos seguintes fatores: priorização feita pelos agricultores, possibilidade de realizar coletas em conjunto com os agricultores durante as etapas de pesquisa participativa, tempo disponível para a pesquisa, sensibilidade ao manejo, possível interferência de

determinado indicador sobre outros indicadores e indicadores-chave citados na literatura (ARSHAD e MARTIN, 2002; NORTCLIFF, 2002; OSBAHR e ALLAN, 2003). As amostras de material para análise foram realizadas nos ambientes estratificados pelos agricultores (Cap. 2).

2.2.1 Plantas espontâneas indicadoras e diversidade de plantas

A metodologia utilizada para a avaliação das plantas espontâneas foi adaptada do método desenvolvido por Braun-Blanquet (1979), que propõe a utilização de um quadrado de 1 m de lado para realizar levantamento fitossociológico. Ao invés do quadrado foi utilizado um círculo de borracha (bambolê) com 1m² de área. A escolha do bambolê se deu devido à maior facilidade de transporte em campo. Em cada ambiente, lançou-se o bambolê ao acaso cinco vezes, e foram registradas as plantas encontradas em cada lançamento. Registrou-se o nome da planta e o número de indivíduos. As plantas foram amostradas e identificadas botanicamente por uma especialista, em nível de espécie sempre que possível, já que algumas não possuíam estruturas reprodutivas no ato da coleta, dificultando a identificação. A partir da ocorrência de plantas indicadoras por parcela foi calculada a frequência relativa de plantas indicadoras de solos de melhor qualidade (*terra forte*) e de solos de qualidade inferior (*terra fraca*) em cada ambiente.

Para avaliar a diversidade de plantas em cada ambiente foi estimado o índice de Shannon-Wiener (H'), obtido a partir da riqueza de espécies (S) e do número de indivíduos de cada espécie em determinada área (N) e o índice de equabilidade de Pielou (J'), que se refere ao padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies, definido por $J' = H'/\ln S$, que pode variar de 0 a 1, sendo que assume o valor 0 quando há apenas uma espécie e 1 quando todas as espécies presentes têm o mesmo número de indivíduos (MELLO, 2008).

Não foram avaliados os índices de diversidade de espontâneas para áreas com vegetação nativa florestal, pois nestes ambientes é natural que a população de plantas espontâneas seja reduzida, aumentando quando sofrem intervenções antrópicas que aumentem a incidência de luz solar (BIGHENTI e OLIVEIRA, 2011).

2.2.2 Diversidade de macrofauna e densidade de minhocas, cupins e formigas

Para avaliar a macrofauna foram coletados, nos meses de abril e maio de 2014, cinco blocos de solo por ambiente, com medidas de 25x25 cm e 20 cm de profundidade, conforme método TSBF (“Tropical Soil Biology and Fertility”) descrito por Anderson e Ingram, (1993). Esses blocos foram coletados nos mesmos pontos onde foram amostradas

as plantas indicadoras e levados para laboratório, onde os organismos com diâmetro do corpo superior a 2 mm foram contados e identificados em nível de classe ou ordem (AQUINO, 2006).

Para a avaliação da diversidade de macrofauna foi estimado o índice de Shannon-Wiener (H'), a partir da riqueza e número de indivíduos dos diferentes grupos taxonômicos (CORDEIRO et al., 2004) e o índice de equabilidade de Pielou (J').

A densidade de minhocas, cupins e formigas foi feita a partir da transformação da média do número de indivíduos encontrados em cada ambiente em número de indivíduos por metro quadrado (ind./m²). Os valores das densidades de cada ambiente foram comparados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando o programa Assistat (SILVA e AZEVEDO, 2002).

2.2.3 Fertilidade e textura

Em cada unidade amostral de plantas espontâneas e macrofauna foram coletadas também amostras compostas de solo conforme descrito em Santos et al. (2013), e enviadas para o laboratório de Fertilidade de Solos da UFV para realização de análise química de rotina, matéria orgânica e textura. Os dados de fertilidade (pH, acidez potencial, saturação por alumínio, macronutrientes, soma de bases, matéria orgânica, saturação por bases) foram analisados de acordo com Ribeiro et al. (1999).

2.2.4 Estratégias de manejo da qualidade do solo

Para levantar as técnicas de manejo dos agroecossistemas e seu impacto sobre a qualidade do solo os agricultores foram divididos em três grupos, e foram feitas as seguintes perguntas para cada grupo: O que deixa a terra fraca? O que fortalece a terra? As respostas foram sistematizadas, apresentadas pelos grupos e discutidas por todos os participantes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa conseguiu levantar uma diversidade de saberes dos agricultores em relação à qualidade do solo e técnicas de manejo. O processo permitiu, além de levantar etnoindicadores (Tabela 1), discutir formas de se avaliar se as estratégias de manejo utilizadas pelos agricultores caminham no sentido da sustentabilidade dos agroecossistemas.

Pode-se observar que etnoindicadores são sistêmicos, expressam um conjunto de indicadores técnicos, por exemplo a cor, que expressa matéria orgânica, umidade, óxidos de ferro, que são também indicadores de qualidade.

Tabela 1 - Indicadores de qualidade do solo apontados por agricultores dos municípios de Araponga e Muriaé, e indicador técnico-científico correspondente.

Etnoindicador	Indicador técnico
Animais do solo	Macrofauna edáfica, densidade de minhocas ¹
Terra coberta/terra pelada	Cobertura do solo ¹
Desenvolvimento da lavoura	Aspecto das plantas; Fertilidade ¹
Diversidade de plantas	Índices de diversidade ¹
Mato que sai	Plantas indicadoras ¹
Presença de lodo	Indicador a ser desvendado pela ciência
Solo vivo	Biomassa microbiana ¹
Cheiro de matéria orgânica/ presença de matéria orgânica	Teor de matéria orgânica ¹
Terra poenta/terra firme	Estrutura ¹
Terra dura/terra fofa	Grau de compactação ¹
Pedregulho vermelho, cascalho	Pedregosidade
Proximidade de pedra	Indicador a ser desvendado pela ciência
Terra argilosa/terra arenosa	Textura
Terra travada com raiz de braquiária	Indicador a ser desvendado pela ciência
Terra úmida/terra seca	Retenção de umidade ¹
Cor	Matéria orgânica ¹ ; óxidos de ferro
Terreno plano/terreno inclinado	Declividade
Exposição ao sol	Face de exposição ao sol – indicador a ser melhor estudado pela ciência
Baixada/Morro	Localização no relevo
Profundidade	Profundidade
Presença de nascentes	Presença de nascentes

¹ Indicador que pode ser alterado pelo manejo do solo

As duas áreas de pesquisa foram estratificadas pelos agricultores (Cap. 2). A Tabela 2 apresenta as diferentes unidades de paisagem estratificadas pelos agricultores a partir de etnoindicadores de qualidade, as respectivas descrições científicas dessas unidades, o uso atual e siglas referentes a cada unidade. Não houve coleta de material no ambiente denominado “*Vargem que atola*” pois na época da pesquisa a área estava alagada, e nos ambientes “*Vargem do pasto*” e “*Baixada da reserva*” porque os agricultores informaram ser as condições desses ambientes muito semelhantes a outros ambientes onde já seria realizada a coleta.

Tabela 2 - Unidades de paisagem (U.P.) estratificadas pelos agricultores de Araponga e Muriaé, baseado em etnoindicadores de qualidade do solo, com nomes científicos e uso atual correspondentes.

Nome local	Nome científico	Uso atual do solo	U.P.
ARAPONGA			
<i>Vargem brejada</i>	Baixada úmida	Pastagem abandonada	A-BU
<i>Vargem seca</i>	Baixada seca, Terraço	Milho	A-BS
<i>Brejo da nascente</i>	Vertente côncava úmida	Descanso (Regeneração, APP ¹)	A-VCU
<i>Pé de morro beira do brejo</i>	Vertente côncava seca, entorno de uma ravina anfiteátrica	Descanso	A-VCS
<i>Pé de morro cascalhento</i>	Terço inferior de vertente convexa cascalhento	Milho	A-CAS
<i>Pé de morro do eucalipto</i>	Vertente convexa	Pastagem, eucalipto recém cortado	A-EUC
<i>Pé de morro de terra poenta</i>	Terço inferior/médio de vertente convexa, estrutura granular de desenvolvimento fraco	Milho	A-POE
<i>Pé de morro (1)</i>	Terço inferior de vertente convexa	Milho	A-TIM
<i>Pé de morro (2)</i>	Terço inferior de vertente convexa	Descanso	A-TID
<i>Plano</i>	Terço inferior de vertente convexa	Café	A-TIC
<i>Mato morrado</i>	Terço superior de vertente convexa	Vegetação florestal nativa	A-TSN
<i>Cabeceira</i>	Terço superior de vertente convexa	Café	A-TSC
<i>Mato plano</i>	Topo de morro	Vegetação florestal nativa	A-TMN
<i>Baixada de cima</i>	Topo de morro	Descanso	A-TMD
MURIAÉ			
<i>Vargem do arroz</i>	Baixada úmida	Arroz	M-BU
<i>Vargem que atola</i>	Baixada úmida	Preservação	-
<i>Vargem do pasto</i>	Baixada úmida	Pastagem	-
<i>Terra Branca</i>	Baixada seca, terraço	Pastagem	M-BS
<i>Mato (1)</i>	Baixada alagada periodicamente	Vegetação florestal nativa ciliar	M-MC1
<i>Mato (2)</i>	Baixada alagada periodicamente	Vegetação florestal nativa ciliar	M-MC2
<i>Grota seca</i>	Vertente côncava, seca	Pastagem	M-VCS
<i>Brejo</i>	Vertente côncava úmida	Banana, inhame, braquiária de brejo	M-VCU
<i>Morro a pique</i>	Terço superior de vertente convexa, com relevo montanhoso	Pastagem	M-TSP
<i>Terra fraca</i>	Vertente convexa	Pastagem, eucalipto	M-EUC
<i>Morro</i>	Terço médio de vertente convexa	Pastagem	M-TMP
<i>Mato de cima</i>	Terço superior de vertente convexa	Vegetação florestal nativa	M-TSN
<i>Área de café (1)</i>	Terço médio/superior de vertente convexa	Café	M-TSC 1
<i>Área de café (2)</i>	Terço médio/superior de vertente convexa	Café	M-TSC2
<i>Terra massapê</i>	Terço inferior de vertente convexa	Café	M-TIC
<i>Baixada</i>	Terço inferior de vertente convexa	Pastagem	M-TIP
<i>Baixada da Reserva</i>	Terço médio inferior de vertente convexa	Pastagem	-
<i>Pedregulho vermelho</i>	Área com afloramento de bauxita	Café	M-BAU

1 Área de Preservação Permanente

3.1 Diversidade de plantas e plantas espontâneas indicadoras

Em Araponga foram identificadas 80 espécies de plantas espontâneas, pertencentes a 24 famílias no conjunto de ambientes, sendo Poaceae a família com maior diversidade de espécies (16), seguida por Asteraceae (13) e Fabaceae (12). Em Muriaé foram identificadas 57 espécies de plantas, pertencentes a 28 famílias botânicas. As famílias mais abundantes foram Poaceae (14), Asteraceae (10) e Malvaceae (5).

Poaceae e Asteraceae foram também as famílias de plantas espontâneas mais abundantes encontradas nas entrelinhas de cafezais orgânicos (MACIEL et al., 2010) e são estas as famílias com maior número de espécies identificadas como “ervas daninhas” (SILVA et al., 2007). Na Tabela 3 encontram-se os índices de diversidade para as diferentes unidades da paisagem em Araponga e Muriaé.

Tabela 3 - Riqueza de espécies (S), número de indivíduos (N), índices de diversidade Shanon-Winer (H') e equabilidade de Pielou (J') de plantas espontâneas nas diferentes unidades de paisagem de Araponga e Muriaé, Minas Gerais.

Unidade da paisagem	S	N	H'	J'
ARAPONGA				
S Maior que 30				
A -VCU	42	682	2,30	0,62
S 16 a 30				
A - BS	28	246	2,29	0,69
A-VCS	25	154	2,49	0,78
A-TIC	23	617	2,19	0,70
A-BU	20	144	2,17	0,73
A-TID	20	301	1,86	0,62
A-TSC	19	158	1,80	0,61
S 0 a 15				
A-TMD	15	57	2,10	0,78
A-TIM	15	55	2,49	0,91
A-CASC	13	43	2,13	0,83
A-POE	13	64	2,11	0,82
A-EUCA	11	167	1,78	0,74
MURIAÉ				
S 16 a 30				
M-TIC	19	541	2,01	0,68
M-TSC 1	18	449	1,32	0,46
M-EUC	18	268	1,45	0,50
M-BU	17	2030	1,49	0,53
M-TMP	17	213	1,53	0,54
M-TSC 2	15	62	2,00	0,74
S 0 a 15				
M-TIP	13	209	1,56	0,61
M-TSP	13	131	1,45	0,57
M-VCU	11	147	1,64	0,69
M-VCS	10	89	1,26	0,54
M-BAU	7	64	1,19	0,61
M-BS	5	87	0,58	0,36

A riqueza de espécies variou de 5 a 42, o índice de Shannon de 0,58 a 2,49 e o de Pielou de 0,36 a 0,91. No total foram contabilizados 6.827 indivíduos. Os valores do índice de Shannon obtidos são semelhantes aos obtidos por Silva et al. (2006) para diversidade de espontâneas em cafezais sombreados, e superiores aos de Lima et al., (2011) em cultivo orgânico de banana.

Em geral, as unidades que apresentaram as maiores riquezas de espécies foram aquelas com maior umidade natural (baixadas e vertentes côncavas). Os maiores índices de Shannon foram obtidos também em áreas mais úmidas. Isto pode ser explicado pelo fato de que a presença de umidade possibilita o estabelecimento de uma maior gama de espécies vegetais, por diminuir o stress hídrico, fator ambiental limitante, pois a água desempenha diversas funções nas plantas (KERBAUY, 2004; WRIGHT, 1992) e diferentes gradientes de umidade proporcionam diferentes ambientes, que por sua vez oferecem diferentes condições para o desenvolvimento das plantas (RODRIGUES e GANDOLFI, 2004).

Os valores de riqueza, diversidade e equabilidade em Araponga foram superiores aos de Muriaé. Uma justificativa possível é que em Araponga diversas áreas se encontram em pousio ou em início de cultivo, considerando que a intervenção antrópica tende a diminuir a diversidade de plantas espontâneas (BIGHENTI e OLIVEIRA, 2011).

Em Araponga, o maior índice de Pielou (0,91), que representa o equilíbrio da distribuição das espécies e tem relação com o índice de diversidade, ocorreu em A-TIM, terço inferior de encosta, cultivado com milho. O ambiente A-TI foi estratificado em dois (A-TIM e A-TID) para realizar as coletas, devido aos diferentes usos do solo, o que, segundo os agricultores (e também segundo as orientações científicas), poderia interferir nos resultados, o que de fato ocorreu, com os ambientes apresentando diferentes índices de diversidade de plantas. O ambiente A-TID, em descanso, apresentou maior número de espécies, e maior número de indivíduos, mas apresentou dominância de poucas espécies, representada pelo índice de Pielou (0,62). Na medida em que foi sendo cultivado, condições como pH e umidade podem ter sido alteradas, diminuindo a riqueza de espécies, o que é natural em ambientes cultivados, mas aumentando a igualdade de distribuição, o que é verificado pelo índice de equabilidade (0,91) de A-TIM.

Os ambientes com maiores índices de diversidade e equabilidade em Muriaé foram áreas de cultivo de café, áreas que os agricultores dispensam maiores cuidados produtivos para elevar a fertilidade dos solos (como calagem e adubação química), o que pode ter interferido na diversidade de plantas. Entretanto, há pesquisas que indicam

relação inversamente proporcional entre fertilidade do solo e diversidade de espécies em ambientes tropicais (NADEAU e SULLIVAN, 2015), indicando que esse aspecto deve ser melhor estudado.

A área com menor índice de diversidade para plantas espontâneas em Muriaé foi a M-BS, área de terraço, cuja cor branca indica que o ferro foi lixiviado e junto com eles os nutrientes (RESENDE et al., 2007), o que pode ter contribuído para a baixa diversidade. Essa área apresentou também menores valores para riqueza, número de indivíduos e equabilidade.

A diversidade de plantas espontâneas presente na maioria dos ambientes estudados contribui para a saúde dos agroecossistemas, pois elas são importantes para os solos, por aumentar a ciclagem de nutrientes, diminuir a erosão por manterem o solo coberto, melhorar a estrutura física e química do solo, aumentar a atividade microbiana e por serem pioneiras na sucessão vegetal, preparando o terreno para vegetação mais exigente (PEREIRA e MELO, 2008; FÁVERO, 2000; TAGUAS et al., 2015). Estudos realizados em cafezais com vegetação espontânea nas entrelinhas apresentaram melhorias na qualidade física e química dos solos, enquanto os sem vegetação espontânea apresentaram sinais de degradação (CARMO et al., 2011).

Entretanto, se mal manejadas, em agroecossistemas em desequilíbrio, podem competir com as culturas de interesse, e por esse motivo foram “batizadas” de plantas daninhas, que ocorrem onde não são desejadas e apresentam características para se desenvolver em condições adversas, como rusticidade, resistência a pragas e doenças e produção de grande quantidade de sementes (BRIGHENTI e OLIVEIRA, 2011).

A maior diversidade de plantas espontâneas significa também maior abundância de insetos polinizadores e de organismos para o controle biológico (CRUZ et al., 2013; LETOURNEAU e ALTIERI, 1999). Estas plantas podem oferecer alimentos para insetos ou servir de habitat para os predadores (REZENDE et al., 2014; REZENDE, 2010; ALTIERI, 1993). Muitos cientistas já sinalizam o potencial de redução do uso de herbicidas nas lavouras a partir do manejo das plantas espontâneas (NASCIMENTO, 2015).

Maiores investimentos em pesquisas sobre as interações entre plantas espontâneas e demais organismos do agroecossistema são necessários (LETOURNEAU et al., 2001). O que elas indicam? Como se comportam? Como contribuem? O que prejudicam? Integrar o saber científico com o conhecimento dos agricultores pode ser de grande valia para apontar caminhos a seguir, já que essas plantas são etnoindicadores importantes.

É preciso ir além da diversidade, e conhecer as espécies presentes dentro dessa diversidade, pois elas podem indicar saúde ou degradação dos solos. A Tabela 4 apresenta as plantas espontâneas utilizadas pelos agricultores de Araponga e Muriaé como indicadoras de qualidade do solo.

Tabela 4 - Plantas espontâneas utilizadas pelos agricultores como indicadoras de qualidade do solo, em Araponga e Muriaé, MG.

Nome comum	Família	Nome científico	Araponga	Muriaé
TERRA FORTE				
Caruru de porco	Amarantaceae	<i>Amaranthus viridis</i>	X	X
João Leite	Asclepiadaceae	<i>Asclepias curassavica</i> L.	X	
Almeirão de cabrito	Asteraceae	<i>Hypochaeris</i> sp.		X
Assa peixe		<i>Vernonia polyantes</i>	X	X
Cambará		<i>Vernonia</i> sp.	X	X
Capiçoba		<i>Erechtites valerianifolius</i>	X	X
Mentrasto		<i>Ageratum conyzoides</i>	X	X
Picão		<i>Bidens pilosa</i>	X	X
Falsa Serralha		<i>Emilia coccínea</i>	X	X
Voadeira		<i>Conyza bonariensis</i>		X
Mentruz	Brassicaceae	<i>Coronopus didymus</i>	X	
Capoeraba/trapoeraba	Commelinaceae	<i>Commelina difusa</i>	X	X
Rebenta pedra	Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus</i> sp.	X	
Macaé	Labiatae	<i>Leonurus sibiricus</i>		X
Cordão de frade		<i>Leonotis nepetaefolia</i>		X
Carrapicho	Malvaceae	<i>Triumfetta semitriloba</i>	X	X
Vassoura preta		<i>Sida acuta</i>		X
Vassoura mata-purga		<i>Sida</i> sp.		X
Capim gordura roxo	Poaceae	<i>Melinis minutiflora</i>	X	X
Capim pé de galinha		<i>Eleusine indica</i>		X
Marmelada		<i>Brachiaria plantaginea</i>	X	X
Capoeira branca	Solanaceae	<i>Sollanum mauritianum</i>	X	
Juá		<i>Solanum palinacanthum</i>		X
Mal-me-quer	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>		X
TERRA FRACA				
Aroeira	Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i>	X	
Alecrim	Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	X	
Candeia branca		<i>Gochinatia polimorpha</i>	X	
Carrapichinho		<i>Galinsoga</i> sp.	X	
Carrapichinho carneiro		<i>Acanthospermum australe</i>	X	
Meloso		n.i. Asteraceae		X
Carrapichinho	Fabaceae	<i>Desmodium</i> sp.		
Cipó de são João	Bignoniaceae	<i>Pyrostegia venusta</i>	X	
Canela de velho	Malvaceae	<i>Sida</i> sp.		X
Vassoura branca		<i>Sida glaziovii</i>	X	X
Capim cabelo de sapo	Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	X	
Capim seda		<i>Cynodon dactylon</i>	X	
Gramma de burro		<i>Paspalum notatum</i>	X	
Mulambo		<i>Rhynchelytrum repens</i>	X	
Rabo de burro		<i>Andropogon bicornis</i>	X	X
Raposa		<i>Setaria viridis</i>	X	
Sapé		<i>Imperata brasiliensis</i>	X	X
Samambaia	Pteridaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	X	X
Fruta de lobo	Solanaceae	<i>Solanum grandiflorum</i>	X	
Fel da terra	Verbenaceae	<i>Verbena</i> sp.		X
Anil	-	n.i.	X	
Capim mumbeca	-	n.i.	X	
Lavoredo	-	n.i.		X

n.i. – Não identificado botanicamente

Muitos autores, ao estudarem as plantas espontâneas, apenas realizam levantamentos fitossociológicos, muitas vezes com o interesse de “controlar” essas plantas e não ressaltam o papel das mesmas como bioindicador (FERREIRA et al., 2014). Outros as identificam e até as relacionam com o saber dos agricultores, mas não se aprofundam. A pesquisa aqui realizada foi além e relacionou as plantas utilizadas como etnoindicadores com o ambiente de ocorrência das mesmas, quantificando-as e relacionando-as às análises de solo. Na Tabela 5 encontra-se a frequência relativa das espécies de plantas espontâneas indicadoras de qualidade do solo.

Tabela 5 - Frequência relativa, em porcentagem, de plantas indicadoras de qualidade do solo presentes nas unidades de paisagem de Araponga e Muriaé.

Planta indicadora	Frequência relativa	Planta indicadora	Frequência relativa
ARAPONGA		TERRA FORTE	
<i>Ageratum conyzoides</i>	23,8	<i>Ageratum conyzoides</i>	55,2
<i>Phyllanthus sp</i>	17,6	<i>Commelina sp</i>	17,0
<i>Leonorus sibirucus</i>	14,8	<i>Emilia sp</i>	7,5
<i>Melinis multiflora</i>	14,6	<i>Bidens pilosa</i>	7,0
<i>Bidens pilosa</i>	8,1	<i>Phyllanthus sp</i>	6,9
<i>Emilia sp</i>	5,6	<i>Melinis minutiflora</i>	3,2
<i>Commelina difusa</i>	3,4	<i>Sida sp(2)</i>	2,1
<i>Sida acuta</i>	3,6	<i>Sida acuta</i>	1,4
<i>Brachiaria plantaginea</i>	2,2	<i>Hypochaeris sp</i>	0,6
<i>Triumfetta semitriloba</i>	1,7	<i>Conyza bonariensis</i>	0,2
<i>Asclepias curassavica L.</i>	1,1	<i>Vernonia polyantes</i>	0,2
<i>Sonchus oleraceus</i>	0,9	<i>Brachiaria plantaginea</i>	0,1
<i>Hypochaeris sp.</i>	0,6	<i>Eleusine indica</i>	0,1
<i>Lantana camara</i>	0,6		
<i>Vernonia polyantes</i>	0,6		
<i>Coronopus didymus</i>	0,4		
<i>Solanum palinacanthum</i>	0,4		
<i>Eleusine indica</i>	0,2		
ARAPONGA		TERRA FRACA	
<i>Imperata brasiliensis</i>	37,8	<i>Pteridium aquilinum</i>	57,2
<i>Rhynchelytrum repens</i>	24,9	<i>Rhynchelytrum repens</i>	12,4
<i>Sida glaziovii</i>	10,1	<i>Andropogon bicornis</i>	10,3
<i>Acanthospermum australe</i>	9,9	<i>Sida sp</i>	7,1
<i>Pteridium aquilinum</i>	8,6	<i>n.i. Asteraceae</i>	6,5
<i>Setaris viridis</i>	2,7	<i>Sida glaziovii</i>	5,0
<i>Andropogon bicornis</i>	1,9	<i>Vernonia chamaedrys</i>	0,6
<i>Sida rhombifolia</i>	1,8	<i>Acanthospermum australe</i>	0,3
<i>n.i. (meloso)</i>	1,2	<i>Desmodium adscendens</i>	0,3
<i>n.i. (anil)</i>	0,9	<i>Verbena sp</i>	0,3
<i>n.i.(mumbeca)</i>	0,1		
<i>Paspalum notatum</i>	0,1		

Algumas espécies levantadas em Araponga e Muriaé (Tabela 4) foram também identificadas como indicadoras de qualidade do solo por diversos autores em outros locais (PRIMAVESI, 2011; MAIRURA et al., 2007; BARRIOS et al., 2006), o que sugere um

caráter de certa forma cosmopolita dessas plantas e do saber local a elas relacionados, uma vez que foram citadas por agricultores de diversas regiões do Brasil e do mundo.

A espécie mais abundante indicadora de solo de melhor qualidade (*terra forte*) foi *Ageratum conyzoides* (mentrasto), que é considerada uma das principais plantas espontâneas em cultivos anuais e perenes (EKELEME et al, 2005). Em trabalho realizado com agricultores no Quênia, Mairura et al. (2007) encontraram *Ageratum conyzoides*, *Emilia sp.* (falsa serralha), *Rhynchelitrum repens* (capim mulambo) e *Pteridium aquilinum* (samambaia) apontados como etnoindicadores de baixa fertilidade, e *Commelina diffusa* (capoeraba) e *Bidens pilosa* (picão) como indicadores de solo com qualidade. As informações prestadas pelos agricultores de Araponga e Muriaé divergiram das observações apresentadas por Mairura et al. (2007) no que se refere a *A. conyzoides* e *Emilia sp.*, mas convergiram com as informações de Barrios e Trejo, (2003) e Barrios et al. (2006) em pesquisa com agricultores da América Latina e África.

Em Araponga, a planta indicadora de solo de qualidade inferior de maior abundância foi *Imperata brasiliensis* (sapé) e em Muriaé foi *P. aquilinum. I. brasiliensis* é característico de terras ácidas (LORENZI, 1991) e era muito utilizado para cobertura de construções, devido à consistência de suas folhas (BRIGHENTI e OLIVEIRA, 2011). O aumento dessa planta tem preocupado agricultores africanos estudados por Wezel (2000), pois indica a perda de qualidade de seus solos.

Rhynchelitrum repens e *Andropogon bicornis* (capim rabo-de-burro) também são abundantes em solos ácidos (Primavesi, 2011), portanto a alta incidência dessas plantas indica acidez dos solos das áreas pesquisadas, e também elevados teores de alumínio, já que ambientes ácidos tendem a apresentar maiores teores de alumínio tóxico, o que justifica a incidência de *P. aquilinum*, que indica elevados teores de alumínio (PRIMAVESI, 1992). As plantas indicadoras de acidez possuem mecanismos de adaptação ou preferência pelas condições que o pH baixo propicia, como a disponibilização de íons tóxicos às plantas (Mn^{2+} , Fe^{2+} e Al^{3+}) (FURTINI NETO et al., 2001) e também o deslocamento do cálcio pelo H^+ . A abundância de *Acanthospermum australe* (carrapichinho carneiro), indica deficiência de cálcio no solo (PRIMAVESI, 2011).

Segundo Filipov e Slonovshi (2007) plantas do mesmo gênero podem ter comportamentos diferentes e se adaptam a solos diferentes. Por exemplo, nesta pesquisa, *Sida acuta* (vassoura preta) indica solo de melhor qualidade e *Sida glaziovii* (vassoura

branca) de qualidade inferior, o que justifica a identificação em nível de espécie das plantas indicadoras.

As plantas espontâneas muitas vezes são indesejadas pelos agricultores convencionais. Por exemplo, o picão (*B. pilosa*) é indesejado no manejo convencional, de reduzida agrobiodiversidade, pela sua grande facilidade de dispersão e por ser hospedeiro de nematoides do gênero *Meloydogine* (FONTES e SCHIRATSUCHI, 2005), responsáveis por galhas e podridões nas raízes das plantas, prejudicando seu desenvolvimento (AGRIOS, 1997). Por outro lado, é uma planta cuja presença agrada os agricultores familiares que participaram dessa pesquisa, por indicar a qualidade de suas terras. Durante a pesquisa um agricultor, procurando animar o outro que estava no início do manejo de sua área e procurando controlar a samambaia em seu terreno, disse: “*ano que vem isso aqui é puro picão*”, em uma referência clara à planta como indicadora de recuperação dos solos. Essa planta possui grande potencial para absorção e ciclagem de macronutrientes (MELO et al., 2015) e se bem manejada não compete com as culturas de interesse.

B. pilosa também é bastante eficiente em extrair água do solo, devido à sua baixa relação parte aérea/raiz na fase inicial de desenvolvimento da planta, que faz com que desenvolva raízes fortes, capazes de explorar o solo a procura de água (PROCÓPIO et al., 2004), o que leva a inferir que manter as plantas espontâneas por meio de manejo adequado pode ser uma estratégia para aumentar a resiliência dos agroecossistemas à seca, fenômeno que recentemente passou a ser motivo de preocupação dos agricultores da região de estudo.

Além de indicadoras de qualidade do solo, as plantas espontâneas encontradas podem também ser fontes opcionais de vitaminas e sais minerais, enriquecendo o cardápio dos agricultores, e também utilizadas como plantas medicinais, devido aos seus princípios ativos. *Emilia sp* é considerada hortaliça não-convencional (LORENZI, 2014), e *B. pilosa*, *Vernonia polyanthes* (assa-peixe) e *Phyllanthus sp* (quebra-pedra) são utilizadas na medicina popular. *S. glaziovii* e *V. polyanthes* apresentam também potencial melífero (BRIGHENTI e OLIVEIRA, 2011).

Manter a diversidade de plantas é também manter todo o conhecimento existente sobre seus usos e manejo, que constituem complexos biológico-culturais, construídos a partir da interação entre as sociedades humanas e a natureza (ALTIERI, 1993; TOLEDO e BARRERA-BASSOLS, 2015). A distribuição das plantas indicadoras (Figuras 1 e 2) apresentou diferença conforme os ambientes estratificados pelos agricultores.

Em Araponga (Figura 1), a maior parte dos ambientes apresentou frequência de plantas indicadoras de solo com melhor qualidade abaixo de 50% o que pode indicar baixa fertilidade desses solos. A área que apresentou maior frequência de plantas espontâneas indicadoras de solo com qualidade foi A-BS (98,2%), área de terraço, considerado um ambiente conservador, capaz de reter maior umidade e nutrientes (CORRÊA, 1984) e a que apresentou maior frequência de plantas indicadoras de “terra fraca” foi A-EUC, área bastante declivosa, ocupada por pastagem abandonada e eucaliptal. Na região é comum áreas de baixa fertilidade serem destinadas ao cultivo de eucalipto, sendo comum a frase “*não serve pra nada, só pra eucalipto*”, que é uma cultura menos exigente em nutrientes, e que se adapta a solos ácidos e com altos teores de alumínio trocável (RIBEIRO et al., 1999). Tem-se também entre os agricultores a desconfiança de que o eucalipto degrada o solo e seca as águas, o que faz com que seu cultivo seja realizado em áreas marginais, para que áreas de melhor qualidade não sejam degradadas por essa cultura.

O ambiente A-TID, terço inferior de uma encosta, em descanso, apresentou 56,7% de plantas indicadoras de solo de qualidade inferior enquanto o ambiente similar que está sendo cultivado com milho (A-TIM) apresentou 82,6%. Mesmo A-TID tendo apresentado maior diversidade de espécies, essas espécies são indicadoras de solo de qualidade inferior, talvez decorrente da aração, realizada na área pouco tempo antes da amostragem, já que esta prática altera o teor de umidade, aeração e temperatura do solo (KLADVIKO, 2001), o que pode interferir na dinâmica das plantas espontâneas.

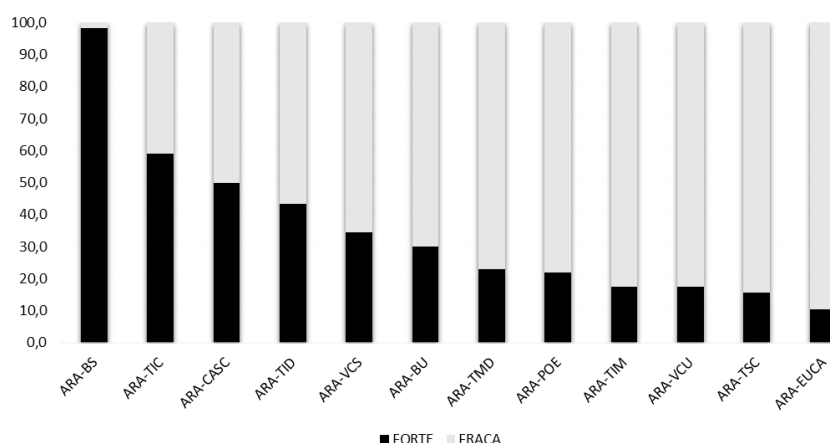


Figura 1 - Distribuição das plantas indicadoras de qualidade do solo nos diversos ambientes do Sítio Oito de Março em Araponga, MG.

Em Muriaé (Figura 2), os ambientes apresentaram frequência de plantas indicadoras de terra forte superior a 50%. As áreas que apresentaram maior frequência de

plantas indicadoras de terra forte foram M-BU e M-VCS (100%), áreas de baixada úmida e vertente côncava, ambas áreas de acúmulo de água e potencialmente de nutrientes (CORRÊA, 1984; REZENDE, 2007), e M-TSC (1) (97,55%) e M-TIC (97,3%). Desses ambientes, apenas M-VCS, ravina anfiteátrica, não é área de cultivo, mas de pastagem. Portanto, a alta incidência de plantas indicadoras de solo de qualidade reflete a boa fertilidade natural dessa área, considerada área de acúmulo de água e nutrientes (CORRÊA, 1984). A frequência de plantas indicadoras de solo com qualidade nas demais áreas que estão sendo utilizadas com café e arroz também indica um bom manejo feito pelos agricultores.

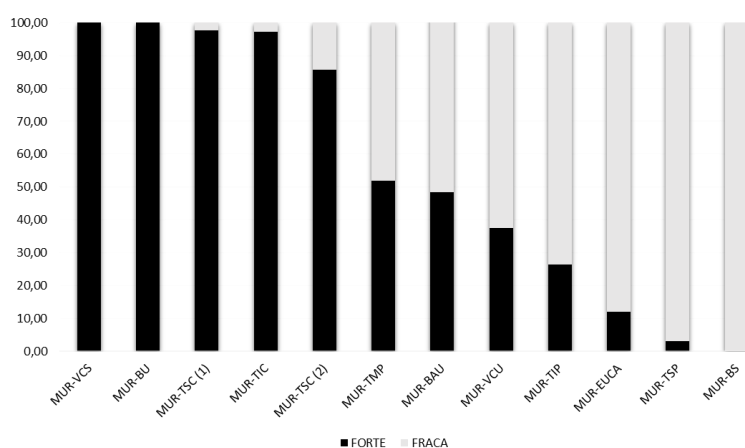


Figura 2 - Distribuição das plantas indicadoras de qualidade do solo nos diversos ambientes da Associação Bonsucesso, Muriaé, MG.

As áreas M-TIP, M-EUC e M-TSP são utilizadas com pastagem, normalmente degradadas, o que pode ser confirmado pela incidência de plantas indicadoras de solo de qualidade inferior. A M-BS apresentou 100% das plantas indicadoras de terra fraca. Esta é uma área de baixa fertilidade natural, devido ao processo de desferrificação sofrido, e também é utilizada para pastagem. Espécies como *S. glaziovii*, *A. australe* e *D. adscendens*, encontradas nessas áreas também foram encontradas em pastagens degradadas no leste de Minas Gerais (FERREIRA et al., 2014).

Os dados dessa pesquisa permitem inferir que o manejo do solo interfere diretamente na dinâmica das plantas espontâneas. O tipo de manejo empregado pode levar à ocorrência de plantas indicadora de solos com maior qualidade ou com alguma limitação (acidez, compactação, etc.), uma vez que ambientes com características semelhantes apresentaram valores diferentes de distribuição das plantas (Figuras 1 e 2).

A mudança nas práticas culturais altera as características físico-químicas do solo, então espécies menos adaptadas a essas novas características tendem a desaparecer, dando lugar a outras, mais adaptadas à nova situação (BRIGHENTI e OLIVEIRA, 2011). Práticas como a aração alteram a temperatura e a umidade do solo, que alteram a população das plantas espontâneas, como o *Amaranthus* sp, planta indicadora de solo de boa qualidade, que é prejudicado pela aração e favorecido por práticas de plantio direto (ORYOKOT et al., 1997). Portanto, se esse levantamento for realizado novamente os dados provavelmente serão outros, devido ao manejo empregado nas áreas.

Silva et al. (2006) avaliaram que áreas sombreadas apresentavam maior frequência de plantas aqui consideradas indicadoras de solo de melhor qualidade, como *B. pilosa*, *Amaranthus* sp, *Commelina* sp., do que áreas a pleno sol, que apresentavam maior frequência de monocotiledôneas, como *R. repens*, aqui considerada indicadora de solos de menor qualidade.

A tentativa de suprimir por completo as plantas espontâneas tem tomado bastante tempo e recursos dos agricultores (WEZEL, 2000). Tendo em vista seu potencial como etnoindicadores e para contribuir para a melhoria dos solos, é interessante se pensar em uma gestão integrada dessas plantas, ao invés de eliminá-las, que pode ser feita por meio de roçada seletiva ao invés de capina, por exemplo. Essas soluções devem ser construídas com os agricultores para facilitar o manejo dos agroecossistemas e aproveitar o potencial das plantas espontâneas para incrementar os teores de nutrientes, prevenir a erosão, auxiliar no controle de organismos prejudiciais aos cultivos, dentre outros benefícios.

3.2 Diversidade de macrofauna e densidade de organismos indicadores

Em Araponga foram registrados 12 grupos taxonômicos, com densidade média de 1.440,4 indivíduos/m² e em Muriaé foram registrados 14 níveis taxonômicos, com densidade média de 1.062,2 indivíduos/m². O número de grupos encontrados está em consonância com os registrados por diversos autores para áreas agrícolas localizadas no bioma Mata Atlântica (AQUINO et al., 2008; CORREIA et al., 2003; PIMENTEL et al., 2006).

Nas duas áreas estudadas o nível taxonômico mais abundante foi a ordem Isoptera (cupins), seguido por Annelidae/Oligochaeta (minhocas) e Hymenoptera/Formicidae (formigas). Resultado semelhante foi encontrado em estudos para analisar densidade de macrofauna edáfica sob diferentes tipos de manejo do solo (AQUINO et al., 2006; LIMA et al., 2010). Essas três ordens são denominadas por Lavelle et al. (1997) de “engenheiros

do ecossistema”, pois sua intensa atividade auxilia na construção da estrutura do solo. Também são utilizadas pelos agricultores como indicadores de qualidade (Cap. 1).

O hábito de cupins e formigas de formar colônias interfere na abundância relativa de suas ordens, pois uma única colônia de cupins, por exemplo, pode conter centenas de indivíduos, localizados em uma única amostra. Por isso, utilizar índices que associem riqueza de espécies (S), número de indivíduos (N), diversidade (H') e equabilidade (J') é importante, pois a biodiversidade tem mais relevância que a abundância de uma única espécie (BARRIOS et al., 2007). A Tabela 6 traz os índices de diversidade para a macrofauna edáfica em Araponga e Muriaé.

Tabela 6 - Índices ecológicos relativos à macrofauna do solo na profundidade de 20 cm, em diferentes ambientes dos assentamentos em Araponga e Muriaé.

Ambiente	S	N	H'	J'
ARAPONGA				
N > 1000				
A-VCS	8	1827	0,45	0,22
N 500 a 1000				
A-VCU	7	613	1,01	0,52
N 100 a 500				
A-EUC	8	329	1,23	0,59
A-TSC	8	235	0,94	0,45
A-BU	8	232	0,95	0,46
A-TMN	5	195	0,69	0,43
A-BS	5	164	0,44	0,27
A-TSN	8	158	0,99	0,48
A-TIC	6	143	0,72	0,40
A-CAS	6	140	0,55	0,31
A-TMD	5	129	1,03	0,64
N < 100				
A-POE	5	99	0,86	0,53
A-TIM	5	60	0,64	0,40
A-TID	6	17	1,50	0,83
MURIAÉ				
N > 1000				
M-TMP	5	1069	0,85	0,52
N 500 A 1000				
M-TSN	7	803	0,20	0,10
N 100 A 500				
M-TIP	5	473	0,79	0,49
M-EUC	6	456	1,16	0,65
M-MC2	8	343	0,96	0,46
M-TSC2	4	311	0,54	0,39
M-VCS	5	305	0,81	0,50
M-TSP	9	282	1,18	0,54
M-VCU	9	269	0,98	0,45
M-TIC	7	190	1,35	0,69
M-MC1	9	183	1,21	0,55
M-BS	5	117	0,94	0,58
N < 100				
M-TSC1	7	99	1,10	0,56
M-BAU	2	47	0,29	0,42
M-BU	3	12	0,72	0,66

O índice de Shannon variou de 0,20 a 1,5 e o de Pielou de 0,10 a 0,83. A maioria dos índices de diversidade está abaixo de 1,0 e os de equabilidade abaixo de 0,5. Mesmo em áreas com alto número de indivíduos os índices são baixos, sugerindo a dominância de uma espécie sobre as outras. Esses dados são semelhantes aos obtidos por Klenk, (2010) em áreas de pastagem, nas quais o índice de Shannon variou de 0,78 a 1,1 e o de Pielou ficou em torno de 0,4 a 0,5 ao longo do ano e os de Menezes et al. (2009), que avaliaram áreas de pastagem e de vegetação florestal em diferentes estágios de regeneração.

A época de coleta também pode interferir na diversidade e na composição da macrofauna edáfica, entretanto não há consenso se maiores diversidades ocorrem em épocas secas ou chuvosas. Menezes et al. (2009) encontraram maiores diversidades e densidades em épocas mais secas enquanto para Lima et al, (2010) maiores densidades ocorreram em época chuvosa. Estudos apontam que a densidade e a diversidade da macrofauna respondem à biomassa e tipo de cobertura vegetal (LAOSSI et al., 2008).

A diversidade da macrofauna edáfica é importante para garantir o equilíbrio do agroecossistema, visto que cada táxon desempenha um papel específico para o funcionamento do solo (AQUINO, 2006). Os índices de diversidade devem ser utilizados com cautela, uma vez que por atribuírem maior peso à riqueza de espécies podem mascarar a abundância de organismos, que é importante para a dinâmica do solo. Por exemplo, os ambientes A-VCS (vertente côncava seca, sob descanso) e A-EUC (vertente convexa com pastagem e eucalipto cortado) apresentaram 8 espécies cada, mas A-EUC, com 327 indivíduos, obteve índice de Shannon igual a 1,23, enquanto A-VCS, com 1800 indivíduos, obteve 0,47. Esse índice deve ser relacionado também às espécies que ocorrem no local, se são indicadoras de solos de boa ou má qualidade.

É importante conhecer quais grupos estão presentes na macrofauna, pois cada um desempenha um papel dentro do solo e podem ser indicadores de sua qualidade (JOUQUET et al., 2006). Agricultores apontaram as minhocas como indicadoras de solo de melhor qualidade e cupins e formigas como indicadores de solo de pior qualidade (Cap. 1). Esses grupos atendem aos critérios para bioindicadores, pois ocupam nichos especializados, ocorrem em altos números, são de fácil amostragem e apresentam adultos facilmente identificáveis (LOUZADA e ZANETTI, 2013). A tabela 7 apresenta os dados referentes a esses três grupos taxonômicos nas diferentes unidades de paisagem em Araponga e Muriaé.

Houve maior quantidade de cupins em 34,5% dos ambientes, entretanto não houve diferença significativa da densidade de cupins entre as áreas. Isso pode ter acontecido porque os cupins de solo formam colônias e pode acontecer de uma única amostra coletar essa colônia com centenas de indivíduos, mas que não representa a totalidade da área, manifestando efeito de aleatoriedade. Os dados de densidade encontrados para cupins estão de acordo com os encontrados por Correia et al., (2003) em áreas em descanso.

Acredita-se que os cupins considerados pelos agricultores como indicadores de terra fraca pertençam ao grupo de cupins de montículo, que aparecem em solos mais degradados, especialmente em pastagens (AQUINO et al., 2008; VALÉRIO, 2006). Os cupins aqui levantados constroem ninhos críticos subterrâneos e degradam a matéria orgânica do solo (CONSTANTINO, 1998). A identificação das espécies de cupins, que não foi realizada nesta pesquisa, é importante ao se utilizar cupins como bioindicadores (VASCONCELLOS, 2010).

Em relação à diversidade de formigas não foi possível estabelecer um padrão de distribuição entre as unidades da paisagem. Isto pode ter acontecido pelo mesmo motivo de aleatoriedade que ocorreu com os cupins, ou também porque as formigas podem indicar solos de boa ou má qualidade, depende da sua dominância, que ocorreu em ambientes como MUR-EUC.

Tabela 7 - Densidade (indivíduos/m²) de cupins, formigas e minhocas nos diferentes ambientes dos assentamentos estudados em Araponga e Muriaé.

Unidade	Cupins	Formigas	Minhocas
ARAPONGA			
A-BU	28,8a	124,8b	534,4a
A-BS	0a	41,6b	467,2a
A-VCU	1.216,0a	281,6a	425,6a
A-VCS	5.209,6a	300,8a	288,0a
A-CAS	44,8a	384,0a	6,4c
A-EUC	502,4a	316,8a	172,8b
A-POE	3,2a	35,2b	227,2a
A-TIM	0a	0b	160,0b
A-TID	6,4a	6,4b	25,6c
A-TIC	374,4a	25,6b	35,2c
A-TSN	348,8a	44,8b	83,2b
A-TSC	544,0a	86,4b	86,4b
A-TMN	492,8a	16,0b	96,0b
A-TMD	172,8a	28,8b	198,4a
MURIAÉ			
M-BU	0a	0b	28,8b
M-BS	48a	28,8b	265,6a
M-MC1	227,2a	19,2b	268,8a
M-MC2	713,6a	38,4b	291,2a
M-VCS	0a	12,8b	348,8a
M-VCU	57,6a	73,6a	620,8a
M-TSP	524,8a	217,6b	96b
M-EUC	489,6a	636,8b	297,6a
M-TMP	2505,6a	483,2b	332,8a

M-TSN	2.486,4a	25,6b	19,2b
M-TSC1	6,4a	137,3b	147,2b
M-TSC2	796,8a	0	188,8b
M-TIC	92,8a	246,4a	214,4b
M-TIP	1.001,6a	54,4b	454,4a
M-BAU	0a	12,8b	137,6b

As médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação à densidade de minhocas, no geral as áreas que apresentaram maiores densidades estão entre as áreas consideradas de boa qualidade pelos agricultores, como as vertentes côncavas e as baixadas (Cap. 2). Uma área que é exceção é a MUR-EUC, denominada localmente de “*Terra fraca*”, mas que durante a pesquisa de campo um agricultor se surpreendeu com a quantidade de minhocas na área, afirmando que: “*sabe que essa terra até que não tá tão fraca nada? Tá dando isca pra daná*” (S.R.A., 38 anos, masc.), se referindo às minhocas encontradas. Os valores de densidade de minhocas são na maioria superiores aos encontrados por Souza (2010) em diferentes sistemas de manejo de solos na região durante período de chuvas.

Dos ambientes estudados, 58,6% apresentaram maior quantidade de minhocas em comparação a cupins e formigas. Isso é bastante positivo, já que as minhocas são consideradas indicadoras de boa qualidade do solo por agricultores em diversas partes do mundo (LIMA et al., 2010; ZUÑIGA et al., 2013; Cap. 1) e exercem funções importantes, como a aeração do solo e transformação da matéria orgânica, contribuindo para o crescimento das plantas e para a diversidade da comunidade do solo (DECAËNS et al., 2003; FIUZA et al., 2012; MENEZES et al., 2009). A umidade pode ser um fator que explique a maior densidade nesses ambientes, já que as minhocas se adaptam bem em lugares mais úmidos. Outro fator a ser levado em conta é o teor de matéria orgânica, elevado na maioria dos ambientes estudados.

Os dois ambientes em Muriaé com menor densidade de minhocas foram a área de mata MUR-TSN, provavelmente devido ao alto teor de alumínio, e a baixada úmida MUR-BU, porque a coleta ocorreu após uma intensa chuva, que deixou os poros do solo alagados, afastando as minhocas da superfície.

Os ambientes MUR-VCS e MUR-EUC estão cobertos com pastagem de braquiária e apresentaram elevadas densidades de minhoca, superior às áreas cultivadas com lavoura. Esse fato corrobora com a afirmação de Silva et al. (2006), de que pode haver de 3 a 4 vezes mais minhocas em pastagens do que em lavouras, devido ao aporte de matéria orgânica e manutenção da cobertura do solo (MENEZES et al., 2009), uma vez que as minhocas se relacionam positivamente com a umidade do solo e o total de

carbono orgânico (ZAGATTO, 2014). Esse fato deve ser observado com cautela, pois por mais que a pastagem de braquiária seja positiva para a população de minhocas, quando mal manejada contribui negativamente para outros indicadores de qualidade, como compactação, retenção de umidade e travamento do solo, como observado no capítulo 2.

A integração entre o conhecimento científico e o saber local sobre a macrofauna edáfica pode ser importante para elaborar programas de manejo da biodiversidade que ajudem a diminuir os impactos negativos da agricultura sobre o solo (BARRERA-BASSOLS et al., 2008; SANDOR e FURBEE, 1996; ZUNIGA et al., 2013). Muitas vezes os agricultores só percebem a macrofauna edáfica no momento de preparar o solo para cultivo, e ainda há poucos estudos etnopedológicos sobre os processos que ocorrem abaixo do solo (ORTIZ et al., 1999), pouca importância ainda é dada ao conhecimento dos agricultores sobre os animais do solo e suas funções e muito menos sobre a conservação dessa biodiversidade (GROSSMAN, 2003; BIRANG et al., 2003).

Entretanto, as percepções locais podem ser o ponto de partida para estudos da macrofauna edáfica, conjugado com o conhecimento científico especializado, para construir atitudes positivas em relação ao papel desempenhado por esses organismos em processos e funções do solo, e estratégias de manejo de agroecossistemas que beneficiem esses organismos.

3.3 Fertilidade e textura

Os solos das duas áreas estudadas foram classificados na análise textural como argilosos ou muito argilosos. As análises químicas (Tabela 8) indicam que os solos estudados possuem as características típicas dos solos tropicais, que são solos com baixo teor de P disponível, lixiviados, ácidos, e com altos teores de alumínio. Sanchez e Logan (1992) afirmam que 25 % dos solos tropicais e subtropicais possuem baixo teor de fósforo disponível, sendo que nos trópicos úmidos, 64% dos solos tem baixa reserva de nutrientes, 56% apresentam toxidez por alumínio; 18% elevada acidez sem toxidez; 37% alta fixação de fósforo por óxidos de ferro e 11% baixa CTC. Mas é preciso ressignificar o entendimento das características dos solos tropicais, que são sempre subvalorizadas, pois são avaliadas sob a ótica utilizada para solos de regiões temperadas (CARDOSO et al., s.d.; PRIMAVERSI, 2002).

Em Araponga os solos se apresentaram em geral com elevada acidez (93,3 % com pH baixo ou muito baixo); 40 % com saturação por alumínio de alta a muito alta, o que indica haver problemas com toxidez por alumínio; 100% apresentaram teor de fósforo de baixo a muito baixo; 60 % soma de bases de baixo a muito baixo; CTC efetiva 40% baixo

e 60 % médio, mas elevada CTC potencial (100% bom a muito bom); 100% apresentaram saturação por bases baixo ou muito baixo e 100% apresentaram matéria orgânica de bom a muito bom.

Os solos de Muriaé apresentaram pH baixo a muito baixo (86,7%); 73,3% saturação por alumínio de alta a muito alta; 100% com fósforo baixo a muito baixo; 80% com soma de bases baixo a muito baixo; 66,7% CTC efetiva baixa; CTC potencial 86,7% de bom a muito bom; 93,3% apresentaram saturação por bases de baixo a muito baixo, e 80% apresentaram teor de matéria orgânica de bom a muito bom.

Tabela 8 – Resultados da análise química das amostras de solos coletadas nas unidades de paisagem em Araponga e Muriaé

Unidade	pH	Al ³⁺ cmolc/dm ³	H+Al	m %	MO dag/kg	P	SB mg/dm ³	t cmolc/dm ³	T	V %
ARAPONGA										
A-BU	4,87	0,8	7,4	36,4	7,68	1,4	1,4	2,2	8,8	15,9
A-BS	5,24	0,4	7,9	9,9	6,4	2,0	3,64	4,04	11,54	31,5
A-VCU	4,66	1,3	10,4	56,5	5,76	1,3	1	2,3	11,4	8,8
A-VCS	4,99	1,3	10,4	48	4,8	1,4	1,41	2,71	11,81	11,9
A-CAS	5,31	0,3	8,9	9,5	5,12	1,7	2,87	3,17	11,77	24,4
A-EUC	4,76	1,3	10,9	80,7	7,04	1,2	0,31	1,61	11,21	2,8
A-POE	4,8	1,3	12,2	56,8	7,36	3,4	0,99	2,29	13,19	7,5
A-TID	5,51	0,7	8,7	17,9	5,44	1,3	3,21	3,91	11,91	27
A-TIM	4,46	1,7	10,6	67,2	5,44	2,1	0,83	2,53	11,43	7,3
A-TIC	5,31	1,1	9,1	59,1	5,44	1,3	0,76	1,86	9,86	7,7
A-TSN	4,83	1,0	12,5	32,8	7,04	1,8	2,05	3,05	14,55	14,1
A-TSC	5,17	0,4	9,6	19,6	7,16	1,9	1,64	2,04	11,24	14,6
A-TMN	4,17	2,1	16,8	80,5	11,83	1,9	0,51	2,61	17,31	2,9
A-TMD	5,25	1,1	10,7	27,4	7,36	1,3	2,91	4,01	13,61	21,4
MURIAE										
M-BU	4,79	1,2	6,3	56,9	3,71	3,4	0,91	2,11	7,21	12,6
M-BS	4,97	1,3	7,4	75,6	3,97	2,5	0,42	1,72	7,82	5,4
M-MC1	4,05	1,9	9,9	79,8	5,63	2,2	0,48	2,38	10,38	4,6
M-MC2	4,34	1,6	14,4	71,1	13,43	6,8	0,65	2,25	15,05	4,3
M-VCS	4,23	0,9	7,9	48,9	4,86	3,5	0,94	1,84	8,84	10,6
M-VCU	4,97	1,1	8,9	53,7	12,15	5	0,95	2,05	9,85	9,6
M-TSP	4,47	0,9	8,4	77,6	4,48	2,5	0,26	1,16	8,66	3
M-EUC	4,4	0,9	8,4	69,8	4,73	1,9	0,39	1,29	8,79	4,4
M-TMP	4,48	0,9	8,4	64,7	4,86	2,2	0,49	1,39	8,89	5,5
M-TSN	4,24	2,1	14,2	86,4	7,04	3,2	0,33	2,43	14,53	2,3
M-TSC 1	5,71	0	3,8	0	4,09	3,6	5,42	5,42	9,22	58,8
M-TSC 2	4,65	1,3	8,7	69,5	4,61	2,8	0,57	1,87	9,27	6,1
M-TIP	4,64	1,3	8,1	69,1	4,86	5,7	0,58	1,88	8,68	6,7
M-TIC	4,86	0,4	5,9	15,4	3,84	2,3	2,2	2,6	8,1	27,2
M-BAU	5,67	0,1	7,9	2,1	6,72	4,5	4,73	4,83	12,63	37,5

O elevado teor de alumínio, presente em boa parte dos solos analisados, é considerado um fator limitante para a agricultura, pois afeta o crescimento das raízes das plantas, pois pode causar toxidez, prejudicando a absorção de nutrientes e água, e é mais

preocupante em culturas anuais (FERREIRA et al., 2006). De qualquer forma, neste caso, práticas vegetativas para ciclagem de nutrientes e manejo da matéria orgânica devem ser incentivadas com o objetivo de diminuir o teor de alumínio trocável e até mesmo a calagem pode ser recomendada. Há estudos que apontam que o uso de adubação verde com feijão guandu (*Cajanus cajan*) pode reduzir o teor de alumínio trocável no solo (MELOTTO, 2011), sendo uma alternativa interessante para essas áreas. Os agricultores realizam calagem nessas áreas para neutralizar o alumínio.

O ambiente M-TSN, coberto por vegetação nativa, apresentou elevada saturação por alumínio, o que foi justificado pelos agricultores pelo fato de que essa foi uma área de prospecção de bauxita, que inverte os horizontes do solo e expõe o alumínio. Entretanto, ambientes de mata podem sim apresentar naturalmente altos teores de alumínio trocável (BARRETO et al., 2006; FEITOSA, 2004).

Os ambientes de mata das áreas de estudo estão em regeneração. São ambientes que sofreram muita influência antrópica (cultivos, pastagem, extração de minério, fogo, etc.) portanto não podem servir de “testemunhas”, pois há áreas cultivadas, com melhores resultados de fertilidade do que as áreas de mata. Um exemplo é M-TSC (1) e M-BAU, que também foram áreas de prospecção de bauxita, mas foram manejadas para o cultivo de café, com realização de calagem recente, de acordo com o proprietário da área, tanto que apresentaram teores de alumínio 0 e 0,1, contrastando com os teores elevados das outras áreas.

É preciso compreender que a análise química é um elemento para avaliar as condições de um solo, mas não o único nem o mais importante (PETERSEN e ALMEIDA, 2006). Integrado ao conhecimento local, ela pode sinalizar mudanças a serem realizadas no manejo dos agroecossistemas. Exemplo disso é que não houve grandes diferenças nas análises químicas das áreas, porém os agricultores as diferenciaram utilizando uma análise mais detalhada e refinada, considerando diferentes atributos do solo. Isso demonstra que esses parâmetros químicos são limitados para expressar a potencialidade desses solos.

Os valores das análises químicas são relativos e podem ser modificados pelos agricultores. Esse tipo de análise de solos possui limitações em expressar realmente o ambiente de maneira que seja útil ao agricultor. Pode ser útil como uma avaliação inicial, mas é limitado para acompanhar a evolução dos cultivos.

Os dados de fertilidade apontam para a necessidade de estratégias de manejo que elevem o pH e reduzam os teores de alumínio, para que os solos atinjam seu pleno

potencial produtivo, já que os dados de CTC potencial se apresentaram elevados. Entretanto, pela avaliação feita pelos agricultores, muitos dos solos considerados de má qualidade pela análise química foram considerados de boa qualidade por eles. A Tabela 9 traz uma síntese dos dados das análises dos indicadores técnicos juntamente com as notas atribuídas pelos agricultores aos diferentes ambientes (Cap. 2). Foram escolhidos para compor essa tabela os indicadores plantas indicadoras de solo de boa qualidade (%), diversidade de plantas espontâneas (H'), equabilidade da macrofauna (J'), densidade de minhocas, acidez potencial (Al³⁺) e CTC efetiva (t).

Tabela 9 - Indicadores de qualidade do solo e notas atribuídas aos ambientes pelos agricultores de Araponga e Muriaé.

Unidade	Plantas indicadoras	H'	J'	Densidade de Minhocas	Al ³⁺	t	Notas dos agricultores
ARAPONGA							
A-BU	30,0	2,17	0,46	Alta	Médio	Baixo	6,3
A-BS	98,2	2,29	0,27	Alta	Baixo	Médio	6,8
A-VCU	17,3	2,30	0,52	Alta	Alto	Baixo	8,4
A-VCS	34,4	2,49	0,22	Alta	Baixo	Médio	6,3
A-CAS	50,0	2,13	0,31	Baixa	Baixo	Médio	5,9
A-EUC	10,4	1,78	0,59	Média	Alto	Baixo	4,2
A-POE	21,9	2,11	0,53	Alta	Alto	Baixo	4,0
A-TID	43,3	1,86	0,83	Baixa	Alto	Médio	4,7
A-TIM	17,4	2,49	0,40	Média	Médio	Médio	4,7
A-TIC	59,0	2,19	0,40	Baixa	Alto	Baixo	8,6
A-TSN	n.a.	n.a.	0,48	Média	Médio	Médio	8,4
A-TSC	15,7	1,8	0,45	Média	M.alto	Baixo	6,8
A-TMN	n.a.	n.a.	0,43	Média	M.alto	Médio	7,8
A-TMD	22,9	2,10	0,64	Alta	Alto	Médio	5,6
MURIAÉ							
M-BU	100	1,49	0,66	Média	Alto	Baixo	7,9
M-BS	0	0,58	0,58	Alta	Alto	Baixo	7,9
M-MC1	n.a.	n.a.	0,55	Alta	Alto	Médio	8,0
M-MC2	n.a.	n.a.	0,46	Alta	Alto	Baixo	8,3
M-VCS	100	1,26	0,5	Alta	Médio	Baixo	8,1
M-VCU	37,5	1,64	0,45	Alta	Alto	Baixo	8,3
M-TSP	3,17	1,45	0,54	Média	Médio	Baixo	8,1
M-EUC	12,13	1,45	0,65	Alta	Médio	Baixo	7,3
M-TMP	51,85	1,53	0,52	Alta	Médio	Baixo	6,4
M-TSN	n.a.	n.a.	0,10	Média	M.alto	Médio	9,1
M-TSC 1	97,55	1,32	0,56	Média	M.baixo	Bom	7,3
M-TSC 2	85,71	2,0	0,39	Média	Alto	Baixo	8,2
M-TIP	26,47	1,56	0,49	Média	Alto	Baixo	7,9
M-TIC	97,3	2,01	0,69	Alta	Baixo	Médio	7,4
M-BAU	48,39	1,19	0,42	Média	Baixo	Bom	6,9

n.a. não avaliado

Pode-se observar que não há um padrão de avaliação entre os indicadores. Para a mesma unidade de paisagem, alguns indicam solo de boa qualidade, outros solos de baixa qualidade. É interessante analisar diversos indicadores, para se ampliar ao máximo a compreensão da qualidade dos solos, e é primordial que essa avaliação seja feita mais

localmente, devido à diversidade dos solos tropicais, e isso só será possível com a integração entre cientistas do solo e agricultores.

3.4 Estratégias de manejo

Boas estratégias de manejo agrícola são essenciais para garantir a qualidade do solo. O Box 1 apresenta as práticas de manejo que os agricultores apontaram como prejudiciais ou benéficas para o solo.

Box 1 – Práticas de manejo prejudiciais e benéficas ao solo, de acordo com os agricultores de Araponga e Muriaé.

O que leva a perda de qualidade do solo (deixa a terra fraca)?	O que aumenta a qualidade do solo (deixa a terra forte)?
Máquinas e trator	Esterco (animal e vegetal)
Usar fogo	Plantar leguminosa
Capinar o mato	Cobertura vegetal
Usar veneno (agrotóxico)	Incorporar matéria orgânica (esterco vegetal e animal)
Desmatar	Plantar árvores
Falta de cobertura	Adubação verde utilizando leguminosas e a vegetação espontânea
Adubo químico em excesso	Caixa de contenção para água
Monocultura	Curva de nível
Erosão	Calcário
Excesso de calcário	Urina de vaca
Aração	Super magro
Plantio de eucalipto próximo a outras culturas	Uso de microrganismos eficientes (EM)
Muito vento	Não usar agrotóxico
Drenar a várzea	Húmus
Falta de árvore	

É possível observar que as práticas que os agricultores apontaram como prejudiciais ao solo são na sua maioria práticas do manejo convencional, como uso de máquinas, agrotóxicos, monocultura e excesso de adubos químicos (GLIESSMAN, 2009) e que as práticas que beneficiam os solos são as práticas estimuladas pela proposta de manejo agroecológico dos solos, que busca otimizar o uso dos recursos locais disponíveis, minimizar as perdas nos agroecossistemas, otimizar as condições do solo, diversificar as espécies dentro dos agroecossistemas, buscando favorecer as interações biológicas benéficas e sinergias entre os componentes da agrobiodiversidade (ALTIERI, 2012; BARRIOS et al., 2011).

Isso mostra que os agricultores possuem consciência do que deve ser feito para manter ou melhorar a qualidade do solo. Entretanto, muitos ainda realizam práticas consideradas prejudiciais, como a capina do terreno em excesso. Isto talvez tenha origem no processo de modernização da agricultura que introduziu no campo a falsa ideia de que as plantas espontâneas são inimigas e devem ser exterminadas, assim como os organismos

da macrofauna do solo e também insetos, considerados pragas perigosas priorizando a uniformidade dos agroecossistemas (KHATOUNIAN, 2001). Mas um aspecto positivo é que a maioria dos agricultores que participaram da pesquisa são contra o uso de herbicidas, por considerarem perigoso para sua saúde e do ambiente, dizendo que “o *roundup* que a gente usa é a enxada” (S.J.A., 38 anos, masc).

Tradicionalmente os sistemas agrícolas possuem elevado grau de biodiversidade e os agricultores ainda possuem muito dos conhecimentos do manejo e da dinâmica destes agroecossistemas, como foi observado nessa pesquisa, e estes devem ser identificados, reconhecidos e valorizados, para contribuir na construção de estratégias de manejo do solo adaptadas à realidade ecológica e socioeconômica dos agricultores (ALTIERI, 1993). Para que a transição agroecológica aconteça é necessário romper a dualidade entre saber local e saber científico, valorizando a diversidade de saberes (GREEN, 2008).

Além disso, técnicas e tecnologias reconhecidas como agroecológicas podem ser incentivadas e socializadas com os agricultores, como sistemas agroflorestais, compostagem, produção e uso de biofertilizantes e o manejo da vegetação espontânea. As plantas espontâneas ciclaram nutrientes, protegem os solos, contribuem para o controle biológico e para a polinização (FÁVERO, 2000). Portanto, os agricultores podem ser estimulados a roçar e deixar os nutrientes incorporarem no solo, utilizando as plantas a seu favor.

Há diversos trabalhos que apontam os benefícios do manejo agroecológico para o agroecossistema, sem perdas de produtividade, como alegam os defensores do manejo convencional. Para obter esses benefícios, agricultores devem priorizar práticas que aumentem a quantidade e a diversidade de organismos acima e dentro do solo, através da melhoria da biodiversidade funcional nos agroecossistemas, promovendo sinergias para fortalecer os processos agrícolas, já que inimigos naturais não se desenvolvem bem em monoculturas (LETOURNEAU e ALTIERI, 1999; NICHOLS e ALTIERI, 2007), reconstruindo habitats para artrópodes benéficos, que prestam serviços ambientais, utilizando plantas nativas que promovam essa interação (ISAACS, et al., 2009). Agroecossistemas orgânicos apresentam melhores indicadores (C org, N total, pH, densidade, capacidade de retenção de água), devido à diversidade de cultivos (espacial e temporal), uso de fertilizantes orgânicos, menor uso de aração, etc. (LIEBIG e DORAN, 1999; MARINARI et al., 2005), o que indica uma possibilidade de manejos dos solos mais sustentável.

4 CONCLUSÕES

A avaliação dos solos realizada pelos agricultores utilizando etnoindicadores mostrou-se mais detalhada que a avaliação feita pelos cientistas.

Os agricultores reconhecem, na maioria das vezes, a importância dos etnoindicadores para avaliação da qualidade do solo, mas na hora de decidir sobre o tipo de manejo a ser feito, tomam como referência principalmente os indicadores técnicos, em especial aqueles constantes da análise química de rotina do solo. Isto leva a adoção de estratégias de manejo convencionais, como por exemplo, a adubação química. A sistematização e o reconhecimento dos etnoindicadores contribuíram para restabelecer a confiança dos agricultores em seus próprios conhecimentos, e espera-se que isto reverta em tomadas de decisão e avaliação as estratégias de manejo que apontem para a melhoria da qualidade dos agroecossistemas.

Mais estudos precisam ser realizados para se compreender a lógica dos etnoindicadores de qualidade do solo à luz da metodologia científica. Esse processo tende a agregar valor ao conhecimento gerado pela Ciência do Solo, em especial se esses estudos forem realizados em parceria com os agricultores, atribuindo ao conhecimento científico maior aplicação prática.

5 REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. **Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil.** Geomorfologia, São Paulo, 20. 1970.

AGRIOS, G. N. **Plant pathology.** 4th ed. San Diego: Academic Press, 1997.

ALTIERI, M. Ethnoscience and biodiversity: key elements in the design of sustainable pest management systems for small farmers in developing countries. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, n. 46; p. 257-272, 1993.

ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I. Soil fauna. In: _____ **Tropical soil biological and fertility: A Handbook of methods.** 2. ed. Wallingford: C.A.B. International, 1993. p. 44-46.

AQUINO, A.M. de; CORREIA, M.E.F.; ALVES, M.V. Diversidade da macrofauna edáfica no Brasil. In: MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O.; BRUSSAARD, L. (Ed.). **Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros.** Lavras: UFLA, 2008. p.143-170

AQUINO, A. M. Fauna do Solo e sua inserção na regulação funcional do agroecossistema. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. (coord.). **Processos Biológicos no Sistema Solo-Planta.** 1a ed. Brasília: Embrapa, 2006.

AQUINO, A.M de; SILVA, V.V.; GUERRA, J.G.M. Macrofauna edáfica em relação ao pré-cultivo de adubos verdes na produção orgânica de brócolos em sistema de plantio direto. In: **Anais da Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas**, 27; Reunião Brasileira Sobre Micorrizas, 11; Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo, 9; Reunião Brasileira de Biologia do Solo, 6. SBCS/SBM/Embrapa, Bonito (MS), CD-ROM. 2006.

AQUINO, A.M. **Manual para macrofauna do solo**. Embrapa Agrobiologia, maio 2001. 21p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 130).

ARSHAD, M. A.; MARTIN, S. Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems **Agriculture, Ecosystems and Environment**. 2002

BARRERA-BASSOLS, N.; ZINCK, J. A.; RANST, E. V. Participatory soil survey: experience in working with a Mesoamerican indigenous community. **Soil Use and Management**, n.25, p.43–56, 2009.

BARRETO, A. C. et al. Características químicas e físicas de um solo sob floresta, sistema agroflorestal e pastagem no sul da Bahia. **Caatinga**, v.19, p.415-425, 2006.

BARRIOS E., COUTINHO H.L.C., MEDEIROS C. A. B. **InPaC-S: Integração Participativa de Conhecimentos sobre Indicadores de Qualidade do Solo – Guia Metodológico**. World Agroforestry Centre (ICRAF), Embrapa, CIAT. Nairobi. 2011.

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

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

BELSKY, A. J. Effects of grazing, competition, disturbance and fire on species composition and diversity in grassland communities. **Journal Vegetation Science**, n.3, p. 187-200, 1992.

BRANDÃO, C. R.; BORGES, M. C. A pesquisa participante: um momento da educação popular. **Rev. Ed. Popular**, v.6, p.51-62. Uberlândia, jan./dez. 2007.

BRAUN-BLANQUET, J. **Fitosociologia**. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Ed. Blume: Madrid, 1979.

BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. F. Biologia de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Eds.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 1-36.

CARDOSO, I. M. et al. **Ressignificação e valorização do solo**: atitudes essenciais para construir agroecossistemas sustentáveis. Não publicado.

CARDOSO, I.M. et al. Continual learning for agroforestry system design: university, NGO and farmer partnership in Minas Gerais, Brazil. **Agricultural Systems** 69: 235-257.2001.

CARMO, D. L. et al. Contribuições da vegetação espontânea nas propriedades físico-químicas de um Latossolo e na nutrição do cafeeiro **Coffee Science**, Lavras, v. 6, n. 3, p. 233-241, set./dez. 2011.

Centro de Tecnologias Alternativas da Zona da Mata (CTA-ZM). **Solos: a terra tem vida e está viva**. Viçosa, 2004. (Cartilha elaborada para o programa de formação de agricultores)

CONSTANTINO, R. Catalog of the living termites of the New World (Insecta: Isoptera). **Arquivos de Zoologia** 35:135-231.1998.

CORDEIRO, F. C. et al. Diversidade da macrofauna invertebrada do solo como indicadora da qualidade do solo em sistema de manejo orgânico de produção. **Revista Universidade Rural**. Série Ciências da Vida. (Cont. ISSN 1983-4772 Revista de Ciências da Vida), Seropédica, v. 24, n.2, p. 29-34. 2004.

CORRÊA, G.F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do planalto de Viçosa, MG**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984.

CORREIA, M.E.F. et al. Populações da macrofauna do solo em agricultura itinerante na região da Mata Atlântica, RJ. In: **Workshop o uso da macrofauna edáfica na agricultura do século XXI: A importância dos engenheiros do solo**. Embrapa Soja, Londrina (PR), pp. 2000-2020 (Embrapa Soja. Documentos, 224). 2003.

CRUZ, W. P. et al. Avaliação da diversidade de plantas espontâneas e a densidade de ácaros predadores em cultivo de pinhão-mansão. **Revista Brasileira de Agroecologia**, 8(2): p.176-184, 2013.

DECAENS, T.; BUREAU, F. MARGERIE, P. Earthworm communities in a wet agricultural landscape of the Seine Valley (Upper Normandy, France). **Pedobiologia**, n. 47, 479–489, 2003.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. **Defining and assessing soil quality**. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Org.) *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison:SSSA, 1994. p. 3-21

DORAN, J. W. Soil health and global sustainability: translating science into practice. **Agriculture Ecosystems Environment**, n. 88, p. 119-127, 2002.

EKELEME F. et al. Seeding emergence model for tropic ageratum (*Ageratum conyzoides*). **Weed Science**, n. 53, p. 55–61, 2005.

ERICKSEN, P. J.; ARDON, M. Similarities and differences between farmer and scientist views on soil quality issues in central Honduras. **Geoderma**, n. 111 p. 233–248, 2003.

FAO. **El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura**. La gestión de los sistemas en situación de riesgo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, y Mundi-Prensa, Madrid.2011

FAVERO, C. et al. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 171-177, 2000.

FEITOSA, A. A. N. **Diversidade de espécies florestais arbóreas associada ao solo em toposeqüência de fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco**. 2004. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2004

FERREIRA, E. A. et al. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em pastagens degradadas do Médio Vale do Rio Doce, Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n.4, p. 502-510, jul/ago, 2014

FILIPOV, F.; SLONOVSKI, V. Remarks on plants indicating soil characteristics **Cercetări Agronomice în Moldova** Anul XXXX , Vol. 4 (132) / 2007

FIUZA, D. T. F., KUSDRA, J. F., FIUZA, S. da S. Crescimento do milho em solo sob atividade de Chibui bari (Oligochaeta: Glossoscolecidae). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 2, p. 359-366, mar.-abr. 2012.

FURTINI NETO, A. E. et al. **Fertilidade do solo**. Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas da pesquisa social**. São Paulo: 1987.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2009

GOMIDE, L. R.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. Análise da diversidade e similaridade de fragmentos florestais nativos na bacia do rio São Francisco, em Minas Gerais. **Ciência Florestal**, Curitiba, v. 16, n. 12, p. 127-144, abr. 2006.

GREEN, L. J. F. Indigenous Knowledge' and 'Science': Reframing the Debate on Knowledge Diversity. **Archaeologies: Journal of the World Archaeological Congress**. 2008

HARTEMINK, A. E.; A.B. MCBRATNEY, A. B. A soil science renaissance. **Geoderma**, n. 148, p. 123-129, 2008

ISAACS, R.; TUELL, J.; FIEDLER, A. Maximizing arthropod mediated ecosystem services in agricultural landscapes: the role of native plants. **Front Ecol Environ** 7: 196–203, 2009.

JOUQUET, P. et al. Soil invertebrates as ecosystem engineers: Intended and accidental effects on soil and feedback loops. **Applied Soil Ecology** n. 32, p. 153–164, 2006.

- KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan S. A, 2004. 452p.
- KLADVIKO, E. J. Tillage systems and soil ecology. **Soil and Tillage Research**, n. 51(1- 2), p.61-76, 2001.
- KLENK, L. A. et al. Macrofauna invertebrada edáfica em pastagem sul brasileira sob diferentes preparos orgânicos. **Comunicata Scientiae**, n. 5(3): 339-348, 2014.
- KLENK, L. A. **Macrofauna invertebrada edáfica em pastagem com pastoreio rotativo sob diferentes preparos orgânicos em condições subtropicais no sul do Brasil**. Dissertação de Mestrado, UFPR, Curitiba, 2010.
- LAOSSI, K.R. et al. Effects of plant diversity on plant biomass production and soil macrofauna in Amazonian pastures. **Pedobiologia**, n. 51, p. 397–407, 2008.
- LAVELLE, P. et al. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. **European Journal of Soil Biology**, v.33, p.159-193, 1997.
- LETOURNEAU, D.K. et al. Does plant diversity benefit agroecosystems? a synthetic review. **Ecological Applications**, n.21, p. 9–21, 2011.
- LETOURNEAU, D. K; ALTIERI, M. A. Environmental Management to Biological Control in Agroecosystems. **Handbook of Biological Control**, 1999.
- LIEBIG, M. A.; DORAN, J. W. Impact of Organic Production Practices on Soil Quality Indicators **J. ENVIRON. QUAL.**,v. 28, 1999.
- LIMA, A.C.R. de; BRUSSAARD, L. Earthworms as soil quality indicators: local and scientific knowledge in rice management systems. **Acta Zoológica Mexicana**, 26, Número especial 2: 109-116, 2010.
- LIMA, K. S. et al. E. Levantamento fitossociológico de plantas espontâneas na cultura do inhame sob produção orgânica. 2014
- LOUZADA, J.; ZANETTI, R. Bioindicadores de impactos ambientais. In: MOREIRA, F. M.S et al. **O ecossistema solo**: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal. Lavras, Ed. UFLA, 2013.
- MAIRURA, F. S. et al. Integrating scientific and farmers' evaluation of soil quality indicators in Central Kenya. **Geoderma**, n.139, p.134–143, 2007.
- MARINARI, S. et al. Chemical and biological indicators of soil quality in organic and conventional farming systems in Central Italy. **Ecol. Indic.**, 6:701-711, 2006.
- MELO, A. S. O que ganhamos ‘confundindo’ riqueza de espécies e equabilidade num índice de diversidade? **Biota Neotropica** 8(3), 2008.
- MELO, C. A. D. et al. Acúmulo de macronutrientes por plantas daninhas e de milho cultivadas em convivência em solo com diferentes manejos de fertilidade. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 669-682, mar./abr. 2015.

MELLOTO, A. M. **Efeitos do feijão guandu (*Cajanus cajan*) em espécies florestais nativas e nos parâmetros químicos do solo**. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS. 2011.

MENEZES, C.E.G. et al. Macrofauna edáfica em estágios sucessionais de floresta estacional semidecidual e pastagem mista em Pinheiras (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 33: 1647- 1656. 2009.

MONTE SERRAT, B; OLIVEIRA, A. C. Amostragem de solo para fins de manejo da fertilidade In: LIMA, M. R. (editor) **Diagnóstico e recomendações de manejo do solo: aspectos teóricos e metodológicos**. Curitiba: UFPR/Setor de Ciências Agrárias, p 65-86, 2006.

MUCHAGATA, M.; BROWN, K. Colonist farmers' perceptions of fertility and the frontier environment in eastern Amazonia. **Agriculture and Human Values**. n. 17, p. 371–384, 2000.

NADEAU, M. B.; SULLIVAN, T. P. Relationships between Plant Biodiversity and Soil Fertility in a Mature Tropical Forest, Costa Rica. **International Journal of Forestry Research** Volume 2015, 2015.

NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A. Projeção e implantação de uma estratégia de manejo de habitats para melhorar o manejo de pragas em agroecossistemas. In: ALTIERI, M. A. In: NICHOLLS, C. I.; PONTI, L. (Ed.). **Controle biológico de pragas através do manejo de agroecossistemas**. Brasília: MDA, 2007. p. 2-16.

NICHOLLS, C. I. et al. A rapid, farmer-friendly agroecological method to estimate soil quality and crop health in vineyard systems. **Biodynamics**, Pottstow, PA, v.20, 05 nov, p.36, 2004.

NORTCLIFF, S. Standardisation of soil quality attributes. **Agriculture, Ecosystems and Environment** n. 88, p. 161–168, 2002.

ORYOKOT, J.O.E.; MURPHY, S.D; SWANTON, C. J. Effect of tillage and corn on pigweed (*Amaranthus spp.*) seedling emergence and density. **Weed Science**, n. 45, p.120-126, 1997.

OSBAHR, H.; ALLAN, C. Indigenous knowledge of soil fertility management in southwest Niger. **Geoderma**, n. 111, p. 457–479, 2003.

PEREIRA, W.; MELO, W. F. de. **Manejo de plantas espontâneas no sistema de produção orgânico de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008. 5p. (Circular Técnica, 62)

PETERSEN, P.; ALMEIDA, E. Revendo o conceito de fertilidade: conversão ecológica do sistema de manejo de solos da região do contestado. **Agriculturas**, v. 5, n. 3, 2008

PIMENTEL, M.S. et al. Atributos biológicos do solo sob manejo orgânico de cafeeiro, pastagem e floresta em Região do Médio Paraíba Fluminense-RJ. **Coffee Science**, v. 1, n.2, p. 85-93. 2006.

PRIMAVESI, A. **Agricultura sustentável**: manual do produtor rural. São Paulo: Nobel, 2011.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**: a agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 2002.

PROCÓPIO, S. O. et al. Características fisiológicas das culturas de soja e feijão e de três espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 211-216, 2004

RAMISCH, J. J. 'They don't know what they are talking about': Learning from the dissonances in dialogue about soil fertility knowledge and experimental practice in western Kenya. **Geoforum**, n. 55 p. 120–132, 2014.

REZENDE, M. Q. et al. Extrafloral nectaries of associated trees can enhance natural pest control Agriculture, Ecosystems & Environment, 2014.

REZENDE, M. Q. Etnoecologia e controle biológico conservativo em cafeeiros sob sistemas agroflorestais. Dissertação (Mestrado), Viçosa: UFV, 2010.

RIBEIRO, L. P. et al. Influence of mineral fertilization on edaphic fauna in *Acacia auriculiformis* (a. cunn) plantations. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, n.38, p. 39-49, 2014.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5. Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.

RODRIGUES, R.R. GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R.R. LEITÃO-FILHO, H.F. de. *Matas ciliares: conservação e recuperação*. 2ª (Ed.) São Paulo: EDUSP. FAPESP, 2004, p. 235-247.

ROSSET et al. The Campesino-to-Campesino agroecology movement of ANAP in Cuba: social process methodology in the construction of sustainable peasant agriculture and food sovereignty. **Journal of Peasant Studies**, v. 38, n. 1, 2011.

SANCHEZ, P. A.; LOGAN, T. Myths and science about the chemistry and fertility of soils in the tropics. In: LAL, R.; SANCHEZ, P. A. **Myths and science of soils of the tropics**. Soil Science Society of America special Publication, n. 29.1992.

SANDOR, J.A.; FURBEE, L. Indigenous knowledge and classification of soils in the Andes of Southern Peru. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 60:1502-1512, 1996.

SANTOS, R. D. et al. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 6. ed. rev. e ampl. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo / Ed. Suprema Gráfica e Editora Ltda, 2013. 100 p.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.1, p71-78,2002.

- SILVA, R.F. et al. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.697-704, 2006.
- SILVA, S. O. et al. Diversidade e frequência de plantas daninhas em associações entre cafeeiros e grevileas. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 2, p. 126-134, jul./dez. 2006
- SILVA, A. A. et al. Biologia de plantas daninhas. In. SILVA, A.A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 367 p
- SOUZA, M. E. P. **Oligochaetas edáficos em solos sob sistema de manejo a pleno sol e agroflorestal e vermicompostagem associada com pós de rochas**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, 2010.
- TAGUAS, E. V. et al. Are biodiversity indices of spontaneous grass covers in olive orchards good indicators of soil degradation? **SOIL Discuss**, n. 2, p. 233–263, 2015.
- TEIXEIRA, G. M. et al. Regeneração de floresta atlântica sob níveis diferenciados de perturbação antrópica: implicações para restauração. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 104, p. 533-544, dez. 2014
- TOLEDO, V. M.; BARRERA-BASSOLS, N. **A memória biocultural: a importância ecológica das sabedorias tradicionais**. São Paulo: Expressão Popular, 2015.
- WEZEL, A. Weed vegetation and land use of upland maize fields in northwest Vietnam. **GeoJournal**, n. 50, p.337–349, 2000.
- WRIGHT, S.J. Seasonal drought, soil fertility and the species diversity of tropical forest plant communities. **Trends in Ecology and Evolution**, v.7, n.8, p. 260-263, 1992.
- NASCIMENTO, E. Especialista da UFV garante: plantas daninhas podem ser a salvação da lavoura. Informativo da PPG/UFV. Viçosa. Disponível em: <<http://www.ppg.ufv.br/?noticias=especialista-da-ufv-garante-plantas-daninhas-podem-ser-salvacao-da-lavoura>> Acesso em 20/06/2015
- VALÉRIO, J.R. **Cupins-de-montículo em pastagens**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2006. 33p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 160).
- VASCONCELLOS, A. Biomass and abundance of termites in three remnant areas of Atlantic Forest in northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia** 54: 455–461.2010
- ZAGATTO, M. R. G. **Fauna edáfica em sistemas de uso do solo no município de Ponta Grossa – PR**. Dissertação. UFPR, 2014.
- ZUÑIGA, M.C. et al. Farmers' perceptions of earthworms and their role in soil. **Appl Soil Ecol.**; n. 69, p. 61–68. 2013.

CAPÍTULO IV
DESVENDANDO OS SEGREDOS DA ANÁLISE DE SOLO: TROCA DE
EXPERIÊNCIAS COM AGRICULTORES FAMILIARES

RESUMO

A análise química de rotina é um instrumento unanimemente utilizado por técnicos para avaliar a qualidade dos solos. Entretanto, os agricultores, principais interessados em seus resultados, na maior parte das vezes não compreendem seu conteúdo, apenas seguem as recomendações técnicas. O objetivo deste capítulo foi identificar e aprofundar a percepção dos agricultores sobre a análise química como um indicador de qualidade do solo. Para isto procurou-se articular o conhecimento científico sobre análise química com o saber local sobre fertilidade dos solos. A atividade foi realizada com dois grupos de agricultores familiares da Zona da Mata de Minas Gerais. A análise química foi o ponto de partida para uma discussão sobre formação de solo e manejo integrado da fertilidade, com ênfase nas práticas agroecológicas de manejo do solo, que compreendem a fertilidade do solo de forma holística e não apenas como um balanço de nutrientes presentes no solo. O processo de troca de conhecimentos entre técnicos e agricultores foi imensamente rico, com todos aprendendo e ensinando e contribuiu para ressignificar a análise do solo, a partir da realidade local.

1 INTRODUÇÃO

A análise química de rotina é a forma mais utilizada por técnicos para diagnosticar a fertilidade de determinado solo. Frequentemente o técnico solicita ao agricultor que colete amostras de solos e envie a um laboratório. Em muitos casos o próprio técnico encaminha as amostras. De posse do resultado, o técnico recomenda os corretivos e fertilizantes, a serem comprados pelo agricultor. Este procedimento, obrigatório para que agricultores acessem políticas públicas como o PRONAF, não contribui para o entendimento da fertilidade do solo pelos agricultores.

Ao contrário, este entendimento pode ser melhorado se a análise de solo for compreendida pelos agricultores familiares, a partir da compreensão dos fatores e processos de formação de solos, dos nutrientes necessários às plantas e do manejo integrado da fertilidade dos solos, e os cientistas podem contribuir com esse entendimento (TITONELL et al., 2008). Desvelar as informações contidas em uma análise química de solos foi uma demanda dos próprios agricultores envolvidos nesta pesquisa, pois para eles é importante conhecer melhor o solo para melhor manejá-lo, e eles acreditam que a análise química pode ser uma importante ferramenta para isso. Essa crença advém da relação que têm com agrônomos e técnicos agrícolas, que utilizam a análise química como única forma de avaliar os solos.

É preciso fazer conjuntamente, agricultores e cientistas, a reflexão de que a análise química traz indicadores de qualidade do solo, mas não pode ser o único instrumento a ser utilizado na avaliação da qualidade dos solos (PETERSEN e ALMEIDA, 2006). O objetivo desta pesquisa foi identificar e aprofundar a percepção dos agricultores sobre a análise química como um indicador de qualidade do solo. Para isto procurou-se articular o conhecimento científico sobre análise química com o saber local sobre fertilidade dos solos.

2 METODOLOGIA

A atividade foi realizada com dois grupos de agricultores familiares da Zona da Mata de Minas Gerais. O primeiro grupo é composto por 21 famílias de agricultores que estão envolvidos em um processo de aquisição de terra pelo Programa Nacional de Crédito Fundiário no município de Araponga. O segundo grupo também é beneficiário do programa, mas os agricultores (oito famílias) já detêm a posse da terra há quatro anos, no município de Muriaé. Ambos os grupos têm como principal atividade produtiva o plantio de café.

O primeiro passo foi explicar técnica de se coletar o solo para análise em campo (MONTE SERRAT e OLIVEIRA, 2006). Foram abordados aspectos como a profundidade da coleta, número de amostras simples para montar uma amostra composta, homogeneidade das áreas de coleta, embalagem correta para armazenar a amostra, etc. e foi realizada uma atividade prática de coleta de amostras de solo com os agricultores (Figura 1).



Figura 1 - Prática de coleta de amostras de solo, realizada junto com agricultores.

Para ampliar as informações e percepções dos agricultores sobre os processos de formação dos solos, realizou-se uma pequena exposição de rochas e horizontes de solo derivados dessas rochas; plantas que atuam como adubos verdes, como capoeira branca (*Solanum mauritianum*), margaridão (*Tithonia diversifolia*), papagaio (*Aegiphila selowiana*), fedegoso (*Senna macranthera*), ingá (*Inga subnuda*), guandu (*Cajanus cajan*), mucuna preta (*Stizolobium aterrimum*), feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), crotalária (*Crotalaria* spp), Lab-Lab (*Dolichos lablab*), cratília (*Cratylia argentea*), tremoço (*Lupinus* sp), amendoim forrageiro (*Arachis* sp). Estes materiais foram expostos no centro de um círculo formado pelos participantes. Expôs-se também exemplares do informativo “Nossa Roça”, produzido pelo CTA-ZM, sobre experiências com uso e manejo dos solos de outros agricultores, procurando demonstrar a importância das pessoas e do conhecimento dos agricultores no uso e manejo dos solos (Figura 2).



Figura 2 - Exposição de materiais para ampliar as informações e percepções dos agricultores sobre os processos de formação dos solos.

Para iniciar o diálogo sobre a análise química propriamente dita, foram feitas aos participantes algumas perguntas (Box 1). As falas dos agricultores foram anotadas pelos membros da equipe de pesquisa e posteriormente sistematizadas.

Box 1 – Perguntas utilizadas para iniciar o diálogo com os agricultores sobre análise química de solos.

Para que serve a análise química do solo? Ela é a única maneira de se conhecer os solos? O que tem no solo que garante sua qualidade? Quais adubos vocês usam? Tudo o que tem no saco de adubo ou na planta tem no solo?
--

A partir das composições dos adubos listados pelos agricultores discutiu-se os nutrientes presentes no solo. Em seguida os agricultores foram divididos em grupos de três ou quatro pessoas, com o acompanhamento de pelo menos um membro da equipe de pesquisadores. Cada grupo recebeu o resultado de uma análise química do solo e uma tabela de referência adaptada de Ribeiro et al. (1999) (Figura 3) para auxiliar na interpretação dos resultados presentes na análise (CTA-ZM, 2004). Com o auxílio dos pesquisadores, os agricultores foram entendendo as siglas e os significados dos números presentes no resultado da análise.

Tabela 1 - Referências utilizadas para auxiliar os agricultores na interpretação dos resultados de uma análise química de solos. Adaptada de Ribeiro et al., (1999).

Muito é bom. A planta gosta!

Nutrientes: aquilo que a planta precisa:

P = fósforo. Muito é bom. A planta gosta!

K = potássio. Muito é bom. A planta gosta!

Ca = cálcio. Muito é bom. A planta gosta!

Mg = magnésio. Muito é bom. A planta gosta!

N = não vem na análise. A matéria orgânica dá uma ideia sobre ele.

MO: Matéria orgânica – esterco da terra. Muito é bom. A planta gosta. Só analisa se pedir. É mais cara. Na Matéria Orgânica encontra-se o Nitrogênio.

	BAIXO	MÉDIO	BOM
K (Potássio)	Menor que 40,0	41,0 – 70,0	Maior que 70,0
P (Fósforo)	Menor que 8,00	8,10 – 12,0	Maior que 12,1
Ca²⁺ (Cálcio)	Menor que 1,20	1,21 – 2,40	Maior que 2,41
Mg²⁺ (Magnésio)	Menor que 0,45	0,46 – 0,90	Maior que 0,91
M.O. (Matéria orgânica)	Menor que 2,00	2,01 – 4,00	Maior que 4,01

Pouco é bom. A planta não gosta!

O pH indica acidez. Pouca acidez é bom. A planta não gosta de muita acidez! pH baixo indica que a terra está ácida. Pode ser ruim para as plantas. Mas o mais importante é o Alumínio.

	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
Acidez (pH)	Menor que 4,5	4,5 – 5,4	5,5 – 6,0	6,1 – 7,0	Maior que 7,0

Al = alumínio tóxico. Pouco é bom. A planta não gosta!

	BAIXO	MÉDIO	ALTO	MUITO ALTO
Al³⁺ (Alumínio)	Menor que 0,5	0,51 – 1,00	1,01 – 2,00	Maior que 2,01

Micronutrientes são os nutrientes que a planta usa menos. Os micronutrientes não podem faltar. Mas também não podem estar em excesso porque podem intoxicar as plantas. Pode analisar os micronutrientes, mas a análise fica mais cara.

Cu = cobre

Zn = zinco

B = boro

Fe = ferro

Mn = manganês

S = enxofre

Mo = Molibdênio e Cl = cloro: Não vem na análise

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo os agricultores as análises de solos:

“é para colocar no solo o que ele precisa” (S.J.A., 38 anos, masc.).

“é para não gastar muito dinheiro com adubo”(C. A. F.; 51 anos, masc.).

“a análise serve para falar se vai pôr mais ou menos adubo” (E. R. A., 36 anos, masc.).

Todas as respostas tiveram relação direta com a adubação, evidenciando que a análise de solo é para o agricultor um instrumento para recomendação de corretivos e fertilizantes, em consonância com a percepção geral do manejo da fertilidade do solo com foco exclusivamente químico, no qual o solo funcionaria como um banco de reserva de nutrientes, de onde o que é retirado pelas plantas é preciso ser repostado na forma de adubo químico (PETERSEN e ALMEIDA, 2006).

Os adubos citados pelos agricultores foram: N-P-K com suas diversas formulações (20-05-20; 4-14-8; 20-00-20; 6-30-06; 20-10-20) – os agricultores utilizam apenas os nomes das formulações), cama de galinha, matéria orgânica da terra (folha); esterco de boi; supersimples, sulfato de amônio, ureia, calcário, micro total (micronutrientes rico em zinco, boro e manganês), adubos foliares, supermagro, calda sufocálcica, urina de vaca, calda bordalesa, palha de café, húmus.

A partir do conhecimento dos agricultores, discutiu-se sobre os nutrientes presentes nos adubos utilizados e/ou conhecidos por eles, esclarecendo, por exemplo, que o 20-05-20 traz as porcentagens de 20% de nitrogênio, 5% de fósforo e 20% de potássio. Algumas dúvidas foram esclarecidas, como *“o P não é de potássio?”*, *“por que se usa P para representar o fósforo e K para representar o potássio?”*. Vê-se que uma coisa relativamente simples para os cientistas do solo se torna uma limitação para o agricultor, já que as análises de solos apresentam as letras referentes aos elementos, o que não é familiar a eles.

Aspectos envolvidos na fabricação das formulações química citadas pelos agricultores foram apresentados, procurando refletir sobre a sustentabilidade econômica e ambiental do uso destas formulações. Por exemplo, o fósforo possui reservas esgotáveis no curto e médio prazo, o que pode comprometer os agroecossistemas dependentes de fontes externas desse nutriente (CORDELL et al., 2009).

Os sistemas agroflorestais, onde as árvores são consorciadas com as culturas principais também foram objetos de reflexão. Os agricultores ainda têm muitas dúvidas sobre a arborização dos cafezais, não têm opinião formada sobre os benefícios ou prejuízos em se plantar árvores intercaladas às lavouras de café. A partir de questões como esta apresentou-se informações científicas de que as árvores contribuem para a fertilização dos solos ao promover a ciclagem dos nutrientes, pois retiram os mesmos de profundidades maiores trazendo-os à superfície do solo a partir da queda de folhas, galhos, flores e frutos; contribuem para a retenção e infiltração de água no solo; possuem associações com microrganismos (rizóbios, micorrizas) que contribuem para a fertilização do solo, auxiliando na fixação de nitrogênio e fósforo, por exemplo (DUARTE, 2011).

A importância dos adubos orgânicos e verdes também foi discutida, em especial a variedade de nutrientes presentes nos mesmos, muito maior do que nas fontes industriais, embora em menor concentração; por servirem de alimentos para os organismos do solo e; em geral por serem de baixo custo para o agricultor (CHANDRA, 2005).

Com base na Tabela 1, de referência, os agricultores interpretaram os resultados de uma análise química de um solo cultivado com café na região, interpretando os níveis de matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, o pH e o teor de alumínio. A partir da matéria orgânica fez-se inferências sobre os níveis de nitrogênio.

Ao compreender uma análise do solo espera-se que os agricultores possam utilizá-la como indicadora da qualidade e não apenas como uma ferramenta de recomendação de adubação e corretivos utilizada pelos técnicos. Sem essa compreensão os agricultores pagam pela análise e recebem as recomendações de adubação dos técnicos, sem ter o mínimo entendimento da situação real de suas terras, ficando refém dos técnicos e das empresas que produzem e comercializam fertilizantes. O conhecimento aumenta a autonomia dos agricultores em relação aos técnicos e pode diminuir a dependência de insumos externos, que muitas vezes são utilizados sem necessidade. Essa autonomia é uma característica marcante da agricultura familiar, sendo um dos pilares para sua manutenção ao longo do tempo (PLOEG, 2014).

Os agricultores perceberam que alguns aspectos identificados por eles como importantes para a qualidade do solo (Cap. 1) não estavam presentes na análise, em especial aqueles relacionados a vida no solo. Com isto, os próprios agricultores concluíram, como se percebe nas falas, que a análise do solo não é o melhor e nem o

único instrumento de avaliação da fertilidade do solo, sendo necessário continuar utilizando os parâmetros por eles conhecidos, como por exemplo as plantas indicadoras.

“A análise de laboratório não traz minhocas, plantas... isso quem sabe é a gente mesmo” (P.A.L., 50 anos, masc.).

“Se a gente for fazer análise convencional, a visão é só comprar adubo e jogar. Fazendo isso aqui a gente se sente capaz. A vida deles é vender, e a nossa? É só ficar comprando essas coisas aí????” (D.G.M., 35 anos, masc.).

Ficou claro também que para manter a vida no solo é preciso utilizar outras formas de manejo da fertilidade além da adubação química (para a qual claramente a análise química se propõe). Aumentou-se também a percepção dos agricultores em relação à formação dos solos e aos nutrientes presentes no solo, pois muitos agricultores não sabiam a relação entre rochas e solos e a origem dos nutrientes presentes nos adubos. *“Aprendi muita coisa que não sabia. Era como se o médico passasse uma receita e você fosse lá e comprasse o remédio, sem entender”* (C.A.S.; 28 anos, masc.).

4 CONCLUSÕES

Os agricultores percebem a análise química como um instrumento importante, utilizado para recomendação correta de fertilizantes e corretivos. A análise química foi útil para aprofundar a compreensão dos agricultores sobre a formação de solo e manejo integrado da fertilidade, com ênfase nas práticas agroecológicas de manejo do solo, que compreendem a fertilidade do solo de forma integrada e não apenas como um balanço de nutrientes presentes no solo.

A metodologia utilizada permitiu decodificar o discurso científico hermético sobre os nutrientes do solo, e sobre os resultados das análises químicas, ampliando o conhecimento dos agricultores sobre essa ferramenta de análise de qualidade do solo cuja compreensão não pode ser exclusiva dos técnicos e cientistas.

5 REFERÊNCIAS

Centro de Tecnologias Alternativas da Zona da Mata (CTA-ZM). **Solos**: a terra tem vida e está viva. Viçosa, 2004. (Cartilha elaborada para o programa de formação de agricultores)

- CHANDRA, K. **Organic manures**. Regional Centre of Organic Farming. Kottayam, Kerala, 2005. Disponível em:
http://ncof.dacnet.nic.in/Training_manuals/Training_manuals_in_English/Organicmanures
- CORDELL, D.; DRANGERT, J.; WHITE, S. The story of phosphorus: Global food security and food for thought. **Global Environmental Change** n.19, p. 292–305, 2009.
- DUARTE, E. M. G. **Árvores em sistemas agroflorestais: ciclagem de nutrientes e formação da matéria orgânica do solo**. Tese. UFV, 2011.
- MONTE SERRAT, B; OLIVEIRA, A. C. Amostragem de solo para fins de manejo da fertilidade In: LIMA, M. R. (editor) **Diagnóstico e recomendações de manejo do solo: aspectos teóricos e metodológicos**. Curitiba: UFPR/Setor de Ciências Agrárias, 2006. p. 65-86
- PETERSEN, P.; ALMEIDA, E. Revendo o conceito de fertilidade: conversão ecológica do sistema de manejo de solos da região do contestado. **Agriculturas** - v. 5 – n 3 - setembro de 2008
- PLOEG, J. D. V. Dez qualidades da agricultura familiar. **Agriculturas: experiências em agroecologia; cadernos de debate**; n.1. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2014.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.
- TITONELL, P.; MISIKO, M.; EKISE, I. Falando de ciência do solo com os agricultores. **Agriculturas** - v. 5 – n. 3 - setembro de 2008.

CAPÍTULO V

FEIRA DE SOLOS: INTEGRAÇÃO PRÁTICA ENTRE SABER LOCAL E SABER ACADÊMICO

RESUMO

A devolução dos resultados das pesquisas deve ser um compromisso social e ético assumido pelo pesquisador, principalmente em pesquisas participantes. A experiência denominada Feira de Solos objetivou devolver os resultados da pesquisa sobre indicadores locais de qualidade do solo e, a partir desses resultados, trocar experiências sobre manejo agroecológico do solo com agricultores e agricultoras participantes da pesquisa. Organizou-se quatro mesas de acordo com os seguintes temas: i) cor e matéria orgânica, ii) textura e estrutura, iii) microrganismos e macrofauna e iv) fertilidade dos solos. Essa experiência permitiu a troca de saberes entre os participantes e ampliou o entendimento dos mesmos sobre manejo agroecológico do solo.

1 INTRODUÇÃO

A Zona da Mata de Minas Gerais possui solos bastante intemperizados e relevo declivoso (CARDOSO et al., 2001). Os solos intemperizados necessitam da atividade biológica para manter a fertilidade natural, o que é favorecido pelo uso de técnicas agroecológicas de manejo (PRIMAVESI, 2002). O relevo da região leva à formação de microambientes distintos, que são cultivados pelos agricultores familiares com arroz, milho, feijão, café, hortaliças e diversas frutas. Entretanto, a maior parte das terras é utilizada com a criação de gado em sistema de pastejo extensivo.

O uso de indicadores de qualidade do solo pode contribuir para o entendimento das potencialidades e desafios destes ambientes distintos. Com o objetivo de identificar e sistematizar os indicadores locais de qualidade do solo utilizados pelos agricultores e agricultoras familiares foi realizada uma pesquisa participante em dois assentamentos de crédito fundiário dos municípios de Araponga (Sítio Oito de Março) e Muriaé (Associação Bonsucesso), Zona da Mata de Minas Gerais. O trabalho objetivou também ampliar o nível de informação a respeito dos solos da região, a partir da interação do saber local com o conhecimento científico.

Como parte da devolução dos dados desta pesquisa organizou-se a “Feira de solos”. A devolução dos dados de pesquisa deve ser um compromisso social do pesquisador, principalmente em pesquisas participantes. Deve-se aproveitar esse espaço para dialogar com os sujeitos da pesquisa para, além de validar os dados obtidos, ampliar a compreensão de todos os envolvidos sobre o tema estudado, o que contribui para o empoderamento dos grupos envolvidos (DEMO, 2004; BRANDÃO e BORGES, 2007). No caso da presente pesquisa, espera-se que o conhecimento construído possa ser revertido em estratégias de manejo agroecológico dos solos na produção de bens e serviços dos agroecossistemas familiares.

A Feira de Solos foi organizada na sede do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, área de conservação de proteção integral, em cuja zona de amortecimento encontram-se os dois assentamentos participantes deste estudo. Além da devolução dos dados da pesquisa, a feira objetivou também dialogar com agricultores e agricultoras participantes da sobre manejo agroecológico do solo para ampliar a compreensão dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, utilizando métodos demonstrativos simples e de baixo custo.

2 METODOLOGIA

A metodologia da Feira de Solos foi inspirada na proposta de Barrios et al. (2011), e adaptada à realidade local. Realizou-se uma mística de abertura, buscando motivar e sensibilizar os participantes para a importância do solo para nossas vidas. Os participantes foram “batizados” com lama, simbolizando a ligação do ser humano com o solo, com a Mãe Terra (Figura 1). Espaços de mística contemplam um dos pilares da Etnopedologia denominado de *kosmus*, que valoriza as crenças das comunidades, e como elas se relacionam com seu sistema de conhecimentos (*corpus*) e com suas práticas (*praxis*), formando um complexo k-c-p (TOLEDO e BARRERA-BASSOLS, 2015).



Figura 1 – Mística de batizar os participantes com lama, simbolizando a ligação do ser humano com o solo.

Em seguida, realizou-se uma retrospectiva das etapas da pesquisa e uma apresentação dos resultados, buscando o entendimento e a confirmação ou não dos resultados pelos agricultores. Para isto, organizou-se quatro mesas temáticas: 1) cor e matéria orgânica; 2) textura e estrutura; 3) vida do solo e 4) fertilidade. As mesas foram elaboradas com experiências práticas, materiais para visualização e banners com resultados. Os trabalhos foram conduzidos por estudantes do Curso Técnico Integrado de Agroecologia, dos cursos superiores de Agronomia e Biologia e do Mestrado e Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas da UFV. Os participantes foram organizados em quatro grupos e cada grupo ocupava a mesa por cerca de 30 minutos, de forma que todos os participantes passassem por todas as mesas.

2.1 Cor e Matéria Orgânica

Esta mesa teve como objetivo discutir a importância da matéria orgânica e da cor como importantes indicadores de qualidade do solo. Foram expostos na mesa solos de diversas cores, alguns deles levados pelos próprios agricultores. Foram apresentados

diferentes tipos de rochas e horizontes de solos originados dessas rochas, para ilustrar a formação dos solos. Ainda nesta mesa, utilizou-se um simulador de erosão (CAPECHE, 2009) para dialogar sobre a importância da cobertura vegetal para a conservação do solo (Figura 2).



Figura 2 – Mesa temática sobre cor e matéria orgânica do solo.

2.2 Textura e Estrutura

Solos com diferentes texturas (argiloso, siltoso e arenoso) foram colocados em potes para que os agricultores pudessem ver e sentir pelo tato as diferentes texturas. Foi avaliada a retenção e infiltração de água fazendo passar água por solos de diferentes texturas (UFPR, 2014). Torrões de solos com diferentes estruturas foram amarrados em um barbante e inseridos em água, observando o tempo para desfazer os torrões de diferentes estruturas (Figura 3).



Figura 3 – Mesa temática sobre textura e estrutura do solo.

2.3 Vida do solo: microrganismos e macrofauna

Nessa mesa foram abordados os microrganismos e a macrofauna edáfica. Para apresentar a importância dos microrganismos para o solo, foi confeccionado, na presença dos agricultores, um preparado de Microrganismos Eficientes (EM), explicando o passo-

a-passo de preparação desta tecnologia utilizada para potencializar a vida do solo (ANDRADE, 2011). Para ilustrar a importância da macrofauna foi construído um minhocário campeiro (SCHIEDECK et al., 2007), de baixo custo e simples de ser replicado pelos agricultores. Foi também apresentada fezes de boi retirada de uma pastagem, com evidências, no solo presente na parte inferior, do trabalho de um besouro “rolabosta” (*Scarabeidae*), inseto que contribui com a decomposição das fezes, a ciclagem de nutrientes, o controle da mosca-de-chifres, entre outros benefícios (Figura 4).



Figura 4 – Mesa temática sobre vida do solo. Ao fundo, à esquerda, minhocário campeiro.

2.4 Fertilidade do solo

Os agricultores levaram diferentes plantas espontâneas indicadoras de qualidade do solo, que foram expostas na mesa (Figura 5). Os dados de fertilidade química das análises realizadas das áreas dos assentamentos foram apresentados em forma de mapas de fertilidade, facilitando a compreensão dos agricultores. Para demonstrar as cargas da argila e seu papel na retenção ou lixiviação de nutrientes do solo, utilizou-se dois fios de cobre ligados aos polos positivo e negativo de uma bateria, que foram inseridos em uma solução com solo argiloso, que foi atraído pelo polo positivo da bateria, por ter a argila carga predominantemente negativa (UFPR, 2014).



Figura 5 – Mesa temática sobre fertilidade do solo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Participaram da experiência 58 pessoas, sendo 38 agricultores, 02 professores de ensino técnico, 12 estudantes (mestrado, graduação e técnico) e 06 técnicos.

Na mesa temática sobre cor e matéria orgânica muitos agricultores se utilizaram de conceitos apreendidos durante a pesquisa, ressaltando que a cor depende do tipo de rocha de origem, da matéria orgânica e do clima, sendo que o horizonte A é mais escuro por causa da matéria orgânica e o vermelho é devido a presença do ferro (óxidos). Os agricultores fizeram também diversas observações sobre a cor como indicador de qualidade do solo.

“Essa terra branca é utilizada para passar barro no fogão, mas se plantar nela, ela não produz”. (N.A.S., 52 anos, masc.)

“Depende da cultura que você usar nela. A terra vermelha é melhor pra café, a amarela é melhor pra lavoura branca, como o milho, pra banana...” (N.A.S., 52 anos, masc.)

Durante a experiência com o simulador de erosão hídrica os agricultores ressaltaram que práticas como queimadas e uso de herbicidas deixam a *“terra pelada”*, assim como capinar em excesso. Manter o solo coberto aumenta a matéria orgânica, que alimenta macro e microrganismos (PRIMAVESI, 2002), indicadores de qualidade de solo.

“Quando eu vejo uma queimada eu sinto até uma tristeza”. (A.C.R.A.; 62 anos, masc.)

“Importante é fazer parceria com a natureza”. (R.J.M., 43 anos, masc.)

Na mesa temática sobre textura e estrutura os agricultores puderam fazer análise sensorial da textura e discutir a interferência da textura do solo na permeabilidade de água e trabalhabilidade do solo, bem como a importância de um solo bem estruturado para o desenvolvimento das culturas.

Na mesa temática sobre vida no solo foi enfatizado o conceito de solo como organismo vivo (PRIMAVESI, 2002) e a importância da diversidade de organismos para o funcionamento do solo (macro e microfauna), bem como os danos causados por esses organismos em agroecossistemas desequilibrados.

Ao ouvir sobre a importância do besouro “rola-bosta”, uma agricultora exclamou que “*então a gente nem pode matar esse bichinho?*”, mostrando que ainda há a ideia de que todos os organismos são praga para as culturas ou causam danos ao ser humano, embora muitos agricultores tenham a noção de que a macrofauna contribui para a melhoria da qualidade do solo.

Dentre esses organismos benéficos estão as minhocas, que contribuem para melhorar a aeração e estrutura do solo e agem na transformação da matéria orgânica (NGO et al., 2012). Os agricultores podem potencializar o trabalho das minhocas incorporando matéria orgânica ao solo. Outra alternativa é criá-las em minhocários, como o modelo apresentado nessa mesa temática, para se utilizar o húmus, adubo produzido por elas (SOUZA et al., 2015).

Durante o processo de elaboração do EM, os agricultores que já utilizavam esse produto (alguns inclusive aprenderam a prepará-lo em uma das etapas desta pesquisa) falaram de sua experiência. Outros agricultores ficaram animados com a possibilidade de utilização, com baixo custo e sem risco ambiental e para a saúde, ao contrário dos agrotóxicos recomendados por técnicos.

“ Vou usar na minha taioba, tá dando um caramujinho... se for falar com o agrônomo a primeira coisa que ele vai falar pra usar é veneno...” (A.S.R.A., 56 anos, fem.).

“Na cochonilha do café o técnico me mandou jogar um veneno que custa cinquenta conto...se esquecer a área que usou o veneno, não pode entrar na lavoura... minha saúde não tem preço” (N.A.S., 52 anos, masc.).

Ao discutir fertilidade do solo, os agricultores deram as seguintes definições:

“É a qualidade, se ele está bom, regular, ruim ou ótimo” (E. R. A., 35 anos, masc.).

“É um lugar que produz muito” (G. R. A., 30 anos, fem.).

Sobre cargas do solo discutiu-se que elas são, no caso dos solos da região, majoritariamente negativas, o que é importante para atrair cátions, muitos deles nutrientes para as plantas (FURTINI NETO et al., 2001). Tais cargas são oriundas das argilas e da matéria orgânica. Além da demonstração das cargas, demonstrou-se também que as

cargas negativas atraem cargas positivas. Caso não houvesse tais cargas os nutrientes cátions seriam todos lixiviados pela ação da chuva. Como as argilas dos solos da região possuem baixa CTC (capacidade troca catiônica), procurou-se demonstrar a importância da matéria orgânica para a formação de cargas negativas e aumento da CTC.

A relação das plantas indicadoras de qualidade do solo levadas pelos agricultores encontra-se na Tabela 1. Os agricultores levaram também algumas plantas medicinais (picão, arnica, levante, guiné, erva de santa maria, carqueja, boldo), algumas delas também etnoindicadores de qualidade do solo.

“Lá no nosso terreno tem muito desse ai (marmelada)” (R.A.J., 32 anos, fem.).

“As plantas de terra forte geralmente são mais macias...” (E.R.A., 35 anos, masc.).

“Já tá dando desse carrapicho lá? Então o terreno tá melhorando, uai...” (A.J.S.A., 63 anos, masc.).

Tabela 1 - Plantas indicadoras de qualidade do solo levadas pelos agricultores para a Feira de Solos.

Terra Forte	Terra Fraca
Marmelada	Sapé
Erva canudo	Cabelo de sapo/barba de cigano
Arnica ¹	Carqueja ¹
Picão ¹	Capim amargoso
Carrapicho	
Capiçoba	
Quebra pedra ¹	
Caruru de porco	
Mentrasto	

¹ planta utilizada também como medicinal

Os dados sobre a análise química de rotina dos solos das áreas dos agricultores participantes foram apresentados por meio de um mapa de fertilidade. Dois destes mapas, um sobre CTC efetiva e outro sobre CTC potencial (pH 7) encontram-se na Figura 6.

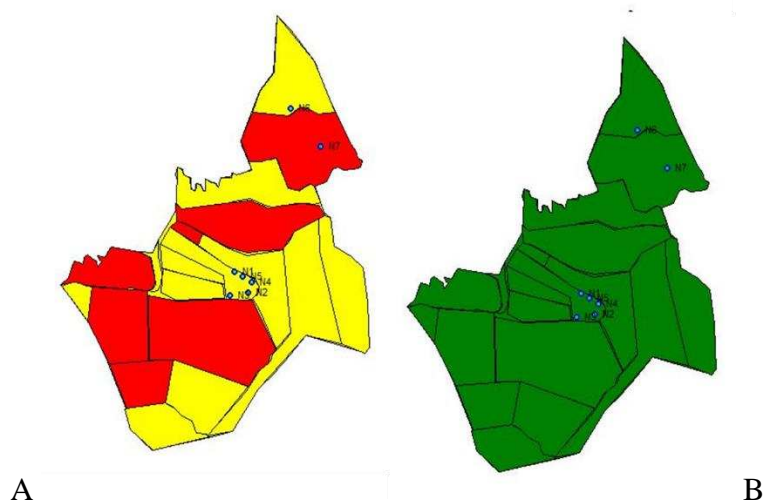


Figura 6 - Mapa da CTC efetiva (A) e potencial (B), sítio 8 de Março. As áreas em vermelho representam CTC baixa, em amarelo CTC média e em verde CTC alta.

No geral, as áreas apresentaram baixos teores de pH e fósforo, situação comum para os solos da região. Apresentaram matéria orgânica boa, CTC efetiva de média a baixa, mas elevada CTC potencial. A CTC potencial mostra que a área tem um potencial produtivo muito bom com a elevação do pH e neutralização dos teores de alumínio trocável. Os agricultores ficaram animados ao ver os dados da CTC efetiva, concluíram que, “*Se eu subir o pH, vai ficar tudo verde*”.

“Acidez (pH) da terra eu não sei o que acontece... pode fazer análise de solo todo ano, que todo ano aquilo tá atrapalhado... parece que é igual pressão de gente”
(S.R.A.; 38 anos, masc.).

4 CONCLUSÕES

A abordagem metodológica participativa e prática contribuiu para a interação e participação dos presentes, para a compreensão dos temas abordados. A feira de solos permitiu à pesquisadora cumprir o compromisso social da devolução dos dados da pesquisa. As atividades permitiram ressignificar os dados, pois a partir da interlocução com os sujeitos da pesquisa, informações novas foram adquiridas e outras foram reafirmadas.

A devolução dos dados foi também um importante momento para ampliar, a partir do diálogo, o conhecimento dos agricultores, estudantes, técnicos e professores sobre indicadores de qualidade do solo.

5 REFERÊNCIAS

ANDRADE, F. M. C. **Caderno de microrganismos eficientes (EM)**. Viçosa: UFV, 2009.

BARRIOS E., COUTINHO H.L.C., MEDEIROS C. A. B. **InPaC-S: Integração Participativa de Conhecimentos sobre Indicadores de Qualidade do Solo – Guia Metodológico**. World Agroforestry Centre (ICRAF), Embrapa, CIAT. Nairobi, 2011.

CAPECHE, C. L. **Confecção de um simulador de erosão portátil para fins de educação ambiental**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. (Embrapa Solos. Documentos, 116).

CARDOSO, I. M., et al. Continual learning for agroforestry system design: university, NGO and farmer partnership in Minas Gerais, Brazil. **Agricultural Systems**. v. 60, p. 235-257, 2001.

DEMO, P. **Pesquisa Participante - Saber pensar e intervir juntos**. LiberLivro, Brasília/2004.

FURTINI NETO, A. E. et al. **Fertilidade do solo**. Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

NGO, P.T. et al. The effect of earthworms on carbon storage and soil organic matter composition in tropical soil amended with compost and vermicompost. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 50, p. 214-220, 2012.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 2002.

SCHIEDECK, G. et al. **Minhocário campeiro de baixo custo para a agricultura familiar**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 4p. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 171).

SOUZA, M. E. P. et al. Vermicompostagem: potencializando as funções das minhocas. **Agriculturas**, v. 12 - n. 1, março 2015.

TOLEDO, V. M.; BARRERA-BASSOLS, N. **A memória biocultural: a importância ecológica das sabedorias tradicionais**. São Paulo: Expressão Popular, 2015. 272 p.

UFPR. Projeto Solo na Escola. <http://www.escola.agrarias.ufpr.br> Acesso em 02/11/2014.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa foi realizada com o objetivo de construir uma base integrada de conhecimento sobre indicadores de qualidade do solo, aliando o saber local ao conhecimento científico, considerados conhecimentos complementares. Para isso, seguiu-se os princípios teórico-metodológicos da Etnopedologia e da pesquisa participante, realizada de forma interdisciplinar, utilizando-se metodologias das ciências agrárias, ambientais e sociais.

Durante a pesquisa levantaram-se vinte e dois etnoindicadores de qualidade do solo, sete deles referentes a aspectos biológicos, dois a atributos químicos, sete aos aspectos físicos e seis indicadores visuais. Os etnoindicadores de qualidade do solo demonstraram a riqueza de conhecimentos dos agricultores sobre o solo e sobre as diversas interações que ocorrem em seus agroecossistemas e alguns foram semelhantes a indicadores identificados por outros autores em outros países, mostrando assim que os saberes dos agricultores em alguns casos não são tão específicos como apontam alguns autores.

O uso de etnoindicadores de qualidade dos solos é especialmente importante para construir estratégias de manejo e uso dos solos em regiões de paisagens heterogêneas como a Zona da Mata mineira, pois os diferentes ambientes necessitam de manejo específicos para manter e melhorar sua qualidade.

Os etnoindicadores são úteis também para estratificar as diferentes unidades da paisagem em conjunto com os agricultores. Em especial os etnopedoindicadores são importantes, já que o solo é um componente ambiental estratificador por excelência, pois alterações no solo representam alterações em todo o agro e ecossistema, e compreender a dinâmica do solo contribui para o melhor entendimento da paisagem local. Na pesquisa aqui apresentada foram estratificadas diversas unidades de paisagem, sendo encostas e baixadas as duas unidades de hierarquia superior. A partir delas, as demais, unidades foram estratificadas.

A estratificação de unidades de paisagem realizada a partir dos etnoindicadores é similar às classificações científicas no que diz respeito às pedoformas, mas foi mais detalhada, pois incorporou atributos do solo (como estrutura, pedregosidade, retenção de umidade e exposição à radiação solar), apenas possíveis de incorporação em escalas maiores e são difíceis de serem incorporadas em estratificações científicas que utilizam escalas menores e não incorporam o conhecimento dos agricultores.

A diversidade e o nível de detalhes dos etnoindicadores encontrados, aliados à estratificação ambiental extremamente detalhada, demonstraram o quanto os agricultores conhecem sobre seus solos e sobre as diversas interações que ocorrem em seus agroecossistemas. Este conhecimento é dinâmico, está em constante transformação, pois a medida que vão interagindo com a natureza e manejando suas áreas novos aprendizados são adquiridos e podem ser utilizados para avaliar, reavaliar e monitorar seus agroecossistemas. Entretanto, esse saber precisa ser reconhecido e ressignificado, restaurando a confiança do agricultor em seu conhecimento na hora de manejar seu agroecossistema, pois observou-se que muitas vezes, mesmo tendo os etnoindicadores como importantes, a tomada de decisão sobre o manejo a ser realizado é baseada apenas em indicadores técnicos, em especial aqueles indicados pela análise química de rotina dos solos.

Para aprofundar a avaliação dos ambientes e para instrumentalizar os agricultores para avaliações futuras utilizou-se uma metodologia simples, realizada a campo e baseada nos etnoindicadores apontados por eles. Os agricultores poderão, com base nos novos conhecimentos, utilizar tal metodologia, com suas adaptações, para monitorar e avaliar seus ambientes. Isto poderá contribuir para melhorar o manejo dos agroecossistemas.

Dentre os etnoindicadores presentes em tal metodologia, encontram-se as plantas espontâneas e a macrofauna. Estes já são indicadores utilizados por muitos agricultores, mas a metodologia permitiu um maior aprofundamento e ressignificar algumas de suas informações. Por exemplo, muitos organismos do solo são vistos como inimigos, mas a partir do entendimento dos mesmos como indicadores, os mesmos passam a ser vistos como colaboradores, que alertam para a situação dos solos dos agroecossistemas.

Em muitos casos os etnoindicadores foram similares aos indicadores técnicos de qualidade do solo. Entretanto, pôde-se observar que a avaliação dos agricultores foi mais detalhada que a avaliação feita pelos cientistas. A análise química, por exemplo, não indicou diferença entre alguns ambientes, enquanto os etnoindicadores indicaram. Por isto, na avaliação da qualidade do solo, não se deve utilizar apenas indicadores técnicos, mas também etnoindicadores, o que exige que as avaliações sejam feitas em parceria com os agricultores, que são os responsáveis por manter a qualidade do solo através do manejo que realizam.

A análise química dos solos é considerada por muitos como um instrumento inquestionável de avaliação da fertilidade do solo, mas que possui muitas limitações e é principalmente um instrumento de recomendação de corretivos e fertilizantes sintéticos.

Além disto, os agricultores não a compreendem e por isto a mesma transforma-se também em um instrumento de dominação do conhecimento técnico sobre o conhecimento dos agricultores. Por não compreenderem os resultados dessas análises, agricultores ficam à mercê das recomendações técnicas. Por isso, compreender a análise é importante para desmistificá-la como um instrumento apenas dos técnicos. Na pesquisa aqui apresentada, a partir de metodologias apropriadas os agricultores puderam aprofundar seus conhecimentos sobre a análise de solos.

Com relação às estratégias de manejo dos agroecossistemas, os agricultores têm conhecimento sobre práticas benéficas e prejudiciais ao solo, entretanto muitas vezes o paradigma criado pelo modelo convencional de agricultura, e difundido pela assistência técnica rural, deixa os agricultores inseguros em relação à priorização de técnicas mais ecológicas de manejo dos agroecossistemas. Instrumentos como a análise de solo, precisam ser articulados a uma compreensão mais geral sobre a formação de solo e manejo integrado da fertilidade e utilizados como mecanismos de diálogo de saberes. Este diálogo permitirá o incentivo às práticas agroecológicas de manejo do solo, muitas delas conhecidas pelos agricultores.

Os resultados obtidos na pesquisa aqui apresentados foram socializados com os participantes na Feira de Solos, que também foi um momento de aprofundamento sobre o entendimento de todos sobre atributos físicos, químicos e biológicos e sobre o manejo agroecológico do solo. A realização da Feira de Solos permitiu a pesquisadora honrar o compromisso social e ético de devolver os resultados de suas pesquisas.

Durante toda a pesquisa procurou-se exercitar o o diálogo entre técnicos e agricultores, o que contribuiu para o aprendizado coletivo e para ressignificar diversos aspectos relacionados à compreensão sobre os solos. Todo esse processo, na medida em que integra saberes e promove a participação de organizações ligadas aos agricultores, ONGs e instituições de ensino, promove o fortalecimento dos vínculos institucionais, imprescindível para o avanço dos agroecossistemas à transição agroecológica, entendida como a alternativa viável e necessária para a manutenção e melhoria da qualidade dos solos, que promoverá a qualidade dos agroecossistemas da região, e atribui à pesquisa maior utilidade prática, na medida em que seus resultados são apropriados pelos grupos de interesse.

Durante a pesquisa surgiram indicações de futuras pesquisas, como a melhor compreensão do significado de indicadores como “terra travada”, atribuída pelos agricultores às raízes da braquiária; “exposição ao sol”, relacionado à face da unidade da

paisagem; “presença de lodo”, relacionado à presença de musgos em áreas degradadas em descanso e “proximidade de pedra”, referente a áreas com afloramentos rochosos. Técnicas envolvendo os solos utilizadas pelos agricultores, como uso de terra de formigueiro para conservar grãos de feijão, também precisam ser melhor analisadas. A continuidade dos estudos sobre etnoindicadores de qualidade de solo e estratificação ambiental participativa pode contribuir para aprofundar a construção de estratégias de manejo do solo adaptadas à realidade ecológica e socioeconômica dos agricultores e também para romper com a dualidade entre conhecimento científico e popular.

Um dos maiores desafios desta pesquisa foi não cair na armadilha de querer legitimar o saber local pelo saber científico, pois o saber local existe *per si* e pode conduzir a forma de manejo dos agricultores, independente do saber científico. A tentação de comparar os dois saberes e, a partir da pretensa soberania do científico, considerar o saber local válido apenas se coincidir com ele, está constante em diversas pesquisas etnopedológicas, pois os pesquisadores são tradicionalmente formados em instituições de ensino que possuem essa lógica. Este tipo de estudo deve servir para reconhecer e dar visibilidade ao conhecimento dos agricultores, e a interação com o conhecimento científico deve auxiliar em aprofundamentos e compreensão dos processos que sublinham o conhecimento dos agricultores.

A pesquisa aqui apresentada contribuiu também para ampliar entre os participantes (agricultores, técnicos, professores e estudantes) a compreensão sobre a importância e sobre a fragilidade dos solos, e para construir ferramentas para se avaliar e monitorar a qualidade dos solos nos agroecossistemas, que pode futuramente ser ampliado para avaliação dos agroecossistemas da região. Para os técnicos pode auxiliar na construção de estratégias de uma assistência técnica mais dialogada, que respeite o saber dos agricultores, e não apenas aplique recomendações técnicas.

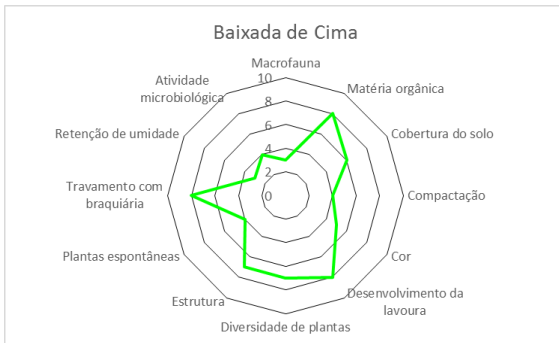
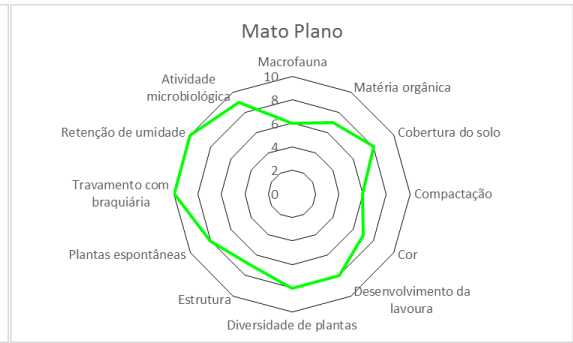
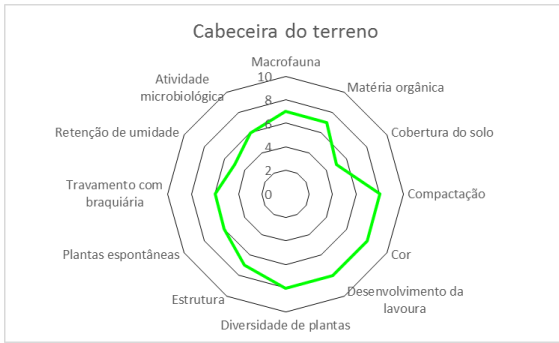
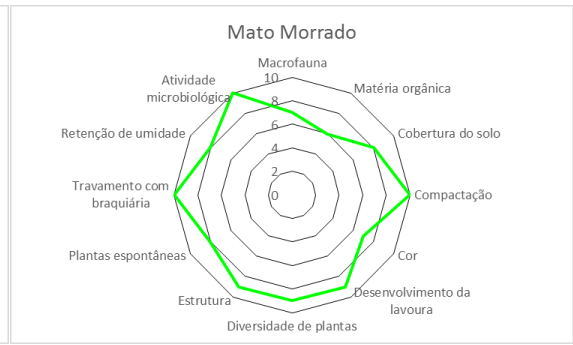
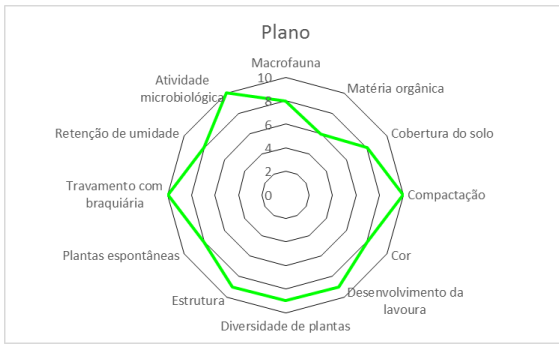
A pesquisa contribuiu ainda para solidificar a parceria entre os grupos participantes, que permitirá a realização de ações futuras de integração de saberes visando à melhoria do manejo dos solos dos agroecossistemas da Zona da Mata mineira.

Para a autora deste trabalho, ficam o fortalecimento das relações pessoais e profissionais, um grande aprendizado, e a sensação de que ainda há muito o que se fazer e aprender na construção do conhecimento para a transição agroecológica, afinal a agroecologia é “um aprendizado infinito” (agricultor agroecológico de Araponga).

ANEXOS

ANEXO 1 - Gráficos em forma de radar construídos a partir das notas atribuídas pelos agricultores de Araçonga aos indicadores de qualidade do solo, nos diferentes ambientes do Sítio Oito de Março. As linhas em vermelho indicam ambientes que estão abaixo do limite da sustentabilidade (média inferior a 5,0).





ANEXO 2 - Gráficos em forma de radar construídos a partir das notas atribuídas pelos agricultores de Muriaé aos indicadores de qualidade do solo, nos diferentes ambientes da Associação Bonsucesso.

