

# Percepção ambiental dos produtores e qualidade do solo em propriedades orgânicas e convencionais

Araci Kamiyama <sup>(1)</sup>; Isabella Clerici de Maria <sup>(2)</sup>; Daniel Costa Coelho de Souza <sup>(3)</sup>; Adriana Parada Dias da Silveira <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SMA). Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345. Prédio 12, 1.º andar, 05459-900 São Paulo (SP). E-mail: aracik@ambiente.sp.gov.br (\*) Autora correspondente.

<sup>(2)</sup> Instituto Agronômico, Campinas (SP). Av. Barão de Itapura, 1481, 13020-902 Campinas (SP), Brasil. E-mail: icdmaria@iac.sp.gov.br; apdsil@iac.sp.gov.br

<sup>(3)</sup> Estagiário em nível de graduação do Instituto Agronômico. E-mail: danielccsouza@hotmail.com

Recebido: 22/jun/2009; Aceito: 22/jun/2010

## Resumo

O sistema orgânico de produção deve resultar na utilização mais racional dos recursos naturais, sobretudo do solo. Os produtores orgânicos devem adotar práticas conservacionistas, além de atender a outros princípios deste sistema de produção. Neste trabalho foram avaliadas as práticas de manejo e conservação do solo adotadas por produtores orgânicos e convencionais nas regiões dos municípios de Socorro (Serra da Mantiqueira e Mogiana) e Ibiúna, situados no Estado de São Paulo. O objetivo dessa pesquisa foi verificar o grau de adoção de práticas conservacionistas pelos produtores e avaliar a qualidade do solo na agricultura orgânica e convencional. Foi elaborado e aplicado um questionário, com visitas locais para verificação das práticas conservacionistas e ocorrência de erosão, em 30 propriedades. Os resultados foram expressos em índices indicadores de diversidade de uso do solo, atitude conservacionista, percepção de erosão e do impacto sobre os recursos hídricos. Foram também realizadas análises de atributos químicos, físicos e biológicos indicadores da qualidade do solo. Concluiu-se que os produtores orgânicos têm maior percepção quanto à atitude conservacionista e nas propriedades orgânicas há maior diversidade de cultivos, embora não haja maior diversidade geral de uso do solo. A produção orgânica de alface, em Ibiúna proporcionou maior atividade biológica no solo e maior colonização por fungos micorrízicos arbusculares. O sistema orgânico possui maiores teores de matéria orgânica e menores de potássio e não houve diferença entre os atributos físicos do solo dos sistemas orgânico e convencional.

**Palavras-chave:** agricultura orgânica, práticas conservacionistas, atividade biológica.

## Environmental perception of producers and soil quality in organic and conventional farming systems

### Abstract

The organic farming system production should result in more rational use of natural resources, especially the soil. Organic producers are required to adopt soil conservation practices and attend to other principles of that system. This work evaluated the management practices and soil conservation techniques used by organic and conventional producers in counties Socorro (Mantiqueira and Mogiana) and Ibiúna, located in the State of São Paulo. The objectives of this research were to verify producers' adoption of conservation practices as well as soil quality in organic and conventional agriculture. It was developed and the implemented a questionnaire, with site visits for verification of conservation practices and occurrence of erosion in 30 properties. The results of the environmental perception were expressed as indices to indicate the diversity of land use, the conservative attitude, the perception of erosion and impact on water resources. Soil chemical, physical and biological attributes indicators of soil quality were analyzed. It was concluded that organic producers have a higher perception on conservation procedure and organic farms generally have a higher diversity of crops; however, they do not have higher diversity of land use. The organic production of lettuce in Ibiúna showed higher biological activity and higher percentage of colonization by mycorrhizal fungi. The organic system had higher organic matter content and lower potassium. There was no significant difference on the physical attributes evaluated comparing conventional and organic systems.

**Key words:** organic agriculture, conservationist practices, biological activity.

## 1. INTRODUÇÃO

A agricultura moderna, sobretudo a partir dos anos 50, priorizou um modelo tecnológico com base no uso intensivo da mecanização, adubos minerais de alta solubilidade e agrotóxicos. Esse modelo elevou a produtividade das culturas, mas gerou incontestáveis problemas ambientais, com destaque para a degradação dos solos por erosão, perda de matéria orgânica e compactação, devido à adoção de práticas agrícolas inadequadas (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1990; EHLERS, 1996).

Há uma crescente preocupação da sociedade com a saúde e o meio ambiente, o que tem produzido reflexos nos sistemas de produção agrícola consolidando a demanda mundial por alimentos mais saudáveis e produzidos de forma sustentável. Mesmo a agricultura convencional pode ser mais sustentável adotando técnicas tradicionais da agricultura orgânica (PIMENTEL et al., 2005).

O conceito mais simplificado de qualidade do solo foi formulado por LARSON e PIERCE (1991), como “aptidão para uso”. Outros autores sugerem uma definição mais complexa, como a capacidade do solo funcionar dentro dos limites de um ecossistema, sustentando a produtividade biológica, mantendo a qualidade do meio ambiente e promovendo a saúde das plantas e dos animais (DORAN e PARKIN, 1994).

O tradicional uso agrícola dos solos, embora com ampla variação de sistemas de manejo, tem sido genericamente denominado como sistema convencional. O revolvimento contínuo e intenso no preparo, a falta de cobertura do solo e a não-observância da capacidade de uso das terras podem resultar em diminuição da qualidade do solo, entendida, resumidamente, como sua capacidade de manter uma produção de modo sustentável (COSTA et al., 2006).

Para avaliar qualidade do solo é necessário determinar valores de suas propriedades consideradas como atributos indicadores. GREGORICH et al. (1994) relacionam a eficiência de atributos-chaves como a matéria orgânica, que é um dos componentes vitais do ciclo da vida e exerce importantes efeitos benéficos sobre as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (KIEHL, 1985). Já LARSON e PIERCE (1991) e DORAN e PARKIN (1994) propõem um conjunto numeroso de atributos químicos, físicos e biológicos do solo.

O sistema orgânico de produção, com suas práticas e formas de manejo alternativas ao sistema convencional, objetivando a sustentabilidade econômica e ecológica dos agroecossistemas, revela o melhor desempenho em termos de qualidade do solo e água, segundo RODRIGUES e CAMPANHOLA (2003).

No Estado de São Paulo, duas regiões têm se destacado pela presença de iniciativas governamentais e não-governamentais para a promoção da agricultura orgânica: Serra da Mantiqueira e Mogiana, que abrangem as bacias

dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ) e a região da bacia hidrográfica da represa de Ituparanga, com destaque para o município de Ibiúna.

O fato das duas regiões constituírem-se em importantes produtoras de água e alimentos, fundamentais para o abastecimento das regiões metropolitanas de São Paulo, Campinas e Sorocaba, torna-se necessária uma proposta de desenvolvimento sustentável para essas regiões, que signifique o bem-estar dessa população.

É fundamental o desenvolvimento de projetos de pesquisa que utilizem procedimentos de verificação e validação das práticas alternativas adotadas pelos agricultores orgânicos que possam resultar em melhor qualidade ambiental. Assim, serão construídas bases técnicas e documentais para uma proposta de agricultura mais sustentável para essas regiões.

Esta pesquisa foi orientada em duas hipóteses: a de que os produtores orgânicos têm maior percepção ambiental e adotam práticas conservacionistas e a de que a agricultura orgânica resulta em melhor qualidade do solo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar a adoção de práticas conservacionistas pelos produtores orgânicos e convencionais, foram selecionadas duas regiões do Estado de São Paulo, onde o cultivo orgânico é difundido, abrangendo principalmente os municípios de Socorro (região da Serra da Mantiqueira e Mogiana) e de Ibiúna (Serra de Paranapiacaba).

A metodologia utilizada constou da elaboração e aplicação de um questionário abordando os itens: informações gerais sobre a propriedade (localização; tamanho; atividade principal, mão de obra) e o produtor (escolaridade, tempo na atividade, moradia/trabalho); informações objetivas (uso do solo, insumos, manejo, sistema de produção); informações sobre atitudes conservacionistas (legislação, vegetação nativa, recursos hídricos, resíduos sólidos, conservação do solo).

O questionário foi aplicado em 30 propriedades, sendo 16 com sistemas orgânicos e 14 com sistemas convencionais, entre julho e setembro de 2008. A maioria das propriedades está localizada em área de atuação do Programa de Microbacias Hidrográficas da Secretaria de Estado de Agricultura e Abastecimento, o que sugere equivalência no nível de informações sobre práticas conservacionistas entre eles. A maioria das propriedades (90%) possui de entre 1,5 a 14 ha.

Por meio da aplicação do questionário foram obtidas informações sobre a adoção de práticas conservacionistas pelos agricultores e sobre o sistema de produção adotado (convencional e orgânico), a fim de permitir a avaliação da percepção destes sistemas sobre a atitude conservacionista em geral, além de informações sobre a diversidade

de uso da terra. Durante a aplicação do questionário, nas visitas às propriedades, foram realizadas constatações e avaliações locais pelo entrevistador, registrando-se no momento da entrevista informações sobre a conservação dos solos.

Os dados obtidos com a aplicação dos questionários foram utilizados para o cálculo dos índices relacionados a seguir, tendo como base o trabalho desenvolvido por ALVES (2006).

## Índices de Diversidade

- a) **Índice Geral de Uso da Terra (IGU):** quantifica os sistemas produtivos ou tipos de exploração efetivamente adotados na propriedade e é calculado com base nas informações sobre o uso do solo (Equação 1). Foram consideradas tanto as atividades comerciais como as de consumo familiar, tendo como referência os seguintes usos do solo: cultura anual; horticultura; fruticultura; floricultura; cafeicultura; sistemas agroflorestais; produção animal; pastagens; mata; reflorestamento.

$$IGU = \frac{\sum_{i=1}^{10} UT_i}{10} \quad \text{Equação 1}$$

Sendo:

UT<sub>i</sub>: indicador das diferentes atividades pesquisadas;  
i: número indicador das atividades (culturas ou explorações) na propriedade.

- b) **Índice Geral de Diversidade de Uso do Solo (IGD):** quantifica a diversidade da produção da propriedade, relacionando o número de itens avaliados em cada propriedade com o maior número encontrado entre as propriedades (Equação 2).

$$IGD = \frac{\sum_{i=1}^{Nu} DT_i}{Nu} \quad \text{Equação 2}$$

Sendo:

DT<sub>i</sub>: indicador da diversidade geral de uso do solo;  
i: indicador dos diferentes usos do solo, considerando o número de itens pesquisados em cada uso ou atividade;  
Nu: número máximo de itens avaliados.

- c) **Índice de Diversidade da Horticultura (IHD):** quantifica a diversificação da produção hortícola. Como a maioria dos produtores entrevistados (28 entre 30) são horticultores, com áreas pequenas (apenas 10% têm área total superior a 14 ha) e utilizadas intensamente com esta atividade, o índice indica a diversidade do uso da terra neste caso.

Para o cálculo foi considerado o maior número de itens hortícolas analisados entre os produtores entrevistados e o número de itens de cada produtor (Equação 3).

$$IHD = \frac{\sum_{i=1}^{Nu} UH_i}{Nu} \quad \text{Equação 3}$$

Sendo:

UH<sub>i</sub>: indicador do uso da terra para os diferentes itens hortícolas pesquisados;

i: indicador dos diferentes usos hortícolas;

Nu: Número de itens pesquisados entre os produtores.

Os índices IGU, IGD e IHD variam de zero (0) a um (1), e quanto mais próximo de zero menor é a diversidade.

## Índices de Percepção Ambiental

- d) **Índice de Percepção sobre Atitude Conservacionista (IPAC):** avalia a capacidade de percepção do produtor com relação à adoção de práticas conservacionistas na propriedade, de acordo com a Equação 4, em resposta aos itens do questionário correspondentes a: erosão e práticas de conservação do solo; plantas indicadoras de qualidade do solo; mata; organismos do solo; sistemas de manejo e práticas adotadas; adubação mineral, verde, orgânica; quebra-ventos; queimadas; análise de solo e água.

$$IPAC = \frac{\sum_{i=1}^{18} AC_i}{Ni} \quad \text{Equação 4}$$

Sendo:

i: indicador das diferentes percepções conservacionistas;

AC: indicador da percepção sobre atitude conservacionista;

Ni: número de indicadores.

- e) **Índice de Percepção da Erosão do Solo (IES):** avalia a capacidade de percepção do produtor com relação à erosão do solo. Para este índice foram usadas sete questões relacionadas com as práticas de controle de erosão do solo, o conhecimento que o produtor tem sobre o que é erosão e sua ausência/presença efetiva (Equação 5).

$$IES = \frac{\sum_{i=1}^7 VE_i}{Ni} \quad \text{Equação 5}$$

Sendo:

i: indicador das diferentes formas de se avaliar a erosão;

VE<sub>i</sub>: indicador da percepção da existência de erosão;

Ni: número de indicadores.

f) **Índice de Percepção de Impacto do Uso de Recursos Hídricos (IRH):** avalia a capacidade de percepção do produtor quanto às questões relacionadas ao impacto de suas atividades e atitudes sobre os recursos hídricos, incluindo legislação, uso e qualidade da água na propriedade, conforme a Equação 6.

$$IRH = \frac{\sum_{i=1}^8 RH_i}{Ni} \quad \text{Equação 6}$$

Sendo:

i: indicador dos diferentes tipos de impacto aos Recursos Hídricos;

RHi: indicador da percepção da existência de impacto sobre os recursos hídricos;

Ni: número de itens do questionário.

Os índices IPAC, IES e IRH variam de zero a um, e quanto mais próximo de zero menor a percepção do produtor.

## Qualidade do Solo

Para avaliar a qualidade do solo foram determinados atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Em cada propriedade foi selecionada uma gleba que estivesse sendo cultivada preferencialmente com alface. Outros cultivos amostrados foram: cana-de-açúcar, morango, feijão, couve. Entre agosto e outubro de 2008, cada uma das glebas foi dividida em três subparcelas ou repetições, nas quais foram tomadas amostras compostas para as análises laboratoriais (físicas, químicas e microbiológicas). Para as análises de colonização micorrízica foram coletadas raízes de plantas de alface no mesmo local das amostragens de solo.

### a) Atributos Físicos

**Densidade do solo:** Foram utilizados anéis de bordos cortantes com capacidade interna de 100 cm<sup>3</sup> para coletar o solo na camada superficial, correspondendo à camada cultivada (0 a 0,20 m de profundidade). As amostras foram secas em estufa a 110 °C até massa constante. O valor da densidade foi obtido por meio da relação entre a massa de solo e o volume do anel (CAMARGO et al., 1986).

**Estabilidade de agregados:** Foram coletadas 10 subamostras de solo correspondentes à camada cultivada do solo (0-0,20 m) com auxílio de um enxadão e uma pá reta para compor uma amostra composta por subparcela. No laboratório, com as amostras secas ao ar, realizou-se um peneiramento a seco para a separação dos agregados de diâmetro entre 9,52 mm e 4,00 mm em agitador mecânico, pelo tempo de dez minutos. Da fração retida na peneira de 4,00 mm, separaram-se 50 g de agregados. Essa quantidade de agregados

foi umedecida com água e após 10 minutos, peneirada em agitador mecânico em recipientes com água, utilizando-se um jogo de peneiras com malhas de abertura de 7,93 mm, 6,35 mm, 4,00 mm, 2,00 mm, 1,00 mm e 0,5 mm. A fração de agregados retida em cada peneira foi colocada em copos de alumínio e levada à estufa à temperatura de 105-110 °C. Depois de, em média 48 horas ou até obtenção de massa constante, as amostras foram pesadas e os resultados corrigidos em função da umidade inicial da amostra. Os agregados retidos em cada peneira foram agrupados, formando, em função de seu diâmetro, as classes: menores de 2 mm; entre 2 e 4 mm e maiores de 4 mm (KEMPER e CHEPIL, 1965).

### b) Atributos Biológicos

Para determinação dos atributos biológicos, foi coletado o solo envolto ao sistema radicular, de cerca de 1,5 a 2,0 kg, correspondendo à camada de 0,0-0,2 m, sendo 10 subamostras para compor a amostra composta de cada repetição.

**Carbono da biomassa microbiana:** As amostras fumigadas pelo clorofórmio e não fumigadas foram incubadas por quatro dias. Em separado, após este período, as amostras foram preparadas para a titulação, em um erlenmeyer (8 mL do filtrado + 2 mL de K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> + 10 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado + 5 mL de H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> concentrado) e aquecidas por 60 minutos em banho-maria. A titulação foi feita com Sulfato Ferroso Amoniacal - NH<sub>3</sub> Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, utilizando a ferroína como indicador (5 gotas). O carbono liberado pela morte dos micro-organismos pelo clorofórmio (fumigação) foi determinado por extração (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) e calculado multiplicando-se a diferença entre o carbono extraído do solo fumigado e não fumigado, em µg C g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (VANCE et al., 1987).

**Respiração basal da biomassa microbiana:** As amostras foram levadas para a sala de incubação por três dias, a 25-30 °C. Após o período de incubação foi inserido, dentro do frasco contendo as 50 gramas de solo incubado, um erlenmeyer contendo 10 mL de NaOH 0,1 N. Fechou-se hermeticamente o recipiente de vidro e foi mantido em sala de incubação por mais três dias para as amostras de Ibiúna e dois dias as de Socorro. Em seguida, foram preparadas para a titulação: retirou-se o erlenmeyer, adicionando a ele 1 mL de BaCl<sub>2</sub> (cloreto de bário) a 50% e duas gotas de fenolftaleína. Logo em seguida, fez-se a titulação com HCL a 0,1 N até a mudança de cor rosa para incolor. Os resultados foram expressos em µgC g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (ANDERSON e DOMSCH, 1978).

**Colonização micorrízica:** Para a análise de colonização micorrízica selecionou-se a cultura de alface (*Lactuca sativa* L), nas propriedades do município de Ibiúna. Foram coletadas raízes de plantas de alface com idade entre 30 e 40 dias, sendo 12 amostras no sistema orgânico (quatro propriedades) e nove amostras no sistema convencional (três propriedades). As amostras foram lavadas e acondicionadas em álcool 50%. Para ter boa coloração, permitindo boa visualização das estruturas, as raízes foram clarificadas com KOH a 10% por 10 minutos e acidificadas com HCL

a 2% por 12 horas. Em seguida, efetuou-se a coloração com Trypan blue por cinco minutos fervendo em banho-maria (PHILLIPS e HAYMAN, 1970). A porcentagem de colonização foi avaliada pelo método da lâmina com segmentos de raiz (GIOVANNETTI e MOSSE, 1980), que consiste em lavar as raízes com água corrente após a coloração, separar pequenos segmentos (1 cm) de cada amostra e montar em lâminas para serem lidas com auxílio de microscópio (aumento de até 40 vezes).

### c) Atributos Químicos

Com auxílio de um trado, foram coletadas 10 subamostras de solo para formar cada amostra composta de solo da camada 0 a 0,20 m. As amostras foram secas ao ar e passadas em peneira de malha de 2 mm, preparadas e analisadas, de acordo com a rotina analítica do Instituto Agrônomo de Campinas (RAIJ et al., 2001), determinando-se: matéria orgânica pelo método colorimétrico do dicromato de sódio; P por extração com resina trocadora de íons e determinado pelo método do vanadato-molibdato; saturação por bases (V %) e a capacidade de troca de cátions (CTC potencial) foram calculadas a partir dos valores de K, Ca, Mg (método da resina) e H + Al (método da solução tampão SMP); Zn, Cu e Mn extraídos pelo método do DTPA pH 7,3 e determinação por ICP-OES.

O delineamento experimental adotado para análise dos dados foi inteiramente casualizado, com dois sistemas, dois locais e quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância e aplicação do teste t (com 10% de significância) para comparação de médias, aplicando-se aos índices com distribuição não normal uma transformação de dados (valor-média/desvio-padrão).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Índices de Diversidade

Valores médios dos índices de diversidade de uso do solo (IGU, IHD e IGD) foram calculados para cada sistema

(orgânico e convencional) e região (Ibiúna e Socorro), conforme apresentado na tabela 1.

Os resultados do índice geral de uso da terra (IGU) indicam que não há diferença significativa entre os dois sistemas de produção quanto às atividades ou explorações desenvolvidas nas propriedades, porque, mesmo as propriedades orgânicas possuem baixa integração entre as atividades, contrário ao esperado.

Considerando o total de itens cultivados ou explorados, no qual se baseou o cálculo do Índice Geral de Diversidade de Uso do Solo (IGD), o sistema orgânico tinha maior diversidade que o sistema convencional. No município de Socorro, nesse índice houve diferença significativa entre os dois sistemas.

O Índice de Diversidade da Horticultura (IHD) diferiu significativamente entre os produtores pesquisados na região de Socorro, ou seja, a diversidade de uso do solo para horticultura é maior entre os produtores orgânicos em relação aos convencionais.

Os resultados observados para os dois índices (IGD e IHD) estão de acordo com o esperado, pois uma das finalidades do sistema orgânico de produção é a recomposição ou incremento da diversidade biológica dos ecossistemas modificados.

Contudo, na região de Ibiúna, o resultado não foi o esperado na comparação entre os dois sistemas, não diferindo significativamente entre eles quanto aos índices IGD e IHD.

### Índices de percepção ambiental

Os valores médios dos índices de percepção ambiental (IPAC, IES, IRH) são apresentados na tabela 2. Os produtores orgânicos apresentaram maior percepção ambiental quando comparados aos convencionais, resultado verificado em todos os índices de percepção (atitude conservacionista, erosão do solo e impacto sobre os recursos hídricos), exceto para o IES em Ibiúna e o IRH em Socorro.

De forma geral, os resultados concordam com outros estudos que demonstraram maior adoção de

**Tabela 1.** Índices de diversidade de uso do solo e coeficiente de variação nos sistemas orgânico e convencional em levantamento realizado na região de Ibiúna e Socorro (SP), entre junho e setembro de 2008

Sistema	Local		Média	CV (%)
	Ibiúna	Socorro		
<b>IGU = Índice Geral de Uso da Terra</b>				
Orgânico	0,29 a	0,56 a	0,38 a	38,9
Convencional	0,27 a	0,50 a	0,35 a	
<b>IGD = Índice Geral de Diversidade de Uso do Solo</b>				
Orgânico	0,40 a	0,33 a	0,38 a	76,3
Convencional	0,27 a	0,16 b	0,23 b	
<b>IHD = Índice de Diversidade da Horticultura</b>				
Orgânico	0,40 a	0,21 a	0,35 a	72,8
Convencional	0,29 a	0,09 b	0,23 a	

Para cada índice, letras diferentes nas colunas indicam diferença significativa a 10% pelo teste t.

práticas conservacionistas por produtores orgânicos e maior percepção quanto aos impactos no uso de recursos naturais, como o de RODRIGUES e CAMPANHOLA (2003), com melhor desempenho ambiental em horticultores orgânicos, quando comparados com os convencionais na região de Ibiúna. Em Capim Branco, região do cinturão verde de Belo Horizonte (MG), TUBALDINI e COELHO (2002) concluíram que a agricultura orgânica na região é praticada com bases sustentáveis desde a conservação do solo até o manejo das culturas. Os autores destacam, também, a preocupação dos produtores orgânicos com a qualidade da água.

### Atributos físicos e biológicos da qualidade do solo

Os atributos físicos representam a estrutura do solo. Quanto maior a densidade, menor a porosidade e a permeabilidade à água. Os solos com agregados não estáveis são menos resistentes à erosão e tendem a formar crostas ou selamentos, reduzindo a infiltração de água no perfil do solo.

Seria esperado que o sistema orgânico tivesse melhor qualidade física do solo. No entanto, não houve diferença significativa entre os dois sistemas, conforme resultados apresentados na tabela 3.

THEODORO et al. (2003) comparando áreas de cultivo de café nos sistemas orgânico e convencional, verificaram maiores teores de nutrientes no solo no sistema orgânico, mas também não observaram diferenças em propriedades físicas do solo como densidade e estabilidade de agregados. Neste trabalho, tal fato pode ser explicado pelo tipo de preparo do solo na horticultura, que é semelhante nos dois sistemas, com utilização de implemento do tipo enxada rotativa seguidamente.

Na avaliação dos atributos biológicos, observou-se maior atividade microbiana, medida pela respiração basal, nas propriedades orgânicas de Ibiúna (Tabela 3). Resultados semelhantes foram obtidos por BETTIOL et al. (2002) que, comparando os efeitos de sistemas de cultivo orgânico e convencional, em cultivos de tomate e milho,

sobre a comunidade de organismos do solo, observaram que as contagens das populações de micro-organismos foram semelhantes para os dois sistemas de produção, mas a atividade microbiana, avaliada pela liberação de CO<sub>2</sub>, foi superior no sistema orgânico. SAMPAIO et al. (2008), comparando sistemas de cultivo convencional e orgânico de frutas, verificaram que a adoção do sistema orgânico aumentou a atividade microbiana e o conteúdo de carbono orgânico do solo.

O sistema orgânico proporcionou maior respiração basal, indicando maior atividade microbiana, o que pode ser consequência de maior quantidade de material orgânico adicionado ao solo que estimulou a atividade de heterotróficos aeróbicos. Alta atividade da microbiota do solo pode estar relacionada à maior disponibilidade de resíduos com baixa relação C/N (FORTES NETO, 2000).

A colonização micorrízica das raízes de alface, apenas no município de Ibiúna e em culturas com 30-40 dias, também diferiu significativamente entre os sistemas, sendo a maior colonização desses fungos constatada nas raízes de plantas cultivadas sob o sistema orgânico. Os valores obtidos para a colonização micorrízica, em porcentagem, foram de 76,2 para o sistema orgânico e 67,3 para o sistema convencional, com um coeficiente de variação de 15,2%.

Segundo PRIMAVESI (1987), a adição periódica de matéria orgânica e a rotação de culturas, práticas normalmente utilizadas pelos produtores orgânicos avaliados, são essenciais para a manutenção da atividade dos micro-organismos no solo.

Em outros estudos, notam-se resultados positivos de indicadores biológicos para sistema orgânico, como o realizado por VALARINI et al. (2007a), que concluíram que o sistema orgânico de produção de tomate proporciona maior diversidade microbiana do solo em relação ao convencional, em Serra Negra (SP). FRANÇA et al. (2007), estudando aspectos da atividade microbiana do solo em pomares de citros sob sistemas orgânico e convencional, verificaram que no sistema orgânico houve maior carbono da biomassa microbiana e respiração basal e maior riqueza e diversidade de espécies de fungos micorrízicos arbusculares.

**Tabela 2.** Índices de percepção ambiental e coeficiente de variação nos sistemas orgânico e convencional em levantamento realizado na região de Ibiúna e Socorro (SP), entre junho e setembro de 2008

Sistema	Local		Média	CV (%)
	Ibiúna	Socorro		
<b>IPAC = Índice de percepção sobre atitude conservacionista</b>				
Orgânico	0,88 a	0,90 a	0,89 a	16,5
Convencional	0,77 b	0,63 b	0,72 b	
<b>IES = Índice de percepção de erosão do solo</b>				
Orgânico	0,88 a	1,00 a	0,92 a	18,4
Convencional	0,83 a	0,63 b	0,76 b	
<b>IRH = Índice de percepção do impacto do uso de recursos hídricos</b>				
Orgânico	0,83 a	0,93 a	0,86 a	16,1
Convencional	0,72 b	0,80 a	0,75 b	

Para cada índice, letras diferentes nas colunas indicam diferença significativa a 10% pelo teste t.

**Tabela 3.** Valores médios dos atributos físicos e biológicos de qualidade do solo nos sistemas orgânico e convencional e coeficiente de variação dos dados em levantamento realizado nas regiões de Ibiúna e Socorro (SP), entre agosto e outubro de 2008

Sistema	Local		Média	CV(%)
	Ibiúna	Socorro		
<b>DS – Densidade do solo (g cm<sup>-3</sup>)</b>				
Orgânico	1,02 a	1,10 a	1,06 a	6,8
Convencional	1,04 a	1,14 a	1,09 a	
<b>Agregados &lt; 2 mm</b>				
Orgânico	89,16 a	67,25 a	79,42 a	16,3
Convencional	86,08 a	74,13 a	80,10 a	
<b>Agregados 2 – 4 mm</b>				
Orgânico	3,98 a	11,60 a	7,37 a	45,9
Convencional	8,25 a	11,60 a	9,93 a	
<b>Agregados &gt; 4 mm</b>				
Orgânico	6,86 a	21,15 a	13,21 a	87,7
Convencional	5,68 a	14,28 a	9,98 a	
<b>DMP – Diâmetro médio ponderado (mm)</b>				
Orgânico	0,92 a	2,16 a	1,47 a	47,3
Convencional	1,10 a	1,72 a	1,41 a	
<b>Carbono da biomassa (µgC g<sup>-1</sup> solo<sup>-1</sup>)</b>				
Orgânico	338,29 a	338,79 a	338,79 a	18,2
Convencional	284,91 a	292,78 a	289,41 a	
<b>Respiração basal (µgCO<sub>2</sub> g<sup>-1</sup> solo<sup>-1</sup>)</b>				
Orgânico	115,37 a	75,11 a	95,24 a	39,3
Convencional	77,44 b	87,46 a	83,17 a	

Para cada atributo, letras diferentes nas colunas indicam diferença significativa a 10% pelo teste t.

**Tabela 4.** Valores médios dos atributos químicos do solo nos sistemas orgânico e convencional e coeficiente de variação dos dados em levantamento realizado nas regiões de Ibiúna e Socorro (SP), entre agosto e outubro de 2008

Sistema	Valor de referência	Local		Média	CV(%)
		Ibiúna	Socorro		
<b>Matéria orgânica (g dm<sup>-3</sup>)</b>					
Orgânico	SR	35,6 a	33,5 a	34,7 a	19,5
Convencional		23,2 b	31,8 b	27,5 b	
<b>Fósforo (mg dm<sup>-3</sup>)</b>					
Orgânico	61	130 a	122 a	126 a	101,5
Convencional		261 a	102 a	181 a	
<b>Potássio (mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>)</b>					
Orgânico	3,1	3,5 a	2,7 a	3,1 b	41,0
Convencional		5,1 a	5,2 b	5,2 a	
<b>Capacidade de troca catiônica (mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>)</b>					
Orgânico	SR	106,2 a	101,8 a	104,3 a	25,7
Convencional		118,2 a	93,5 a	105,8 a	
<b>Saturação por bases (%)</b>					
Orgânico	70-80	61 a	60 a	61 a	34,0
Convencional		72 a	57 a	65 a	
<b>Cobre (mg dm<sup>-3</sup>)</b>					
Orgânico	0,8	2,4 a	2,3 a	2,3 a	60,0
Convencional		1,7 a	2,5 a	2,1 a	
<b>Manganês (mg dm<sup>-3</sup>)</b>					
Orgânico	5	4,5 a	13,7 a	8,6 a	51,0
Convencional		6,6 a	10,0 a	8,3 a	
<b>Zinco (mg dm<sup>-3</sup>)</b>					
Orgânico	1,2	1,7 a	4,1 a	2,8 a	66,0
Convencional		3,4 a	4,4 a	3,9 a	
<b>Relação cálcio:magnésio (Ca/Mg)</b>					
Orgânico	5:1 a 7:1	6,2: 1 a	3,6: 1 a	5,1: 1 a	24,5
Convencional		6,5: 1 a	3,4: 1 a	5,0: 1 a	

(<sup>1</sup>) Valores de referência, de acordo com RAIJ et al., 1996, acima dos quais os níveis de fertilidade são considerados altos. <sup>2</sup>SR: sem valor de referência. Para cada atributo, letras diferentes nas colunas indicam diferença significativa a 10% pelo teste t.

## Atributos químicos da qualidade do solo

Nos resultados dos atributos químicos (Tabela 4), apenas para a matéria orgânica (MO) e potássio (K) os valores médios diferiram significativamente (teste t, a 10% de significância), sendo maior o teor de MO para o sistema orgânico e maior o teor de K para o convencional. Pelos resultados, observa-se também, que o maior teor de matéria orgânica observado no sistema orgânico não foi acompanhado de maior valor da CTC para este sistema de produção. Esse fato pode ser decorrente da baixa utilização de matéria orgânica diversificada, como concluiu VALARINI et al. (2007b).

O nutriente fósforo proporcionou valores considerados muito altos tanto no sistema orgânico, como no convencional (RAIJ et al., 1996). Esse excesso provavelmente ocorre devido à não-utilização de um sistema de adubação equilibrada, seja química seja orgânica. PARTELLI et al. (2009) observaram que o cultivo de café orgânico utiliza fontes não solúveis de fósforo e grande quantidade e variedade de material orgânico em seu manejo. Dessa forma, no estudo realizado, esse autores verificaram que a adição de resíduos vegetais e adubos fosfatados naturais no solo do cafeeiro orgânico proporcionam aumento de fósforo disponível no solo.

O mesmo pode estar ocorrendo com o potássio no sistema convencional, cujo valor médio é considerado alto, de acordo com RAIJ et al., 1996. Nota-se que mesmo a menor quantidade observada para o potássio no sistema orgânico, este também é considerado alto, indicando que não há problemas de deficiência desse elemento.

Quanto à saturação por bases, ambos os sistemas estão abaixo dos valores de referência de 70% a 80%. A relação Ca/Mg no sistema orgânico estava faixa ideal de 5:1 a 7:1 e em Ibiúna para os dois sistemas de produção, mas fora da faixa, nos dois sistemas em Socorro. Mais uma vez, a não-utilização de um sistema de adubação química equilibrada nos dois sistemas pode ser a causa. Os micronutrientes estão dentro da faixa considerada alta nos dois sistemas, orgânico e convencional.

Embora tenha sido verificado que os produtores orgânicos possuem maior percepção ambiental e diversidade geral de uso do solo, os índices de qualidade demonstram que o manejo utilizado por eles em alguns aspectos, sobretudo no preparo do solo, ainda se assemelham ao sistema convencional. Práticas alternativas adaptadas às condições socioeconômicas dos agricultores orgânicos são ainda necessárias para melhorar a qualidade dos solos.

Porém, em outro estudo, VALARINI et al. (2007b), considerando a análise integrada de indicadores de qualidade do solo em propriedades orgânicas e convencionais com cultivo de hortaliças, nos municípios de Ibiúna e Socorro, constataram resultados semelhantes para a fertilidade química, física e biológica. Segundo os autores, esses resultados são explicados pelo ciclo curto dessas culturas e

pela alta exigência nutricional e indicam necessidades de melhorias nas práticas de manejo tanto nas propriedades orgânicas como nas convencionais.

## 4. CONCLUSÕES

1. Produtores orgânicos possuem maior percepção ambiental que os convencionais, quanto à sua atitude conservacionista, incidência de erosão do solo e impacto sobre o uso de recursos hídricos.
2. Observaram-se nas propriedades orgânicas maior diversidade de cultivos, indicada neste trabalho pelo Índice Geral de Diversidade Uso do Solo (IGD), mas não há diferença entre os sistemas quanto às atividades ou explorações desenvolvidas nas propriedades, conforme o Índice Geral de Uso da Terra (IGU).
3. Em Ibiúna há maior atividade biológica no sistema de produção orgânico que no sistema convencional.
4. Os sistemas de produção orgânicos avaliados possuem maior teor de matéria orgânica e menor teor de potássio no solo comparativamente aos sistemas convencionais, contudo a qualidade física do solo não é diferente entre os dois sistemas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos agricultores orgânicos e convencionais, “atores principais” e motivo maior que levou à realização deste trabalho; aos pesquisadores Dr. Joaquim Adelino de Azevedo Silva, Dr. Sebastião Wilson Tivelli e ao Prof. Dr. Gerd Sparovek, pelas orientações no desenvolvimento deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, M.C. A percepção ambiental de produtores rurais assentados no Estado de São Paulo. 2006. 126f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- ANDERSON, J.P.E.; DOMSCH, K.H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. *Soil Biology and Biochemistry*, v.10, p.215-221, 1978.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO F. Conservação do solo. 3.ed. São Paulo: Ícone, 1990. 335 p.
- BETTIOL, W.; GHINI, R.; GALVÃO, J.A.H.; LIGO, M.A.V.; MINEIRO, J.L.C. Soil organisms in organic and conventional cropping systems. *Scientia Agricola*, v.59, p.565-572, 2002.
- CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas. Campinas: Instituto Agronômico, 1986. 94p. (IAC, Boletim Técnico, 106)



- COSTA, E.A.; GOEDERT, W.J.; SOUSA, D.M.G. Qualidade de solo submetido a sistemas de cultivo com preparo convencional e plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, p.1185-1191, 2006.
- DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (Ed.). *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p.3-22. (Publication, n.35)
- EHLERS, E. *Agricultura Sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma*. São Paulo: Livros da Terra, 1996. 178 p.
- FRANÇA, S.C.; GOMES-DA-COSTA, S. M.; SILVEIRA, A.P.D. Microbial Activity and arbuscular Mycorrhizal Fungal Diversity in Conventional and Organic Citrus Orchards. *Biological Agriculture and Horticulture*, v.25, p. 91–102, 2007.
- FORTES NETO, P. Degradação de biossólido incorporado ao solo avaliada através de medidas microbiológicas. 2000. 113f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular infection in roots. *New Phytologist*, v.84, p.489–500, 1980.
- GREGORICH, E.G.; CARTER, M.R.; ANGERS, D.A.; MONREAL, C.M.; ELLERT, B.H. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Canadian Journal of Soil Science*, v.74, p.367-375, 1994.
- KEMPER, W.D.; CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C.A.; EVANS, D.D.; WHITE, J.L.; ESMINGER, L.E.; CLARK, F.E. (Eds.). *Methods of soil analysis: Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling*. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p.499-510.
- KIEHL, J.E. *Fertilizantes orgânicos*. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.
- LARSON, W.E.; PIERCE, F.J. Conservation and enhancement of soil quality. In: INTERNATIONAL BOARD FOR SOIL RESEARCH AND MANAGEMENT; EVALUATION FOR SUSTAINABLE LAND MANAGEMENT IN THE DEVELOPING WORLD, 12., 1991, Bangkok. *Proceedings...* Bangkok: IBSRAM, 1991., v.2, p.175-203.
- PARTELLI, F.L.; BUSATO, J.G.; VIEIRA, H.D.; VIANA, A.P.; CANELLAS, L.P. Qualidade da matéria orgânica e distribuição do fósforo no solo de lavouras orgânicas de café Conilon. *Ciência Rural*, v.39, p.2065-2072, 2009.
- PHILLIPS, J.M.; HAIMAN, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*, v.55, p.158-160, 1970.
- PIMENTEL, D.; HEPPELY, P.; HANSON J.; DOUDS D.; SEIDEL R. Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *Bioscience*, v.55, p.573-582, 2005.
- PRIMAVESI, A.M. *Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais*. 9.ed. São Paulo: Nobel, 1987. 549p.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2.ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. 300p.
- RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285p.
- RODRIGUES, G.S.; CAMPANHOLA, C. Sistema integrado de avaliação de impacto ambiental aplicado a atividades do Novo Rural. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 38, p. 445-451, 2003.
- SAMPAIO, D.B.; ARAÚJO, A.S.F.; SANTOS, V.B. Avaliação de indicadores biológicos de qualidade do solo sob sistemas de cultivo convencional e orgânico de frutas. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, p. 353-359, 2008.
- THEODORO, V. C. A.; ALVARENGA, M. I. N.; R. J.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, C. A. S. Alterações químicas em solo submetido a diferentes formas de manejo do cafeeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, p.1039-1047, 2003.
- TUBALDINI, M.A.; COELHO, P.E. Formação de pólo de horticultura orgânica: a influência do trabalho familiar e assalariado e o meio ambiente. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 13., 2002, Ouro Preto. *Anais eletrônicos...* Disponível em [http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2002/GT\\_MA\\_PO40\\_Tubaldini\\_textopdf](http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2002/GT_MA_PO40_Tubaldini_textopdf). Acesso em 10 de janeiro de 2009.
- VALARINI, P.J.; FRIGHETTO, R.T.S.; SCHIAVINATO, R.J.; CAMPANHOLA, C.; SENA, M.M.; BALBINOT, L.; POPPI, R.J. *Análise integrada de sistemas de produção de tomateiro com base em indicadores edafobiológicos*. *Horticultura Brasileira*, v.25, p.60-67, 2007a.
- VALARINI, P.J.; SCHLICKMANN, S.; OLIVEIRA, F.R.; ISHIKAWA, S. Influência das práticas de manejo orgânico e convencional na qualidade do solo em produção familiar de hortaliças. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.2, p.257-260, 2007b.
- VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry*, v.19, p.703-707, 1987.