

# Guia prático de avaliação participativa da qualidade do solo em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH)

2ª Edição

Jucinei José Comin  
Jamil Abdalla Fayad  
Claudinei Kurtz  
Álvaro Luiz Mafra  
Pierre Curmi



# **Guia prático de avaliação participativa da qualidade do solo em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH)**

**Organizadores**

**Jucinei José Comin  
Jamil Abdalla Fayad  
Claudinei Kurtz  
Álvaro Luiz Mafra  
Pierre Curmi**



**UFSC  
Florianópolis  
2020**

**Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária da  
Universidade Federal de Santa Catarina**

G943 Guia prático de avaliação participativa da qualidade do solo em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) / organizadores, Jucinei José Comin... [et al.]. – 2. ed. – Florianópolis : UFSC, 2020.  
18 p. : il., gráf., tab.

Inclui bibliografia.

1. Ciência do solo. 2. Solos – Manejo – Conservação. 3. Solos – Qualidade – Indicadores. I. Comin, Jucinei José.

CDU: 631.4.004.5

Elaborada pela bibliotecária Suélen Andrade – CRB-14/1666

### **Organizadores**

Jucinei José Comin - Engenheiro agrônomo, Dr., CCA / UFSC / Florianópolis, SC.

Jamil Abdalla Fayad - Engenheiro agrônomo, M.Sc., Extensionista sênior / Florianópolis, SC.

Claudinei Kurtz - Engenheiro agrônomo, Dr., EPAGRI / Ituporanga, SC.

Álvaro Luiz Mafra - Engenheiro agrônomo, Dr., CAV / UDESC / Lages, SC.

Pierre Curmi - Engenheiro agrônomo, Dr., AgroSup Dijon / França.

### **Equipe de Geração e Adaptação de Conhecimentos**

Arcângelo Loss - Engenheiro agrônomo, Dr., CCA / UFSC / Florianópolis, SC.

Carlos Allberto Koerich - Técnico Agrícola, Epagri / Angelina, SC.

Cledimar Rogério Lourenzi - Engenheiro agrônomo, Dr., CCA / UFSC / Florianópolis, SC.

Darlan Rodrigo Marchesi - Engenheiro agrônomo, M.Sc., Epagri / Criciúma, SC.

Édio Zunino Sgrott - Engenheiro agrônomo, Epagri / Ituporanga, SC.

Edson Walmor Wuerges - Engenheiro agrônomo, M.Sc., Extensionista sênior / Florianópolis, SC

Fabiane Machado Vezzani - Engenheira agrônoma, Dra., SCA / UFPR / Curitiba, PR.

Fábio Satoshi Higashikawa - Engenheiro agrônomo, Dr., Epagri / Ituporanga, SC.

Guilherme Wilbert Ferreira - Engenheiro agrônomo, Doutorando, CCA / UFSC / Florianópolis, SC.

Gustavo Brunetto - Engenheiro agrônomo, Dr., CCR / UFSM / Santa Maria, RS.

Ildgardis Bertol - Engenheiro agrônomo, Dr., CAV / UDESC / Lages, SC.

Leandro do Prado Wildner - Engenheiro agrônomo, M.Sc., Epagri / CEPAF / Chapecó, SC.

Lucas Dupont Giumbelli - Engenheiro agrônomo, Doutorando, CCA / UFSC / Florianópolis, SC.

Marcelo Zanella - Engenheiro agrônomo, Epagri / GRF, Florianópolis, SC.

Monique Souza - Engenheira agrônoma, Dra., CCA / UFSC / Florianópolis, SC.

Paulo Emilio Lovato - Engenheiro agrônomo, Dr., CCA / UFSC / Florianópolis, SC.

Paulo Francisco da Silva - Engenheiro agrônomo, M. Sc. Epagri / Florianópolis, SC.

Renato Guardini - Engenheiro agrônomo, M. Sc., Epagri / Tijucas, SC.

Thiago Stacowski dos Santos - Engenheiro agrônomo, Doutorando, CCA / UFSC / Florianópolis, SC.

Valdemar Arl - Engenheiro agrônomo, Dr., Agroecologista e Educador Popular / Caçador, SC.

Vilmar Müller Júnior - Engenheiro agrônomo, Doutorando, CTC / UFSC / Florianópolis, SC, Técnico de Laboratório / IFPR / Campo Largo, PR.

### **Correção Gramatical:**

Jucinei José Comin; Arcângelo Loss e Fabiane Vezzani

### **Projeto Gráfico:**

André Jaime Lopes - dgandrejaime@gmail.com

### **Impressão:**

### **Contato com Organizadores:**

j.comin@ufsc.br  
(48) 3721-5433

Ano: 2020

Tiragem 1000 exemplares

Material elaborado com recursos da FUNDAÇÃO AGRISUS, PA 2533/18 - Atributos microbiológicos em solo sob aplicação de dejetos suínos.

## O SPDH COMO PRODUTOR DE QUALIDADE DO SOLO

Por conta do material de origem e dos processos de formação do solo, muitos solos tropicais e subtropicais apresentam baixa fertilidade natural e problemas com acidez (p. ex.: pH baixo, toxidez por alumínio), baixo teor de matéria orgânica, deficiência e/ou indisponibilidade de nutrientes, risco de estresse hídrico em diferentes graus e alta suscetibilidade à erosão. Ademais, o uso de práticas de manejo inadequadas tem acentuado o grau dessas limitações.

A ocorrência de grandes áreas de solos degradados por processos físicos, químicos e biológicos e a constatação da importância do solo para a manutenção da qualidade do ambiente têm despertado o interesse e a necessidade de avaliar a Qualidade do Solo. Isso também desperta para a necessidade do desenvolvimento de sistemas de manejo que promovam o equilíbrio entre a Qualidade do Solo e as necessidades das culturas agrícolas. Ao invés da simples busca pela máxima produtividade das culturas, deve-se manejar o solo de forma que a produtividade seja sustentada por longo tempo e de forma constante (VEZZANI e MIELNICZUK, 2009).

Karlen et al. (1997) tomaram por base os conceitos de Larson e Pierce (1994) e Doran e Parkin (1994), e publicaram o conceito em que “Qualidade do Solo é a capacidade de um solo funcionar dentro dos limites de um ecossistema natural ou manejado, para sustentar a produtividade de plantas e de animais, manter ou aumentar a qualidade do ar e da água e promover a saúde das plantas, dos animais e dos homens”. Assim, a Qualidade do Solo é entendida, como um processo ecológico que atende três pilares: a produtividade, a saúde e a qualidade de todos os componentes do ambiente (VEZZANI et al., 2019).

A compreensão sistêmica do solo parte do princípio que ele é um sistema vivo. Nesta visão, o solo é resultado da organização de seus componentes e respectivas relações em uma configuração na forma de rede em que cada componente exerce influência sobre o outro. Os minerais, as plantas e os organismos do solo compõem essa rede de relações e ao interagirem entre si, promovem a atividade e o funcionamento do solo. É por meio dessa rede de relações entre os componentes que ocorre o movimento dos compostos orgânicos, um processo resultante da vida. Isso porque são processos biológicos que conduzem todo o percurso dos compostos orgânicos no sistema solo. Vejamos, se considerarmos como ponto inicial desse percurso, a captação do carbono atmosférico pelas plantas - processo biológico da fotossíntese - e o posterior caminho percorrido por este carbono que compõe o tecido das plantas até a formação da matéria orgânica do solo, há a formação dos agregados do solo nesse percurso - processos biológicos da decomposição e da ação das raízes e dos fungos rizoféricos. Os agregados do solo, então, além de serem

constituídos do carbono orgânico oriundo das plantas, são ricos em organismos que ficam alojados nos micronichos formados durante o processo de agregação. Fica evidente, assim, que a vida está atuando para manter o sistema solo organizado e funcionando (VEZZANI et al., 2019).

A visão integradora de Qualidade do Solo asentada na sustentabilidade ambiental tem relação direta com os Serviços Ecosistêmicos, que são serviços prestados pelos ecossistemas para os seres humanos. No sentido inverso, estão os Serviços Ambientais, que são os serviços prestados pelos seres humanos para a manutenção dos ecossistemas (VEZZANI et al., 2019).

O Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) propõe, em seu eixo técnico-científico, os seguintes princípios:

- Promoção do conforto da planta por meio da minimização de estresses nutricional, hídrico, térmico, luminoso, químico, etc. e arranjos espaciais associados à arquitetura do sistema radicular e ao tamanho da planta;
- Nutrição da planta com base nas taxas diárias de absorção de nutrientes, adequando-a às condições ambientais, às reservas nutricionais do solo e aos sinais apresentados pela própria planta;
- Adição superior a 10 toneladas de fitomassa (massa seca) por hectare e por ano por meio dos planos de rotação;
- Rotação de culturas e de adubos verdes (cultivados e espontâneos), evoluindo para a rotação com animais manejados no Pastoreio Racional Voisin (PRV);
- Revolvimento do solo restrito às linhas de plantio ou berços de semeadura;
- Manejo dos adubos verdes espontâneos utilizando o rolo-faca e a roçadeira de forma a melhorar o sistema com plantas mais adaptadas às condições locais e sem prejudicar a produção da cultura econômica, evoluindo para o plantio direto com cobertura viva (estratégia eficiente para eliminar o uso dos herbicidas);
- Diminuição progressiva até a eliminação do uso de adubos altamente solúveis e de agrotóxicos;
- Produção de mudas e sementes em condições de enfrentar os estresses abiótico e biótico, relacionado ao estabelecimento da futura planta no campo e sujeita a agentes patogênicos prejudiciais;
- Diminuição dos custos de produção e ambiental, e aumento da produtividade das culturas e das criações;
- Disposição na paisagem rural de matas, corredores ecológicos e bosques associados às lavouras e criações (MASSON et al., 2019).

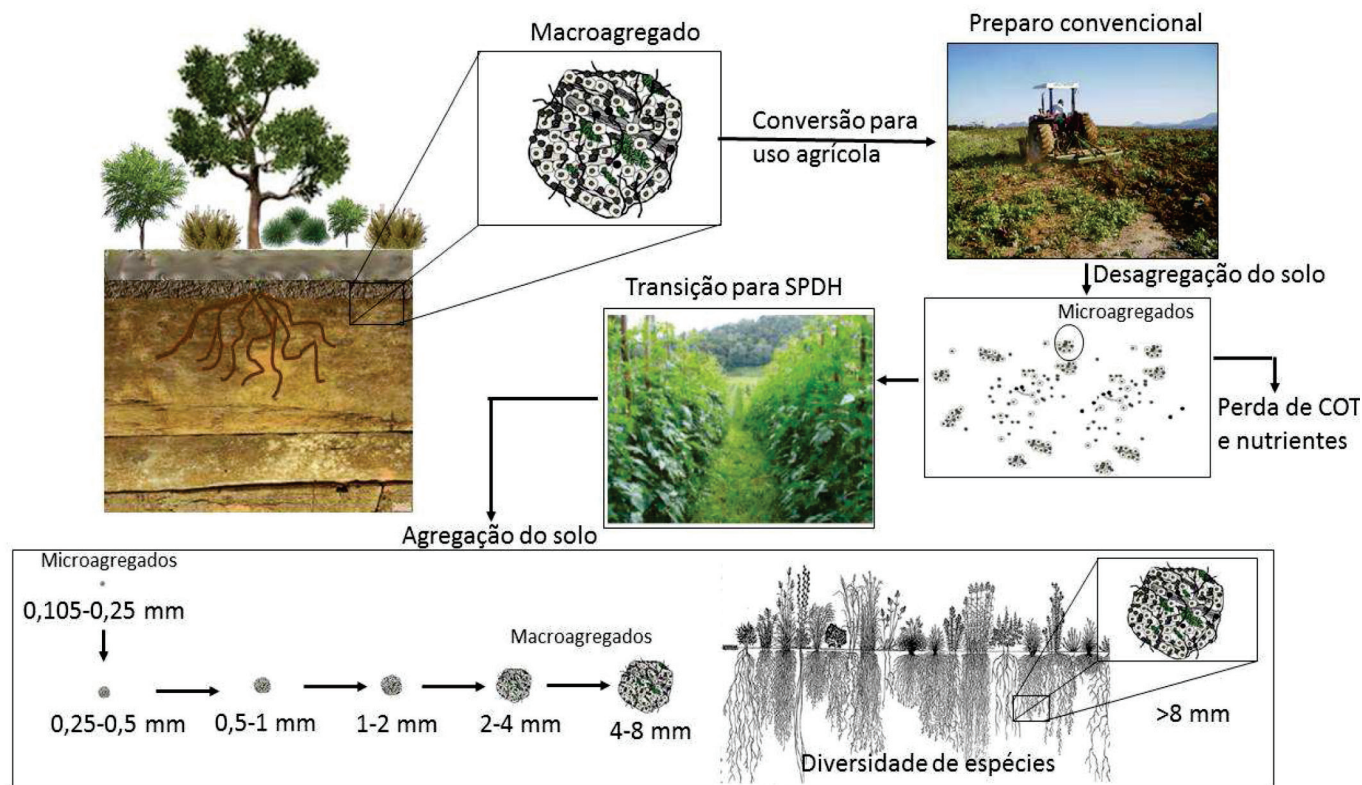
Por meio dos planos de rotação de culturas, do cultivo diversificado de plantas e/ou o manejo das plantas espontâneas, o SPDH incrementa os teores de matéria orgânica do solo e, conseqüentemente,

melhora a estrutura do solo, principalmente, pela formação de bioporos pelo crescimento e posterior decomposição das raízes das plantas e a formação dos macroagregados do solo (LOSS et al., 2015; VEZZANI et al., 2019).

Um sistema de produção agrícola que fornece grande quantidade de compostos orgânicos, através do cultivo diversificado de plantas, melhora a estrutura do solo, formando macroagregados, que são estruturas complexas e diversificadas, formadas pelo agrupamento de microagregados (VEZZANI e MIELNICZUK, 2009). No SPDH ou em áreas de florestas nativas predominam os macroagregados, pois tem-se constantemente aporte de resíduos vegetais na superfície do solo e na camada utilizada pelas raízes pela renovação constante do sistema radicular e liberação de exsudatos (Figura 1).

Em sistemas como o SPDH têm-se propriedades emergentes como: resistência do solo à erosão; maior infiltração e retenção de água no solo; aumento

dos teores de carbono e nutrientes; maior capacidade de troca de cátions; complexação de compostos orgânicos e inorgânicos; e estímulo ao crescimento da vida no solo - micro e macrobiota. De maneira oposta, em um sistema de produção agrícola pouco diversificado e que fornece pequena quantidade de compostos orgânicos, a exemplo do sistema de preparo convencional (SPC), predominam os microagregados. Nesse sistema, devido às constantes operações de preparo do solo (aração, gradagens, escarificação e/ou subsolagem), os macroagregados são quebrados, liberando os microagregados e aumentando as perdas de solo e nutrientes. Nesse sistema tem-se: compactação do solo, suscetibilidade à erosão; diminuição dos teores de carbono e nutrientes; contaminação de águas superficiais e subterrâneas; emissão de gases de efeito estufa para a atmosfera, a exemplo do gás carbônico; e diminuição da biota do solo (VEZZANI et al., 2019).



**Figura 1.** Ilustração da formação e estabilização de macroagregados em área de vegetação nativa (floresta). Após a conversão da área de floresta para uso agrícola com o sistema de preparo convencional do solo (SPC) tem-se o predomínio de microagregados. Em seguida, com a substituição do SPC pelo SPDH, observa-se a re-agregação do solo pela união dos microagregados para formar os macroagregados, com redistribuição do carbono entre as classes de tamanho de agregados. COT=carbono orgânico do solo (Fonte: Adaptado de TIVET et al., 2013)

Por isso, para favorecer a Qualidade do Solo, os sistemas agrícolas devem ser planejados para cultivar constantemente plantas de diferentes famílias botânicas que forneçam grande quantidade de biomassa, com elevada qualidade, em consórcio e/ou rotação, e com o revolvimento do solo restrito às linhas ou berços de semeadura (Figura 1).

Em geral, resíduos com maior relação C/N, maior teor de lignina e menor de celulose, como os das gramíneas (*Poaceae*), entre elas, a aveia preta (*Avena strigosa*) e o centeio (*Secale cereale*), liberam os nutrientes de forma mais lenta e gradual (GIACOMINI et al., 2003). Por outro lado, as brássicas (*Brassicaceae*), como o nabo-forrageiro (*Raphanus*

*sativus*), e as leguminosas (*Fabaceae*), como a ervilhaca-comum (*Vicia sativa*) e os tremoços (*Lupinus* sp), possuem menor valor de relação C/N, menores teores de lignina e maiores de celulose, o que estimula a liberação mais rápida de nutrientes (CRUSCIOL et al., 2005). Assim, o uso de consórcios de plantas que integrem diferentes espécies é uma estratégia-chave de manejo para proporcionar condições intermediárias das características dessas espécies e, tanto para manter os resíduos vegetais na superfície do solo em quantidades adequadas para sua proteção e manutenção da matéria orgânica do solo, como para decompor e realizar a ciclagem dos nutrientes disponibilizando-os às novas plantas que se desenvolverão na área.

Gramíneas como a aveia-preta e o centeio possuem sistema radicular fasciculado e denso, que distribui mais uniformemente os exsudatos radiculares, aproxima as partículas do solo, favorece a agregação nas camadas mais superficiais do solo (0-5 e 5-10 cm) e funciona como uma espécie de rede de sustentação do solo (Figura 2); e o nabo-forrageiro, por sua vez, imprime maior efeito físico ao solo ao comprimi-lo à medida que desenvolve seu sistema radicular pivotante, favorecendo maiores índices de agregação na camada de solo de 10-20 cm, como observado por Loss et al. (2015).



**Figura 2.** Sistema radicular fasciculado e denso de gramínea, o qual aproxima as partículas do solo, favorece a agregação e funciona como uma espécie de rede de sustentação do solo. (Fonte: SÉGUY et al., 2001)

## AVALIANDO A QUALIDADE DO SOLO DE FORMA PARTICIPATIVA

Ao considerarmos a relevância das funções ecossistêmicas do solo para a vida no planeta, mesmo que as avaliações participativas da Qualidade do Solo não englobem essa complexidade, elas incluem os agricultores e permitem/estimulam que eles se questionem sobre suas realidades e necessidades. Também permitem que escolham indicadores que integrem as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, que representem processos relevantes para

as funções do solo e que sejam sensíveis a mudanças decorrentes das práticas de manejo. As avaliações participativas também ajudam na escolha de indicadores de fácil uso, propiciando adequada análise e interpretação, sendo o caminho mais apropriado para se chegar a avaliações integradoras do solo (VEZZANI e MIELNICZUK, 2009; BOURSCHEID, 2015; VEZZANI et al., 2019).

A partir do método de avaliação participativa da Qualidade do Solo, o agricultor se questiona e avalia a forma de produção, o uso do solo e as consequências de suas ações para o solo cumprir

adequadamente suas funções e a implicação disso no seu bem-estar. Por meio de indicadores, é possível verificar, em propriedades agrícolas, em diferentes sistemas de produção, os efeitos negativos ou positivos das práticas de manejo na sustentabilidade dos agroecossistemas. Além disso, os indicadores podem ser avaliados repetidamente permitindo monitorar solos durante o sistema de cultivo, ou ainda, durante o processo de transição da agricultura convencional para a agroecológica, em que diferentes práticas de manejo são introduzidas ao longo do tempo (VEZZANI et al., 2019).

A metodologia de avaliação participativa da Qualidade do Solo apresentada aqui foi elaborada tomando por base os trabalhos de Altieri e Nicholls (2002) e de Gautronneau e Manichon (1987). A seguir, apresentamos um conjunto de indicadores passíveis de serem utilizados para a avaliação da Qualidade do Solo em diferentes sistemas de manejo (Quadro 1). Reforça-se que a avaliação participativa da Qualidade do Solo pressupõe a escolha de indicadores com base no conhecimento dos participantes. Tais indicadores devem ser adaptados à realidade local e adequados para cada tipo de avaliação.

Uma vez escolhidos os indicadores de Qualidade do Solo e definido como avaliá-los, sugere-se atribuir notas a cada indicador em uma escala que pode variar de 1 a 10 ou de 1 a 5. No caso do intervalo de 1 a 10, a nota 1 será atribuída à pior condição para aquele indicador, ou seja, o cenário

indesejável; a nota 5 será atribuída a uma condição minimamente aceitável; e a nota 10 será dada àquela condição desejável, ou seja, a situação ideal, semelhante a uma área de vegetação nativa (Figura 1). Evidentemente notas intermediárias podem ser atribuídas aos indicadores.

Sugerimos que a avaliação da Qualidade do Solo por meio dos indicadores apresentados no Quadro 1 seja efetuada no conjunto do perfil cultural. No entanto, deve-se considerar que a avaliação de cada indicador tem as suas peculiaridades. Por exemplo, a avaliação do indicador matéria orgânica comumente será feita em uma camada de 0-20 cm de profundidade, enquanto a avaliação do indicador enraizamento na camada de 0-40 cm. Mas esta camada poderá ser variável de acordo com os diferentes cenários que serão avaliados, assim como as diferentes classes de solos que existem.

Para facilitar a atribuição de notas aos indicadores, recomendamos usar um cenário de referência, como por exemplo, uma mata nativa situada sobre o mesmo tipo de solo e topografia da área ou sistema a ser avaliado. Após a atribuição das notas aos indicadores, serão confeccionados diagramas tipo teia ou guarda-chuva ou radar ou pizza (Figura 3). Esse tipo de representação permite fácil visualização do estado da Qualidade do Solo, pois os valores mais próximos do lado externo do gráfico indicam que o sistema está mais próximo da condição ideal.

**Quadro 1.** Sugestão de indicadores de Qualidade do Solo com os respectivos valores (mínimo, médio e máximo) e características de avaliação. A abreviação de cada indicador está apresentada entre parênteses.

Indicadores	Valor	Características
Cor, odor e teor de matéria orgânica (Matéria orgânica)	1	Coloração mais clara, odor desagradável, teor muito baixo de matéria orgânica
	5	Coloração mais escura, sem odor marcante, teor médio de matéria orgânica
	10	Coloração escura, odor de terra de mata, teor alto de matéria orgânica
Profundidade do solo explorada pelas raízes (Enraizamento)	1	Camada de solo explorada não ultrapassa 10 cm de profundidade
	5	Camada de solo explorada entre 10 e 20cm de profundidade
	10	Camada de solo explorada superior a 40 cm de profundidade
Estrutura do Solo (Estrutura)	1	Solo pulverizado, sem a presença de agregados visíveis, e/ou com abundância de torrões compactados
	5	Solo com poucos agregados visíveis, que se rompem com leve pressão, e/ou com média presença de torrões compactados
	10	Solo com muitos agregados, que mantém a forma após leve pressão, sem a presença de torrões compactados
Compactação e Infiltração (Compactação)	1	Camada muito compactada, apresentando elevada resistência à penetração da ponta da faca e com baixa ou nenhuma infiltração de água
	5	Camada compactada, apresentando média resistência à penetração da ponta da faca e com infiltração lenta de água
	10	Sem presença de camada compactada, a ponta da faca penetra facilmente no solo e com infiltração rápida de água

Erosão (Erosão)	1	Erosão severa, presença de sulcos e canais de erosão
	5	Erosão pouco visível (laminar), o escoamento não cria sulcos
	10	Sem sinais visíveis de erosão
Retenção de água (Umidade)	1	Sem umidade aparente, o solo seca rápido
	5	Baixa capacidade de retenção de água durante estiagem prolongada
	10	Alta capacidade de retenção de água mesmo durante estiagem prolongada
Atividade biológica (Macrofauna)	1	Sem sinais da presença de minhocas e/ou artrópodes
	5	Presença de algumas minhocas e/ou artrópodes
	10	Abundância de minhocas e/ou artrópodes
Estado dos restos vegetais e cobertura do solo (Palhada)	1	Pouca ou nenhuma palhada, sem sinais de decomposição
	5	Fina camada de palhada, cobertura do solo inferior a 50%
	10	Espessa camada de palhada, restos vegetais em diferentes estágios de decomposição, cobertura do solo superior a 90%
Diversidade de plantas espontâneas (Plantas espontâneas)	1	Presença de uma espécie
	5	Presença de duas a quatro espécies, com predominância de uma espécie
	10	Presença de cinco ou mais espécies, sem predominância de uma espécie
Quantidade e qualidade de biomassa de forrageiras em PRV* (Biomassa forrageira)	1	Baixa quantidade e qualidade de plantas forrageiras que não são consumidas pelos animais
	5	Média quantidade e qualidade de plantas forrageiras que são pouco consumidas pelos animais. A quantidade não é suficiente para alimentá-los
	10	Alta quantidade e qualidade de plantas forrageiras que são bem consumidas pelos animais. A quantidade é suficiente para alimentá-los
Diversidade de espécies forrageiras em PRV* (Diversidade forrageira)	1	Menos de três espécies forrageiras
	5	Quantidade média de espécies de plantas forrageiras, variando entre quatro e sete
	10	Várias espécies de plantas forrageiras, igual ou superior a oito

\*Pastoreio Racional Voisin

Os indicadores compactação e infiltração de água foram agrupados neste guia prático, mas podem ser avaliados em separado. Para a avaliação do indicador infiltração de água, recomendamos introduzir um tubo de PVC com 20-30 cm de comprimento e 10-15 cm de diâmetro no solo, despejar um volume de água conhecido e marcar o tempo que a água levará para infiltrar completamente.

Para o teor de matéria orgânica associado à atividade microbiológica, acrescenta-se certo volume de água oxigenada (peróxido de hidrogênio a 10 %) em um recipiente transparente com alguns gramas de solo e observa-se a intensidade e a duração da efervescência. Ocorrendo pouca ou quase nenhuma efervescência e com curta duração, a atividade biológica e o teor de matéria orgânica poderão ser considerados baixos. Por outro lado, uma efervescência abundante e duradoura indicará um solo com elevada atividade biológica e alto teor de matéria orgânica.

Muitas plantas espontâneas são indicadoras de determinada condição do solo. A título de exemplo, apresentamos algumas plantas apontadas por Primavesi (2016) como indicadoras: a samambaia-das-taperas (*Pteridium aquilinum*) é comum em solos muito ácidos não cultivados, especialmente em pastagens, indicando elevados teores de alumínio e

deficiência de cálcio; a grama missioneira (*Axonopus compressus*) se desenvolve em solos muito ácidos e pobres quimicamente; o picão-branco (*Galinsoga parviflora*) indica excesso de nitrogênio e deficiência de cobre; a língua-de-vaca (*Rumex obtusifolius*) indica excesso de nitrogênio de origem animal; a tanchagem (*Plantago tomentosa*, *P. lanceolata*) cresce em solos deficientes em cálcio; o amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) ocorre em solos deficientes em molibdênio; a guanxuma (*Sida rhombifolia*) indica a presença de espessa camada compactada. A lista completa e detalhada das plantas indicadoras pode ser consultada na obra de Primavesi (2016).

## PASSOS PARA A ESCOLHA DO PONTO DE OBSERVAÇÃO E PREPARO DO PERFIL CULTURAL

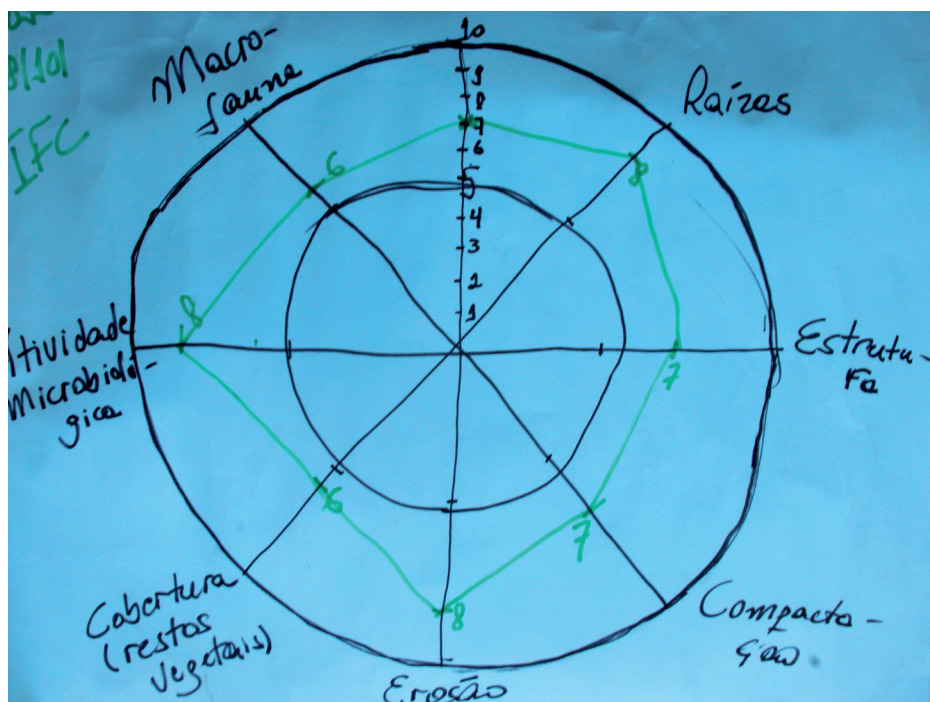
- A avaliação do ponto de observação será generalizada para toda uma parcela. Por isso, a abertura do perfil cultural (trincheira) deverá ser realizada em local representativo do conjunto da área. Sugerimos abrir mais trincheiras (2 a 4) para aumentar a precisão da avaliação.
- O ponto de observação deve ficar perpendicular ao sentido da sementeira e ao deslocamento



das máquinas e implementos. Recomendamos que a partir da trincheira se possa observar ao menos uma linha da passagem das rodas das máquinas e uma linha de sementeira. A luminosidade não deverá interferir na interpretação visual do perfil e o solo retirado da trincheira ficará no lado oposto ao da face de observação, ou fora dela. Deve-se delimitar uma zona de segurança em frente à face de observação, a fim de preservar as características originais do perfil cultural (Figura 4).

- A limpeza do perfil deve ser efetuada com a ponta de um canivete ou de uma faca, deslocando o solo pouco a pouco da face de observação. Neste procedimento, os traços dos instrumentos usados para abrir a trincheira devem desaparecer. A limpeza do perfil será feita de cima para baixo, da esquerda para a direita para destros ou da direita para a esquerda para canhotos. Com o perfil limpo, proceder-se-á a avaliação dos indicadores de Qualidade do Solo associados ao perfil cultural e, em seguida, a avaliação dos indicadores fora do perfil, como erosão, palhada, plantas espontâneas, biomassa forrageira e diversidade forrageira (Figura 4).
- Cada participante, após uma capacitação no próprio campo, atribuirá notas aos indicadores e a média das notas será usada para confeccionar o gráfico. Para monitorar a evolução da Qualidade do Solo em determinada gleba, é importante que se mantenham os mesmos avaliadores, por conta da percepção diferenciada que cada indivíduo tem ao atribuir notas aos indicadores.
- Para confeccionar o diagrama em campo, desenha-se uma circunferência em uma cartolina e divide-se a circunferência em tantas partes quantas forem ne-

cessárias para corresponder com o número de indicadores escolhidos para realizar a avaliação. É recomendado desenhar uma circunferência no centro do diagrama, referente à nota 5, que representa a condição mínima aceitável para cada indicador (Figura 3).



**Figura 3:** Exemplo de diagrama tipo pizza confeccionado em campo após a avaliação da Qualidade do Solo. MO=matéria orgânica. Fonte: Jucinei José Comin



**Figura 4:** Vista de uma trincheira com o ponto de observação perpendicular ao sentido da sementeira e em posição que a luminosidade não interferiu na interpretação visual do perfil. O solo retirado da trincheira foi depositado fora da zona de segurança, além e à esquerda da face de observação. A limpeza do perfil foi efetuada com a ponta de uma faca, deslocando o solo pouco a pouco da face de observação. Os traços dos instrumentos usados para abrir a trincheira foram eliminados e a limpeza do perfil foi feita de cima para baixo, da esquerda para a direita. Fonte: Nuno Rodrigo Madeira

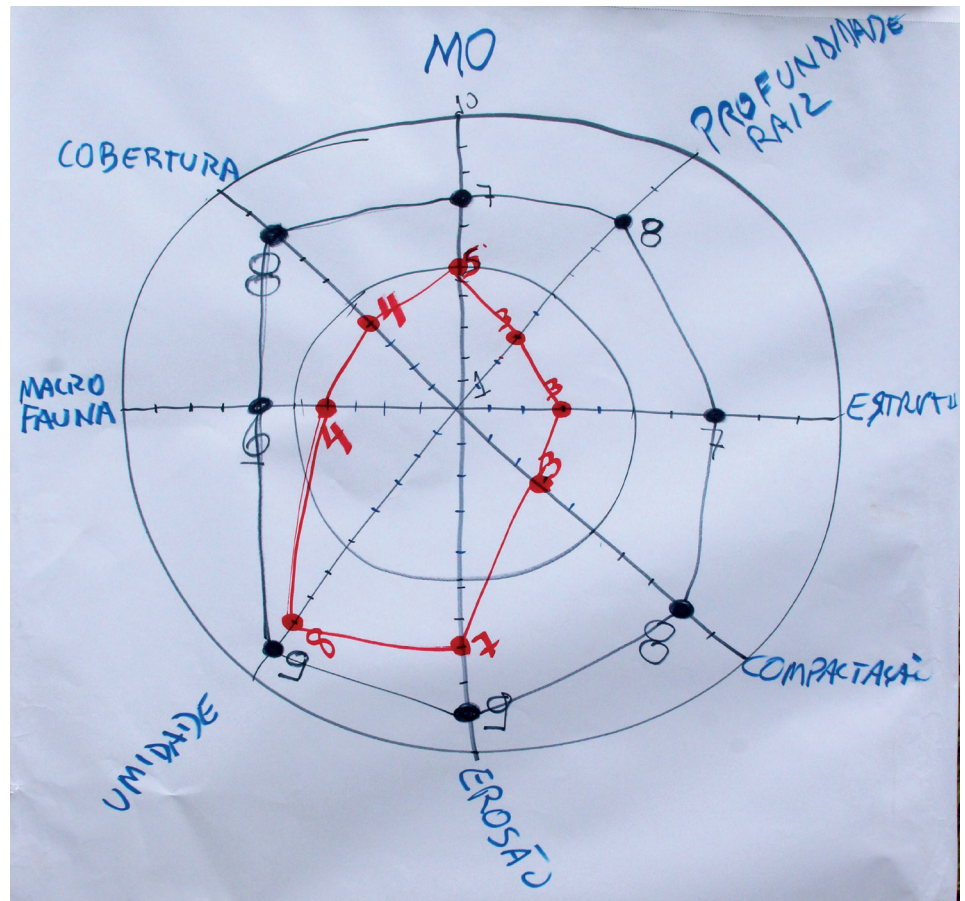
## EXEMPLOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO

A seguir apresentamos uma situação contrastante de manejo do solo, em um Latossolo Vermelho Distroférico. Uma das glebas era manejada sob cultivo mínimo (CM) com incorporação das sementes de aveia preta com grade leve e semeadura direta de soja (*Glycine max*), com uso de herbicidas para a dessecação da aveia preta e das plantas espontâneas ao longo do ciclo da soja, além de outros agrotóxicos. Já a outra gleba, situada na borda do terreno, estava sob pousio e vegetada com capim-papuã (*Brachiaria plantaginea*). Após a avaliação da Qualidade do Solo, elaboramos o diagrama apresentado na Figura 5. Constatamos que esta gleba com sucessão aveia preta e soja somente apresentou valores dos indicadores de Qualidade do Solo erosão e retenção de umidade acima de 5, condição superior ao mínimo aceitável. Mas, a gleba com capim-papuã apresentou valores entre 7 e 9 para todos os indicadores, estando os mesmos situados mais próximos do lado externo do diagrama, demonstrando uma importante melhoria na Qualidade do Solo em comparação à gleba com sucessão aveia preta e soja.

O Latossolo Vermelho Distroférico apresenta altos teores de argila (entre 60 a 80%), cor vermelho intensa (matizes variando de 5R a 2,5YR) devido ao alto conteúdo de ferro na forma de hematita, com teor de matéria orgânica variando de médio a alto, transição difusa entre os horizontes, perfil de solo muito profundo e intemperizado, alta friabilidade, estrutura granular muito pequena ou blocos subangulares de grau fraco a moderado e situado em relevo plano a suave ondulado (EMBRAPA, 2018). É um solo comumente encontrado no Oeste do Estado de Santa Catarina.

A observação da Figura 6 nos permite visualizar a presença de uma camada superficial não compactada, que chega a no máximo 10 cm de profundidade, na qual estão presentes terra fina e poucos agregados que se aproximam do formato original (arredondado). É nesta camada superficial, a qual foi revolvida com grade leve para a incorporação das sementes de aveia preta, que se percebe a presença das raízes da espécie em início de ciclo.

Mas, em geral, percebemos ao longo do perfil uma camada compactada entre 5 a 35 cm de pro-



**Figura 5:** Diagrama de avaliação da Qualidade do Solo de glebas em sucessão sob cultivo mínimo de aveia preta e semeadura direta de soja (linha vermelha) e gleba sob pousio e vegetada com capim-papuã (linha preta). Fonte: Jucinei José Comin

fundidade, com estrutura com aspecto de maciço e muito pouco e/ou ausência de macroporos e de raízes (Figura 6).

O detalhe dessa zona compactada pelo tráfego dos pneus das máquinas agrícolas está apresentado na Figura 7.

Na imagem do perfil cultural da gleba sob pousio e vegetada com capim-papuã (Figura 8), percebemos que, em geral, ocorre uma estrutura bem formada e agregada, associada à adequada distribuição de raízes, que chegam a aproximadamente 55 cm de profundidade (Figura 9).

Apesar de não dispormos de uma área de mata nativa próxima, para ser usada como referência de uma situação que se aproxima do ideal, encontramos em uma das bordas do terreno um pequeno fragmento com algumas árvores e arbustos. Para fins didáticos, retiramos uma fatia (torrão) de solo de aproximadamente 20 cm de profundidade e 10 cm de espessura do local, a qual foi usada para fins de comparação com fatias de solo dos outros dois cenários (Figura 10).

Mesmo que a área utilizada como referência não representasse uma situação sem alteração antrópica, dos 35 avaliadores que participaram desta avaliação da Qualidade do Solo, a maioria destacou que a comparação com as fatias de solo das duas outras situações facilitou a atribuição de notas aos indicadores.



**Figura 6:** Vista do perfil cultural de gleba manejada em sucessão sob cultivo mínimo de aveia preta e semeadura direta de soja. Fonte: Jucinei José Comin



**Figura 7:** Vista em detalhe do perfil cultural de gleba manejada em sucessão sob cultivo mínimo de aveia preta e semeadura direta de soja. Nota-se no centro da figura o efeito da passagem dos pneus das máquinas agrícolas. Fonte: Jucinei José Comin



**Figura 8:** Vista de perfil cultural de gleba sob pousio e vegetada com capim-papuã. Fonte: Jucinei José Comin



**Figura 9:** Vista em detalhe de perfil cultural de gleba sob pousio e vegetada com capim-papuã, com distribuição de raízes atingindo profundidade superior a 50 cm. Fonte: Jucinei José Comin



**Figura 10** À esquerda temos o torrão coletado em gleba sob pousio e vegetada com capim-papuã, no centro o torrão de gleba manejada com sucessão sob cultivo mínimo de aveia preta e semeadura direta de soja e à direita o torrão de borda do terreno com a presença de algumas árvores e arbustos. Fonte: Jucinei José Comin

Nas Figuras 11, 12, 13 e 14 apresentamos, respectivamente, outros quatro cenários que foram avaliados quanto à Qualidade do Solo: fragmento de floresta primária (área de referência) que, no passado, sofreu extração pontual de madeira; gleba manejada sob Pastoreio Racional Voisin (PRV), desde 2010, sem a presença de núcleo de vegetação arbórea; gleba manejada sob PRV, desde 2010, com a presença de núcleo de vegetação arbórea implantado em 2012; gleba com pomar de uva (*Vitis labrusca*), implantado em 2006, e de amora (*Morus nigra*) em 2017. Esta avaliação da Qualidade do Solo está apresentada em Vezzani et al. (2019).

Os núcleos de vegetação arbórea no momento da avaliação continham, em média, 8 plantas de juçara (*Euterpe edulis*); 4 de bracatingas (*Mimosa scabrella*); 1 de inga (*Inga edulis*); 1 de canela amarela (*Nectandra lanceolata*); 1 de tucaneira (*Cytharexylum myrianthum*) e 1 de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan). A avaliação da Qualidade do Solo nesta área foi realizada na borda do núcleo de vegetação arbórea. As áreas sob PRV eram pastoreadas por 2 dias com carga animal de 25 cabritos e ficavam em período de repouso por 40 dias. As espécies forrageiras presentes nas áreas sob PRV eram hermathria (*Hemarthria altissima*); missioneira gigante (*Axonopus compressus*); *Panicum maximum* cv aruana e amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*).

Previamente à implantação do PRV, as áreas foram cultivadas por 20 anos com as culturas de fumo (*Nicotiana tabacum*) e mandioca (*Manihot*



**Figura 11:** Perfil de solo sob fragmento de floresta primária (área de referência) que teve extração pontual de madeira. Fonte: Vezzani et al. (2019)



**Figura 12:** Perfil de solo sob Pastoreio Racional Voisin desde 2010 sem a presença de núcleo de vegetação arbórea. Fonte: Vezzani et al. (2019)



**Figura 13:** Perfil de solo sob Pastoreio Racional Voisin com a presença de núcleo de vegetação arbórea. Fonte: Vezzani et al. (2019)

*esculenta*), sob preparo convencional do solo e, posteriormente, ficaram por 18 anos em pousio. A área do pomar também foi cultivada por 20 anos com as culturas de fumo e mandioca sob preparo convencional do solo e, em seguida, ficou 13 anos em pousio e, desde 2006, estava sob manejo agroecológico. Os pomares de uva e de amora foram manejados com o uso das plantas de cobertura ervilhaca-comum e azevém (*Lolium multiflorum*) nas entrelinhas. No verão, vinha sendo cultivado feijão (*Phaseolus vulgaris*) e hortaliças sob plantio direto nas entrelinhas das frutíferas, e o manejo das plantas de cobertura foi feito com capina ou roçada.

O solo de todas as glebas foi classificado como Cambissolo Háplico (EMBRAPA, 2018), e apresenta, em geral, perfis pouco profundos, cores brunadas e, neste caso de estudo, está situado em posição de relevo ondulado a forte ondulado. Esta classe de solo ocorre em todo o Estado de Santa Catarina, sendo a mais representativa, com cerca de 40% de frequência. Para não confundir com a classe dos Latossolos, destacamos que os Cambissolos têm perfil com presença e até abundância de materiais ainda não intemperizados ou, mesmo, pedregosidade associada a solos menos profundos (EMBRAPA, 2018).

A avaliação da Qualidade do Solo está apresentada na Figura 15. Os avaliadores escolheram os indicadores matéria orgânica, profundidade de raízes, estrutura do solo, compactação, erosão e atividade biológica, pois entenderam que para a avaliação em questão eram os indicadores mais pertinentes.

Verificamos que os manejos do solo com PRV com núcleo de vegetação arbórea e PRV a pleno sol, propiciaram valores dos indicadores de Qualidade do Solo profundidade de raízes, estrutura do solo, compactação e erosão muito semelhantes àqueles da área de floresta primária. Já os valores dos indicadores atividade biológica e matéria orgânica da área sob PRV com núcleo de vegetação arbórea diferenciaram-se daqueles da área sob PRV a pleno sol e se aproximaram dos valores da floresta primária. É conhecido que a presença do componente arbóreo em pastagens contribui para o aumento dos teores de carbono orgânico do solo e de nutrientes, melhorando a retenção e disponibilidade de nutrientes para as plantas, por conta do aumento da soma de bases e capacidade de troca de cátions do solo (BIGARDI, 2016). A presença de árvores em pastagens também favorece o aumento da densidade e equidade da macrofauna no solo sob a copa das árvores, em especial no inverno, em comparação à pastagem em monocultivo (SILVA, 2015).

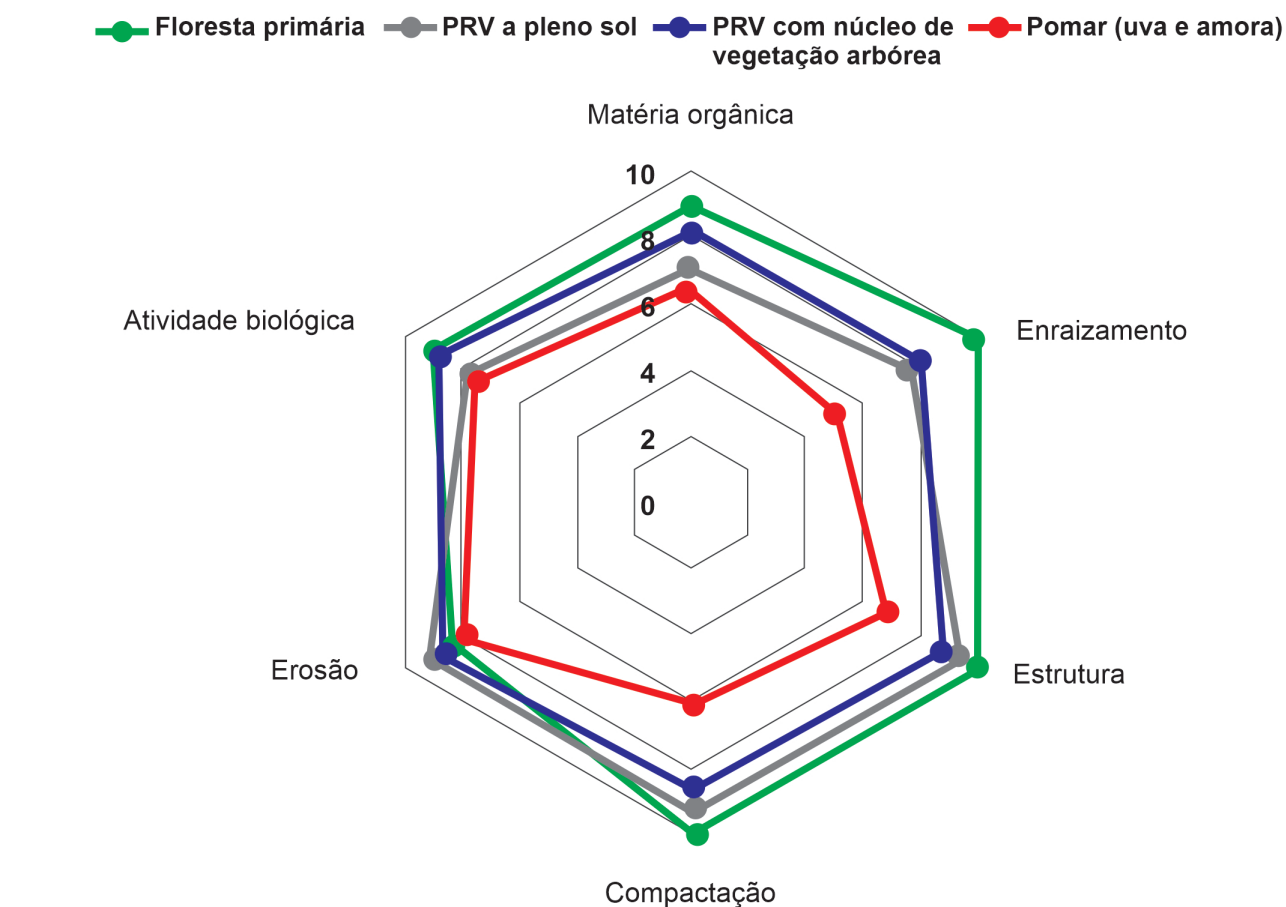
Por outro lado, a área com pomar e cultivo de feijão e hortaliças sob plantio direto nas entrelinhas apresentou os menores valores para os indicadores matéria orgânica, profundidade de raízes, estrutura



**Figura 14:** Perfil de solo sob pomar de uva e amora com cultivo de feijão e hortaliças sob plantio direto nas entrelinhas. Fonte: Vezzani et al. (2019)

do solo e compactação. Somente o valor do indicador erosão se aproximou daquele das áreas sob PRV e o indicador atividade biológica se igualou àquele da área sob PRV a pleno sol.

loração mais escura para cores mais brunadas, a partir da camada de 15 a 20 cm de profundidade (Figura 14), o que já não foi mais perceptível nas áreas de pastagem para ambos os manejos com PRV (Figuras 12 e 13).



**Figura 15:** Diagrama de avaliação da Qualidade do Solo em área sob floresta primária, PRV (Pastoreio Racional Voisin) a pleno sol, PRV com núcleo de vegetação arbórea e pomar de uva e amora com cultivo de feijão e hortaliças sob plantio direto nas entrelinhas. Fonte: Vezzani et al. (2019)

## PLANEJAMENTO DE AÇÕES COM BASE NO DIAGRAMA DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO

Além do monitoramento do efeito das práticas de manejo sobre a Qualidade do Solo, a avaliação também nos permite realizar o planejamento das próximas ações. A análise do diagrama da Figura 5 indica claramente que a melhoria da Qualidade do Solo dependerá de mudança do sistema de manejo utilizado na gleba em sucessão sob cultivo mínimo de aveia preta e semeadura direta de soja. Os únicos indicadores com notas acima da condição mínima aceitável nesta gleba decorrem dos fatores e processos de formação do solo (KER et al., 2012) e não do manejo. Como citado acima, o solo das glebas em estudo era um Latossolo Vermelho Distroférico, que apresenta textura argilosa a muito argilosa e elevados conteúdos de óxidos de ferro e de alumínio, o que irá favorecer a estrutura do tipo granular muito pequena e estável. Isto favorece a capacidade de retenção de água e a resistência solo à erosão.

Em relação aos demais indicadores (Figura 5), as notas abaixo de 5 são decorrentes das práticas de manejo. Na nossa opinião, este é um caso em que deveríamos iniciar o SPDH adotando todos os seus princípios e preparando o ambiente para isso.

Para seguir todos os passos recomendados na preparação do ambiente para iniciar o SPDH, sugerimos consultar o capítulo “Iniciando o sistema de plantio direto de hortaliças: adequações do solo e práticas de cultivo” (MAFRA et al., 2019). De forma resumida e sucinta, devemos realizar a análise de solo estratificada nas camadas 0-10 cm e 10-20 cm para verificar a necessidade ou não de correção do pH, e o estado da fertilidade do solo que comporá as informações para definir as adubações das culturas. Mas, ressaltamos que será imperativo eliminar a camada compactada que varia entre 5 a 35 cm de profundidade (Figura 7), a qual tem efeito direto nos indicadores estrutura e profundidade de enraizamento, ambos com nota 3 (Figura 5).

Na situação apresentada na Figura 7, se justifica o uso da subsolagem, prática que permite trabalhar o solo em profundidades de 35 cm ou mais. Mas não bastará o uso isolado da prática mecânica. O ideal seria deixar a gleba sem tráfego e sem pisoteio animal por 4 a 6 meses após a subsolagem, pois o uso de máquinas imediatamente após a subsolagem tenderá anular o seu efeito. Também será necessário, após a subsolagem, a semeadura a lanço de um coquetel de plantas de cobertura de inverno ou de verão composto por duas ou três espécies. A título de exemplo, recomendamos para o inverno aveia preta ou centeio, ervilhaca-comum

e nabo forrageiro; e, para o verão, mucuna-preta (*Mucuna aterrima*) ou feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), milheto (*Pennisetum glaucum*) e girassol (*Helianthus annuus*). A escolha das espécies para compor o coquetel de plantas de cobertura dependerá de vários fatores, como adequação ao tipo de solo e clima, disponibilidade de sementes, duração do ciclo para compatibilizar com o ciclo da cultura de interesse econômico, produção de fitomassa, entre outros.

O uso de plantas de cobertura no plano de rotação de culturas melhora e/ou mantém a estabilidade dos agregados, com benefícios à estrutura do solo, aumenta a profundidade de enraizamento e os estoques de carbono do solo por rizodeposição e/ou pela produção de elevada fitomassa que será depositada na superfície do solo (COMIN et al., 2018). Em consequência, também ocorre melhoria da atividade da macro e microfauna do solo.

Com as práticas de manejo propostas acima, verificaremos melhorias dos indicadores de Qualidade do Solo compactação, estrutura, profundidade de enraizamento, matéria orgânica, macrofauna e cobertura do solo (Figura 5). Estes efeitos poderão ser potencializados com o uso de adubação orgânica com esterco e/ou composto orgânico curtido (COMIN et al., 2013; MORAES e BARBOSA, 2012; SOUZA et al., 2015).

Para aumentar a complexidade do sistema sob SPDH e avançar na transição agroecológica, propomos os seguintes passos: a. Preparo do solo restrito à linha de plantio e aumento da eficiência do uso de insumos, em especial, relacionado com a nutrição das plantas de acordo com as taxas diárias de absorção de nutrientes das culturas agrícolas, associada à redução de estresses abióticos e bióticos, o que por consequência aumenta o conforto para as plantas e conduz à redução, e até a eliminação do uso de adubos altamente solúveis e agrotóxicos; b. Uso de compostos orgânicos combinados com microrganismos promotores de crescimento e benéficos à saúde da planta e da produção animal; c. Redesenho dos sistemas produtivos, com diversificação por meio de planejamento de rotação de culturas comerciais, adubos verdes, e animais manejados pelo Pastoreio Racional Voisin (PRV), evoluindo para a introdução do componente arbóreo; d. Por fim, o redesenho da propriedade e apontado como referência para os praticantes do SPDH, que é a produção por sistemas agroflorestais (SAFs), recuperação de florestas e a construção de corredores ecológicos (VEZZANI et al., 2019).



## O SPDH COMO PRODUTOR DE QUALIDADE DO SOLO

Para testar a eficiência dos métodos qualitativos em discriminar a Qualidade do Solo sob diferentes sistemas de manejo, Valani et al. (2020) compararam a metodologia do Guia Prático de Avaliação Participativa da Qualidade do Solo em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (GPQS) (COMIN et al., 2016), que foi a primeira edição deste material, o qual propõe os indicadores matéria orgânica, profundidade de enraizamento, estrutura do solo, compactação, infiltração, erosão, umidade do solo, macrofauna e cobertura do solo; a metodologia do Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo (DRES) (RALISCH et al., 2017), que avalia agregação do solo, compactação, resistência à penetração, sistema radicular e atividade biológica, com o método laboratorial SMAF (Procedimento para Avaliação do Manejo do Solo, sigla em inglês - ANDREWS et al., 2004). Este utiliza um conjunto mínimo de indicadores quantitativos de Qualidade do Solo (carbono orgânico total, carbono da biomassa microbiana, estabilidade de macroagregados, densidade do solo, pH e teor de fósforo).

Valani et al. (2020) determinaram o índice de cada método. Para o GPQS o índice foi gerado a partir da média dos valores de cada indicador. Eles verificaram que os três foram eficientes em distinguir

a Qualidade do Solo entre sistemas de preparo convencional, plantio direto, orgânico, agroflorestais e vegetações nativas em Cambissolos na região Leste do Estado do Paraná. No entanto, o GPQS permitiu diferenciar mais amplamente os sistemas de manejo que o DRES e apresentou maior força de correlação com o SMAF, especialmente em solos argilosos e franco-argilosos. Assim, os resultados evidenciaram a acurácia dos métodos de avaliação da Qualidade do Solo em campo.

A abordagem apresentada neste Guia Prático é uma ferramenta que auxilia o leitor em relação à tomada de decisões sobre o manejo do solo com vistas à promoção da sua qualidade. A Avaliação Participativa da Qualidade do Solo envolve o intercâmbio de conhecimentos e experiências dos envolvidos na avaliação e, por meio da escolha conjunta de indicadores que auxiliarão na sua avaliação, permite diagnosticar previamente processos que degradam o solo, preveni-los e recuperá-los. Avaliar e monitorar as mudanças no solo induzidas por práticas de manejo é essencial para identificar estratégias com menor impacto ambiental, a fim de alcançar sistemas agrícolas mais sustentáveis. A identificação e o uso de indicadores qualitativos de Qualidade do Solo geram uma abordagem sistêmica do solo, demonstrando que é mais importante identificar como se obtém Qualidade do Solo do que identificar atributos para medi-la.

## BIBLIOGRAFIA

- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, Costa Rica, v. 64, p.17-24, 2002.
- ANDREWS, S. S.; KARLEN, D. L.; CAMBARDELLA, C. A. The soil management assessment framework: a quantitative soil quality evaluation method. *Soil Science Society of American Journal*, v. 68, p. 1945-1962, 2004.
- BIGARDI, L. R. Árvores na pastagem melhoram a qualidade do solo e de forragens. 2016. 61f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia), Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2016.
- BOURSCHEID, C. A. Indicadores de qualidade do solo na avaliação do efeito da arborização de pastagens em Pastoreio Racional Voisin. 85p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas), Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.
- COMIN, J. J.; FAYAD, J. A.; KURTZ, C.; MAFRA, A. L.; CURMI, P. Guia prático de avaliação participativa da qualidade do solo em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH). Florianópolis: Epagri. 16p. 2016.
- COMIN, J. J.; FERREIRA, L. B.; SANTOS, L. H.; KOUCHER, L. P.; MACHADO, L. N.; SANTOS JUNIOR, E.; MAFRA, A. L.; KURTZ, C.; SOUZA, M.; BRUNETTO, G.; LOSS, A. Carbon and nitrogen contents and aggregation index of soil cultivated with onion for seven years using crop successions and rotations. *Soil & Tillage Research*, v. 184, p. 195-202, 2018.
- COMIN, J. J.; LOSS, A.; DA VEIGA, M.; GUARDINI, R. SCHMITT, D. E.; OLIVEIRA, P. A. V. DE; BELLI FILHO, P.; COUTO, R. R.; BENEDET, L.; MÜLLER JÚNIOR, V.; BRUNETTO, G. Physical properties and organic carbon content of a Typic Hapludult soil fertilised with pig slurry and pig litter in a no-tillage system. *Soil Research*, v. 51, p. 459-470, 2013.
- CRUSCIOL, C. A. C.; COTTICA, R. L.; LIMA, E.V.; ANDREOTTI, M.; MORO, E.; MARCON, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo-forrageiro no plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 40, p.161-168. 2005.
- 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, SSSA, 1994. p. 1-20. (Special, 35)
- EMBRAPA - Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / Humberto Gonçalves dos Santos ... [et al.]. 5. ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.
- GAUTRONNEAU, Y.; MANICHON, H. Guide methodique du profil cultural. INA-PG. 1987, 62p.
- GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; HUBNER, A. P.; LUNKES, A.; GUIDINI, E.; AMARAL, E. Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 38: p1097-1104. 2003.
- KARLEN, D. L.; MAUSBACH, M. J.; DORAN, J. W.; CLINE, R. G.; HARRIS, R. F.; SCHUMAN, G. E. Soil quality: A concept, definition, and framework for evaluation (a guest editorial). *Soil Science Society American Journal*, v. 61, p. 4-10, 1997.
- KER, J. C.; CURI, N.; SCHAEFER, C. E. G. R., TORRADO. P.V. *Pedologia: fundamentos*. 1ed. Viçosa: SBCS, 2012, v. 1, 343p.
- LARSON, W. E.; PIERCE, F. J. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A., eds. *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison: SSSA, 1994. p. 37-51. (Special, 35)
- LOSS, A.; BASSO, A.; OLIVEIRA, B. S.; KOUCHER, L. P.; OLIVEIRA, R. A.; KURTZ, C.; LOVATO, P. E.; CURMI, P.; BRUNETTO, G.; COMIN, J. J. Carbono orgânico total e agregação do solo em sistema de plantio direto agroecológico e convencional de cebola. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 39, p. 1212-1224, 2015.

- MAFRA, A. L.; COMIN, J. J.; LANA, M. A.; BITTENCOURT, H. v. H.; LOVATO, P. E.; WILDNER, L. P. Iniciando o sistema de plantio direto de hortaliças: adequações do solo e práticas de cultivo. In: FAYAD, J. A.; ARL, V.; COMIN, J. J.; MAFRA, A. L.; MARCHESI, D. R. (Orgs.). Sistema de Plantio Direto de Hortaliças: método de transição para um novo modo de produção. 1ed. São Paulo: Expressão Popular, 2019, v. 1, p. 215-226.
- MASSON, I.; ARL, V.; WUERGES, E. W. Trajetória, concepção metodológica e desafios estratégicos junto ao sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH). In: FAYAD, J. A.; ARL, V.; COMIN, J. J.; MAFRA, A. L.; MARCHESI, D. R. (Orgs.). Sistema de Plantio Direto de Hortaliças: método de transição para um novo modo de produção. 1ed. São Paulo: Expressão Popular, 2019, v. 1, p. 25-38.
- MORAIS, L. A. S.; BARBOSA, A. G. Influência da adubação verde e diferentes adubos orgânicos na produção de fitomassa aérea de atoveran (*Ocimum selloi* Benth.). Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v. 14, p. 246-249, 2012.
- PRIMAVESI, A. Manual do solo vivo: solo sadio, planta sadia, ser humano sadio. 2ed. São Paulo: Expressão Popular. 205p.
- RALISCH, R.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; TOMAZI, M.; HERNANI, L. C., MELO, A.; da, S.; SANTI, A.; da S. MARTINS, A. L.; de BONA, F. D. Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo - DRES, 2017. [https://](https://www.embrapa.br/en/dres/publicações) (Acessado em 16 de Novembro de 2019). <https://www.embrapa.br/en/dres/publicações>.
- SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; MARONEZZI, A. C. Sistemas de cultivo e dinâmica da matéria orgânica. Potafos. Encarte do Informações Agronômicas n. 96, Dezembro/2001. 32p.
- SILVA, D. J. S. da. Indicadores de qualidade do solo na região da campanha do Rio Grande do Sul, sob sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin. 2015. 116f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.
- SOUZA, J. L. de; GUIMARAES, G. P.; FAVARATO, L. F. Desenvolvimento de hortaliças e atributos do solo com adubação verde e compostos orgânicos sob níveis de N. Horticultura Brasileira, v. 33, p. 19-26, 2015.
- TIVET, F; SÁ, J. C. M; LAL, R; BRIEDIS, C; BORSZOWSKI, P. R; SANTOS, J. B; FARIAS, A; HARTMAN, D. C; NADOLNY JUNIOR, M; BOUZINAC, S; SEGUY, L. Aggregate C depletion by plowing and its restoration by diverse biomass-C inputs under no-till in sub-tropical and tropical regions of Brazil. Soil & Tillage Research, v.126, p. 203-218, 2013.
- VALANI, G. P.; VEZZANI, F.M.; CAVALIERI-POLIZELI, K.M.V. Soil quality: Evaluation of on-farm assessments in relation to analytical index. Soil & Tillage Research, 198, 104565. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104565>
- VEZZANI, F. M.; FERREIRA, G. W.; SOUZA, M.; COMIN, J. J. Conceitos, métodos de avaliação participativa e o SPDH como promotor de qualidade do solo. In: FAYAD, J. A.; ARL, V.; COMIN, J. J.; MAFRA, A. L.; MARCHESI, D. R. (Orgs.). Sistema de Plantio Direto de Hortaliças: método de transição para um novo modo de produção. 1ed. São Paulo: Expressão Popular, 2019, v. 1, p. 105-123.
- VEZZANI, F.M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 33: 743-755, 2009.



SPDH de brócolis em ambiente que promove o conforto à planta por meio da minimização de estresses nutricional, hídrico, térmico, químico, etc. Fonte: Marcelo Zanella



Aprendendo sobre o perfil cultural com o mestre Dr. Pierre Curmi. Fonte: Sylvie Curmi



Avaliação participativa da Qualidade do Solo com agricultores e agentes de assistência técnica e extensão rural em Lavoura de Estudo sob SPDH com cobertura de capim-papuá na Comunidade Rio Fortuna, em Angelina, SC. Fonte: Jamil Abdalla Fayad



Dia de campo com agricultores de Major Gercino, SC, sobre SPDH de mandioquinha-salsa na Comunidade Rio Fortuna, em Angelina, SC. Fonte: Jamil Abdalla Fayad

Entidades Parceiras:



Apoio:



# Guia prático de avaliação participativa da qualidade do solo em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH)

2ª Edição

Jucinei José Comin  
Jamil Abdalla Fayad  
Claudinei Kurtz  
Álvaro Luiz Mafra  
Pierre Curmi



UFSC