

QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMAS DE MANEJO CONVENCIONAL E ORGÂNICO NA PROPRIEDADE DA AGRICULTURA FAMILIAR

Cesar Augusto Feliciano¹
Antônio Wagner Pereira Lopes²
Maria Claudia da Silva³
Manoel Baltasar Baptista da Costa⁴

Resumo:

Neste trabalho, foi avaliado os componentes químicos, físicos e microbiológicos do solo e seus principais indicadores. Essas informações podem contribuir para o desenvolvimento de sistemas de manejos mais sustentáveis, avaliando o Latossolo Vermelho Escuro submetidos a distintos sistemas de manejo, orgânico e convencional. O trabalho foi realizado em dois diferentes sistemas de manejo em Araraquara – SP. Para análise do solo foram coletadas amostras de solos das áreas orgânicas e convencionais em olericultura. Foram selecionadas áreas da agricultura familiar, levando-se em consideração o tipo de solo, a topografia, e o manejo ao qual está submetido. Para caracterização dos indicadores químicos, físicos e microbiológicos do solo foram retiradas 40 amostras de profundidade 0-20cm do solo, as mesmas foram encaminhadas para o laboratório, para realização das análises de interesse. Devido este problema de dependência espacial ocasionou um confundimento na análise fatorial e não permitiu diferenciar os manejos em convencional e orgânico. Os resultados obtidos permitem verificar as diferenças entre as propriedades do manejo convencional e orgânico, devido a exclusão do lote 112, o mesmo apresenta horta orgânica e convencional próximas uma da outra nesta propriedade. Essa dependência espacial faz com que as variáveis físicas, químicas e biológicas do solo e o entorno influencia bastante na fertilidade do solo. Para ter uma produção orgânica é necessário que ela seja feita em polos orgânicos para obter as características de uma produção orgânicas. A médio prazo, se ficar apenas neste passo os desequilíbrios continuam e os custos passam a aumentar. Inviabilizando o sistema, por isso é fundamental avançar no processo de transição agroecológica.

Palavras-chave: Solos, manejo convencional, manejo orgânico, microbiologia do solo, propriedades do solo e sistemas de cultivo

¹ Universidade de Araraquara - Uniara

Abstract:

In this work, the chemical, physical and microbiological components of the soil and its main indicators were evaluated. This information can contribute to the development of more sustainable management systems, evaluating the Dark Red Latosol under different management systems, organic and conventional. The work was carried out in two different management systems in Araraquara - SP. For soil analysis soil samples were collected from the organic and conventional areas in olericultura. Areas of family agriculture were selected, taking into account the type of soil, the topography, and the management to which it is submitted. For the characterization of the chemical, physical and microbiological indicators of the soil, 40 samples of 0-20cm depth were taken from the soil, and the samples were sent to the laboratory for analysis of interest. Due to this problem of spatial dependence caused a confusion in the factor analysis and did not allow to differentiate the maneuvers in conventional and organic. The results obtained allow to verify the differences between the properties of the conventional and organic management, due to the exclusion of lot 112, the same presents organic and conventional vegetable garden next to each other in this property. This spatial dependence causes the physical, chemical and biological variables of the soil and the environment to influence soil fertility. To have an organic production it is necessary that it be made in organic poles to obtain the characteristics of an organic production. In the medium term, if it is only in this step the imbalances continue and the costs begin to increase. Inviting the system, so it is essential to move forward in the process of agroecological transition.

Keywords: Soils, conventional management, organic management, soil microbiology, soil properties and cropping systems

Introdução

Para Primavesi (2002), o solo funciona como um ser vivo com metabolismo próprio, temperatura própria, aspira oxigênio e libera gás carbônico. De acordo com Silva (2016), o solo é considerado um componente vital para os agroecossistemas no qual ocorrem os processos e ciclos de transformações físicas, biológicas e químicas, que quando mal manejados podem degradar todo o ecossistema, provocando riscos ambientais com o impacto negativo, tanto para as comunidades rurais como para o meio urbano. A qualidade do solo é a capacidade de funcionamento de um solo, dentro de um ecossistema e do limite de uso da terra, para sustentar a produtividade biológica, mantendo a qualidade do meio ambiente e promovendo a saúde das plantas, dos animais e do homem (DORAN; SARRANTONIO; LIEBIG, 1996). Os processos ecológicos se constituem em ferramentas científicas para melhor orientar os sistemas agricultáveis, podendo ser indicadores da qualidade do solo (COSTA, 2004). O diagnóstico dos atributos químicos, físicos e microbiológicos do solo é uma ferramenta de extrema importância detectando às alterações na sua qualidade, uma vez que pode oferecer subsídios para estabelecimento de sistemas adequados de manejo de solo e cultivos

agrícola contribuindo com a manutenção dos agroecossistemas, principalmente conduzidos pela agricultura familiar em assentamentos rurais que carecem de assistência técnica. Segundo o MAPA (2017), Lei nº 10.831 de 23 de dezembro de 2003, “considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito a integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos e a proteção do meio ambiente”. A prática adotada pelo cultivo orgânico é uma das maneiras para melhorar o solo, as quais evitam e excluem o uso de fertilizantes concentrados e altamente solúveis, Assim como agrotóxicos sintéticos, otimizando o uso dos insumos disponíveis na propriedade ou próximos (ALTIERI; NICHOLLS, 2002). Dessa forma, os processos físicos, químicos e biológicos no solo são controlados pela ação do tempo e no espaço, onde qualquer perturbação altera os sistemas biológicos, incidindo sobre a fertilidade e influenciando nos resultados da produção a agrícola (CARNEIRO et al., 2009). A agricultura orgânica reduz o revolvimento do solo, favorecendo a recuperação das propriedades físicas e químicas, geralmente deterioradas pelo sistema de cultivo intensivo ou convencional (VERAS et al., 2007).

A agricultura convencional caracteriza-se basicamente pelo uso intensivo do solo, monoculturas, irrigação, aplicação de fertilizantes inorgânicos, controle químico de pragas e manipulação genética de plantas cultivadas. Essa agricultura visa enquadrar em dois objetivos, que é a maximização da produção e o lucro (GLIESSMAN, 2005). É um sistema agrícola cujo processo de produção está baseado no emprego de adubos químicos, agrotóxicos, revolvimento contínuo, e com falta de cobertura do solo e a não observância da capacidade de uso das terras podem resultar em diminuição da qualidade do solo (KAMIYAMA et al., 2011).

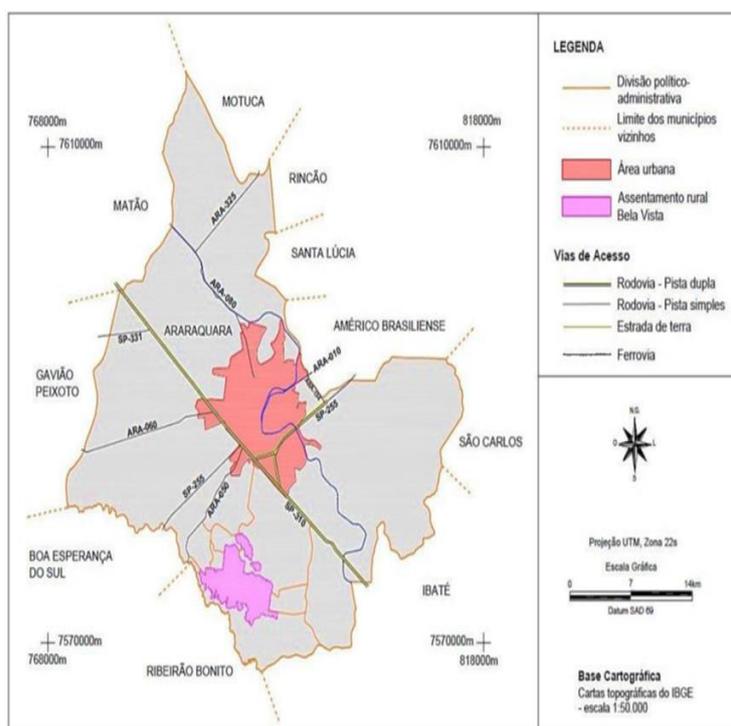
A olericultura é o ramo da horticultura que abrange a exploração de um grande número de espécies de plantas, comumente conhecidas como hortaliças, e que engloba culturas folhosas, raízes, bulbos, tubérculos e frutos diversos (IMCAPER, 2018). Conforme Freitas (2007) a característica mais marcante da olericultura é o fato de ser uma atividade agroeconômica altamente intensiva em seus mais variados aspectos, em contraste com outras atividades agrícolas extensivas. Sua exploração econômica exige

alto investimento na área trabalhada, em termos físicos e econômicos. O caráter intensivo da exploração de hortaliças predispõe o solo a consideráveis perdas de matéria orgânica e nutrientes (SEAG, 2018). O presente artigo foi realizado com objetivo de avaliar a influência de práticas de manejo agrícola sob os agrossistemas nas diferentes propriedades físicas, químicas e microbiológicas, comparando as áreas de cultivo orgânica e convencional, com base na interpretação dos atributos químicos e físicos do solo por meio de técnicas de estatística multivariada no município de Araraquara – SP.

Metodologia

O assentamento rural Bela Vista (Figuras 1 e 2) está localizado na porção sul do município de Araraquara, tendo como principal via de acesso à estrada vicinal ARA-050, que interliga Araraquara a Guarapiranga (distrito do município de Ribeirão Bonito). Por volta do quilômetro 11 da estrada ARA-050, é possível acessar à esquerda uma estrada de terra até a agrovila do assentamento (SILVA; LOPES; TEIXEIRA, 2011).

Figura 1- Localização do Assentamento



Fonte: SILVA, 2011

Figura 2 – Pontos de coleta de solo



Fonte: Google Earth (2017)

O assentamento Bela Vista do Chibarro surgiu como fazenda cafeeira (Bela Vista), transformado em núcleo fabril (seção Bela Vista) de uma usina de açúcar e álcool (Usina Tamoio). Na década de 70 a Usina entrou em processo de falência, e em julho de

1980, devido ao desemprego e às péssimas condições de vida dos trabalhadores empregados na cana, o Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Araraquara começou a empreender e lutar pela terra (LOPES et al., 2015). De acordo com Amaral e Ferrante (2007), o assentamento Bela Vista constituiu-se como área de reforma agrária em 1989, mediante aquisição da área da referida Usina por parte do governo federal. É resultado também da organização dos trabalhadores rurais em congruência com o Sindicato de Trabalhadores Rurais. Não houve, porém, neste assentamento um prévio momento de ocupação de terras. O processo de negociação da desapropriação desta área para fins de reforma agrária foi conduzido pelo Sindicato em decorrência da falência da Usina. Em consonância com a elevada dívida legal (trabalhista e tributária), ocorreu o perdão de parte da mesma e a consequente arrecadação das terras pela União.

O assentamento Bela Vista possui uma área total de 3.427ha no período de 1991 a 2006 foi dividido em 176 lotes com 16ha, em 2007. E com o programa de recuperação do assentamento e adesão voluntária de famílias, ocorreu o redimensionamento e a criação de mais 44 lotes, totalizando 220 lotes do assentamento. Atualmente existe propriedades de 16 hectares, e módulos de 8 hectares (SILVA; LOPES; TEIXEIRA, 2011). O assentamento Bela Vista ocupa predominantemente uma região com formação Serra Geral (Basalto) e trechos com formação Botucatu (Arenitos finos a médios) (SILVA; LOPES; TEIXEIRA, 2011), dando origem a solos mais férteis do tipo Solos Podzolizados de Lins e Marília, bem como o Latossolo Vermelho Escuro - fase arenosa, formada quando os arenitos se apresentam sem cimento calcário, normalmente argiloso, solos mais ácidos e menos férteis (ARARAQUARA, 2017).

Para avaliação dos atributos/indicadores físicos, químicos e biológicos de qualidade do solo Latossolo vermelho-escuro, foram selecionados três lotes (15, 112 e 161) no assentamento Bela Vista do Chibarro: olericultura convencional nos lotes 15 e 112; olericultura orgânica nos lotes 112 e 161. Para cada lote duas áreas amostrais foram separadas, perfazendo um total de três áreas, sendo que no lote 112 contém olericultura convencional e orgânica. Todos os pontos encontram-se em posição de declividade mediana, procurando obedecer a mesma posição no relevo, respectivamente, cultivados intensivamente há aproximadamente quatro anos. As Coordenadas Geográficas das áreas amostrais 21°55'6,10''S; 48°10'23,54''O lote 162 manejo orgânico, 21°55'14,99''S; 48°11'42,55''O lote 15 manejo convencional, 21°55'7,11''S; 48°09'21,52''O lote 112 manejo orgânico e 21°55'7,14''S; 48°10'22,55''O lote 112 manejo convencional.

Para a determinação dos indicadores de qualidade dos solos (atributos físicos, químicos e biológicos), no mês de julho 2017 foram escolhidos em cada área dois cultivares de hortaliças folhosas das famílias Liliáceas (cebolinha), com espaçamento 20x20cm e Brassicáceas (couve) espaçamento 60x60cm no período da pré-colheita que estão plantadas em canteiros de 30x1m², onde serão coletadas 15 amostras com o trado cavadeira, retiradas por caminharmento em zigue-zague, em cada lote de horticultura convencional e orgânica, totalizando 60 amostras. Procedeu-se à coleta em uma profundidade (0-20cm), cujas as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e etiquetadas com o número da amostra, data e o número do lote. Em seguida elas foram armazenadas em caixas térmicas e encaminhadas para análise no Laboratório.

Os atributos químicos foram avaliados de acordo com os métodos descritos na Espínola e colaboradores (1997) que resumidamente são: pH em CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹, os teores de P e K⁺ foram extraídos com Mehlich e determinados por colorimétrica e fotometria de chama, respectivamente; alumínio, cálcio e magnésio trocáveis foram extraídos com KCl 1mol L⁻¹ e determinados por titulação de neutralização e complexação, respectivamente, acidez potencial (H+Al) foi extraída com acetado de cálcio 0,01 mol L⁻¹ a pH 7,0 e determinada por titulação de neutralização. A matéria orgânica foi determinada pelo método da perda de massa por combustão em mufla a 600°C por 6 horas. A soma de bases, a CTC total e efetiva e a saturação por bases e saturação por alumínio foram calculadas a partir dos resultados obtidos nas análises químicas. As amostras foram secas em estufa (110±5) °C, após esfriar à temperatura ambiente e determinar a sua massa total. A granulometria foi feita pelo aparelho peneirador mecânico (modelo Lab 1000) por 2 minutos, contendo peneiras. 37,5; 19,00; 9,50; 4,75; 2,36; 2,00; 0,60; 0,30; 0,15 e fundo (mm) e pesado.

Inicialmente, as amostras de solo para os testes microbiológicos foram peneiradas (< 2mm) e subdivididas em triplicatas, sendo que três amostras (10,0g) foram fumigadas com clorofórmio sem álcool. O método utilizado para determinação da biomassa microbiana (BMS-C) foi fumigação-extração (VANCE; BROOKES; JENKINS, 1987). Para determinação do nitrogênio da biomassa microbiana (BMS-N) foi utilizado o método extração-fumigação por VANCE e colaboradores (1987) e os extratos foram submetidos ao método da ninhidrina e depois analisado por espectrofotometria uv 570nm. A respiração microbiana do solo (RMS) é um processo que reflete a atividade biológica do solo, sendo definida como a produção de gás carbônico (CO₂) como resultado de

processos metabólicos de organismos vivos do solo. É usado para avaliar a atividade microbiana, sendo baseado na produção de CO₂ a partir de uma amostra de solo em laboratório (PARKIN; DORAN; FRANCO, 1996). Para análise estatística dos resultados quantitativos, os valores dos atributos físicos, químicos e microbiológicos foi utilizado para análise o programa Statistica Versão 10.0, (2010).

Resultados e discussão

De acordo com a Embrapa (2017), macro nutrientes N, P, K, Ca, Mg e S (também chamados de nutrientes principais) são absorvidos pela planta em maior proporção que os micronutrientes B, Zn, Cu, Fe, Mo, Cl e Mn (também chamados de elementos traço). Ambos são constituintes dos minerais e da matéria orgânica do substrato onde a planta cresce, e encontram-se também dissolvidos na solução do solo. Um ou vários nutrientes podem estar quase ausentes no solo, ou em uma forma que as raízes não conseguem absorver. Para torná-los disponíveis o solo deve ser bem manejado.

Tabela 1 – Valores médios dos atributos químicos do solo nas áreas estudadas em manejo convencional e orgânico nos cultivares de cebolinha e couve na profundidade 0-20cm.

Tratamento	Lote	__mg/dm ³ __		CaCl ₂		__mmol/dm ³ __					%		
		P	M.O	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al ³⁺	SB	CTC	V	m
Orgânico													
Couve	112	45,5	12,5	5,6	10,5	50,5	38,5	32,0	0,9	99,5	131,2	75,2	1,0
Cebolinha													
Orgânico													
Couve	162	45,4	12,8	5,5	9,3	50,0	36,4	34,4	0,8	95,7	130,1	73,3	0,9
Cebolinha													
Convencional													
Couve	15	42,3	12,5	5,2	11,3	45,4	24,7	39,1	1,1	81,4	120,5	67,2	1,4
Cebolinha													
Convencional													
Couve	112	100,2	14,9	5,4	10,4	54,6	32,2	36,4	1,5	97,2	133,6	72,6	0,8
Cebolinha													

Fonte: Autoria própria, 2017.

As variáveis químicas analisadas no solo das áreas de manejo convencional e orgânica em cultivares de hortaliças folhosas das famílias Liliáceas (cebolinha) e Brassicaceae (couve) é o teor de fósforo (P), nos solos sob manejo convencional no lote 15 (42,3mg/dm³ P) e 112 (100,2mg/dm³ P); e nas áreas sob manejo orgânico com os mesmos cultivares, nos lotes 112 (45,5mg/dm³ P) e 162 (45,4mg/dm³ P) (Tabela 1). O Instituto Agrônomo (2017a), estabelece a interpretação de análise de solo como padrão em condições de campo, expressa em termos de produção relativa, para limites de

interpretação de teores de fósforo para hortaliças como muito baixo 0-10, como baixo 11-25, como médio 26-60, como alto 61-120 e muito alto se $> 120\text{mg}/\text{dm}^3$. Os valores de fósforo encontrados no solo nos manejos estudados estão entre alto e médio, sendo o maior teor de fósforo encontrado no manejo convencional em relação ao orgânico, o que também pode ser explicado pela menor intensidade de cultivo do solo, e quantidade de adubos aplicados. O fósforo inorgânico que é adicionado ao solo como fertilizante tem baixa solubilidade em água e grande interação com as partículas do solo, e geralmente a recomendação de adubação fosfatada é maior que a necessidade da cultura (KLEIN; AGNE, 2012). Segundo Valarini, Oliveira e Schilickmann (2011), teores de até $120\text{mg}/\text{l}$ são considerados altos e suficiente para a obtenção de elevadas produtividades de hortaliças. É sabido que o excesso de fósforo no solo pode ocasionar problemas de deficiência de Zn nas culturas mais sensíveis (PRIMAVESI, 1997).

O Instituto Agronômico (2017), estabelece a interpretação de análise de solo como padrão em condições de campo, expressa em termos de produção relativa, para limites de interpretação dos parâmetros relacionado ao pH (potencial hidrogeniônica) em CaCl_2 para hortaliças como muito alta até 4,3, alta 4,4 – 5,0, média 5,1 – 5,5, baixa 5,6 – 6,0 e muito baixa $> 6,0$ pH. Conforme Araújo et al., (2012), apontam que a toxidez por alumínio não ocorre em solos com pH acima de 5,5, sendo ela é comum nos solos com pH mais baixo, particularmente abaixo de 5,0 faixa em que a solubilidade de alumínio aumenta e mais da metade do complexo de troca pode ser ocupado por ele. A fitotoxidez por Al^{3+} é uma das principais limitações químicas ao uso agrícola em ecossistemas tropicais, em razão de sua capacidade de gerar acidez no solo, devido às reações de hidrólise do Al^{3+} hidratado em solução. Os valores de Al^{3+} (teor de alumínio) analisados no solo de manejo convencional nos cultivares de cebolinha e couve no lote 15 é $1,1\text{mmol}/\text{dm}^3$ e no lote 112 é $1,5\text{mmol}/\text{dm}^3$ sendo assim os teores de alumínio trocável não são prejudiciais à fertilidade do solo e à produção de hortaliças, pois estão abaixo de $5,0\text{mmol}/\text{dm}^3$ (Tabela 1). No manejo orgânico, em cultivares de couve e cebolinha no lote 112 é $0,9\text{mmol}/\text{dm}^3$ e no lote 162 é $0,9\text{mmol}/\text{dm}^3$ também considerado não prejudicial.

As amostras analisadas no solo do manejo convencional para H+Al (Acidez potencial) em cultivares de cebolinha e couve no lote 15 é 39,1 e no lote 112 é $36,4\text{mmol}/\text{dm}^3$. No manejo orgânico em cultivares de couve e cebolinha no lote 112 é 32,0 e no lote 162 é $34,4\text{mmol}/\text{dm}^3$ (Tabela 1). Os devidos manejos apresentam valores

médios para acidez. Os valores de SB (soma de bases) analisadas no solo do manejo convencional nos cultivares de cebolinha e couve no lote 15 é 81,4 mmolc/dm³ e no lote 112 é 97,2 mmolc/dm³. E nos manejos orgânicos, nos cultivos de couve e cebolinha no lote 112 é 99,5 e no lote 162 é 95,7mmolc/dm³, considerados solos jovens que sofrem menos intemperismo (Tabela 1). A soma de bases trocáveis (SB) de um solo, argila ou húmus representa a soma dos teores de cátions permutáveis, exceto H⁺ e Al³⁺ (SB = Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺). As quantidades de soma de bases indicam o grau de intemperismo do solo.

Os valores de V% (saturação por bases) no solo de manejo convencional nos cultivos de cebolinha e couve é de 67,2% no lote 15 considerado como médio e de 72,6% no lote 112 apresentando uma saturação de bases alta. E nos manejos orgânicos nos cultivos de cebolinha e couve no lote 112 a saturação de bases é de 75,2% e no lote 162 é de 73,3% ambos são considerados como alta para saturação de bases (Tabela 1). As amostras do manejo convencional e orgânico apresenta a percentagem de saturação por bases (V%) maior que 50% é considerado um solo fértil. Solos com V menor que 50% seriam chamados de solos não férteis ou de baixa fertilidade. Os solos com V maior que 50% seriam chamados de "eutróficos" ou férteis. Portanto, 99% da CTC é ocupada por estes cátions básicos, comprovando a riqueza de cálcio e magnésio. Quanto aos teores de K⁺ (potássio) estabelecidos para hortaliças, são considerados valores muito baixos entre 0,0 e 0,7; baixo entre 0,8 e 1,5, médio de 1,6 e 3,0, alto 3,1 de 6,0 e muito alto > 6,0mmolc/dm³ (IAC, 2017a). Teores altos de potássio indicam presença de minerais primários e pouco intemperismo, o que ocorre em solos de regiões mais secas. Teores mais baixos de potássio indicam solos mais intemperizados (SOBRAL; BARETTO; SILVA et al, 2015). Os valores de potássio encontrados no solo em estudo de manejo convencional com cultivares de cebolinha e couve, é de 11,3mmolc/dm³ no lote 15 e no lote 112 com 10,4mmolc/dm³ K⁺ ambos considerados muito altos. E nos manejos orgânicos nos cultivares de cebolinha e couve, no lote 112 se obteve 10,5mmolc/dm³ e no lote 162 com 9,3mmolc/dm³, K⁺ ambos com alta concentração de potássio no solo (Tabela 1). Em relação aos teores Ca⁺ (cálcio) para a fertilidade de solos com hortaliças, apresentam teores baixo 0 – 3, médio 4 – 7 e alto > 7,0mmolc/dm³ (IAC, 2017b). Os valores encontrados nas amostras em estudo com manejo convencional nos cultivares de cebolinha e couve, é de 45,4mmolc/dm³ no lote 15, e 54,6mmolc/dm³ no lote 112 ambos os valores considerados como altos para cálcio. O manejo orgânico de couve e cebolinha apresentam teores de cálcio 50,5mmolc/dm³ no lote 112, e 50,0mmolc/dm³ no lote 162,

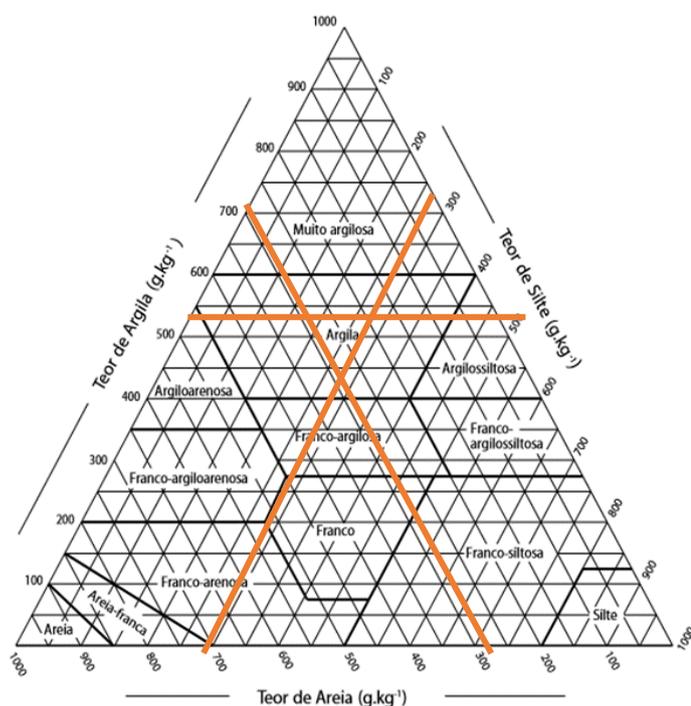
ambos considerados teores altos de cálcio (Tabela 1). Os altos níveis de Ca^+ no solo podem ocasionar a precipitação do P, através da formação de fosfato tricálcico, altamente insolúvel, além de poder afetar a absorção de outros cátions, inibindo a absorção de Mg^{2+} , diminuindo sua translocação da raiz à parte aérea, causando sua deficiência (VALERINI; OLIVEIRA; SCHILICKMANN, 2011).

Em relação aos teores Mg^+ (magnésio) para fertilidade de solos com hortaliças apresentam teores baixo $0 - 4\text{mmolc/dm}^3$, médio $5 - 8\text{mmolc/dm}^3$ e alto $> 8\text{mmolc/dm}^3$ (IAC, 2017a). Os valores encontrados nas amostras em estudo de manejo convencional, nos cultivares de cebolinha e couve, é de $24,7\text{mmolc/dm}^3$ no lote 15, e $32,2\text{mmolc/dm}^3$ no lote 112, ambos considerados com teores altos de magnésio no solo. O manejo orgânico apresentou $38,5\text{mmolc/dm}^3$ no lote 112 e $36,4\text{mmolc/dm}^3$ no lote 162 obtendo valores altos no solo de ambos (Tabela 1). O teor de M.O (matéria orgânica) é útil para dar ideia da textura do solo, com valores até de 15mg/dm^3 para solos arenosos, entre 16 e 30mg/dm^3 para solos de textura média e de 31 a 60mg/dm^3 para solos argilosos. Valores muito acima de 60mg/dm^3 indicam acúmulo de matéria orgânica no solo em condições localizadas, em geral por má drenagem ou acidez elevada (IAC, 2017b). As amostras analisadas no solo de manejo convencional sobre a matéria orgânica nos cultivares de cebolinha e couve, é $14,9\text{mg/dm}^3$ no lote 112, e é $12,0\text{mg/dm}^3$ no lote 15 ambos se encontram abaixo dos valores considerado para solos arenosos e o mesmo acontece para os solos do manejo orgânica nos cultivares de couve e cebolinha nos lotes 112 e 162 (Tabela 1). A matéria orgânica atua nas propriedades físicas do solo, fornecendo substâncias agregantes responsáveis em sua forma grumosa, estável à água, na camada compreendida entre 0 a 20cm de profundidade, sendo assim um dos fatores determinantes para a estruturação dos agregados (PRIMAVESI, 2002). Os valores encontrados de CTC (capacidade de troca catiônica) nas amostras de solo em estudo sob cultivares de cebolinha e couve para manejo convencional foi de $120,5\text{mmolc/dm}^3$ no lote 15 e $133,6\text{mmolc/dm}^3$ no lote 112. O manejo orgânico apresentou $131,2\text{mmolc/dm}^3$ no lote 112 e $130,1\text{mmolc/dm}^3$ no lote 162 obtendo valores com fração mediana indicando a presença de argila no solo (Tabela 1). A capacidade de troca de cátions, que evidencia a habilidade do solo de reter e trocar íons positivamente carregados na superfície coloidal, talvez seja uma das mais importantes propriedades físico-químicas do sistema. Porcentagem de m% (saturação de alumínio) é o parâmetro que melhor expressa o potencial fitotóxico do Al, considerando a variação da CTC entre os solos. Quando saturação de alumínio for $>60\%$

há um grande aumento na atividade do Al em solução; e para a grande maioria das espécies vegetais, o crescimento das raízes é praticamente paralisado (CAMARGOS, 2005). Os valores encontrados m% nas amostras de solo em estudo sob cultivares de cebolinha e couve para manejo orgânico no lote 112 - 1,0% e no lote 162 - 0,9%. O manejo convencional no lote 15 - 1,4% e no lote 112 - 0,8% (Tabela 1). São considerados valores baixos para Al, representando baixa toxicidade para os devidos manejos.

A qualidade física de solos é um importante elemento de sustentabilidade, sendo uma área de estudo em contínua expansão já que as propriedades físicas e os processos do solo estão envolvidos no suporte ao crescimento radicular; armazenagem e suprimento de água e nutrientes, trocas gasosas e atividade biológica (ARAÚJO et al., 2012). Segundo os dados Plante Certo (2017), para classe textural do solo o teor de argila g de argila/Kg de solo para ser arenosa (inferior a 150g/kg), média (argila + silte > que 150g/kg e argila < que 350g/kg), argilosa (350 a 600g/kg) e muito argilosa (superior a 600g/kg) (Figura 2).

Figura 2 – Triângulo textural (TT) com as 13 classes texturais de solo com manejo orgânico lote 112, 15, 112 e 162. Ao lado exemplo explicativo de como obter a classe textural.



Qual a classe textural de um solo com 502g Kg-1 de argila, 285g Kg-1 de silte e 213g Kg-1 de areia? A isolinha correspondente a 502g Kg-1 de argila inicia no ponto correspondente a 502 na escala da lateral esquerda do TT e se prolonga paralela à base. A do silte inicia no ponto da escala à direita e prolonga-se paralelamente à lateral esquerda do TT e a da areia inicia no ponto da escala da base do TT e prolonga-se paralela à lateral direita. A interseção das três linhas ocorrerá numa figura geométrica dentro do TT que corresponderá a classe textural. No exemplo, as interseções das linhas tracejadas indicam que a classe textural do solo é **Argilosa**.

Fonte: IBGE (2007).

Tabela 2 - Valores médios dos atributos microbiológico do solo nas áreas estudadas em manejo convencional e orgânico nos cultivares de cebolinha e couve.

Tratamento	Lote	mg g/l		mg C g/1	mg C g/1
		RMS	BMS-N	BMS-C	qCO ₂
Orgânico	112	0,48	0,011852234	0,330729744	1,451
Orgânico	162	0,50	0,0179240389	0,347795396	1,438
Convencional	15	0,30	0,012891983	0,40371013	0,743
Convencional	112	0,40	0,01355795	0,43781557	0,914

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Os maiores teores de RMS (respiração microbiológica do solo) foram encontrados nos manejos orgânicos referente aos lotes 162 e 112 seguidos dos manejos convencionais nos lotes 112 e 15 (Tabela 2). As altas taxas de respiração podem não ser desejáveis, pois altos valores podem indicar tanto distúrbio como alto nível de produtividade do ecossistema sendo que cada situação deve ser analisada particularmente (ALMEIDA, 2015). A respiração microbiológica do solo é definida como soma total de todas as funções metabólicas nas quais o CO₂ é produzido e que está em grande relação com as condições de umidade, temperatura e aeração do solo (ALMEIDA, 2015).

Os maiores valores de BMS-C (Carbono da biomassa microbiana do solo) foram nos manejos convencionais nos lotes 112 e 15 seguidos dos manejos orgânicos nos lotes 162 e 112 e os valores de nitrogênio foi no manejo orgânico no lote 162 e no manejo convencional no lote 112 seguido do manejo convencional lote 15 e no manejo orgânico lote 112 (Tabela 2). Assim, por exemplo, alta atividade microbiana não é necessariamente indicativo de melhoria na qualidade do solo, podendo inclusive ser considerada um fator negativo, em virtude de acelerar a decomposição de resíduos orgânicos e, portanto, diminuir o tempo de residência da matéria orgânica do solo (Araújo et al., 2007). Segundo Santos et al., (2011), a avaliação BMS-C e RMS (Respiração microbiana do solo) feito isoladamente podem apenas fornecer apenas informações limitadas dos seguintes manejos sobre as respostas do sistema do solo a estresse ou perturbação, podendo ser conduzidas juntamente com a determinação do quociente metabólico.

Altos valores qCO₂ (quociente metabólico) significa que a população microbiana está oxidando carbono de suas próprias células para a sua adaptação e manutenção ao solo, portanto a população microbiana se encontra em condições adversas ou estressantes. Os maiores teores do quociente metabólico foram encontrados nos manejos orgânicos referentes aos lotes 112 e 162 seguidos dos manejos convencionais referentes aos lotes 112 e 15 (Tabela 2). Os maiores teores de BMS-N (Nitrogênio da biomassa microbiana

do solo) foram encontrados no manejo orgânico referente ao lote 162, lote 112 convencionais, lote 15. Segundo Mingoti (2005), normalmente é utilizado os componentes principais que representa valores maiores a $\geq 0,70$ das variabilidades acumuladas, no entanto para que os componentes podem ser utilizados adequadamente, o mais indicado é que contemplem as variáveis com maior influência nas outras variáveis.

Tabela 3 – Cargas fatoriais dos atributos químicos, físicos e microbiológicos dos solos analisados e seus respectivos autovalores, variâncias totais observadas e acumuladas nos lotes 15, 112 e 161.

Variável	Cargas Fatoriais		
	1	2	3
P resina	0,365578	-0,741777	-0,173964
M.O	0,161109	-0,402990	0,061432
pH – CaCl ₂	0,837307	-0,048993	0,347368
K	0,130586	-0,315690	-0,602020
Ca	0,864343	-0,166292	-0,017241
Mg	0,872403	0,114433	0,285229
H + Al	-0,701457	-0,213179	-0,525925
Al	-0,181947	0,259898	-0,451102
SB	0,950037	-0,081402	0,043194
CTC	0,837498	-0,194959	-0,184642
V	0,892097	0,050678	0,367065
m	-0,804624	0,127706	-0,303535
Argila	-0,810893	-0,287629	0,388973
Areia Fina	0,745543	0,038528	-0,394290
Areia Grossa	0,747669	0,036361	-0,380803
Areia Total	0,813706	0,041042	-0,423869
Silte	0,190946	0,515666	-0,030899
RMS (mg g/1)	0,120918	-0,349918	0,057615
N (mg g/1)	-0,082632	-0,641449	0,031500
Biomassa (mg C g/1)	-0,362063	-0,625476	0,168526
Autovalor	8,581797	2,310199	2,006811
% Variância total	42,90898	11,55099	10,03405
ACumulativa - %	42,90898	54,45998	64,49403

Para fins de interpretação foram consideradas significantes cargas fatoriais $\geq 0,70$.

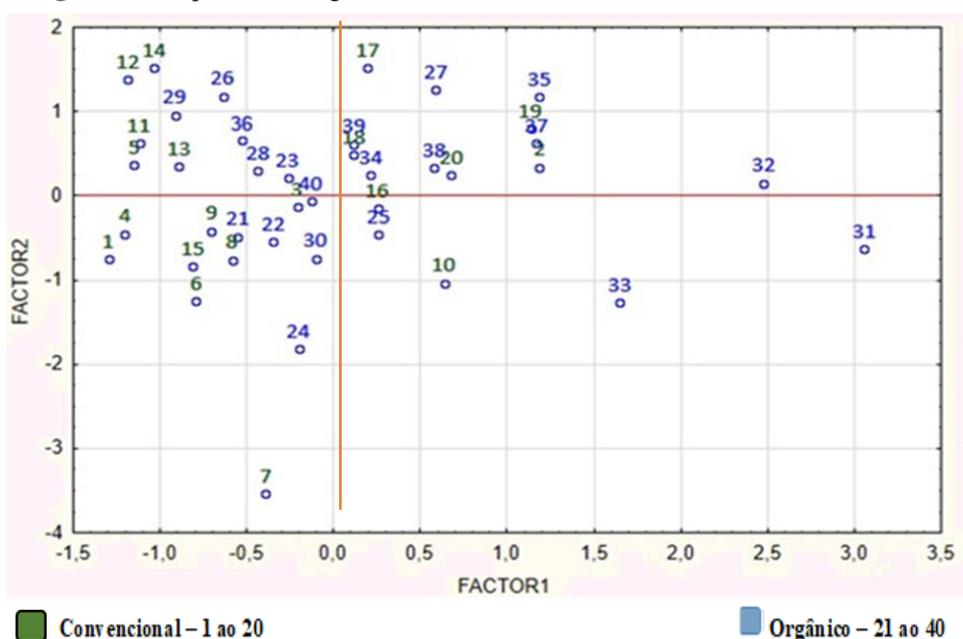
Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

De acordo com a tabela 3 o primeiro fator foi responsável por autovalor que explicam respectivamente 42,91% da variância total dos dados. No primeiro fator (F1), os atributos que apresentam maior carga fatorial foram pH (CaCl₂), Ca, Mg, H+Al, SB, CTC, V, m%, argila, areia fina, areia grossa e areia total. A saturação por bases é um excelente indicativo das condições gerais da fertilidade do solo, sendo utilizada até como complemento na nomenclatura dos solos (RIBEIRO, 2016). O valor soma de bases, capacidade de troca catiônica e saturação por bases no que relaciona à fertilidade de solo e ao emprego de adubos e corretivos (MELLO et al., 1983). Interprete-se que um solo com o valor de soma de bases baixo é pobre em nutrientes para os vegetais (RIBEIRO, 2016). Os solos estudados encontram-se com valores de SB acima de 60 mmol_c/dm³ tendo

uma boa capacidade de nutrientes para os vegetais e não havendo necessidade de adubos corretivos. De acordo com Ribeiro (2016) o índice de saturação por bases baixo significa que há pequenas quantidades de cátions como Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ , saturando as cargas negativas dos coloides e que a maioria delas está sendo neutralizada por H^+ e teor de alumínio. O solo nessas condições, provavelmente será ácido podendo prejudicar o desenvolvimento das culturas. As análises químicas apontaram que os solos estudados encontram com valores da saturação de bases médio à alto tendo um pH de 5,2 a 5,6 e uma acidez média, permitindo uma boa disponibilidade dos micronutrientes e deixando o teor de alumínio insolubilizado para um bom desenvolvimento das culturas.

Quando m (Saturação por alumínio) for $> 60\%$ há um grande aumento na atividade do Al^+ (íon alumínio) em solução; e para a grande maioria das espécies vegetais, o crescimento das raízes é praticamente paralisado, nas amostras analisadas os valores de saturação por alumínio foram baixos. Enquanto no fator 2 (F2) com 11,55% da variância total, fosforo foi o único atributo que contribui significativamente para a formação deste. Valores altos de fosforo em ambos os manejos convencionais e orgânicos. Para o fator 2 onde a variância acumulada explicada foi de 54,46% o P foi indicado como atributo mais sensível nos devidos manejos. Excesso de fosforo no solo poderá se lixiviado pelos córregos e rios contaminando os recursos hídricos. No fator 3 (tabela 3) por apresentar baixa explicação da variabilidade com valores menor de $\geq 0,70$ das propriedades convencionais e orgânicas foi desconsiderada nessa avaliação.

Figura 3 – Propriedades Orgânicas e Convencionais lotes 15, 112, 161 e 112.



Os valores padronizados de forma que a média é zero e a distância entre os escores é a média em termos de desvio padrão. O quadrante inferior-esquerdo está abaixo da média representando pelos pontos e suas propriedades. A distância entre os escores está correlacionado com os valores altos dos indicadores químico e físico (P, V%, K⁺, Ca⁺, Mg⁺ e argila). O quadrante inferior-direita está acima da média e a distância entre eles estão correlacionados com os fatores químicos e físicos do solo. O quadrante superior-esquerdo está acima da média e a distância entre eles está correlacionados com os fatores químicos e físicos. O quadrante superior-direita está acima da média e a distância entre os escores está correlacionado com os fatores químicos e físicos do solo.

Os resultados apontados pela análise fatorial multivariada no gráfico (Figura 3) nos lotes 15 - 112 manejos convencionais e nos lotes 112 -161 manejos orgânicos não apresentaram resultados estatisticamente dependentes uma da outra nas propriedades. As amostras do lote 112 quando plotadas no gráfico não foi possível diferenciar dos demais lotes. Devido este problema de dependência espacial ocasionou um confundimento na análise fatorial e não permitiu diferenciar os manejos em convencional e orgânico. Quanto mais afastadas do espaço uma amostra for de outra, mais funcionarão como replica independente (GOTELLI; ELLISON, 2011). Devido ao histórico do manejo destes solos em torno das propriedades, onde foi retirada a mata nativa (Mata Atlântica e Cerrado) para o plantio da cana-de-açúcar convencional por mais de 53 anos utilizando aração, gradagem pesada e subsolagem revolvendo o solo com uma profundidade de 40 a 45cm e queimada.

Maia e Ribeiro (2004), o manejo adotado no cultivo de cana-de-açúcar afeta negativamente as propriedades químicas do solo provocando redução significativa no carbono orgânico do solo. Segundo Moreira; Siqueira (2006), o cultivo pode ocasionar modificações químicas e físicas e tais ações causam impactos na comunidade biológica do solo. Com a entrada dos agricultores na terra muitos adotaram o manejo convencional utilizando o revolvimento do solo, adubação química, uso de agrotóxicos.

Tabela 4 – Cargas fatoriais dos atributos químicos, físicos e microbiológicos dos solos analisados e seus respectivos autovalores, variâncias totais observadas e acumuladas nos lotes 15 e 161.

Variável	Cargas Fatoriais		
	1	2	3
P resina	0,76060	-0,294830	0,054573
M.O	0,39701	-0,565651	-0,122592
pH – CaCl ₂	0,90307	0,038074	-0,107167
K	0,02491	-0,723091	0,445710
Ca	0,92164	0,104115	0,040669
Mg	0,88576	0,394190	0,038655
H + Al	-0,83953	-0,231134	0,000816
Al	-0,82399	0,161473	0,406002
SB	0,95559	0,171476	0,101569
CTC	0,91854	0,132003	0,134360
V	0,92854	0,232885	0,008053
m	-0,87867	0,045114	0,380331
Argila	-0,89694	-0,022208	-0,193632
Areia Fina	0,83239	-0,458908	0,113978
Areia Grossa	0,85006	-0,097254	0,131909
Areia Total	0,88533	-0,336342	0,127565
Silte	-0,00266	0,863694	0,152672
RMS (mg g/1)	0,21369	0,379211	-0,565390
N (mg g/1)	0,00694	-0,363493	-0,565442
Biomassa (mg C g/1)	-0,32757	-0,399692	-0,287304
Autovalor	11,1179342	2,79534209	1,39862131
% Variância total	55,5896708	13,9767105	6,99310657
ACumulativa - %	55,5896708	69,5663813	76,5594879

Para fins de interpretação foram consideradas significantes cargas fatoriais $\geq 0,70$.

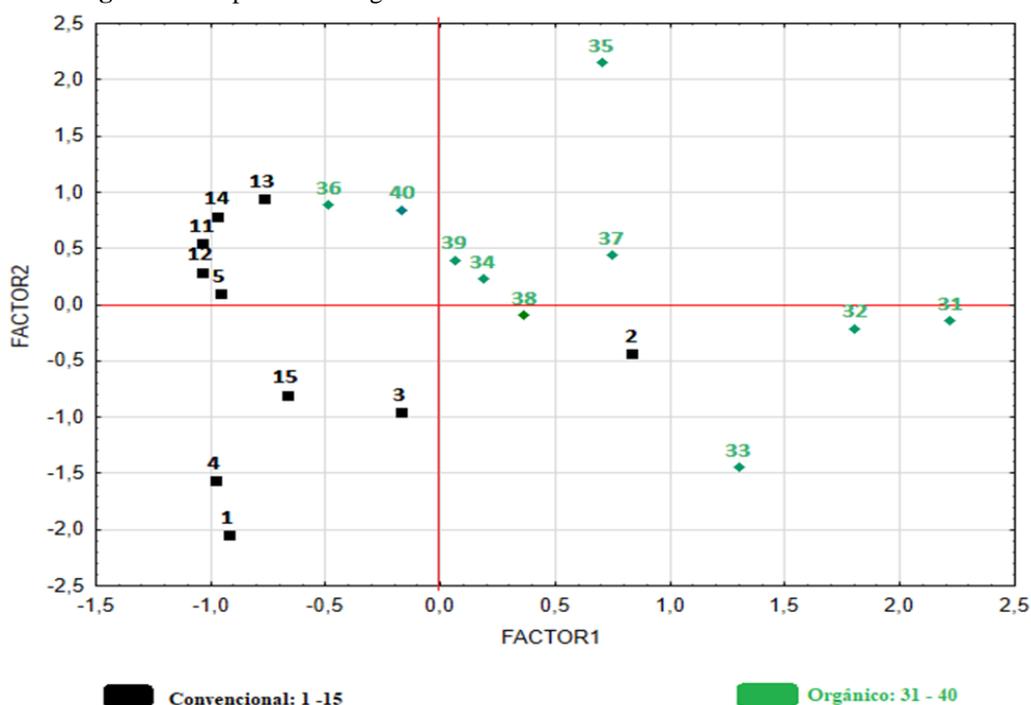
Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Na tabela 4, o primeiro fator foi responsável por autovalor que explicam respectivamente 55,59% da variância total dos dados. No primeiro fator (F1), os atributos que apresentam maior carga fatorial foram P-resina, pH (CaCl₂), Ca, Mg, H+Al, Al, SB, CTC, V, m%, argila, areia fina, areia grossa e areia total. O fator 1, considerado de maior influência na direção do solo sobre diferentes sistemas de usos, está relacionado P-resina (fósforo), o excesso de fosforo no solo poderá se lixiviado pelos córregos e rios contaminando os recursos hídricos. A SB (soma de bases) é um excelente indicativo das condições gerais da fertilidade do solo, sendo utilizada até como complemento na nomenclatura dos solos (RIBEIRO, 2016). Os valores SB, CTC e V no que relaciona à fertilidade de solo e ao emprego de adubos e corretivos (MELLO et al., 1983). Interprete-se que um solo com o valor de SB baixo é pobre em nutrientes para os vegetais (RIBEIRO, 2016). Os solos estudados encontram-se com valores de SB acima de 60 mmol_c/dm³ tendo

uma boa capacidade de nutrientes para os vegetais e não havendo necessidade de adubos corretivos. De acordo com Ribeiro (2016) o índice de V (saturação de bases) baixo significa que há pequenas quantidades de cátions como Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ , saturando as cargas negativas dos coloides e que a maioria delas está sendo neutralizada por H^+ e Al^{3+} . O solo nessas condições, provavelmente será ácido podendo prejudicar o desenvolvimento das culturas. As análises químicas apontaram que os solos estudados encontram com valores de saturação por bases médias à alto tendo um pH de 5,2 a 5,6 e uma acidez média, permitindo uma boa disponibilidade dos micronutrientes e deixando o Al^{3+} insolubilizado para um bom desenvolvimento das culturas.

Os altos níveis de Ca^+ (íon cálcio) encontrado nas amostras do solo podem ocasionar a precipitação do P (fósforo), através da formação de fosfato tricálcico, altamente insolúvel, além de poder afetar a absorção de outros cátions, inibindo a absorção de Mg^{2+} , diminuir sua translocação da raiz à parte aérea, causando sua deficiência. Quando m% (saturação por alumínio) for $> 60\%$ há um grande aumento na atividade do Al^+ em solução; e para a grande maioria das espécies vegetais, o crescimento das raízes é praticamente paralisado, nas amostras analisadas os valores de saturação por alumínio foram baixos. No (F2), 13,98% da variância total está representada pelo silte e K^+ (íon potássio) podem inibir a absorção de Mg^{2+} , diminuir sua translocação da raiz à parte aérea, causando sua deficiência.

Figura 4 - Propriedades Orgânicas e Convencionais lotes 15 e 161.



Os valores padronizados de forma que a média é zero e a distância entre os escores é a média em termos de desvio padrão. Na figura 4 está representado os pontos coletados das propriedades orgânicas e convencionais. Os dados obtidos das amostras de solo em cada ponto destas propriedades estão correlacionados com os indicadores químicos, físicos e microbiológicos. O quadrante inferior-esquerdo está abaixo da média representando pelos pontos e suas propriedades. A distância entre os escores está correlacionado com os valores altos dos indicadores químico e físico (P, SB, pH, H+Al, CTC, m%, V%, K⁺, Ca⁺, Mg⁺, areia grossa, areia fina, areia total e argila). O quadrante inferior-direita está acima da média e a distância entre eles estão correlacionados com os fatores químicos e físicos do solo. O quadrante superior-esquerdo está acima da média e a distância entre eles está correlacionados com os fatores químicos e físicos. O quadrante superior-direita está acima da média e a distância entre os escores está correlacionado com os fatores químicos e físicos do solo. A variância total das propriedades orgânicas e convencionais para os fatores 1 e 2.

Os resultados apontados pela análise fatorial multivariada no gráfico (Figura 4) foram realizados com os lotes 15 manejo convencional e o lote 161 manejo orgânico. Os dados plotados no gráfico permite verificar as diferenças entre as propriedades do manejo convencional e orgânico, devido a exclusão do lote 112, o mesmo apresenta horta orgânica e convencional próximas uma da outra. Na figura 4 ao analisar o gráfico das propriedades relativo ao lote 112 nos pontos 21 manejo orgânico e 8 manejo convencional os atributos químicos, físicos e biológicos não existe diferença devido a não independência espacial. Essa dependência espacial faz com que as variáveis físicas, químicas e biológicas dependentes do solo e o entorno influencia bastante na fertilidade do solo. Para ter uma produção orgânica é necessário que ela seja feita em polos orgânicos para obter as características de uma produção orgânicas.

Devido ao histórico do manejo destes solos em torno das propriedades, onde foi retirada a mata nativa (Mata Atlântica e Cerrado) para o plantio da cana-de-açúcar convencional por mais de 53 anos utilizando aração, gradagem pesada e subsolagem revolvendo o solo com uma profundidade de 40 a 45cm e queimada. Maia e Ribeiro (2004), o manejo adotado no cultivo de cana-de-açúcar afeta negativamente as propriedades químicas do solo provocando redução significativa no carbono orgânico do solo. Segundo Moreira; Siqueira (2006), o cultivo pode ocasionar modificações químicas e físicas e tais ações causam impactos na comunidade biológica do solo. Com a entrada dos agricultores na terra muitos adotaram o manejo convencional utilizando o

revolvimento do solo, adubação química, uso de agrotóxicos. Os agricultores orgânicos deixaram de usar agrotóxico para usar cama de aviário e esterco de curral, biofertilizantes, calda bordalesa, compostagem, óleo de nem, urina de vaca e deixaram de usar estruturas como quebra vento, rotação de cultura, pousio, adubação verde, conservação da mata ciliar. Devido a esses fatores que as propriedades apresentam características semelhantes que não permite diferenciar entre orgânico e convencional.

Conclusão

Os dados obtidos foram submetidos à análise fatorial. A análise fatorial identificou que as áreas convencionais e orgânicas dos solos pesquisados não se diferem uma da outra em relação a fertilidade. O estudo de análise quantitativas do solo como realizado nesta pesquisa, pode contribuir para que os agricultores e suas famílias tenha informações sobre o solo e seu agroecossistema. Ao se comparar indicadores químicos, físicos e microbiológicos do solo entre os quatro sistemas de produção, pode se concluir que tais indicadores são importantes e apropriados a estudos que busca a sustentabilidade dos agroecossistemas nas propriedades estudadas. De maneira geral, as práticas agrícolas utilizadas na maioria das propriedades orgânicas e convencionais favoreceram a degradação do solo, devida principalmente ao revolvimento intensivo, falta de rotação de cultura, uso de fertilizantes solúveis e agrotóxicos e à ausência de cobertura do solo. Estes fatores provocaram redução dos teores de matéria orgânica do solo, da biomassa microbiana, da emergência de plântulas e da estabilidade de agregados nas áreas de cultivo.

Referências bibliográficas

ALTIERI, M. A; NICHOLLS, C. I. **Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sustentabilidad de cafetales.** Manejo integrado de plagas y Agroecologia, Costa Rica, V. 64, p. 17-24, 2002.

AMARAL, D. T; FERRANTE, V. L. S. B. Assentamentos rurais e desenvolvimento local: produção comercial de cana em parcerias com a agroindústria. **Raízes.** Campina Grande, v. 26, n. 1 e 2, p 101-112, jan./ dez. 2007.

ARARAQUARA, Prefeitura do Município. Plano Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável. Período de vigência: 2014 a 2017. Disponível em: <<http://www.araraquara.sp.gov.br/ImageBank/FCKEditor/file/administrador/Plano%20Municipal%20de%20Desenvolvimento%20Rural%20Sustent%20C3%A1vel%202014-2017.pdf>>. Acesso em: 17 Out. 2017.

ARAÚJO, E. A. DE.; et al. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 5, n. 1, p. 187-206, 2012.

ARAÚJO, R.; et al. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 31, n. 5, 2007.

ASSISTAT: **Statistical Assistance** (Versão 7.5 beta, 2010). Disponível em: <<http://www.assistat.com/indexi.html>>. Acesso em: 03 de Março de 2016.

CARNEIRO, M. A. C.; et al. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de Cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.147-157, 2009.

CEPAGRI, Centro de Pesquisas Meteorológicas Aplicadas a Agricultura. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_037.html>. Acesso em 15 Junh. 2017.

COSTA, M. B. B. Considerações sobre o manejo agroecológica do solo. **Universidade Nacional de General Sarmiento**. Argentina. 2004.

DORAN, J. W; SARRANTONIO, M; LIEBIG, M. Soil health and sustainability. In: SPARKS, D. L. **Advances in Agronomy**, 1996.

EMBRAPA. Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_sisal/arvore/CONT000fcklneyu02wx5eo0a2ndxy6yow9ce.html>. Acesso em: 19 dez. 2017.

ESPÍNDOLA, J. A. A; GUERRA, J G. M; DE ALMEIDA, D. L. Adubação verde: Estratégia para uma agricultura sustentável. **Embrapa Agrobiologia-Documentos (INFOTECA-E)**, 1997.

FREITAS, M. P; **Flutuação Populacional de Oligochaeta Edáficos em Hortas sob Sistemas Convencional e Orgânico no Município de Canoinhas/SC**. 2007. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná – Curitiba. Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Ciência do Solo, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Setor de Ciências Agrárias.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2005. 653 p.

GOOGLE HEART - Função é apresentar um modelo tridimensional do globo terrestre. Disponível em: <<https://www.google.com.br/search?q=google+heart&oq=google+heart&aqs=chrome..69i57j0l5.11698j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8>>. Acesso em: 30 nov. 2017.

GOTELLI, N. J.; ELLISON, A. M. **Princípios de estatística em ecologia**. Porto Alegre. Artemed, 2011.

IAC – **Instituto Agrônômico**. Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Solo e Recursos Ambientais. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/produtoseservicos/analisedosolo/interpretacaoanalise.php>>. Acesso em 30 nov. 2017.

IMCAPER – **Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Rural**. Disponível em: <<https://incaper.es.gov.br/olericultura>>. Acesso em: 01 jan. 2018.

KAMIYAMA, A., et al. Percepção ambiental dos produtores e qualidade do solo em propriedades orgânicas e convencionais. **Bragantia**, v. 70, n. 1, 2011.

KLEIN, C.; AGNE, S. A. A. Fósforo: de nutriente à poluente! **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Cascavel, v.9, n.8, p.1713-1721, 2012.

LOPES, M. M.; et al. Dilemas da dimensão ambiental nos assentamentos rurais: percepção e práticas ambientais. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 10, n. 2, p. 301-317, 2015.

MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). **Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do>. Acesso em: 18 març 2017.

MELLO, F. A. F.; et al. **Fertilidade do solo**. São Paulo. Nobel., 1983. 400p.
MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada**. Belo Horizonte. Editora UFMG, 2005.295p.

MOREIRA, F. M. S; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2.ed. atual. ampl. Lavras: UFLA. 625p, 2006.

PARKIN, T. B.; DORAN, J. W.; FRANCO, V. Field and laboratory tests of soil respiration. In: DORAN, J.W. e JONES, A., eds. **Methods for assessing soil quality**. Madison, Soil Science Society of America, 1996. p.231-245.

PRIMAVESI A. **Agroecologia: ecosfera, tecnosfera e agricultura**. São Paulo: Nobel. 199p, 1997.

PRIMAVESI, A. Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 2002, 549p.

RIBEIRO, A. K. F. S DE; **Atributos de solos sob sistemas de uso agropecuários na mesorregião do oeste Potiguar – RN**. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Semi-árido. Programa de Pós-graduação em Manejo de Solo e Água.

SANTOS A. T. DE.; et al. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 341-347, 2011.

SEADE - **Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados**. Informações dos municípios paulistas – Araraquara. Disponível em: <<http://www.imp.seade.gov.br/frontend/#/>>. Acesso em: 15 out. 2016.

SEAG – **Secretária do Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca**. Disponível em: <<https://seag.es.gov.br/olericultura.htm>>. Acesso em: 01 jan. 2018.

SILVA, A. M. R. C.; LOPES, M. M.; TEIXEIRA, D. **Análise ambiental do assentamento bela vista do Chibarro (Araraquara-SP): legislação incidente, uso e ocupação do solo e percepção ambiental.** 2011. Dissertação de Mestrado. Universidade de Araraquara – UNIARA. Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

VALARINI, P. J.; OLIVEIRA F. R. A.; SCHILICKMANN S. F. **Qualidade do solo em sistemas de produção de hortaliças orgânico e convencional.** *Horticultura Brasileira*. POPPI RJ. 29: 485-491, 2011.

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry*, v.19, n.6, p.703-707, 1987.

VERAS, L. DE., et al. Indicadores de qualidade do solo em sistemas de cultivo orgânico e convencional no semi-árido cearense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, n. 5, 2007.