

UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA – UNIARA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO - MESTRADO/DOCTORADO EM
DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL E MEIO AMBIENTE

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO EM DOIS
DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO ORGÂNICO E
CONVENCIONAL

CESAR AUGUSTO FELICIANO

ORIENTADOR (a): PROF^o. Dr. Manoel Baltasar Baptista da Costa

ARARAQUARA – SP

2018

Cesar Augusto Feliciano

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO EM DOIS DIFERENTES
SISTEMAS DE MANEJO ORGÂNICO E CONVENCIONAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente, curso de Mestrado, da Universidade de Araraquara — UNIARA — como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente.
Área de Concentração: Fertilidade do Solo.

Orientando: Cesar Augusto Feliciano
Orientador: Profº. Dr. Manoel Baltasar
Baptista da Costa
Coorientador: Prof. Dr. Juliano José Corbi

ARARAQUARA - SP

2018

F348a Feliciano, Cesar Augusto
Avaliação da qualidade do solo em dois diferentes sistemas de manejo
orgânico e convencional/Cesar Augusto Feliciano. – Araraquara:
Universidade de Araraquara, 2018.
103f.

Dissertação (Mestrado)- Programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente- Universidade de
Araraquara-UNIARA

Orientador: Prof. Dr. Manoel Baltasar Baptista da Costa

1. Solos. 2. Manejo convencional. 3. Manejo orgânico.
4. Cromatografia circular plana. I. Título.

CDU 577.4



UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA - UNIARA

Rua Voluntários da Pátria, 1309 - Centro - Araraquara - SP
CEP 14801-320 | (16) 3301-7100 | www.uniara.com.br

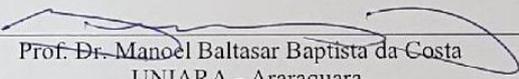
FOLHA DE APROVAÇÃO

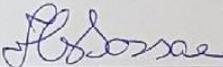
NOME DO ALUNO: *Cesar Augusto Feliciano*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente, curso de Mestrado, da Universidade de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente.

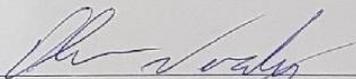
Área de Concentração: Desenvolvimento Territorial e Alternativas de Sustentabilidade.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Manoel Baltasar Baptista da Costa
UNIARA - Araraquara



Profa. Dra. Flavia Cristina Sossae
UNIARA - Araraquara



Prof. Dr. Olavo Nardy
UNIP – São Paulo

Araraquara – SP, 23 de março de 2018.

“O futuro do Brasil está ligado à sua terra. O manejo adequado de seus solos é a chave mágica para a prosperidade e bem-estar geral.

A natureza em seus caprichos e mistérios condensa em pequenas coisas, o poder de dirigir as grandes as grandes; nas sutis, a potência de dormir as mais grosseiras; nas coisas simples, a capacidade de reger as complexas. ”

(PRIMAVESI)

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Aos meus pais, Joviniano e Rosa, que nunca mediram esforços para investir e incentivar a minha formação.

Agradeço a minha amada esposa Micheli e o meu filho Heitor, que sempre me incentivaram, apoiaram e estiveram ao meu lado nos momentos mais difíceis durante a minha caminhada.

À Prof^a. Dr^a Teresa Kazuko Muraoka, pelo incentivo, ajudando e apoiando a minha formação.

À Prof^a. Dr^a Vera Lúcia Silveira Botta Ferrante, pela oportunidade de cursar o mestrado, oportunidade de trabalho, pelos ensinamentos e respeito ao próximo durante os dois anos.

Ao Prof. Dr. Manoel Baltasar Baptista da Costa, pela indicação para a realização deste curso e por estar ao meu lado, ajudando e apoiando a minha formação através do seu cabedal de conhecimento.

À Prof^a. Dr^a Maria Lucia Ribeiro, por compartilhar os seus conhecimentos na estruturação deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Olavo Nardy, por compartilhar os seus conhecimentos na estruturação deste trabalho.

Ao Prof. Dr. José Maria Gusman Ferraz, por compartilhar os seus conhecimentos na estruturação deste trabalho.

Ao Prof. Dr. José Carlos Casagrande, por compartilhar os seus conhecimentos na estruturação deste trabalho.

.Ao Sr. Guilherme, Luís e Toninho, pela permissão para a execução do trabalho em suas propriedades.

Ao Programa de Pós-graduação – Mestrado/Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambier⁺⁺ pela acolhida.

Aos Professores e Funcionários deste programa.

Aos colegas de mestrado pelo apoio e incentivo durante o curso.

RESUMO

Neste trabalho, foi avaliado os componentes químicos, físicos e microbiológicos do solo e seus principais indicadores químico, físico e microbiológico. O trabalho foi realizado em dois diferentes sistemas de manejo convencional e orgânico no assentamento Bela Vista do Chibarro município de Araraquara – SP. Para análise do solo foram coletadas amostras de solos das áreas orgânicas e convencionais em olericultura. Foram selecionadas áreas da agricultura familiar do Assentamento Bela Vista dos lotes 15, 112 e 162, 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 químicas, físicas e microbiológicas de interesse. O pH está com acidez baixa a média, H+Al valores médios, SB valores médios, V% valores altos, K⁺ muito alto, Ca⁺ valores altos, Mg⁺ valores altos, M.O. valores baixos, CTC valores médios, m% baixa toxicidade, RMS valores baixos, BMS-N valores baixos, BMS-C valores baixos, qCO₂ valores baixos, altos teores de argila, médios teores de silte e baixos teores de areia relativo ao manejo convencional e orgânico dos lotes estudados. 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. Os dados 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. Como exemplo os pontos 21 manejo orgânico e 8 manejo convencional 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. A técnica da cromatografia circular plana em papel filtro aplicada ao estudo do solo, possibilitou a leitura de características qualitativas e integração da matéria orgânica aos minerais do solo através da atividade biológica. Os resultados qualitativos foram comparados com o resultado dos dados cromatográfico dos manejos convencionais e orgânicos. Comparando as cromatografias planar também não houve diferenças significativas capaz de diferenciar os manejos em convencional e orgânico. A simples substituição de insumo não garante a sustentabilidade, as causas dos desequilíbrios continuam existindo, e a lógica do sistema de produção continua a mesma do convencional. 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, cromatografia circular plana.

ABSTRACT

In this work, it was evaluated the chemical, physical and microbiological components of the soil and its main chemical, physical and microbiological indicators. The work was carried out in two different systems of conventional and organic management in the Bela Vista settlement of Chibarro municipality of Araraquara - SP. For soil analysis soil samples were collected from the organic and conventional areas in olericultura. Areas of the family agriculture of the Bela Vista settlement were selected from lots 15, 112 and 162, taking into account the soil type, topography, and 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. The samples were sent to the laboratory for chemical, physical and microbiological analyzes of interest. PH is low to medium acidity, H + Al mean values, SB mean values, V% high values, K + very high, Ca + high values, Mg + high values, M.O. low BMS-N values, BMS-C low values, low values of QCO₂, high levels of clay, medium levels of silt and low levels of sand relative to conventional management and organic production of the lots studied. 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. The technique of flat circular chromatography on filter paper applied to soil study allowed the reading of qualitative characteristics and integration of organic matter to soil minerals through biological activity. The qualitative results were compared with the results of the chromatographic data of conventional and organic managements. Comparing the planar chromatographies there were also no significant differences capable of differentiating the conventional and organic managements. The simple substitution of inputs does not guarantee sustainability, the causes of imbalances continue to exist, and the logic of the production system remains the same as the conventional one. 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.

Key words: Soils, conventional management, organic management, soil microbiology, soil properties and cropping systems, flat circular chromatography.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.2. Conhecendo o problema | 14 |
| 2. REVISÃO LITERÁRIA | 16 |
| 2.1. Solo e seus atributos (físico, químico e microbiológico) | 17 |
| 2.2. Agricultura orgânica e convencional | 21 |
| 2.3. Agro - Ecologia Agricultura Natural..... | 26 |
| 2.4. Cromatografia circular plana | 28 |
| 2.5. Olericultura..... | 35 |
| 2.6. Cebolinha..... | 35 |
| 2.7. Couve..... | 36 |
| 3. OBJETIVOS | 37 |
| 3.1. OBJETIVOS GERAL..... | 37 |
| 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 37 |
| 4. METODOLOGIA | 38 |
| 4.1. Localização Geográfica e Caracterização da área de estudo | 38 |
| 4.2. Aspectos Pedológicos | 40 |
| 4.3. Características Climáticas | 41 |
| 4.4. Seleção da Área Experimental..... | 42 |
| 4.5. Coleta do solo | 46 |
| 4.6. Indicadores físicos e químicos do solo | 47 |
| 4.7. Indicadores microbiológicos do solo..... | 48 |
| 4.8. Cromatográfico planar | 54 |
| 4.9. Análise quantitativa e qualitativa | 56 |

| | |
|---|-----------|
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES | 57 |
| 6. CONCLUSÕES..... | 89 |
| 7. REFERÊNCIAS | 90 |

RELAÇÃO DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

| | |
|---|--|
| CTC | Capacidade de troca de cátions |
| m% | Saturação por alumínio |
| M.O.S | Matéria orgânica do solo |
| V% | Saturação por bases |
| BMS | Biomassa microbiana do solo |
| CBMS | Carbono da biomassa microbiana do solo |
| NPK | Fertilizante inorgânico |
| QS | Qualidade do solo |
| ha | hectare |
| cwa | Verão quente |
| cwb | Verão ameno |
| RMS | Respiração microbiana do solo |
| C | Carbono |
| N | Nitrogênio |
| qCO ₂ | Quoeficiente metabólico do solo |
| PEDON | Estudo dos solos no seu ambiente natural |
| mmolc/dm ³ | Milimol de carga por decímetro cubico |
| K | Potássio |
| K ₂ Cr ₂ O ₇ | Dicromato de Potássio |
| NaOH | Hidróxido de sódio |
| BaCl ₂ | Cloreto de Bário |
| H ₂ SO ₄ | Ácido Sulfúrico |
| H ₃ PO ₄ | Ácido Fosfórico |
| K ₂ SO ₄ | Sulfato de Potássio |
| H ₈ FeN ₂ O ₈ S ₂ | Sulfato Ferroso Amoniacal |

| | |
|--|-----------------------------------|
| $(\text{NH}_4)_2\text{F}(\text{SO}_4)_2$ | Sulfato Ferroso II e Amônio |
| BMS-N | Nitrogênio da biomassa microbiana |
| CO_2 | Gás carbônico |
| HCl | Ácido Clorídrico |
| AgNO_3 | Nitrato de Prata |
| P | Potássio |
| Ca | Cálcio |
| Mg | Magnésio |
| B | Boro |
| Zn | Zinco |
| Cu | Cobre |
| Fe | Ferro |
| Mo | Molibdênio |
| Cl | Cloro |
| Mn | Manganês |
| CaCl_2 | Cloreto se Cálcio |
| pH | Potencial Hidrogeniônica |
| Na^+ | Íon sódio |
| H^+ | Íon hidrogênio |
| Al^+ | Íon alumínio |
| H+Al | Acidez potencial |
| SB | Soma de bases trocáveis |
| K^+ | Íon potássio |
| Ca^+ | Íon cálcio |
| Mg^+ | Íon magnésio |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Representação de um solo de manejo orgânico | 22 |
| Figura 2 - Curva de Hubbert de exploração dos recursos naturais não renováveis e curva alterada pela manutenção artificial do pico de produção. | 24 |
| Figura 3 - Representação de um solo de manejo convencional..... | 24 |
| Figura 4 – Identificação das zonas que integram um cromatograma ideal de um solo com a agricultura orgânica. | 30 |
| Figura 5 – Evolução da zona central de dois cromatogramas de acordo com a sua coloração. | 31 |
| Figura 6 – Integração ideal dos minerais e da matéria orgânica pela atividade microbiológica do solo em um cromatograma | 32 |
| Figura 7 – Integração da zona minerais e da zona proteica do solo de manejo orgânico em um cromatograma | 33 |
| Figura 8 – Algumas características ideal de um cromatograma..... | 34 |
| Figura 9 – Comparação entre dois cromatogramas de solos cultivados com alface | 34 |
| Figura 10 - Localização do Assentamento Bela Vista do Chibarro. | 38 |
| Figura 11 – Vista parcial do Assentamento Bela Vista do Chibarro..... | 39 |
| Figura 12 - Dados Climáticos de Araraquara. | 41 |
| Figura 13 - Horticultura convencional do lote 15. | 43 |
| Figura 14 - Horticultura convencional do lote 112. | 44 |
| Figura 15 - Horticultura orgânica do lote 112 | 45 |
| Figura 16 - Horticultura orgânica do lote 161 | 46 |
| Figura 17 - Coleta de amostra do solo em zigue-zague e material utilizado para coleta de solo. | 47 |

| | |
|---|----|
| Figura 18 - Coleta de amostra de solo para as análises microbiológicas, sendo caixa de isopor (A); gelox (B) e amostras (C)..... | 49 |
| Figura 19 - Secagem do solo no laboratório de microbiologia e temperatura 23°C por 24h. . | 49 |
| Figura 20 - Método de Determinação Carbono da Biomassa Microbiana (BMS-C) Fumigação-Extração | 50 |
| Figura 21 – Método de Respiração Microbiana do Solo..... | 53 |
| Figura 22 – Passo a passo do método cromatográfico do solo..... | 55 |
| Figura 23 – Solo de textura argilosa..... | 66 |
| Figura 24 – Triângulo textural (TT) com as 13 classes texturais de solo com manejo orgânico lote 112 e 162. Ao lado exemplo explicativo de como obter a classe textural..... | 66 |
| Figura 25 - Triângulo textural (TT) com as 13 classes texturais de manejo convencional lote 15 e 112. Ao lado exemplo explicativo de como obter a classe textural..... | 71 |
| Figura 26 – Propriedades Orgânicas e Convencionais lotes 15, 112 e 161..... | 71 |
| Figura 27 - Propriedades Orgânicas e Convencionais lotes 15 e 161. | 72 |
| Figura 28 – Cultura nos lotes 15, 112 e 161..... | 76 |
| Figura 29 - Cultura nos lotes 15 e 161 | 76 |
| Figura 30 - Produtores | 77 |
| Figura 31 - Cromatograma de um solo ideal com integração e harmonia de todas as zonas.. | 79 |
| Figura 32 – Amostra de solo em uma propriedade convencional lote 112 cebolinha..... | 80 |
| Figura 33 – Amostra de solo em uma propriedade orgânica lote 112 cultivar cebolinha. | 80 |
| Figura 34 - Amostra de solo em uma propriedade orgânica lote 161 cultivar couve..... | 82 |
| Figura 35 - Amostra de solo de uma propriedade orgânica lote 161 cultivar cebolinha..... | 82 |
| Figura 36 – Amostra de solo em uma propriedade convencional lote 15 cultivar couve. | 84 |
| Figura 37 - Amostra de solo de uma propriedade convencional lote 15 cultivar cebolinha ... | 84 |
| Figura 38 - Amostra de solo em uma propriedade convencional lote 112 cultivar couve | 86 |

Figura 39 - Amostra de solo em uma propriedade orgânica lote 112 cultivar couve.....86

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Atributos químicos e físicos do solo avaliados.. | 48 |
| Tabela 2 - Valores médios dos atributos químicos do solo nas áreas estudadas em manejo convencional e orgânico nos cultivares de cebolinha e couve. .. | 57 |
| Tabela 3 - Valores médios dos atributos físicos do solo nas áreas estudadas em manejo convencional e orgânico nos cultivares de cebolinha e couve... | 65 |
| Tabela 4 - Valores médios dos atributos microbiológico do solo nas áreas estudadas em manejo convencional e orgânico nos cultivares de cebolinha e couve.. | 67 |
| Tabela 5 - Cargas fatoriais dos atributos químicos, físicos e microbiológicos dos solos analisados e seus respectivos autovalores, variâncias totais observadas e acumuladas... | 69 |
| Tabela 6 - Cargas fatoriais dos atributos químicos, físicos e microbiológicos dos solos analisados e seus respectivos autovalores, variâncias totais observadas e acumuladas..... | 74 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 - Os benefícios da matéria orgânica nas principais propriedades do solo..... | 19 |
| Quadro 2 – Diferenças métodos produtivos agricultura orgânica e convencional..... | 25 |
| Quadro 3 - Diferença de um solo temperado e tropical..... | 26 |
| Quadro 4 – Diferença entre agricultura Agroecológica e Convencional..... | 27 |

1. INTRODUÇÃO

O Brasil tem uma agricultura bem desenvolvida com grande parte de tal produção voltada ao mercado internacional. Analisando-se os aspectos econômicos da produção é uma agricultura interessante, portanto os recursos relacionados ao solo foram segmentados e reduzidos ora investindo na dimensão química, ora a física ou, com menor intensidade a biológica. Com os avanços da ciência e descoberta sobre química agrícola e nutrição das plantas em meados XIX, a partir de Liebig, tornou-se possível a síntese de fertilizantes concentrados de alta solubilidade. Isso despertou o interesse da indústria ao ver a agricultura como um grande potencial de mercado que, desde então, passou a ser subordinada aos interesses do capital que tem fomentado um processo de industrialização e artificialização da agricultura, constituindo-se atual modelo de produção agrícola (SIQUEIRA, 2016).

Conforme Ribeiro (2016) o solo deve ser considerado fonte fundamental da riqueza nacional, sendo essencial a toda forma de vida, pois nele encontra-se materiais minerais e orgânicos indispensáveis as atividades essenciais como agricultura e pecuária. Ela resulta da ação combinada dos seus fatores de formação, material de origem, clima, relevo, das ações dos organismos e do tempo.

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, o qual 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 (KAMIYAMA et al., 2011).

A agricultura brasileira precisa ser reavaliada quando pensamos em agricultura sustentável, com todo esse volume de produção e padrão tecnológico que se adotou, e que promoveu uma série de impactos do ponto de vista ecológico. Dentre eles podemos citar a perda da biodiversidade, a degradação do potencial produtivo dos solos, o incremento do número de pragas e doenças causadas pelo uso intensivo de agrotóxicos. Este último é uma questão bastante preocupante na ótica da agricultura e dos severos impactos negativos sobre a base de recursos naturais que a suportam: solo, água, flora e fauna (COSTA, 2004).

Algumas práticas de manejo do solo afetam positivamente as propriedades físicas, químicas e microbiológicas, como plantio direto sem herbicida, maior diversidade vegetal, adubação orgânica, adubos verdes (cobertura), rotação de culturas, irrigação (especialmente em áreas secas), a correção do solo, aumenta a diversidade. Todavia solos nus, queimadas, a mobilização intensiva do solo e a monocultura promovem a erosão, acidificação e os pesticidas contaminam e diminuem a diversidade (COSTA, 2004).

O diagnóstico dos atributos químicos, físicos e microbiológicos do solo é uma ferramenta de extrema importância detectando as 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 (COSTA, 2004).

Para Tenório (2011) a grande parte das pesquisas científicas desenvolvidas na área da ciência do solo são utilizadas metodologias quantitativas e sem o envolvimento de agricultores. A cromatografia de Pfeiffer a partir do método qualitativo permite comparar as amostras de solo quanto ao seu manejo em relação as análises qualitativas. Além disso, entendemos a utilização da cromatografia como uma ferramenta importante para sensibilizar agricultores a adoção de boas práticas de manejo de solo.

1.2. Conhecendo o problema

O assentamento da região, Bela Vista do Chibarro, é fruto da luta de trabalhadores na ocupação da Usina Tamoio, na qual possuía 6 extensas áreas de cultivo de cana, vivendo seu auge na década de 50, enquanto complexo agroindustrial (CASSIN; VALE, 2011). O manejo destes solos, 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, queimada, gradagem pesada e subsolagem revolvendo o solo com uma profundidade de 40 a 45cm.

O Assentamento Bela Vista trabalha com fruticultura e em casos isolados de produção orgânica, mas principalmente com grãos, em especial o milho, que estimulada pelo Instituto de Terras do Estado de São Paulo (ITESP) foi a primeira cultura a ser produzida em larga escala pelos assentados. Segundo Ferrante; Barone e Kuranaga (2006) o ITESP, através de portaria (24/10/2002) reestabeleceu parcerias entre lotes agrícolas dos assentados e agroindústrias, sob o argumento de dinamização do processo de capitalização das famílias beneficiárias dos

projetos de assentamentos. Justificou a portaria que acaba por consentir, sob regras, o plantio da cana como perspectiva de garantir maior participação dos assentados na economia dos municípios e “suprir as indústrias de matéria-prima de fonte agrícola, além de aumentar, paralelamente a área plantada com gêneros essenciais à alimentação, consolidar os sistemas de produção existentes e até implantar unidades artesanais para o processamento dos produtos.

Conforme Ferrante; Barone e Kuranaga (2006) há cerca de quatro anos, surgiu na Bela Vista, a partir do REGAR (Associação de Produtores da Agricultura Regenerativa da Região de Araraquara) – entidade patrocinada pela Fundação Mokiti Okada. Tentou-se, na época, a implantação de um projeto-piloto de agricultura orgânica no assentamento Bela Vista do Chibarro: para lá foram enviados técnicos em agricultura natural (funcionários da Mokiti Okada) para ensinar, àqueles que se interessarem, as especificidades de se plantar sem uso de agrotóxicos ou outros insumos químicos. Infelizmente, essa experiência não se disseminou, restando, hoje, alguns assentados que utilizam parcialmente os ensinamentos sobre produção orgânica. Para os membros do REGAR, é necessário o retorno dos costumes tradicionais de plantio, costumes estes que levam o assentado a buscar, de maneira gradativa, o “equilíbrio do solo quanto à produção de seus microrganismos, perdidos com o desgaste excessivo”

Não existe informações disponíveis sobre os atributos químicos, físicos, microbiológicos e a cromatografia planar dos solos no Assentamento Bela Vista do Chibarro em dois diferentes sistemas de manejo convencional e orgânico em olericultura. O presente trabalho foi realizado com objetivo de avaliar a influência de práticas de manejo agrícola sob os agrossistemas nas diferentes propriedades físicas, químicas e microbiológicas, em áreas de cultivo orgânica e convencional, no município de Araraquara – SP.

2. REVISÃO LITERÁRIA

O processo de modernização da agricultura, com o seu enfoque reducionista limitou o entendimento da fertilidade do solo e considerando-o como um substrato para as plantas se fixarem (DA SILVA, 2010).

Costa (2004) relata que o uso abusivo dos recursos naturais pela ação humana está levando os recursos naturais renováveis e não renováveis (minerais, flora, solo, água) à exaustão e está também se promovendo alterações macro climáticas de magnitude, com as emissões de Gases Efeito Estufa – GEE resultantes da queima de combustíveis fósseis e biomassas. No caso brasileiro a agricultura é responsável por 82% de tais emissões, caso do CO₂ e outros gases, com o desmatamento e a queima de vegetações naturais, casos do cerrado na região Centro Oeste e das florestas tropicais da Amazônia, dos fertilizantes nitrogenados, e do metano produzido pelos ruminantes (COSTA, 2004).

A forma de cultivar o solo reflete a crescente preocupação com a qualidade ambiental, com a preservação da vida e a manutenção de condições ambientais para as futuras gerações, provocando diversas mudanças na forma de cultivar o solo, com o objetivo de reduzir a atuação humana sobre o meio ambiente (VARGAS; RANGEL, 2013).

A caracterização e o estudo dos atributos físicos, químicos e microbiológicos do solo, nos ecossistemas naturais e manejados, podem contribuir para o conhecimento dos processos que afetam a biodiversidade de forma negativa e positiva. Os processos ecológicos se constituem em ferramentas científicas para melhor orientar os sistemas agricultáveis, podendo ser indicadores da qualidade do solo (COSTA, 2004). Nos últimos anos a preocupação com a qualidade do solo tem crescido, na medida em que seu uso e mobilização intensiva podem redundar na diminuição de sua capacidade em manter uma produção biológica sustentável (CARVALHO; GOEDERT; ARMANDO, 2004). De acordo com Araújo e Monteiro (2007), os indicadores de qualidade do solo são instrumentos que permitem a avaliação de um sistema e que determinam o nível ou a condição em que este deve ser mantido para que seja sustentável.

Segundo Lavelle (2000), a organização ou estruturação de agroecossistemas sustentáveis é de suma importância, pois contribui para manter o equilíbrio entre os fatores de formação do solo e aqueles que provocam a sua degradação, o que evitaria, ou pelo menos diminuiria, a queda de produtividade e a deterioração do ecossistema.

2.1. Solo e seus atributos (físico, químico e microbiológico)

O Grupo de Estudo em Agricultura Ecológica (2008), o solo é uma composição de minerais, água, matéria orgânica, microrganismos, pequenos animais e plantas e não apenas uma estrutura inerte para sustentar plantas e um mero reservatório de água, portanto está composição física, química e microbiológica regula e mantém a fertilidade do solo. Do ponto de vista de Catonezi (2010), o solo é considerado como um corpo natural, constituído por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensional, dinâmico, formado de material orgânico e mineral, e além disso, os solos contêm também matéria viva (algas, bactérias, fungos e líquens) e podem ser revestidos por vegetação natural ou modificados por atividades humanas, tais como os diferentes sistemas de manejo agrícolas ou agroflorestais. O corpo tridimensional que representa o solo é chamado de pedon. A face do pedon que vai da superfície ao contato com o material de origem, constituindo a unidade básica de estudo do Sistema Brasileiro de Classificação, é o perfil de solo, sendo avaliado em duas dimensões e perfazendo uma área mínima que possibilite estudar a variabilidade dos atributos, propriedades e características dos horizontes ou camadas do solo (SANTOS et al., 2006).

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). A qualidade do solo e o desenvolvimento sustentável do sistema agrícola vêm sendo observados com relevância nos últimos anos, devido ao uso de técnicas que são utilizadas no seu manejo, evitando a sua degradação (ALMEIDA et al., 2008).

As características físicas e químicas dos solos, os minerais predominantes, temperatura, pH, os teores de matéria orgânica, umidade, textura e estrutura, são indicadores da qualidade do solo, e as mesmas tem relação com a abundância e a diversidade da microbiologia (BROWN; BANCON, 2009). A matéria orgânica influencia a textura e a biomassa microbiana, já o pH depende da disponibilidade de nutrientes, e o conteúdo de nutrientes que está relacionado à produção de biomassa (PINTO, 2014).

Matéria é toda substância morta no solo que provenha de plantas, microrganismos, excreção animais (da fauna terrícola) da mesofauna e macrofauna morta (PRIMAVESI, 2002). A matéria orgânica no solo (MOS) contribui para o seu potencial produtivo e para a sua manutenção e, portanto, é considerado um verdadeiro laboratório onde se processam todos os tipos de reações químicas, bioquímicas e biológicas (MIYASAKA, 2008). Nutrientes são disponibilizados para os vegetais, inibindo as altas temperaturas da camada superficial do solo, e ameniza a perda da umidade, diminuindo a demanda de insumos externos da unidade produtiva (LOSS, 2008). Muitos critérios podem ser empregados para a classificação de frações da matéria orgânica, e o entendimento dos mesmos pode conduzir à melhor compreensão da distribuição da biota do solo (CATANOZI, 2010). Então, quanto maior for o teor e a qualidade da MOS, mais numerosa será a população de organismos presentes no solo (PRIMAVESI, 2006).

Sob a ótica química a M.O é uma fonte de nutrientes (principalmente nitrogênio, fósforo e enxofre). Ela aumenta a Capacidade de Troca de Cátions (CTC) do solo e seu poder tampão, promove a complexação de íons tóxicos aos vegetais (ferro e alumínio principalmente), além de promover uma maior retenção de cálcio, amônia, potássio e magnésio no solo (COSTA, 1993). A matéria orgânica também contribui para uma melhor aeração e permeabilidade do solo, para a maior retenção da água e resistência à erosão, afóra minimizar a variação da temperatura do solo, resultante da intensidade da radiação solar (HART, 1985).

Em âmbito biológico e bioquímico a matéria orgânica se constitui em fonte de energia aos organismos do solo, incrementa sua população e diversificação, contribui para a melhoria da relação saprófitas/parasitas, induzindo uma maior resistência das plantas aos organismos que afetam seu sistema radicular (KOEPPF; PETERSSON; SCHAUMANN, 1983).

A matéria orgânica é fundamental, pois é fonte de alimento e abrigo para a fauna invertebrada do solo, e fornece energia para o crescimento microbiano (SILVA; RESCK, 1997), ou seja, a matéria orgânica é importante para formar a estrutura do solo manter a água e ar para os organismos que ali vivem. Ela favorece o crescimento das plantas por promover a associação simbiótica entre fungos e raízes, disponibilizando nutrientes e aumentando o volume do solo explorado pelas plantas para absorção de água, contribuindo para evitar a seca (GARG; CHANDEL, 2010) (Quadro1).

Quadro 1 - Os benefícios da matéria orgânica nas principais propriedades do solo.

| Propriedades do solo | Influência da matéria orgânica | | Efeitos no solo | |
|-----------------------------|---|--|---|--|
| Física | Maior | <ul style="list-style-type: none"> • Infiltração; • Retenção de água; • Consistência; • Agregação. | <ul style="list-style-type: none"> • Estrutura; • Cor. | <ul style="list-style-type: none"> • Capacidade de aeração e infiltração de água no solo; • Disponibilidade de água para as plantas. |
| | Menor | <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura; • Densidade aparente. | | |
| Química | Fonte de Nutrientes: N, P, K, S, B, Fe, Mn, Zn, Cu, Mo; | | <ul style="list-style-type: none"> • Fertilidade dos solos e necessidade de adubação; • Disponibilidade de nutrientes para as plantas; • Disponibilidade de micronutrientes e elementos tóxicos. | |
| | Fonte de ligante orgânico. | | | |
| | Maior | <ul style="list-style-type: none"> • Poder tampão; • Complexação – Quelatos; • pH e troca de cátions; • Reação com metais: Al, Cu, Mn (complexo orgânico); • Solubilização de nutrientes. | | |
| Menor | <ul style="list-style-type: none"> • Fixação | | | |
| Físico-química | Maior | <ul style="list-style-type: none"> • Adsorção de nutrientes; • CTC (capacidade de troca de cátions); • Superfície específica; • Movimento de calcário. | <ul style="list-style-type: none"> • A matéria orgânica (M.O.) tem o poder de influenciar positivamente as características físicas (densidade, porosidade), químicas (liberação e fixação de nutrientes, regulação do pH, etc.). | |
| Biológica | Maior | <ul style="list-style-type: none"> • Atividade de organismos benéficos; • Mineralização; • Diversidade de populações de flora e fauna. | <ul style="list-style-type: none"> • Na atividade biológica e desenvolvimento de plantas | |

Fonte: Adaptado de PAVAN; CHAVES, (1998).

Na agricultura existe a necessidade de se dispor de atributos sensíveis as mudanças provocadas pelo manejo do solo, de modo a avaliar o grau de sustentabilidade de um sistema, e muitas das vezes os indicadores químicos e físicos não demonstram as mudanças ocasionadas pelo uso inadequado do solo num curto espaço de tempo (SILVA, 2016).

Os microrganismos são os primeiros a apresentarem alterações quando se altera o manejo de um solo, sendo um indicador biológico sensível às mudanças provocadas. Os indicadores biológicos refletem os processos e transformações que estão intimamente relacionadas às funções que o solo necessita exercer para ser considerado de qualidade (MONOKROUSOS; PAPTAEODOROU; STAMOU, 2008). O solo não pode ser configurado apenas como uma massa inerte, originada da decomposição de rochas e restos de vegetais e animais. Ele é o habitat de seres vivos, em constantes modificações, apresentando estrutura prolífera e dinâmica de microrganismos e outros seres vivos (MIYASAKA, 2008). Nesse contexto as populações de organismos do solo revelam natureza dinâmica e são facilmente afetadas por distúrbios físicos, causados pelo cultivo, ou químicos, resultantes da aplicação de fertilizantes e agrotóxicos (ANDRÉA et al., 2002).

A diversidade microbiana, em virtude de os microrganismos estarem na base da cadeia trófica e intrinsecamente associados aos diversos processos ecológicos do solo, tem figurado como um importante indicador da qualidade do solo (ZILLI et al., 2003). A microbiologia apresenta ligação direta com a ciclagem de nutrientes, decomposição da matéria orgânica, melhoria de atributos físicos como agregação, porosidade, infiltração de água, com o funcionamento biológico do solo como um todo (SANGINGA; MULONGOY; SWIFT, 1992). Além disto, os microrganismos fazem apodrecer partes das plantas, como uma folha que cai, uma fruta, uma flor, um tronco caído ou um pedaço de raiz. Durante o apodrecimento os microrganismos tiram da planta o seu alimento, ou seja, os nutrientes de que precisam, e formam a matéria orgânica do solo (CARDOSO, 2010).

As propriedades biológicas como biomassa microbiana do solo (BMS), a atividade enzimática e taxa de respiração, constituem indicadores sensíveis às alterações ambientais, e servem como ferramenta para orientar o planejamento e avaliar as práticas de manejo do solo (SILVA, 2016). BMS é um indicador sensível as mudanças no solo, por ser a principal responsável pela transformação da matéria orgânica, pela ciclagem de nutrientes, e pelo fluxo de energia no solo (SANTOS et al., 2006). Alguns trabalhos avaliaram variáveis microbiológicas, e identificaram que estas foram mais sensíveis em detectar os efeitos de diferentes manejos do solo do que as variáveis físicas e químicas, utilizando como referência vegetações nativas (SILVA, 2016).

Para Araújo et al (2012), na análise quantitativa dos solos os indicadores microbiológicos como carbono da biomassa microbiana, respiração microbiana e quociente metabólico têm sido frequentemente sugeridos como mais sensíveis aos impactos causados pelo

manejo, tendo em vista que esses sistemas influenciam, constantemente, a atividade metabólica dos microrganismos.

As determinações do carbono da biomassa microbiana do solo (CMBS) são importantes para avaliação do tamanho do reservatório mais ativo e dinâmico da matéria orgânica do solo, o qual é constituído basicamente por fungos, bactérias e ascomiceto (OLIVEIRA; MENDES; VIVALDI, 2001).

Os microrganismos do solo são responsáveis no processo de formação do solo prestando serviços ambientais como decomposição de resíduos orgânicos (animais e vegetais), ciclagem de nutrientes e formação da matéria orgânica, biorremediação de poluentes e agrotóxicos (MENDES, 2009).

2.2. Agricultura orgânica e convencional

Segundo o MAPA (2010), 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 agricultura orgânica originária da Índia e divulgada pelo fitopatologista Inglês Albert Howard no início do século XX, posteriormente Lady Eve Balfour em 1946 na Inglaterra, e Jerome Irving Rodale nos EUA, que defenderam seus princípios, criando a Agricultura Regenerativa entre os anos 70 e 80, buscando a melhoria da fertilidade do solo, baseado no uso de material orgânico (TOMITA, 2009).

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 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). 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 (KAMIYAMA et al., 2011). De acordo com Marian e Henkes (2014), o sistema orgânico é uma metodologia de produção agrícola que dispensa o uso de insumos químicos, e se caracteriza por um processo que leva em conta a relação solo/planta/ambiente com o intuito de preservar o meio ambiente, a saúde dos homens e dos animais (Figura 1).

Figura 1 – Representação de um solo de manejo orgânico



Fonte: ORGÂNICO BRASIL, (2017)

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).

No entanto para Silva (2014), o sistema de cultivo convencional é caracterizado pelo intenso uso de grades e arados para preparo do solo, diminuindo a estabilidade dos agregados e continuamente acelerando o processo de decomposição da matéria orgânica existente no solo. O preparo do solo com uso do arado é um processo antrópico. O revolvimento repetido expõe o solo a fatores degradantes como erosão, redução da matéria orgânica, aumento da temperatura

e compactação. Esses fatores influenciam diretamente na capacidade de retenção e sucessivamente umidade relativa do solo.

Os sistemas agrícolas convencionais contribuem para as perdas de carbono orgânico do solo, e dessa forma desenvolvem o processo de degradação química, física e biológica do solo, tendo como produto a redução de produtividade das culturas exploradas, cada vez mais acentuada com o manejo inadequado e o uso contínuo do solo (XAVIER et al., 2006), havendo o declínio da biodiversidade faunística edáfica, microbiológica, da fertilidade e estrutura do solo (TOMITA, 2009) (Quadro 2).

A causa de perdas de produção no manejo convencional provavelmente se deve ao mau manejo da diversidade biológica do agroecossistemas, desprezando a conservação e a preservação dos recursos genéticos e ambientais naturais das culturas, assim como restringindo a manutenção e conservação da biodiversidade da flora e fauna (TOMITA, 2009).

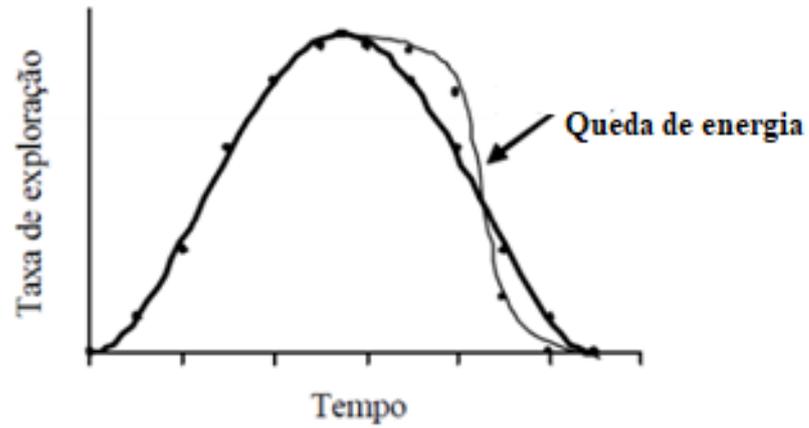
Os insumos agrícolas utilizados são na sua maioria derivados direta ou indiretamente do petróleo, que resultam num alto custo energético para sua obtenção, ocasionando um balanço energético negativo, ou seja, a energia produzida pela cultura é menor que a energia gasta para sua produção (Figura 3) (A AGRICULTURA CONVENCIONAL, 2018).

Conforme Lana (2009) além da diminuição das reservas naturais, o uso excessivo de fertilizantes pode contribuir para a contaminação do solo e dos cursos d'água com nitrato, acidificação do solo e emissões de dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O) e amônia para a atmosfera. A fertilização com fósforo e nitrogênio causa decréscimo na oxigenação da água pelo excessivo aumento na população de algas tóxicas nos oceanos.

Alguns adubos comerciais utilizados para suprir os micronutrientes possuem uma composição, que além dos elementos desejáveis, também, em geral, contêm metais pesados tóxicos como cádmio, chumbo e crômio (GONZALVEZ JUNIOR; PESSOA, 2002).

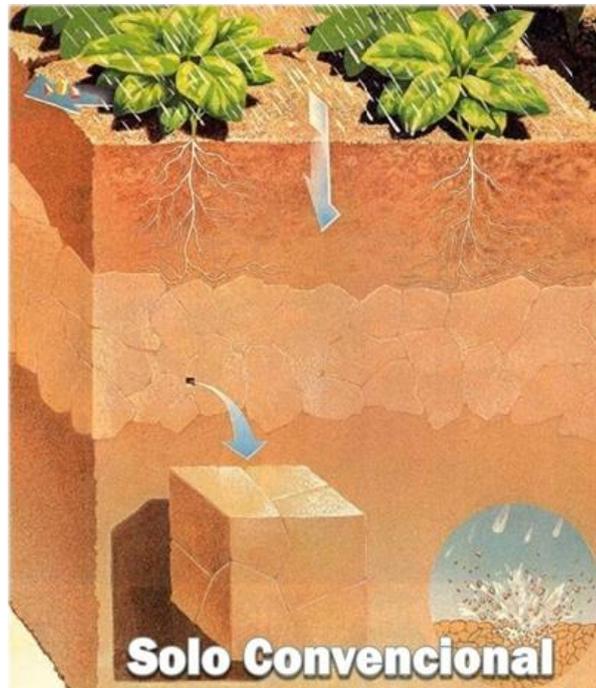
Um fenômeno preocupante sobre o uso dos recursos naturais não renováveis pode ser visualizado na chamada curva de Hubbert. Esta curva mostra a exploração de qualquer outro recurso natural não renovável, como o uso de fertilizantes, uso do solo e da água. Quanto mais persistente for a manutenção da exploração máxima do recurso, mais drástica é a queda na exploração das reservas restantes em um curto espaço de tempo, ocorrendo o chamado blackout ou queda brusca na taxa de produção (Figura 2) (LANA, 2009).

Figura 2 - Curva de Hubbert de exploração dos recursos naturais não renováveis e curva alterada pela manutenção artificial do pico de produção.



Fonte: LANA, (2009)

Figura 3 - Representação de um solo de manejo convencional



Fonte: ORGÂNICO BRASIL, (2017)

Quadro 2 – Diferenças de métodos produtivos da agricultura orgânica e convencional.

| Característica | Agricultura Convencional | Agricultura Orgânica |
|------------------------------|---|--|
| Preparo do solo | Aração e gradagem do solo em grandes extensões e de forma intensiva. | Solo tratado com um organismo vivo. |
| Adubação | Uso de adubos químicos em larga escala. | Uso de adubos orgânicos. |
| Controle de pragas e doenças | Uso de agrotóxicos | A base de medidas preventivas e produtos naturais. |
| Controle de ervas | O mato é considerado como uma erva daninha. Uso de controle químico com herbicidas – na maioria dos casos. | O mato é considerado como amigo da plantação. Controle preventivo, manual e mecânico. |
| Sintomas ao meio ambiente | Poluição das águas e degradação do solo. | Preservação do solo e das fontes de água. |

Fonte: PixForce, (2017)

Para Primavesi (2006), somente a troca dos fatores químicos por orgânicos não é orgânico e agroecológico. Segundo a autora a troca do NPK (fertilizante inorgânico) por composto acreditando que sejam minerais orgânicos de pronta disponibilidade, mas a planta não absorve composto. No trópico, com sua decomposição muito rápida o uso de palha para cobertura do solo tem o mesmo resultado que os fertilizantes inorgânicos e até melhor, pois a natureza cobre o solo com a decomposição das folhas, formando assim na superfície solo uma camada matéria orgânica pela ação do intemperismo e dos microrganismos, deixando o solo e vegetais saudáveis (Quadro 2).

Conforme os estudos de Primavesi (2006) usam-se métodos de combate à erosão, em lugar de permeabilizar o solo. Continua-se trabalhando com um solo pessimamente decaído, em lugar de recuperá-lo. Continua-se observando os fatores isolados em lugar de ter um olhar completo. Produzem-se alimentos com um valor biológico muito baixo, com muitas substâncias meio formadas, como por exemplo aminoácidos, onde deveriam ter proteínas, em lugar de procurar produzir alimentos de alto valor biológico. Não se consegue manter a saúde vegetal nem a saúde humana embora os alimentos possuam resíduos menos tóxicos. Na Agricultura Natural, ecológica, se corretamente feita, os produtos são superiores aos da agricultura convencional, tanto em tamanho, sabor, aroma e cor, sendo de melhor conservação.

Quadro 3 - Diferença de um solo temperado e tropical.

| TEMPERADO | Clima | TROPICAL |
|---|-----------------------------------|---|
| Smectita – muita sílica | Argila | caolinita – muito alumínio |
| Raso | Solo | Profundo |
| 500 a 2200 mmol _c /dm ³ | Complexo de troca catiônica (CTC) | 10 a 70 mmol _c /dm ³ |
| Elevada | Riqueza Mineral | Baixa |
| por Cálcio (Ca ⁺⁺) | Agregação | Por alumínio (Al ⁺⁺⁺) e ferro (Fe ⁺⁺⁺) oxidados |
| Correção do solo pH 6,8 a 7,0 Saturação CTC até 80% | Cálcio | Nutriente pH 5,6 a 5,8 Saturação CTC 25 a 40% |
| 2 milhões/g ativos até 25cm | Microrganismos | 15 a 20 milhões/g ativos até 15 cm Reciclagem de M.O |
| 3,5 a 5,0% decomposição lenta ácido húmico e húmica | Humus | 0,8 a 1,2% decomposição m. rápida ácido fúlvico (lixívia) |
| 12°C | Temperatura ótima | 25°C |
| Fraca | Insolação | Forte |
| Somente pela Vegetação | Evaporação da água | Especialmente pelo aquecimento direto do solo |
| Pouco intensas Parte em neve | Chuvas | Especialmente intensas compactam o solo |
| Limpo para captar calor | Condição do solo | Protegido contra o calor e o impacto da chuva |
| Profundo para animar a vida e aquecê-lo | Revolvimento do solo | Mínimo para não animar a vida |
| De massa de nutrientes | Tecnologia agrícola | De acesso aos nutrientes |

Fonte: PRIMAVERSI, (2006)

2.3. Agro - Ecologia Agricultura Natural

É lógico que a agricultura não pode conservar os ecossistemas naturais. Mas ela pode tentar instalar ecossistemas simplificados próprios aos trópicos. Pode usar métodos que no mínimo tentam manter o máximo de vida diversificada e a saúde do solo (PRIMAVERSI, 2006) (Quadro 4).

Não é a qualidade química do solo que decide a produção, mas a densidade e diversidade dos indivíduos da comunidade florestal, quando plantado no “fluxo da sucessão”, ou seja, quando árvores de uma sucessão mais adiantada “puxam” os de uma sucessão mais atrasada (PRIMAVERSI, 2006).

Quadro 4 – Diferença entre agricultura Agroecológica e Convencional.

| Agroecologia | Agricultura convencional | Combate de Sintomas |
|---|---|--|
| Aração mínima ou plantio direto. | Trabalho profundo com arado ou enxada rotativa. | Crostas, lajes, compactação e erosão. |
| Solo protegido. | Solo limpo. | Aquece e compacta. |
| Plantio adensado, mulch (é uma camada de material aplicada na superfície do solo) e consorciação. | Solo exposto ao sol e chuva. | Aquece, compactam e usa irrigação. |
| Biodiversidade, rotação e adubação verde. | Monoculturas. | Pragas e doenças. |
| Retorno da matéria orgânica. | Queima da matéria orgânica. | Destruição dos agregados e poros e vida do solo fraca. |
| Composto da matéria orgânica (Macro e micronutrientes). | NPK e calagem. | Plantas mal nutridas, deficientes e doentes. |
| Reflorestamento e quebra-ventos. | Desmatamento, vento e desertificação. | Solos secos e irrigação. |
| Uso criterioso de maquinas. | Uso indiscriminado de maquinas pesadas. | Compactação, erosão e abandono dos solos. |

Fonte: PRIMAVERSI, (2006)

A agroecologia enquanto ciência trata da aplicação de conceitos e princípios ecológicos no desenho e manejo de ecossistemas agrícolas, fornecendo bases e subsídios para que esses possam ser utilizados de forma sustentável ao longo do tempo (GLIESSMAN, 2000).

A Agroecologia se constitui em um enfoque teórico e metodológico que, lançando mão de diversas disciplinas científicas, pretende estudar a atividade agrária sob uma perspectiva ecológica (CAPORAL; COSTABEBER; PAULUS, 2009). De maneira geral, a agroecologia engloba o ambiente como um todo, incluindo o lado social, a produção vegetal e a conservação dos recursos naturais para a manutenção da sustentabilidade do agroecossistema (LOSS, 2008).

A associação de leguminosa com outros cultivos contribui com a fixação de nitrogênio no solo e sua absorção, e para a solubilização do fosforo insolúvel buscar a ação das micorrizas e o plantio de outras espécies que estimulam as associações simbióticas (VANDERMEER, 1989).

As leguminosas também são muito utilizadas como adubo verde em sistemas orgânicos, provendo alterações significativas na biomassa microbiana do solo, e sua atividade e índices derivados se aproximando de teores encontrados em sistemas de vegetação nativa (DUARTE et al., 2014). Os benefícios da prática da adubação verde relacionam-se diretamente com o ganho de matéria orgânica no sistema, o aporte de nitrogênio via fixação biológica, proporcionando melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo

(ESPÍNDOLA; GUERRA; DE ALMEIDA, 1997), estimulando a atividade microbiana e, conseqüentemente, proporcionando, através da concorrência, redução do potencial de inóculo de agentes patogênicos que vivem no solo, como fungos, bactérias e principalmente os nematoides (BARRADAS, 2010).

A manutenção dos recursos naturais, a conservação do meio ambiente, a variação dos cultivos e a cooperação das comunidades rurais na criação e divulgação de tecnologias, têm como suporte à aplicação eficaz dos recursos no funcionamento da agricultura orgânica (ALTIERI; NICHOLLS, 2002).

A qualidade do solo e o desenvolvimento sustentável do sistema agrícola vêm sendo observados com relevância nos últimos anos, devido ao uso de técnicas que são utilizadas no seu manejo, evitando a sua degradação (ALMEIDA et al., 2008). O sistema de plantio direto com espécies vegetais, adubação verde e o manejo correto do solo contribuem para formação de matéria orgânica, disponibilização de nutrientes para o plantio de outras culturas (CARVALHO; GOEDERT; ARMANDO, 2004) e o não revolvimento do solo beneficiam os sistemas agrícolas (MACHADO; MIELNICZUK, 2009). Os processos físicos, químicos e biológicos no solo são controlados pela ação do tempo e espaço, assim qualquer perturbação no solo altera os sistemas biológicos, acarretando alteração na sua fertilidade, influenciando a agricultura (CARNEIRO et al., 2009). O manejo agroecológico propicia um ambiente favorável ao desenvolvimento de processos naturais e interações biológicas positivas no solo, por meio da diversificação espacial e temporal do sistema de produção, subsidiando a fertilidade dos solos com menores aportes de insumos externos (LOSS, 2008).

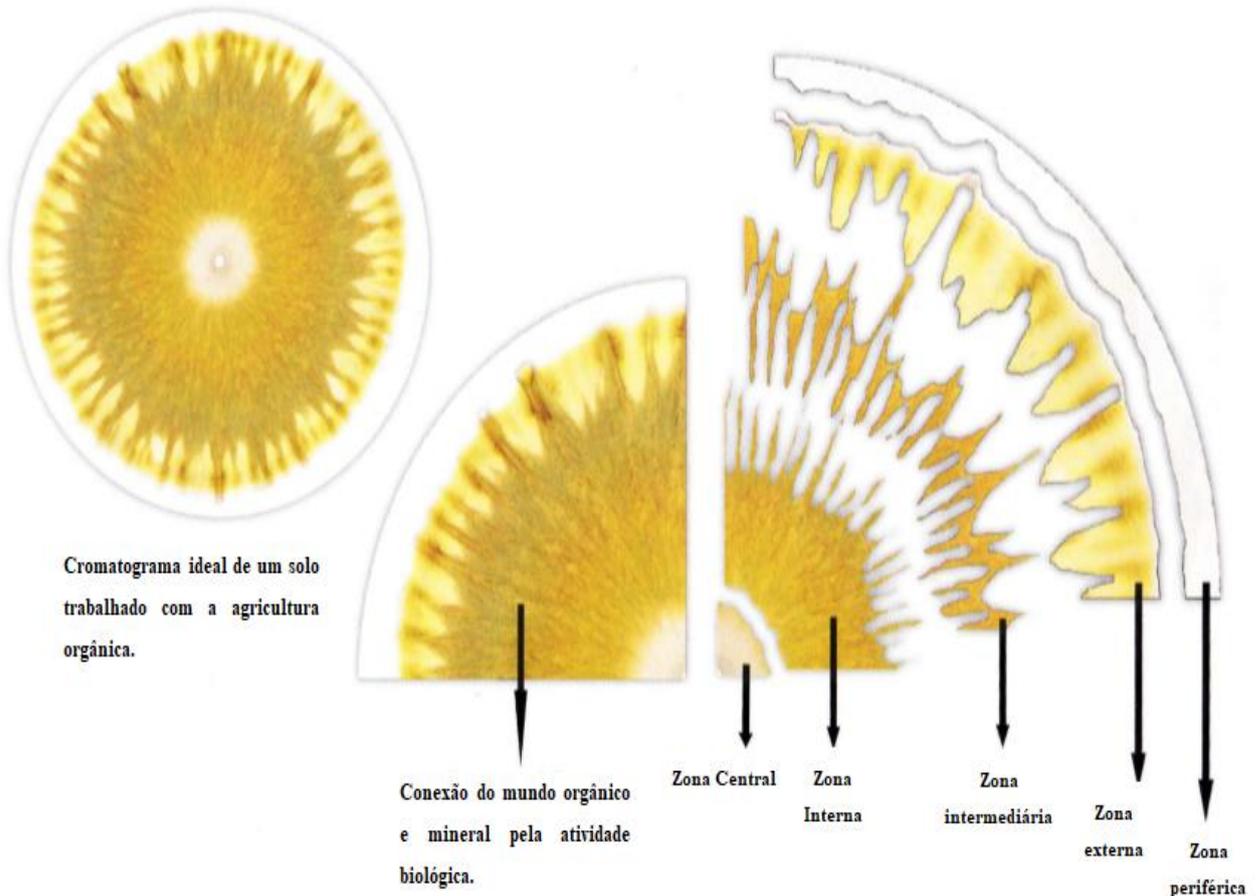
2.4. Cromatografia circular plana

O estudo sobre a pedologia é relativamente novo em relação às propriedades físicas, químicas e biológicas. Foi em meados de 1920 que Ehrenfried Pfeiffer iniciou suas pesquisas sobre Qualidade de solo (QS), desenvolvendo uma nova técnica de cromatografia, realizada sobre papel filtro circular, posteriormente denominada como Cromatografia de Pfeiffer (RIVERA; PINHEIRO, 2011). A QS é definida pela integração das propriedades biológicas, físicas e químicas do solo, a fim de exercer sua função com eficiência (MACHADO; MIELNICZUK, 2009). Um cromatograma apresenta referida qualidade por diferentes zonas que, por cores, formatos e integração entre elas indicam o estado do solo, considerando-se as atividades microbiológicas, dos minerais e da matéria orgânica. Segundo Rivera e Pinheiro

(2011), esta técnica pode ser considerada como um selo de garantia de QS para propriedades de agricultores, os auxiliando na tomada de decisão (Figura 4). A Cromatografia circular plana em papel filtro usada como ferramenta para o estudo do solo possibilita desenvolver junto com o agricultor conhecimento da qualidade e saúde do solo, de forma prática e barata permitindo a interpretação dos dados qualitativos em relação à matéria orgânica aos minerais do solo através da atividade biológica (FAGUNDES, 2013). A cromatografia de solo de Pfeiffer é uma “análise de solo integral”, que permite o diagnóstico e acompanha seu manejo de forma auto interpretativa (pelo próprio agricultor) devido ao seu baixo custo e simplicidade metodológica permitindo a produção caseira dos materiais analisados (PINHEIRO, 2011) (Figura 9). Ela caracteriza-se por fazer uma análise qualitativa da saúde do solo, através das cores e desenhos revelados nos cromatogramas, onde se leva em conta o metabolismo do solo vivo para acompanhar a atividade microbiana, a transformação dos minerais, a atividade enzimática e proteica dos componentes do solo, possibilitando a análise físico-química deste (PINHEIRO, 2011).

A técnica da cromatografia existe há mais de 80 anos, e tem se destacado como uma das principais técnicas analíticas de identificação e separação laboratorial. Um método físico de separação de diferentes componentes para caracterização de substâncias complexas, um conjunto de técnicas baseadas no princípio da retenção seletiva (PINHEIRO, 2011). Consiste na impregnação do papel filtro com solução reveladora (nitrato de prata), depois solução extratora (hidróxido de sódio) dinamizadas com o solo. Sabe-se que uma análise de solo é fundamental para o melhor direcionamento do manejo do solo, garantindo uma boa produção, porém a análise laboratorial de nitrogênio, fosforo e potássio adubação inorgânica (NPK), criada por Liebig, nem sempre é acessível aos agricultores familiares, além de não ser direcionada essencialmente para a análise da saúde do solo e sim, para uma posterior recomendação de utilização de fertilizantes químicos (TENÓRIO, 2011).

Figura 4 – Identificação das zonas que integram um cromatograma ideal de um solo com a agricultura orgânica.

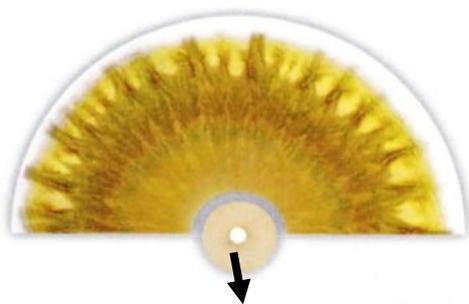


Fonte: RIVERA e PINHEIRO, (2011)

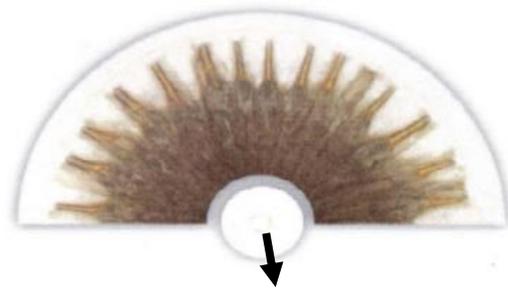
Um cromatograma de amostra de solo caracterizado por um precipitado negro na **zona central** com bordas pontiagudas é indício de um solo com má qualidade que provavelmente recebeu mecanização intensiva com agrotóxicos, ou estava exposto sem cobertura vegetal (RIVERA; PINHEIRO, 2011). Essa condição compacta o solo, diminuindo a aeração e a atividade dos organismos aeróbicos. Por outro lado, uma zona central de cor branca indica excesso de nitrogênio ou aplicação constante de herbicidas. A coloração ideal é creme, que se integra à próxima zona, reflexo de boa estrutura, aeração, matéria orgânica ativa e atividades microbiológicas (Figura 5) (RIVERA; PINHEIRO, 2011). Para Siqueira (2016) a **zona central (oxido-redução)** feita a impregnação do papel filtro do centro à borda primeiramente com a AgNO_3 , num segundo momento ao impregnar com a solução de NaOH , está carregada as substâncias minerais ou orgânicas dissolvidas que ao passar sobre a parte impregnada com AgNO_3 há formação imediata de hidróxido de prata (AgOH), a qual é instável e forma um precipitado escuro de óxido de prata (Ag_2O) proporcional a qualidade da substância. Forma desde a ausência da zona, as cores que variam do preto (mínimo metabolismo microbiano

aeróbico e máxima fermentação anaeróbica) à prata maior plenitude no metabolismo microbiano aeróbico e harmonia estrutural (PINHEIRO, 2011). Esta zona expressa primordialmente o metabolismo microbiano, portanto, de acordo com a qualidade de vida do solo e a concentração da substância nitrogenadas presentes na amostra, este precipitado negro de Ag_2O torna-se solúvel de modo a modificar a sua cor em branco prateado ou de cor creme, sendo isto desejável, formando assim um complexo Amim prata $2 [\text{Ag} (\text{NH}_3)_2]^+$ (SIQUEIRA, 2016).

Figura 5 – Evolução da zona central de dois cromatogramas de acordo com a sua coloração.



Zona central ideal de coloração creme. Regularmente acompanha as análises cromatográficas de solos com boa qualidade trabalhado com os princípios da agricultura orgânica.



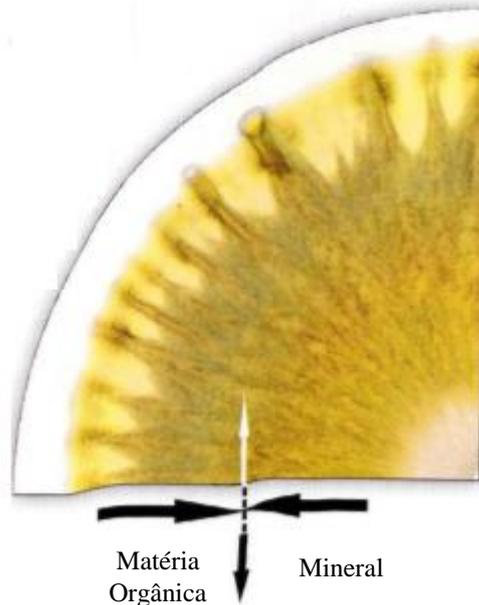
Zona central de coloração muito branca e bem definida. Regularmente acompanha as análises cromatográficas de solos com fertilizantes orgânicos, bruto e ricos em nitrogênio orgânico ou que foram adulterados com adubos químicos à base de ureia.

Fonte: RIVERA e PINHEIRO, (2011)

A **zona interna**, logo após a central, é denominada zona dos minerais, onde estão presas as substâncias mais pesadas, e ocorre a maioria das reações envolvendo os minerais da amostra. O ideal é que seja diversa, harmônica e que integre com as demais zonas com coloração, para assim ser possível a distinção entre ela e a zona anterior (Figura 6) (RIVERA; PINHEIRO, 2011).

Como a soda caustica reage com os minerais metabolizados pelos microrganismos de modo diferente dos minerais solúveis e insolúveis fora do bioplasma (matéria que irradia dos organismos vivos), a sua composição, grau de oxidação ou redução determinam a forma, cor, desenvolvimento, integração e distância da zona central e externa. Como os minerais e demais substâncias possuem carga elétrica e campo eletromagnético, que por sua vez está diretamente relacionado às condições de vida do solo, isto influencia em como se manifesta o desenho do cromatograma. Isto pode apresentar através de sua radiação pelas características da ramificação que ocorre em forma de setas ou flechas sobrepostas de forma mais ou menos perceptível, podendo ser desde a zona central à extremidade do cromatograma, que sendo de coloração com tom amarelo-dourado e quanto mais diversa e integrada de forma harmônica as outras zonas, maior e a qualidade de sua formação mineralógica e vida do solo (SIQUEIRA, 2016).

Figura 6 – Integração ideal dos minerais e da matéria orgânica pela atividade microbiológica do solo em um cromatograma

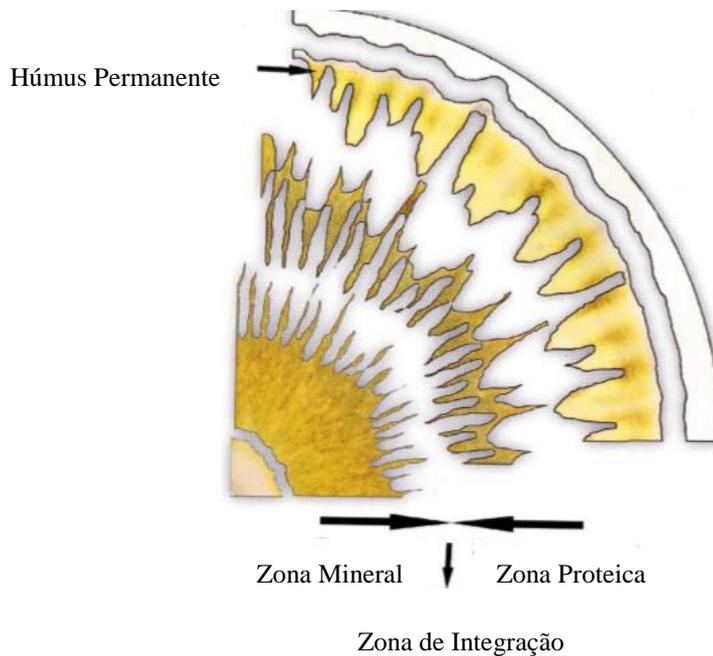


Fonte: RIVERA e PINHEIRO, (2011)

A próxima **zona intermediária (proteica)**, é a da matéria orgânica, indicando sua presença ou ausência, sem base para afirmar se é ou não ativa. Uma condição de má qualidade é falta de integração com a zona interna, ou seja, situação em que é bem demarcada. Outra característica é seu tamanho. Uma zona intermediária fina sugere pouca matéria orgânica (RIVERA; PINHEIRO, 2011). A zona intermediária também indica as condições de desenvolvimento mineral, desde um círculo linear (membrana inorgânica sem vida), até a total integração com as outras zonas. Suas cores variam do mínimo no preto ao máximo no ouro e laranja (Figura 7) (PINHEIRO, 2011).

Nesta zona onde se manifesta ausência ou ocorrência e qualidade de matéria orgânica, conforme as substâncias presentes em concentração e qualidade. Desse modo se expressa a forma mais significativa o grau de desenvolvimento, integração e harmonia ou se há bloqueios entre o componente mineral e orgânico e inter-relação com o componente biológico. Nesta zona desenrola a conformação final do cromatograma, a qual consiste uma zona de transição que, de forma abrupta ou mais sutil, revela o grau de harmonia segundo a condições físicas e atividade macro e microbiológica no solo, o que tem relação direta com o manejo adotado e demais praticas culturais (SIQUEIRA, 2016).

Figura 7 – Integração da zona mineral e da zona proteica do solo de manejo orgânico em um cromatograma



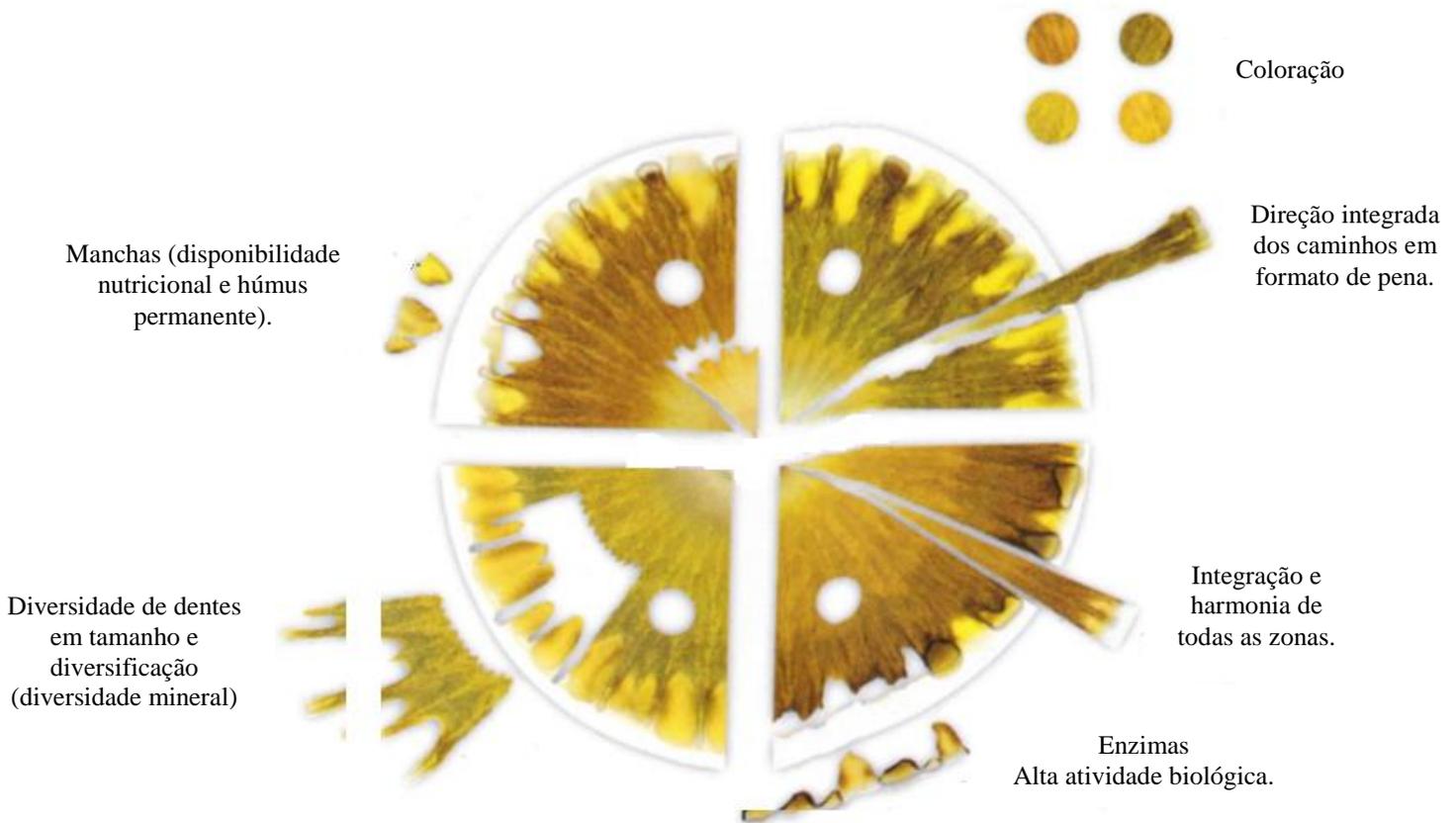
Fonte: RIVERA e PINHEIRO, (2011)

A **zona externa (enzimática)** das proteínas, vitaminas e enzimas, desde a ausência da zona, até sua forma, tamanho e cores que variam do castanho escuro até o prata. O ideal é encontrar “nuvens”, “dentes de cavalo”, “bolhas” variáveis no cromatograma, que aponta que o solo possui essas substâncias disponíveis para serem utilizadas pelo vegetal (RIVERA; PINHEIRO, 2011). Pinheiro (2011) relata que em cada cromatograma podem explicar os detalhes através das zonas, e também suas interfaces através de reações químicas, físicas e biológicas, pois o fundamental na interpretação é a harmonia entre as diferentes zonas, para a leitura completa do metabolismo e desenvolvimento da vida, qualidade e saúde do solo. Podem ser observadas as variações diárias, semanais, mensais, estacionais ou anuais, que permitem acompanhar as práticas ou atividades no solo do manejo orgânico e convencional (Figura 8 e 9).

Aqui se expressa plenamente a vitalidade do solo, pois os compostos nitrogenados presentes na solução da amostra ao ultrapassar a zona impregnada de nitrato de prata reagem com os restos de prata livres. Isso faz com que expresse esta zona, a qual constitui de substâncias complexas de alto peso molecular ativas do solo formadas pela atividade dos microrganismos presentes na matéria orgânica. Estas frações nitrogenadas (vitaminas, enzimas, fito-hormônios, frações húmicas, etc.) revelam sobre a forma de nuvens (pigmentos), pétalas e ondas que caracterizam a zona enzimática, onde verifica a diversidade microbiana pela sua biossíntese proteica e polipeptídica solúveis da vida do solo. Quanto mais diversa maior é a presença e

efeitos dos compostos que expressam com forma e picos variados, onde também se expressa as diferentes frações húmicas (SIQUEIRA, 2016).

Figura 8 – Algumas características ideal de um cromatograma.



Fonte: RIVERA e PINHEIRO, (2011)

Figura 9 – Comparação entre dois cromatogramas de solos cultivados com alface



Produção de alface orgânica associada ao cultivo de rosas, com a aplicação de adubo orgânico e biofertilizantes.

Monocultivo extensivo de alface com aplicação de fertilizantes químicos, venenos e mecanização pesada.

Fonte: RIVERA e PINHEIRO, (2011)

A metodologia da cromatografia planar caracteriza-se por fazer uma análise qualitativa da saúde do solo, através das cores e desenhos revelados nos cromatogramas, onde se leva em conta o metabolismo do solo vivo para acompanhar a atividade microbiana, a transformação dos minerais, a atividade enzimática e proteica dos componentes do solo, possibilitando a análise físico-química deste (PINHEIRO, 2011).

2.5. Olericultura

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).

A presença dessas espécies dificulta o uso e o manejo do solo pelos agricultores, o que tem incentivado o uso de herbicidas, elevando substancialmente os custos de produção, além de causar desequilíbrio no ecossistema. Entretanto, a preocupação com o ambiente e a qualidade de vida tem difundido amplamente as correntes de agricultura alternativa, entre elas a agricultura orgânica (FONTANÉTTI, et al., 2004).

O cultivo de espécie olerícolas de crescimento rápido e fornecedoras de produtos de alto valor comercial tem justificado a aplicação de elevada quantidade de fertilizantes minerais sintéticos. Tal prática, contudo, pode provocar salinização do solo, e acúmulo de nitrato e nitrito nos tecidos vegetais, o que representaria risco para o consumidor, além de onerar a produção (OLIVEIRA, et al., 2003).

2.6. Cebolinha

No entanto para Costa e Arruda (2018), hortaliça da família Liliaceae, a cebolinha tem o nome científico de *Allium fistulosum* L. estamos tratando de uma hortaliça exótica, quanto a sua origem se confunde se na Sibéria ou no Oriente, sabe-se que no Brasil sua adaptação foi tão

extraordinária que se tornou apreciada por uma grande parte da população, suas folhas (parte consumida) são tubulares usadas como condimento, esse que se faz o seu uso em diversos pratos, é cultivada em pequenas áreas e pela sua rusticidade ao clima, ao solo, temperatura, pode ser plantada ao longo de todo o ano, daí podendo ser efetuada várias colheitas, forma moita em poucos dias, apresenta boa capacidade de rebrotamento e perfilhamento, facilitando o modo de propagação que é feita tanto por mudas (divisão de touceiras) como por sementes, entre nós prevalece o meio de propagação por mudas. São cultivadas no Brasil, aproximadamente duas dezenas de hortaliças folhosas, das quais se destaca a cebolinha, à alface e ao coentro que se destacam como as hortaliças de maior volume produzido e comercializado em diversas regiões do país (FIGUEREDO, 1972).

2.7. Couve

De acordo com Costa e Arruda (2018) a hortaliça arbustiva bianual, da família Brassicaceae, a couve manteiga tem o nome científico de *Brassica oleracea* L. É muito comum na mesa dos brasileiros seu uso ou consumo se dar mais diversas maneiras devido as suas propriedades benéficas a saúde. Entre as espécies olerícolas produzidas no Brasil, as brassicas constituem a família mais numerosa, estando à couve manteiga entre as mais cultivadas em quase todas as regiões do país.

SILVA et al (2007) analisaram que a couve manteiga faz parte da tradição culinária do Brasil e possui elevado valor nutricional, com consideráveis taxas de cálcio, ferro, ácido ascórbico e vitamina A, porém, os agrotóxicos podem prejudicar de forma direta a qualidade nutricional da planta, tornando-se assim e essenciais estudos tecnologias alternativas e que sejam enfatizados, diminuindo as deficiências no seu processo produtivo.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVOS GERAL

Avaliar o efeito do manejo do solo em diferentes agroecossistemas sobre as características biológicas, físicas e químicas dos solos, nos lotes 12 112 e 162 no assentamento Bela Vista do Chibarro município de Araraquara.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar as análises químicas, e físicas de solo de agricultura convencional e orgânica;
- Avaliar a atividade microbiana do nitrogênio da biomassa microbiana, a respirometria do solo e o quociente metabólico do solo;
- Avaliar por meio da cromatografia de Pfeiffer a fertilidade do solo.

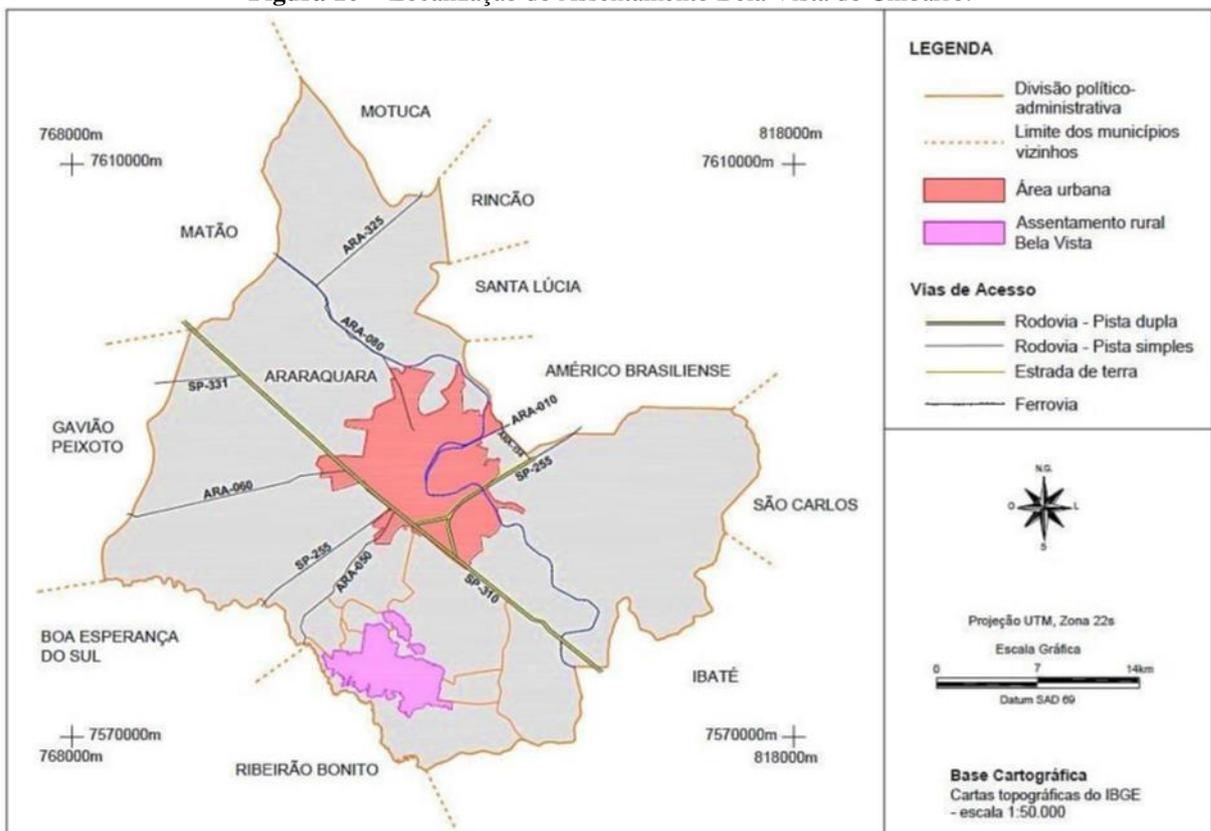
4. METODOLOGIA

4.1. Localização Geográfica e Caracterização da área de estudo

Araraquara está localizada na região central do Estado de São Paulo, distante cerca de 270 km da Capital. O município possui uma área total de 1.003,625 km² e grau de urbanização de 97,16% (SEADE, 2016).

O assentamento rural Bela Vista (Figuras 10 e 11) 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 10 - Localização do Assentamento Bela Vista do Chibarro.



Fonte: SILVA, (2011)

Figura 11 – Seleção da área amostral Assentamento Bela Vista do Chibarro, mostrando a distribuição dos lotes.



Coordenadas do GPS no lote 162 manejo orgânico 21°55'6,10''S; 48°10'23,54''; Lote 15 manejo convencional 21°55'14,99''S; 48°11'42,55''; Lote 112 manejo orgânico 21°55'7,11''S; 48°09'21,52'' e Lote 112 manejo convencional 21°55'7,14''S; 48°10'22,55''.

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).

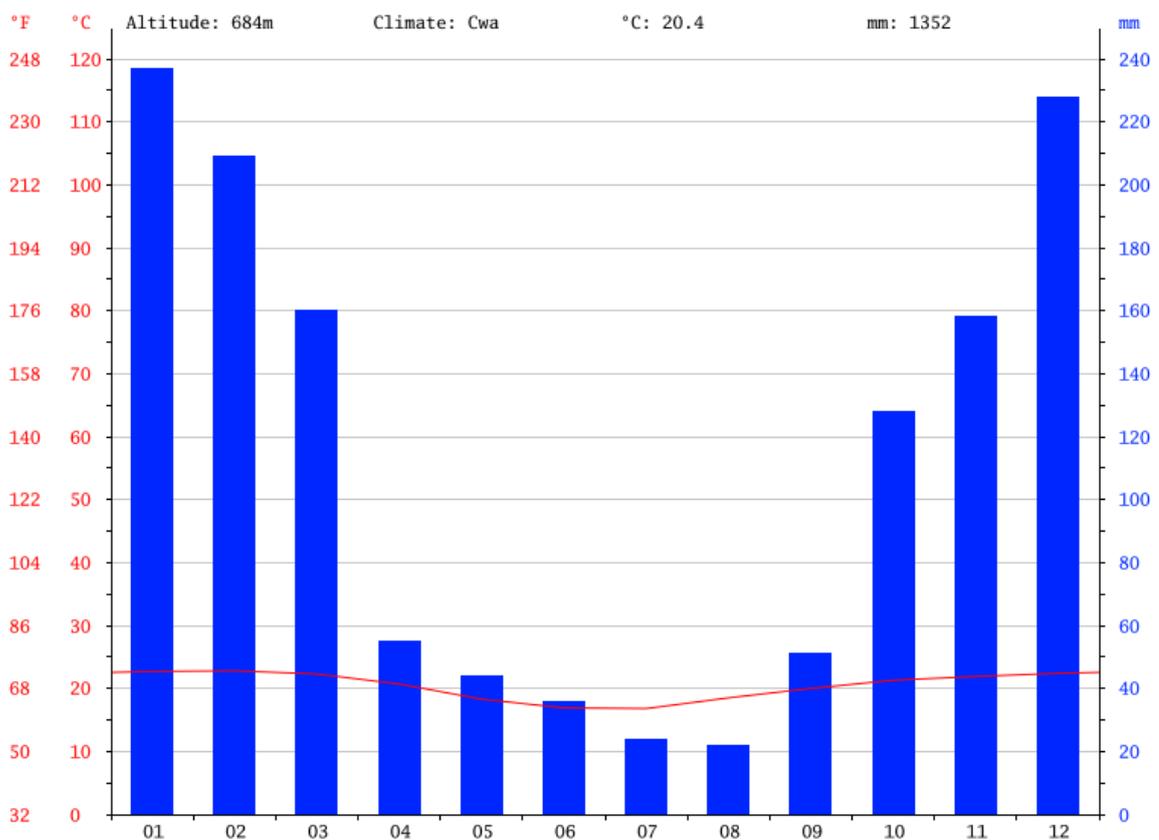
4.2. Aspectos Pedológicos

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), ocupada por rochas sedimentares, destacando-se os arenitos e argilitos. Dentre os arenitos destacam-se os Arenitos Bauru, que se apresentam com Cimento Calcário, 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). De acordo com IAC (2017), os Latossolos vermelho-escuro com caráter férrico são encontrados no estado de São Paulo na região de pouca declividade, na Depressão Periférica e no oeste do estado, associados às calhas de drenagem de alguns rios, como o Paranapanema e o Tietê, desenvolvidos a partir de rochas básicas. Por apresentarem moderada reserva de macro e micronutrientes e serem estáveis mecanicamente têm alta resiliência. Eles apresentam capacidade produtiva estável ao longo de anos de cultivo, quando são aplicadas adubação de manutenção e técnicas simples de conservação do solo. Devido a sua favorável fertilidade química e boas propriedades físicas, e por ocorrerem em relevo suavizados, sua vegetação original de floresta (Mata Atlântica) foi substituída por intensa atividade agrícola. Em relação ao tipo e declividade do terreno predomina a formação basalto, apresentando pouca declividade em grande parte de sua extensão, seguido de locais com declividades medianas e elevadas, ocupadas em sua totalidade pela agricultura familiar. O assentamento Bela Vista está localizado em um território ocupado em grande parte por áreas agrícolas, conforme observado por imagens de satélite, e atividades em campo, com exceção da agrovila, que é ocupada de forma significativa por residências e vegetação florestal (LOPES et al., 2015).

4.3. Características Climáticas

Segundo a CEPAGRE (2017), a classificação climática de Koeppen, baseada em dados mensais pluviométricos e termométricos, o estado de São Paulo abrange sete tipos climáticos distintos, sendo a maioria correspondente ao clima úmido. O tipo dominante na maior área é o clima subtropical de inverno seco e verão quente (Cwa), que abrange toda a parte central do Estado, e é caracterizado pelo clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno, com a temperatura média do mês mais quente superior a 22°C. Algumas áreas serranas com o verão ameno são classificadas no tipo clima subtropical de altitude, com inverno seco e verão ameno (Cwb), onde a temperatura média do mês mais quente é inferior a 22°C, e durante pelo menos quatro meses é superior a 10 °C. Em Araraquara o clima é quente e com menor pluviosidade no inverno. Segundo a classificação Köppen o clima é classificado como Cwa, 20.4 °C é a temperatura média e a pluviosidade média anual é de 1352 mm (Figura 12).

Figura 12 - Dados Climáticos de Araraquara.



*CLIMATE-DATE.ORG – Dados climáticos para cidades mundiais (2017)

4.4. Seleção da Área Experimental

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.

No sistema de manejo convencional no lote 15 com aproximadamente 16ha há 3ha de horta com uma declividade de 20%, com variadas plantações de folhosas (alface, brócolis, couve-flor, salsa, cebolinha, couve, hortelã, rúcula e outras), frutíferas (mamão e amoreira) e legumes (pepino, jiló e berinjela). O entorno da horticultura contém o capim Napier, milho, cana de açúcar e pasto para bovinos. No preparo do solo, de acordo com o produtor, ao longo dos anos vem sendo utilizado cama de aviário (1Kg/m²) e NPK (4-14-8) como forma de adubação, usando 200g/m² e incorporada ao solo com o micro trator no preparo dos canteiros. Tratamento fitossanitário é com calda cúprica, óleo vegetal de nim, com 3mL para cada 1l de água, e um herbicida seletivo de ação sistêmica para o controle de tripes, do grupo químico ácido ariloxfenoxipropiônico (Fusilade^R 250 EW). Ao fundo desta propriedade passa um córrego, onde por bombeamento é feita a irrigação da horta por aspersão (Figura 13).

Figura 13 - Horticultura convencional do lote 15.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2017)

No sistema de manejo convencional no lote 112, com aproximadamente 16ha de área, contendo aproximadamente 3ha de horticultura, com uma variada plantação de folhosas (alface, cebolinha, couve, couve-flor, rúcula, acelga, almeirão, salsinha, coentro, repolho e outros) e legumes (pepino, berinjela, abobrinha, jiló). O entorno da horticultura contém algumas variedades de espécies frutíferas (bananeira, mangueira, goiabeira, maracujá, mamoeiro, limão cravo e abacateiro) e o eucalipto. O entorno do lote contém milho e cana de açúcar. No preparo do solo, de acordo com o produtor, ao longo dos anos vem sendo utilizada cama de aviário ($1\text{Kg}/\text{m}^2$), superfosfato, estrume de curral e NPK (4-14-8) como forma de adubação, usando $200\text{g}/\text{m}^2$, aplicada em diferentes épocas para o plantio e incorporada ao solo com o micro trator no preparo dos canteiros. Nesta área também são utilizados calda cúprica e agrotóxicos Fusilade^R 250 EW (herbicida). A propriedade tem um poço artesiano, e por bombeamento é feita a irrigação por aspersão. (Figura 14).

Figura 14 - Horticultura convencional do lote 112.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2017)

No sistema de manejo orgânico no lote 161, com 16ha de área, contendo aproximadamente 3ha de horticultura, com uma variada plantação de folhosas (alface, cebolinha, couve, couve-flor, rúcula, acelga, almeirão, salsinha, coentro, repolho e outros) e legumes (pepino, berinjela, abobrinha, jiló). O entorno da horticultura contém algumas variedades de espécies frutíferas (bananeira, mangueira, goiabeira, maracujá, mamoeiro, limão cravo e abacateiro) e o eucalipto. O entorno do lote contém milho e cana de açúcar. No preparo do solo para o plantio é colocado composto de restos vegetais e esterco bovino amontoado e curtido por 60 dias, superfosfato e esterco de curral. O uso da compostagem permite melhorar a fertilidade, é um excelente condicionador de solo, aprimoras as características físicas, químicas e microbiológicas, como retenção de água, agregação, porosidade, aumento da fertilidade e da vida microbiana do solo (ABREU; OLIVEIRA, 2008). Tratamento fitossanitário é feito por meio de catação manual, iscas, caldas orgânicas, plantas repelentes ou atraentes. As doenças em hortaliças causadas por fungos são controladas com caldas orgânicas. E nas causadas por vírus ou bactérias o controle é preventivo, utilizando-se sementes selecionadas e resistentes, rotação de cultura e erradicação (arranquio) das plantas. A

propriedade tem um poço artesiano e por bombeamento é feita a irrigação por aspersão (Figura 15).

Figura 15 - Horticultura orgânica do lote 112



Fonte: Elaborado pelo autor, (2017)

No sistema de manejo orgânico no lote 161, com 16ha de área, contendo aproximadamente 3ha de horticultura, com uma variada plantação de folhosas (alface, cebolinha, couve, couve-flor, rúcula, acelga, almeirão, salsinha, coentro, repolho, taioba e outros) e legumes (pepino, berinjela, abobrinha, jiló). O entorno da horticultura contém algumas variedades de espécies frutíferas (bananeira, mangueira, goiabeira, mamoeiro, limão cravo e abacateiro). O entorno do lote contém milho, eucalipto, pasto para gado e cana de açúcar. No preparo do solo para o plantio é colocado compostagem (composto de restos vegetais e esterco bovino amontoado e curtidos por 60 dias), superfosfato, cama de aviário e esterco de curral. A água da mina e canalizada até lago feito na propriedade e a mesma é bombeada para irrigação por aspersão (Figura 16). Tratamento fitossanitário é feito por meio de catação manual, iscas, caldas orgânicas, plantas repelentes ou atraentes. As doenças em hortaliças causadas por fungos são controladas com caldas orgânicas. E nas causadas por vírus ou bactérias o controle é preventivo utilizando – se sementes selecionadas e resistentes, rotação de cultura e irradiação (arranquio) das plantas. O uso da compostagem permite melhorar a fertilidade, é um excelente condicionador de solo, aprimoras as características físicas, químicas e microbiológicas, como

retenção de água, agregação, porosidade, aumento da fertilidade e o aumento da vida microbiana do solo (ABREU; OLIVEIRA, 2008).

Figura 16 - Horticultura orgânica do lote 161



Fonte: Elaborado pelo autor, (2017)

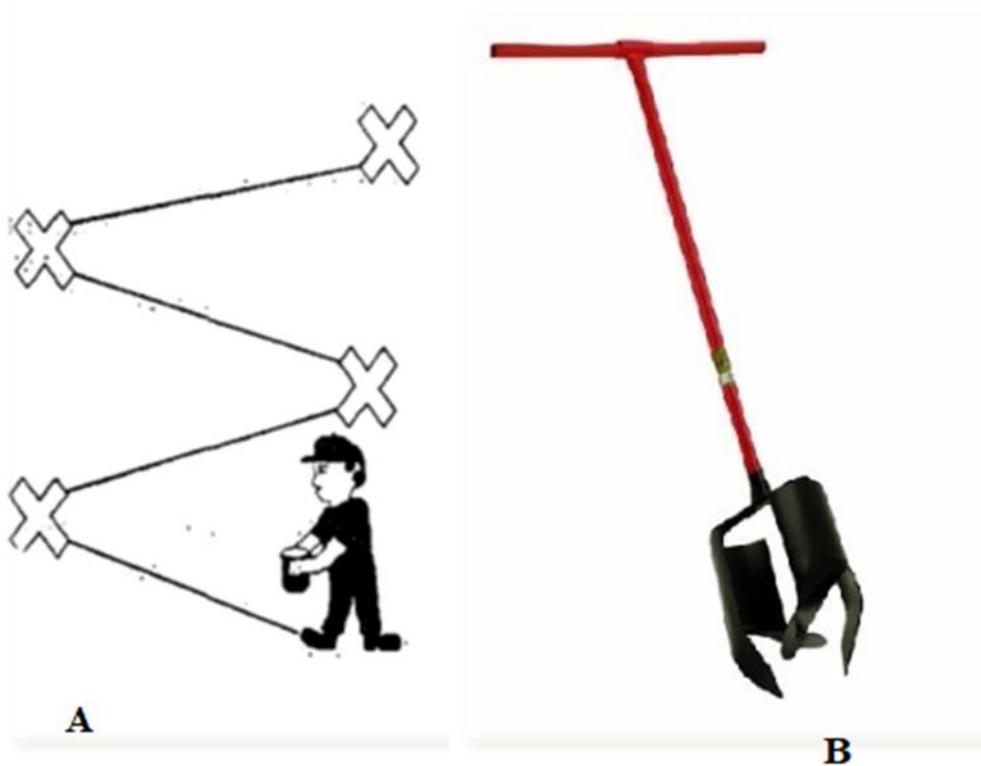
4.5. Coleta do solo

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 Liliaceae (cebolinha), com espaçamento 20x20cm e Brassicaceae (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 caminamento 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 do Departamento de Ciências do Solo da Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, e para o

Campus de Araras da Universidade Federal de São Carlos. Para determinação da posição geográfica dos pontos amostrados, foi usado GPS de navegação (Garmin® modelo Etrex Venture HC).

Para a realização da amostragem do solo foi utilizada como metodologia de amostragem de solo a da EMBRAPA-CPAF, circular técnica 33 de 1997. Em cada área foram escolhidos dois canteiros de cebolinha e couve no período da pré-colheita estando as mesmas plantadas em canteiros de 30x1m², onde foram coletadas 15 amostras com o trado cavadeira, retiradas por caminhar em zigue-zague, na profundidade 0-20cm (Figura 17).

Figura 17 - Coleta de amostra do solo em zigue-zague e material utilizado para coleta de solo.



Fonte: MENDES; RICCI, (1997)

4.6. Indicadores físicos e químicos do solo

Amostras de solo contendo 400g foram coletadas no mês de julho de 2017, na profundidade de 0 - 20cm para a determinação das propriedades químicas e físicas (Tabela 1).

Tabela 1 – Atributos químicos e físicos do solo avaliados.

| Atributo | Abreviação | Unidade |
|--------------------------|-------------------|-----------------------|
| Matéria Orgânica | M.O.S | mg/dm ³ |
| Cap. de troca de cátions | CTC | mmolc/dm ³ |
| Pot. Hidrogênio | pH | CaCl ₂ |
| Saturação por alumínio | m | % |
| Saturação de bases | V | % |
| Teor de Cálcio | Ca | mmolc/dm ³ |
| Teor de potássio | K | mmolc/dm ³ |
| Teor de alumínio | Al | mmolc/dm ³ |
| Saturação de bases | SB | mmolc/dm ³ |
| Hidrogênio + Alumínio | H + Al | mmolc/dm ³ |
| Fósforo remanescente | P-res | mg/dm ³ |
| Argila | Argila | g/Kg |
| Areia | Fina | g/Kg |
| Areia | Grossa | g/Kg |
| Areia | Total | g/Kg |
| Silte | Silte | g/Kg |

Fonte: Elaborado pelo autor, (2017)

Os atributos químicos foram avaliados de acordo com os métodos descritos em Embrapa (1997) que resumidamente são: pH em CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹, os teores de P e K+ foram extraídos com Mehlich⁻¹ 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.

4.7. Indicadores microbiológicos do solo

Os indicadores microbiológicos foram determinados no mês julho 2017, as amostras de 0 – 20cm foram coletadas e transportadas em uma caixa de isopor com gelo para o laboratório

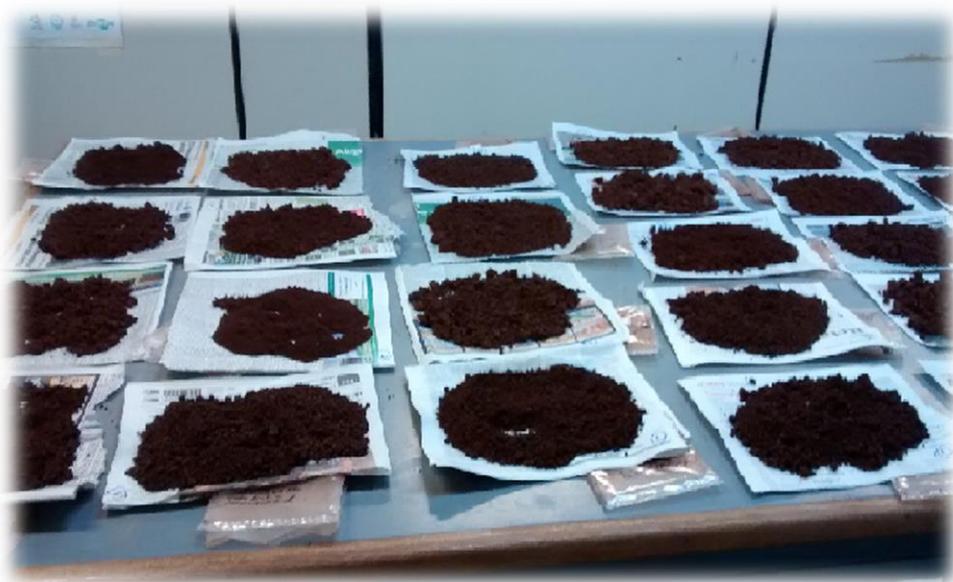
de solos do Departamento de Ciências do Solo da Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz” para ser analisadas (Figura 18). Ao chegar ao laboratório de microbiologia as amostras foram retiradas uma por vez dos sacos plásticos, colocadas em uma folha de jornal, com as respectivas identificações, em cima da bancada do laboratório de solo para secar em temperatura 23°C por 24h. Após este período as análises foram feitas (Figura 18).

Figura 18 - Coleta de amostra do solo para as análises microbiológicas, sendo caixa de isopor (A); gelox (B) e amostras (C).



Fonte: Autoria própria, (2017)

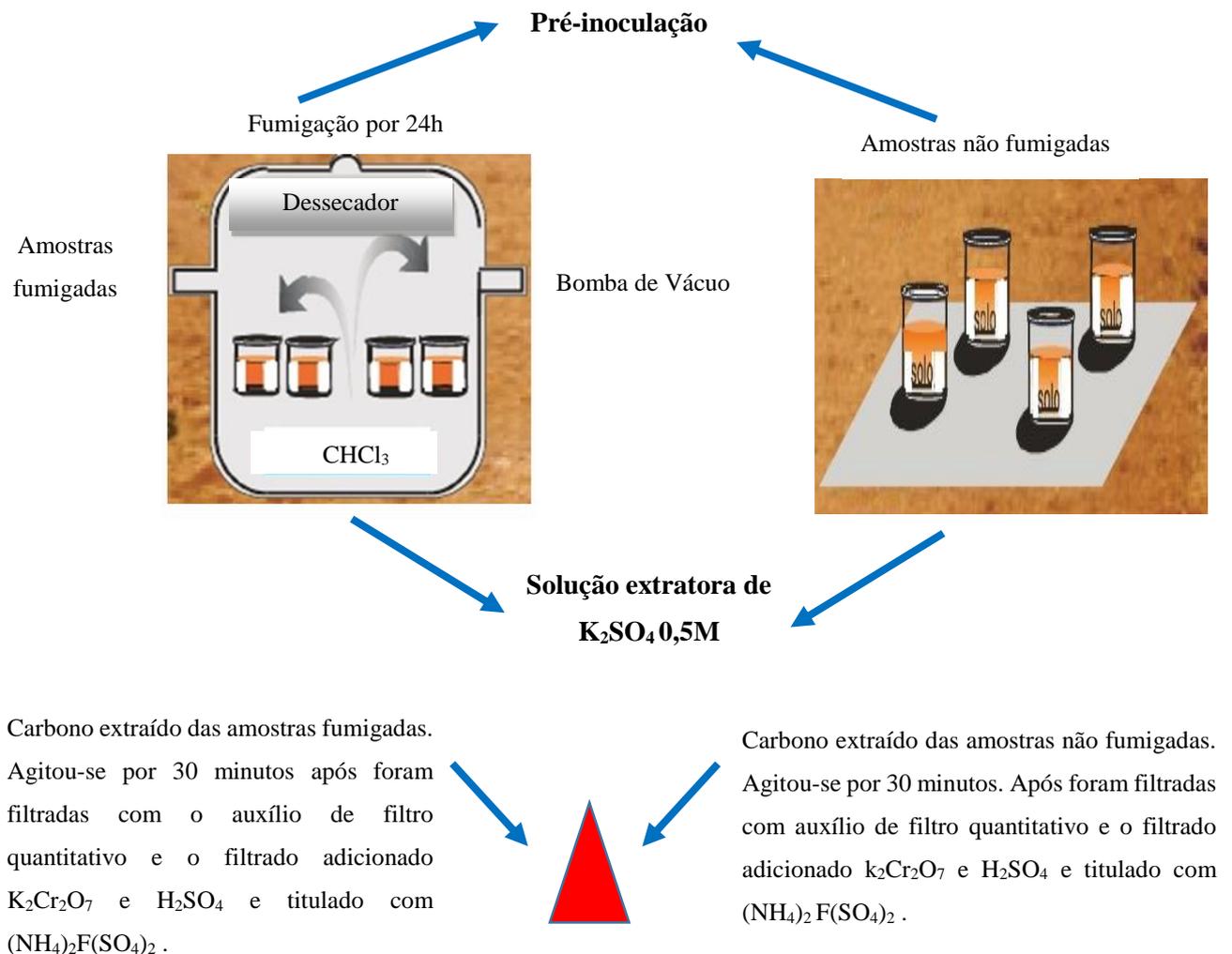
Figura 19 - Secagem do solo no laboratório de microbiologia e temperatura 23°C por 24h.



Fonte: Autoria própria, (2017)

Inicialmente, as amostras de solo 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), que consistiu em utilizar 10g de solo, corrigida a 60% de umidade e depositada em frasco de vidro de 100ml. A fumigação consistiu na eliminação da microflora do solo pela adição direta de 1ml de clorofórmio e as amostras posteriormente armazenadas no escuro por 24 horas. O carbono liberado pela morte dos microrganismos foi determinado por extração, seguida de digestão, pela diferença das amostras não fumigadas com as fumigadas (Figura 19).

Figura 20- Método de Determinação Carbono da Biomassa Microbiana (BMS-C) Fumigação- Extração



Fonte: OLIVEIRA; MENDES; VIVALDI, (2001).

Para obtenção dos extratos de solo fumigado e não fumigado foram adicionadas 50ml da solução de sulfato de potássio (K_2SO_4 0,5 mol/L) em frasco de erlenmeyer, contendo 10g de solo. As amostras foram agitadas por 30 minutos e posterior filtrado o sobrenadante em papel de filtro.

O carbono microbiano presente nos extratos foi misturado com 2ml de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$ 0,066 mol/L), 10ml de solução concentrada de ácido sulfúrico (H_2SO_4) e 5ml de ácido fosfórico (H_3PO_4). Após o resfriamento da solução, adicionou-se 70ml de água deionizada e 4 gotas do indicador difenilamina a 1%, com posterior titulação sob agitação magnética em solução de sulfato ferroso amoniacal ($H_8FeN_2O_8S_2 \cdot 6H_2O$ 0,033M), onde a coloração da solução passa de púrpura para coloração verde. Assim o carbono da biomassa microbiana foi determinado a partir da equação:

$$C \text{ (mg C Kg}^{-1} \text{ solo)} = ([Vb - Va] \times M \times 0,033 \times V_1 \times 10^6) \div Ps \cdot V_2$$

Sendo:

C = carbono extraído de solo fumigado;

Vb = volume de sulfato ferroso gasto na titulação do branco;

Va = volume de sulfato ferroso gasto na titulação da amostra;

M = molaridade exata do sulfato ferroso;

V₁ = volume do extrator (K_2SO_4) utilizado;

V₂ = alíquota pipetada do extrato para a titulação;

0,033 = miliequivalente do carbono;

Ps = massa do solo seco.

Para o cálculo BMS-C:

$$BMS-C \text{ (mg C microbiano Kg}^{-1} \text{ solo)} = FC \times K_c^{-1}$$

Sendo:

BMS-C = carbono da biomassa microbiana do solo em mg de carbono por kg de solo;

FC = fluxo obtido da diferença entre a quantidade de C (mg Kg⁻¹) da equação 1, recuperada no extrato da amostra fumigada e a recuperada na amostra não fumigada;

K_c = fator de correção.

A quase totalidade do N no solo está na forma de compostos orgânicos que não podem ser utilizados diretamente pelas plantas, e também não são suscetíveis à lixiviação (BALDOCK; NELSON, 2000). O conteúdo de N convertido da forma orgânica para a mineral (mineralização) depende do manejo adotado, do clima e de propriedades inerentes ao solo (DRINKWATER et al., 1996). Esse potencial de conversão do N orgânico em N mineral (nitrogênio potencialmente mineralizável) tem sido considerado importante sob o ponto de vista edáfico, sendo, portanto, um indicador recomendável de qualidade do solo. Um dos métodos mais recomendados para se estimar o N potencialmente mineralizável envolve a mensuração do conteúdo de N mineral liberado no solo pela atividade microbiana durante a incubação (DRINKWATER et al., 1996), que pode se processar em meio anaeróbico. 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 (Figura 20).

Cálculo do Nitrogênio da biomassa microbiana:

$$(F_{\text{nin}} - NF_{\text{nin}}) = \text{Nitrogênio da biomassa microbiana}$$

Onde,

F_{min} = Nitrogênio das amostras fumigadas

F_{min} = Nitrogênio das amostras não fumigadas

A respiração microbiana do solo (RMS) é um processo que reflete a atividade biológica do solo, sendo definida como a produção de gás carbônico (CO_2) como resultado de processos metabólicos de organismos vivos do solo. É usado para avaliar a atividade microbiana, sendo baseado na produção de CO_2 a partir de uma amostra de solo em laboratório (PARKIN; DORAN; FRANCO, 1996). Inicialmente adiciona-se em um recipiente de vidro 50g de solo, com umidade corrigida 60%. Posteriormente, em um béquer contendo 2ml de hidróxido de sódio (NaOH 1mol/l) foi depositada dentro de um frasco com solo, o qual foi hermeticamente fechado e mantido em câmara escura. Após o processo de incubação retirou do frasco o béquer contendo NaOH e adicionou 2mL de cloreto de bário (BaCl_2 10%) para a completa precipitação do CO_2 . O período de incubação foi de sete dias e a quantificação do C- CO_2 liberado foi realizada por meio da titulação do NaOH remanescente com ácido clorídrico (HCl 0,5 mol/L), na presença do indicador fenolftaleína a 1%.

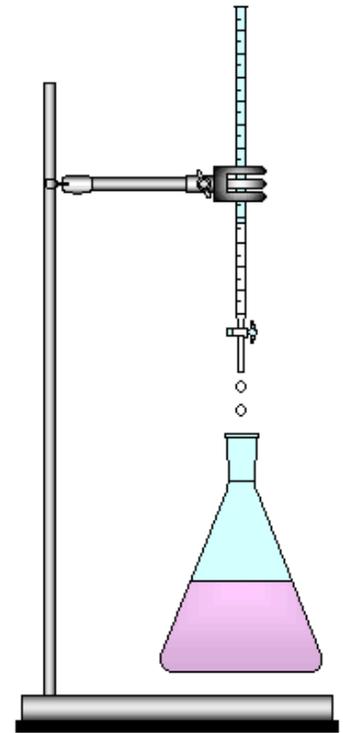
Figura 21 – Método de Respiração Microbiana do Solo

60g de solo
com 60% de
umidade



Foram acomodados béqueres contendo 20mL de NaOH 1M, na amostra em branco. Os frascos foram fechados e mantidos a 28°C.

Após 5
dias



10mL da solução inoculada de NaOH + 2mL de BaCl₃ + 1 gota de fenolftaleína

Fonte: Autoria próprio, (2017)

Para o cálculo da RMS foi usada a equação:

RMS = Carbono oriundo da respiração microbiana do solo;

V_b (ml) = volume de ácido clorídrico gasto na titulação da solução controle;

V_a (ml) = volume gasto na titulação da amostra;

M = molaridade exata do HCl;

P_s (g) = massa de solo seco;

T = tempo da incubação da amostra em horas.

O quociente metabólico do solo (qCO₂) é a relação entre a respiração microbiana do solo por unidade de carbono da biomassa microbiana do solo, e pode ser utilizada como sensível indicador de estresse quando BMS-C é afetada (Figura 21) (SILVA; AZEVEDO; DE-POLLI, 2007).

Para cálculo do qCO_2 foi usada a equação:

$$qCO_2 \text{ mgC} - CO_2 = RMS \text{ mgC} - CO_2 \div BMS - C \text{ mgC} - CO_2$$

Sendo:

qCO_2 = quociente metabólico do solo;

RMS = respiração basal do solo;

BMS-C = carbono da biomassa microbiana do solo.

4.8. Cromatográfico planar

Para cada gleba de 30 x 1m² de dois cultivares de cebolinha e couve em manejo convencional e orgânico foram definidos 15 subpontos. Esses compõem uma amostra homogênea para realizar a análise por cromatografia em papel, na profundidade (0-20cm) utilizando o trado cavadeira, totalizando 8 pontos. As amostras foram secas a média sombra, peneiradas com uma peneira de 25mm, moídas em um almofariz, e novamente passaram por uma peneira de 4,0mm de abertura a fim de obter um pó muito fino. De cada amostra foram retiradas 5g para dissolução em 50ml de uma solução a 1% de hidróxido de sódio (NaOH) em água destilada. Enquanto as amostras forem dissolvidas, o nitrato de prata (AgNO₃) a 0,5% será impregnado no papel filtro qualitativo para sensibilização do mesmo por capilaridade, através de tubinho feito com o mesmo papel até atingir 4cm, após ser acondicionado em uma caixa escura e fechada para que secasse totalmente. Então, o sobrenadante das amostras foi utilizado para correr no papel filtro embebido com AgNO₃, por capilaridade até atingir 6 cm do papel. Após isso se deixou secar o papel ao ar para revelar as características do solo (Figura 22).

Figura 22 – Passo a passo do método cromatográfico do solo



1º passo – Secagem do



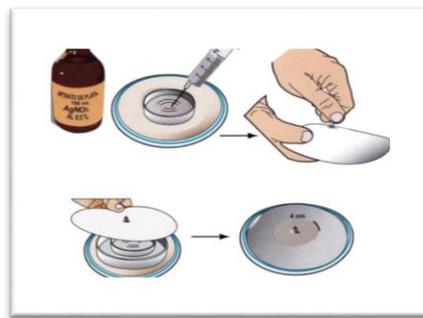
2º passo - Peneirar



3º passo - Triturar



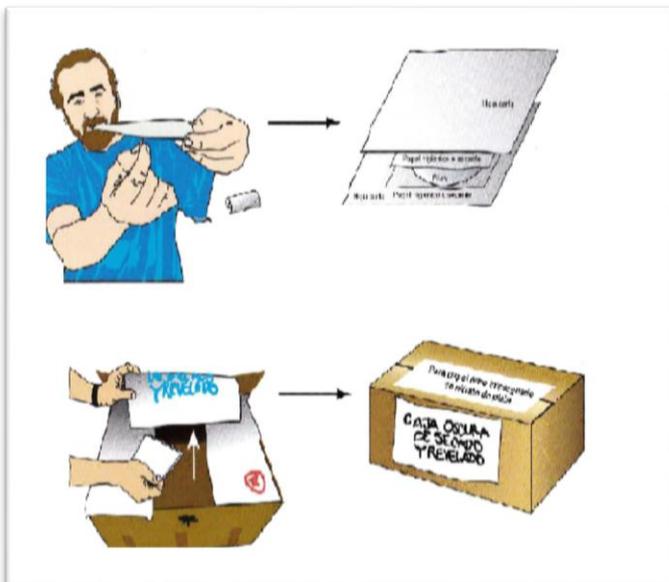
4º passo – Pesar 5g de solo



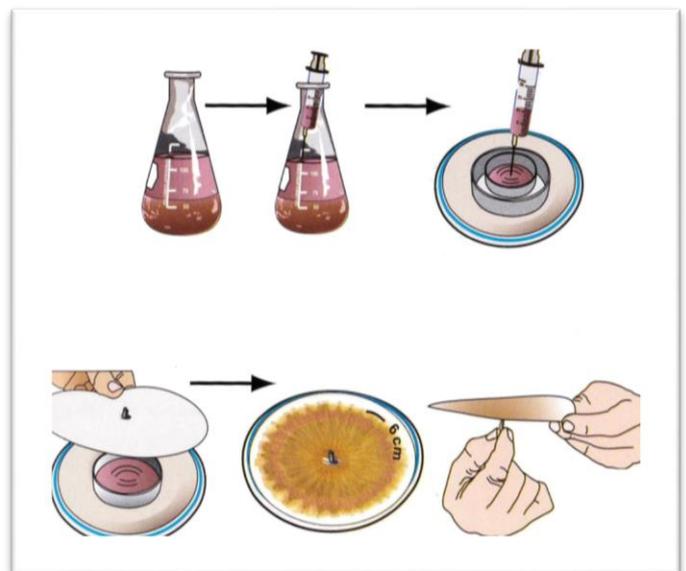
5º passo – Impregnar o disco de papel com AgNO_3 0,5%



6º passo – Dissolução do solo com NaOH 1%



7º passo – Secagem dos discos de papel



8º passo – Revelar as características da amostra

4.9. Análise quantitativa e qualitativa

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).

Os dados qualitativos foram comparados com os resultados obtidos com a cromatografia de solo de manejo convencional e orgânico, através do método expresso no livro Cromatografia: Imagens de vida e destruição do solo de autoria Jairo Restrepo Rivera e Sebastião Pinheiro (2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análises Químicas:

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 2 – 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 | pH | K | ___mmol/dm ³ ___ | | | | | CTC | V | % | m |
|----------------------------------|------|---------------------------|------|-------------------|------|------|-----------------------------|------|------|------------------|-------|------|-----|---|---|
| | | P | M.O | | | | Ca | Mg | H+Al | Al ³⁺ | SB | | | | |
| 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 | | |
| Orgânico 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 | | |
| Orgânico 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 | | |
| Convencional 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 | | |
| Convencional Cebolinha | | | | | | | | | | | | | | | |

Fonte: Autoria própria, (2017)

Os indicadores químicos são, normalmente, agrupados em variáveis relacionadas com o teor de matéria orgânica do solo, a acidez do solo, o conteúdo de nutrientes, elementos fitotóxicos (Al³⁺, por exemplo), e determinadas relações como a saturação de bases (V%) e de alumínio (m).

Uma das variáveis químicas analisadas no solo das áreas de manejo convencional e orgânica em cultivares de hortaliças folhosas das famílias Liliaceae (cebolinha) e Brassicaceae (couve) foi o teor de fósforo (P), sendo que 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 2). O Instituto Agrônomico (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

P (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 (Tabela 2).

De acordo com Primavesi (2002), as quantidades maiores de fósforo pode causar a depressão da colheita em variedades sensíveis à falta de zinco. Em solos tropicais não se aconselha usar apenas superfosfato que facilmente pode ser ligado no solo, se imobilizando e tornando-se inaproveitável para os vegetais. Deve se dar preferência aos fosfatos pouco solúveis em água, mas solúveis em citratos, caso das fosforitas e termofosfatos.

O uso complementar do adubo da independência (tipo de compostagem), biofertilizante, compostagem, biomassa foliar e urina de vaca pelos produtores das áreas, de acordo com as possibilidades e conhecimentos de cada um, também contribui para os aumentos nos teores de P dos solos nestes sistemas de cultivo (SILVA et al., 2015). De acordo com Souza e Resende (2003) a utilização de grandes quantidades de esterco no cultivo intensivo de hortaliças provoca incrementos de nutrientes no solo, principalmente de fósforo. Segundo Nicolaud; Meurer; Anghinoni (1990), a cama de aviário na dose de $10\text{t}.\text{ha}^{-1}$ proporciona maiores rendimentos nas folhosas, do que onde se aplicação de NPK. Porém, é importante ter em mente que altas doses de cama de aviário podem proporcionar grande acúmulo de nitrato. O uso excessivo de cama de aviário pode também elevar os níveis de cálcio e magnésio. Para Primavesi (2002), nas hortas o uso de estrume de curral é comum, não enriquece o solo de carbono, apesar de seu efeito benéfico sobre a bioestrutura do solo e o crescimento vegetal. Em aplicação frequente, como facilmente ocorre nas hortas, enriquece muito o solo com nitrogênio e se empobrece de cobre, imobilizando o fosforo. O uso da compostagem permite melhorar a fertilidade, é um excelente condicionador de solo, aprimora as características físicas, químicas e microbiológicas, caso da retenção de água, agregação, porosidade, aumento da fertilidade e aumento da vida microbiana do solo (ABREU; OLIVEIRA, 2008).

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 P no solo pode ocasionar problemas de deficiência de Zn nas culturas mais sensíveis (PRIMAVESI, 1997).

Em solos suscetíveis à erosão pode ocorrer a contaminação dos cursos de água, além de elevar consideravelmente o custo de produção. O fósforo (P) é fortemente fixado às partículas de solo e por isso tem pouca mobilidade no solo. Assim, as perdas de P ocorrem principalmente através da erosão do solo, que transporta as partículas do solo e o fósforo ligado a elas. Pela baixa mobilidade, em áreas onde as adições de P são maiores que a exportação pelas culturas, ocorre a acumulação do nutriente nas camadas de solo onde são realizadas as aplicações, criando, com o passar do tempo, uma camada de solo com elevada concentração de P (GATIBONI et al., 2014). O P também é considerado um grande poluente de cursos de água, especialmente as águas superficiais, já que praticamente não ocorre percolação deste elemento. O excesso de P causa a eutrofização, que é o enriquecimento excessivo da água, e assim os nutrientes estimulam o crescimento de algas e plantas, que prejudicam a utilização da água, o crescimento excessivo de algas pode consumir o oxigênio e causar mortandade de peixes (KLEIN; AGNE, 2012).

Também, pela saturação deste nutriente na camada superficial, começa a ocorrer a liberação de P para a solução do solo e conseqüentemente, a lixiviação do nutriente via drenagem vertical do solo, ou pelo escoamento superficial (GATIBONI et al., 2014). Conforme Malavolta (1992), a média ponderada de fósforo encontrado no solo do Cerrado brasileiro é de $0,4\text{mg}/\text{dm}^3$, sendo assim limitante à produção agrícola e se faz assim necessário a adição de fósforo no solo. O solo estudado é caracterizado como área de transição entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica, e devido a esta característica e ao plantio de outras monoculturas, bem como os manejos podem ter elevado o teor de fósforo nestas áreas.

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 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.

Os valores de pH analisados no solo de manejo convencional nos cultivares de cebolinha e couve é de pH 5,2 no lote 15, e pH 5,4 no lote 112, ambos apresentando acidez média. E nos manejos orgânicos, nos cultivos de cebolinha e couve no lote 112 é de pH 5,6 considerada uma acidez baixa, e pH 5,5 no lote 162 uma acidez média (Tabela 2)

Para Primavesi (2002) a acidez ativa (pH) do solo é o potencial hidrogeniônica em solução, que significa nada mais que a quantidade de íons de hidrogênio (H^+) dissociados e, portanto, livres. Quanto mais íons livres de H^+ , tanto mais ácida se torna a solução do solo. Logo, conclui-se que o solo é ácido quando possui muitos íons H^+ e poucos íons de cálcio

(Ca⁺⁺), magnésio (Mg⁺⁺), potássio (K⁺) e sódio (Na⁺) adsorvido em seu complexo coloidal, isto é, de troca. O pH é um indicador de uma situação biológica-física-química, e é enganoso considerar somente os efeitos químicos.

O valor do pH é médio, e não apresenta grandes potencias de causar toxidez às plantas. Quando o pH está em torno de 5,2 a 5,3 o alumínio trocável está quase na sua totalidade insolubilizado, e não causa mais danos as raízes (SOBRAL et al, 2015). O pH é um importante indicador ligado à acidez do solo e disponibilidade de nutrientes às plantas, e influencia diretamente a atividade microbiana do solo e no crescimento vegetal (VALERINI; OLIVEIRA; SCHILICKMANN, 2011). Segundo Malavolta (1981), a faixa de pH entre 5,5 e 6,5 é ideal, pois a maioria dos nutrientes se encontram disponíveis nesta faixa, sendo absorvidos com facilidade pelas raízes dos vegetais. Em pH 5,5 o fósforo normalmente já é disponível, pois em muitos casos, se o pH for maior que 5,5, o rendimento da colheita fica comprometida devido à imobilidade do fósforo e micronutrientes (PRIMAVESI, 2002).

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, faixa em que a solubilidade de alumínio aumenta e mais da metade do complexo de troca pode ser ocupado por ele. A fitotoxidez por Al³⁺ 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 Al³⁺ hidratado em solução. A acidez trocável é representada pelo alumínio (Al³⁺), com a presença de alumínio no solo inibir o crescimento radicular e influenciando a disponibilidade de outros nutrientes, e processos como na mineralização da matéria orgânica. A correção do solo com calcário eleva o pH e insolubiliza o Al³⁺ tornando-o inofensivo para as raízes e processos do solo. Insistir em não fazer calagem quando o Al³⁺ no solo é menor que 5,0mmolc/dm³ não é recomendado, pois, pode trazer prejuízos com a queda da produtividade.

Os valores de Al³⁺ analisados no solo de manejo convencional nos cultivares de cebolinha e couve no lote 15 é 1,1mmolc/dm³ e no lote 112 é 1,5 mmolc/dm³ 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 mmolc/dm³ (Tabela 2). No manejo orgânico, em cultivares de couve e cebolinha no lote 112 é 0,9 mmolc/dm³ e no lote 162 é 0,9 mmolc/dm³ também considerado não prejudicial. Os solos das quatro áreas estudadas não apresentam problemas de toxidez com Al³⁺ uma vez que nas áreas de manejo orgânico os valores de Al³⁺ eram praticamente iguais (0,9 e 0,8 mmolc/dm³), e nas áreas convencionais os valores de Al³⁺ foi (1,1 e 1,5) portanto, não

correspondendo a valores que possam vir a prejudicar o desenvolvimento das plantas (SOBRAL et al., 2007).

A acidez potencial é composta pela acidez trocável e não trocável, e é representada pelo H+Al. O método baseia-se na relação existente entre o pH de uma solução tamponada adicionada ao solo e o teor de H+Al. A relação é dependente de atributos físicos, químicos e mineralógicos do solo. Quanto mais baixo o pH, mais alto o H+Al. A acidez total é utilizada para o cálculo da capacidade de troca catiônica e da saturação por bases. Alvarez e colaboradores (1999), estabelece como interpretação de análise de solo estabelecida como padrão valores padrões de H+Al muito baixo $\leq 10 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$, baixo 10 - $25 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$, médio 25 - $50 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$, bom 50 - $90 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$ e \geq muito bom $90 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$.

As amostras analisadas no solo do manejo convencional para H+Al em cultivares de cebolinha e couve no lote 15 é 39,1 e no lote 112 é $36,4 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$. No manejo orgânico em cultivares de couve e cebolinha no lote 112 é 32,0 e no lote 162 é $34,4 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$ (Tabela 2). Os devidos manejos apresentam valores médios para acidez.

A soma de bases trocáveis (SB) de um solo, argila ou húmus representa a soma dos teores de cátions permutáveis, exceto H^+ e Al^{3+} ($\text{SB} = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+$). As quantidades de SB indicam o grau de intemperismo do solo. Em solos mais jovens que sofreram menor intemperismo, os teores de SB são mais altos. Solos que sofreram mais intemperismo os teores de SB são mais baixos. Observar-se que o cálcio e o magnésio podem ser adsorvidos a cargas que seriam ocupadas pelo potássio, e o mesmo pode ser lixiviado para fora do alcance das raízes. Baseado nos estudos de Alvarez et al (1999), estabelece como interpretação de análise de solo estabelecida como padrão valores padrões de SB muito baixo $\leq 6 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$, baixo $18 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$, médio $36 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$, bom $60 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$ e \geq muito bom $60 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$.

Os valores de soma de bases trocáveis analisadas no solo do manejo convencional nos cultivares de cebolinha e couve no lote 15 é $81,4 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$ e no lote 112 é $97,2 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$. E nos manejos orgânicos, nos cultivos de couve e cebolinha no lote 112 é 99,5 e no lote 162 é $95,7 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$, considerados solos jovens que sofrem menos intemperismo (Tabela 2).

As porcentagens correlacionadas para V% (saturação de bases) são interpretadas e determinadas para fertilidade de solos com hortaliças como muito baixa 0,0 – 25%, baixa 26 – 50%, média 51 – 70%, alta 71 – 90% e muito alta $> 90\%$ (IAC, 2017b).

Os valores de saturação de 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 2). As amostras do manejo convencional e orgânico apresenta a percentagem de saturação por bases 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 $> 6,0\text{mmol}/\text{dm}^3$ (IAC, 2017). 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). Quando o nível de cálcio é suficientemente alto, um efeito positivo de potássio pode ser esperado. Para Primavesi (2002) o potássio é indispensável à boa produção, à resistência e à sanidade vegetal, porém em solos de clima tropical somente terá efeito quando a planta conseguir absorver os elementos cuja a metabolização deve catalisar, o que o cloro, do sal potássico dificulta. É imprescindível o lastro suficiente de cálcio e magnésio.

Os valores de potássio encontrados no solo em estudo de manejo convencional com cultivares de cebolinha e couve, é de $11,3\text{mmol}/\text{dm}^3$ no lote 15 e no lote 112 com $10,4\text{mmol}/\text{dm}^3$ de potássio ambos considerados muito altos. E nos manejos orgânicos nos cultivares de cebolinha e couve, no lote 112 se obteve $10,5\text{mmol}/\text{dm}^3$ e no lote 162 com $9,3\text{mmol}/\text{dm}^3$ de potássio ambos com alta concentração de potássio no solo (Tabela 2). Altas concentrações de potássio podem inibir a absorção de magnésio, diminuir sua translocação da raiz à parte aérea, causando sua deficiência (VALERINI; OLIVEIRA; SCHILICKMANN, 2011). Isto acontece porque potássio, cálcio e magnésio competem pelos mesmos sítios de absorção na raiz, de maneira que o cátion em maior concentração na solução do solo tem absorção preferencial em detrimento dos outros. Além disto, teores elevados de cátions monovalentes na solução do solo podem induzir deficiência dos bivalentes, que são retidos mais fortemente pelo complexo de troca do solo (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Em relação aos teores Ca^+ (cálcio) para a fertilidade de solos com hortaliças, apresentam teores baixo 0 – 3, médio 4 – 7 e alto $> 7,0\text{mmol}/\text{dm}^3$ (IAC, 2017b).

Os valores encontrados nas amostras em estudo com manejo convencional nos cultivares de cebolinha e couve, é de $45,4\text{mmol}/\text{dm}^3$ no lote 15, e $54,6\text{mmol}/\text{dm}^3$ no lote 112 ambos os valores considerados como altos para cálcio. O manejo orgânico de couve e cebolinha apresentam teores de cálcio $50,5\text{mmol}/\text{dm}^3$ no lote 112, e $50,0\text{mmol}/\text{dm}^3$ no lote 162, ambos

considerados teores altos de cálcio (Tabela 2). Os altos níveis de cálcio no solo podem ocasionar a precipitação do potássio, através da formação de fosfato tricálcico, altamente insolúvel, além de poder afetar a absorção de outros cátions, inibindo a absorção de magnésio, 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 $0 - 4\text{mmol}/\text{dm}^3$, médio $5 - 8\text{mmol}/\text{dm}^3$ e alto $> 8\text{mmol}/\text{dm}^3$ (IAC, 2017).

Os valores encontrados nas amostras em estudo de manejo convencional, nos cultivares de cebolinha e couve, é de $24,7\text{mmol}/\text{dm}^3$ no lote 15, e $32, 2\text{mmol}/\text{dm}^3$ no lote 112, ambos considerados com teores altos de magnésio no solo. O manejo orgânico apresentou $38,5\text{mmol}/\text{dm}^3$ no lote 112 e $36,4\text{mmol}/\text{dm}^3$ no lote 162 obtendo valores altos no solo de ambos (Tabela 2).

O teor de matéria orgânica (M.O) é útil para dar ideia da textura do solo, com valores até de $15\text{mg}/\text{dm}^3$ para solos arenosos, entre 16 e $30\text{mg}/\text{dm}^3$ para solos de textura média e de 31 a $60\text{mg}/\text{dm}^3$ para solos argilosos. Valores muito acima de $60\text{mg}/\text{dm}^3$ 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 $14,9\text{mg}/\text{dm}^3$ no lote 112, e é $12,0\text{mg}/\text{dm}^3$ 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 2).

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).

A matéria orgânica contém praticamente todos os macros e micronutrientes e, além disso, confere melhor estrutura ao solo, aumentando sua fertilidade. Os fertilizantes minerais (ao contrário da matéria orgânica) apresentam nutrientes em alta concentração, que são altamente solúveis, podendo ser absorvidos rapidamente pelas plantas e ou lixiviados com maior facilidade.

Em solos das zonas tropicais com poder tampão reduzido ocorre facilmente um desequilíbrio pela adição de fertilizantes. Isso pode ser evitado com a manutenção de um nível adequado de matéria orgânica no solo. A matéria orgânica aumenta o poder tampão do solo e

diminui os perigos de desequilíbrios minerais causados por uma adubação arbitrária. Por exercer efeitos diretos e indiretos sobre as características do solo (físicas, químicas e biológicas) e sobre as plantas, a M.O é crucial para a produtividade, especialmente nos trópicos, constituindo-se em alicerce da sustentabilidade agrícola (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

A capacidade de troca de cátions (CTC), 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. A CTC reflete o poder de adsorção que tem o solo. Os fatores que alteram o poder de adsorção de cátions também alteram a CTC., matéria orgânica, tipo e quantidade de argila, mineralogia do solo, aumento da área de reação das argilas e a variação de pH do meio altera fortemente a CTC. A capacidade de troca catiônica pode ser obtida por soma de bases, conforme a fórmula: $CTC = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+} + Na^{+} + H+Al$. Valores maiores do que $150\text{mmolc}/\text{dm}^3$ indicam presença de argila 2:1 na fração argila. Valores menores que $50\text{mmolc}/\text{dm}^3$ indicam baixo teor de argila ou predominância de argila 1:1 como a caulinita. Em solos intemperizados boa parte da CTC vem da matéria orgânica. A capacidade de troca catiônica é um dado a ser considerado no manejo da adubação. Em solos de baixa CTC o parcelamento do nitrogênio e do potássio é necessário para evitar perdas por lixiviação. Em relação aos valores de CTC para fertilidade de solos apresentam valores $< 50\text{mmolc}/\text{dm}^3$ baixo, $15\text{ mmolc}/\text{dm}^3$ médio, $500\text{mmolc}/\text{dm}^3$ alto e $< 500\text{mmolc}/\text{dm}^3$ muito alto (MELLO et al., 1983).

Os valores encontrados de CTC nas amostras de solo em estudo sob cultivares de cebolinha e couve para manejo convencional foi de $120,5\text{mmolc}/\text{dm}^3$ no lote 15 e $133,6\text{ mmolc}/\text{dm}^3$ no lote 112. O manejo orgânico apresentou $131,2\text{mmolc}/\text{dm}^3$ no lote 112 e $130,1\text{mmolc}/\text{dm}^3$ no lote 162 obtendo valores com fração mediana indicando a presença de argila no solo (Tabela 2).

Porcentagem de saturação de alumínio (m %) 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 2). São considerados valores baixos para Al, representando baixa toxicidade para os devidos manejos.

Tabela 3 - Valores médios dos atributos físicos do solo nas áreas estudadas em manejo convencional e orgânico nos cultivares de cebolinha e couve.

| | | g/Kg | g/Kg | g/Kg |
|--------------|------|--------|-------|-------|
| Tratamento | Lote | Argila | Areia | Silte |
| Orgânico | 112 | 502 | 213 | 285 |
| Orgânico | 162 | 490 | 223 | 287 |
| Convencional | 15 | 547 | 185 | 287 |
| Convencional | 112 | 526 | 220 | 267 |

Fonte: Elaborado pelo autor, (2017)

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).

As análises físicas realizadas do solo nos manejos convencionais e orgânico em cultivares de cebolinha e couve é caracterizado como Latossolo Vermelho com textura do solo argiloso (350 a 600g de argila/kg de solo) as amostras apresentam teores altos de argila, médio de silte e baixo de areia (Tabela 3). Essas propriedades influenciam a função do ecossistema e a escolha do manejo adotado, pois a ocorrência e crescimento de diferentes espécies vegetais e o movimento de água e solutos estão diretamente relacionados às propriedades físicas do solo (SILVA, 2010) (Figura 24). Quando os teores de argila são altos e de silte médio e areia baixo o comportamento do solo apresenta uma capacidade de retenção de água (**alta - média**), aeração (**média - pobre**), taxa de drenagem (**lenta a média - muito lenta**), teor de matéria orgânica no solo (**média a alta - muito lenta**), decomposição da matéria orgânica (**média para lenta**), aquecimento na primavera (**moderado - lento**), susceptibilidade para compactação (**média - alta**), susceptibilidade a erosão eólica (**alta - baixo**), susceptibilidade a erosão hídrica (**alta - solo agregado - baixa e solo não agregado - alta**), capacidade de cultivo após chuva (**média - baixo**), potencial de lixiviação de poluentes (**média - baixo**), capacidade de armazenamentos de nutrientes (**médio a alta - alta**) e resistência a mudança de pH (**média - alta**).

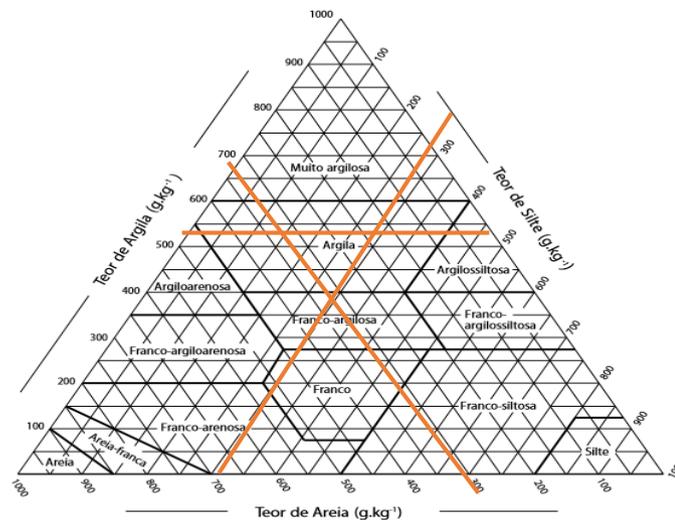
Figura 23 – Solo de textura argilosa



Fonte: Prado, (2017)

A isolinha correspondente a 502 g 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 **Argila**.

Figura 24 - Triângulo textural (TT) com as 13 classes texturais de manejo convencional lote 15 e 112. Ao lado exemplo explicativo de como obter a classe textural.



Fonte: IBGE, (2007)

A isolinha correspondente a 547g Kg^{-1} de argila inicia no ponto correspondente a 547 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 **Argila**.

Tabela 4 - 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/l | mg C g/l |
|--------------|------|--------|--------------|-------------|------------------|
| | | 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 indicadores biológicos, como o carbono da biomassa microbiana do solo (BMS-C), o nitrogênio mineralizável, e a respiração microbiana do solo, são importantes tanto no que se refere à ciclagem dos nutrientes, como também na estimativa da capacidade do solo para o crescimento vegetal (ARAÚJO et al., 2012).

A carbono da biomassa microbiana (BMS-C) do solo é o componente vivo da matéria orgânica do solo. Sua avaliação é útil para obter informações rápidas sobre mudanças nas propriedades orgânicas do solo; detectar variações causadas por cultivos e medir a regeneração dos solos após a remoção da camada superficial (FRIGHETTO; VALERINI, 2000). Os níveis de BMS-C no solo tornam importantes para a conservação da matéria orgânica do solo, monitoramento das áreas sob influência antrópica e servindo como sensível indicador de alterações provocadas no ambiente.

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 4). 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 et al., 2015). A RMS é definida como soma total de todas as funções metabólicas nas quais o CO₂ é produzido e que está tem grande relação com as condições de umidade, temperatura e aeração do solo (ALMEIDA et al., 2015).

Os maiores valores de BMS-C 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 4). 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). As avaliações com a BMS detectam modificações nos solos em função das práticas de manejo, podendo discutir a qualidade de diversos solos, relatar sobre perdas, má distribuição e deficiência na fase viva do solo (ALMEIDA et al., 2015).

Segundo Santos et al., (2011), a avaliação BMS-C e RMS 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 de qCO₂ foram encontrados nos manejos orgânicos referentes aos lotes 112 e 162 seguidos dos manejos convencionais referentes aos lotes 112 e 15 (Tabela 4).

Os maiores teores de BMS-N (Nitrogênio) foram encontrados no manejo orgânico referente ao lote 162, lote 112 convencionais, lote 15 convencional e lote 112 do manejo convencional (Tabela 4).

Tabela 5 – 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)

Segundo Mingoti (2005), normalmente é utilizado os componentes principais que representa valores maiores $\geq 0,70$ 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.

Na tabela 5, sobre as cargas fatoriais dos atributos químicos, físicos e microbiológicos dos solos analisados e seus respectivos autovalores, variâncias totais observadas e acumulada, são apresentados os resultados, utilizando critérios para determinar a quantidade de fatores suficientes para a análise, onde considera as variáveis que expliquem pelo menos $\geq 0,70$ da variabilidade total dos dados com os autovalores, como também, a explicação das variâncias

associadas aos fatores gerados e a explicação das variâncias acumuladas. Obtendo assim, como principais resultados o fator um foi responsável por autovalores que explica respectivamente acumulada 42, 91% da variância total do fator 1. No fator dois 54,46% da variância total do fator 2. No fator três 64,46% da variância total do fator 3.

De acordo com a tabela 5 representadas pelas cargas fatoriais dos atributos químicos, físicos e microbiológicos dos solos analisados em seus respectivos autovalores, variâncias totais observadas e acumuladas podemos concluir que o fator 1, considerado de maior influência na direção do solo sobre diferentes sistemas de usos, está relacionado SB (saturação de bases). 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). 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/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 baixo significa que há pequenas quantidades de cátions como Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺, saturando as cargas negativas dos colóides e que a maioria delas está sendo neutralizada por H⁺ e Al³⁺. 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 V (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 Al³⁺ insolubilizado para um bom desenvolvimento das culturas.

Os altos níveis de encontrado nas amostras cálcio no 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 magnésio, diminuir sua translocação da raiz à parte aérea, causando sua deficiência. Altas concentrações de K⁺ (íon potássio) podem inibir a absorção de magnésio, 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 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.

No fator 2 o destaque da (tabela 5) está representada pelo fosforo, onde apresenta 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 fosforo foi indicado como atributo mais sensível nos

devidos manejos. Excesso de fósforo no solo poderá se lixiviado pelos córregos e rios contaminando os recursos hídricos. No O fator 3 (tabela 5) as variáveis apresentaram valores menores que $\geq 0,70$ das propriedades convencionais e orgânicas.

Figura 25 – Propriedades Orgânicas e Convencionais lotes 15, 112 e 161.

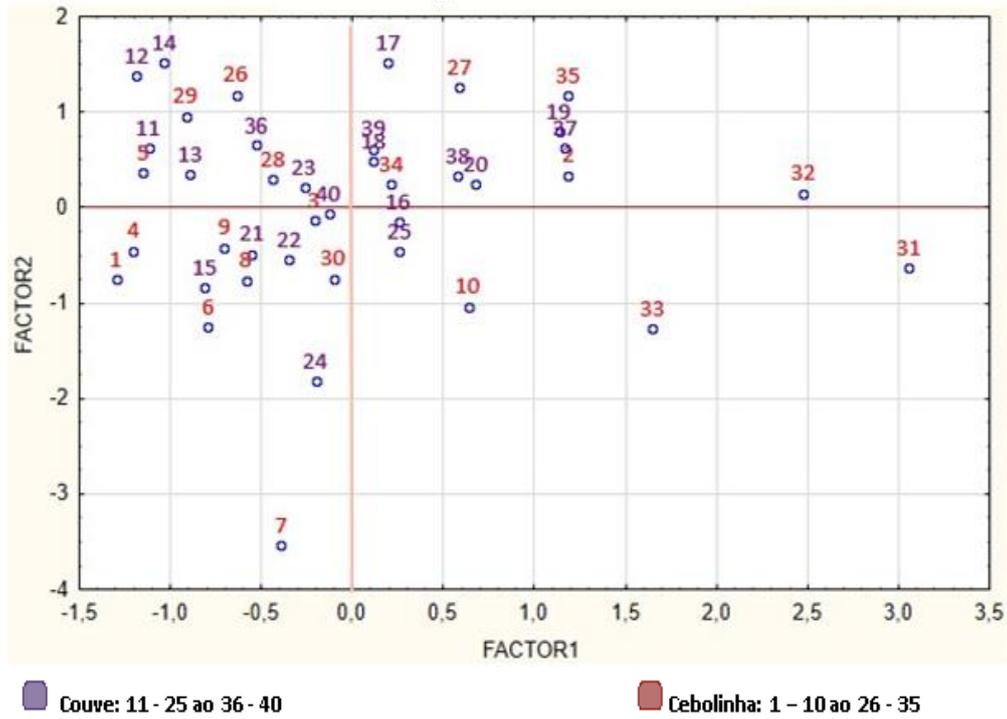


Figura 26 – Culturas nos lotes 15, 112 e 161

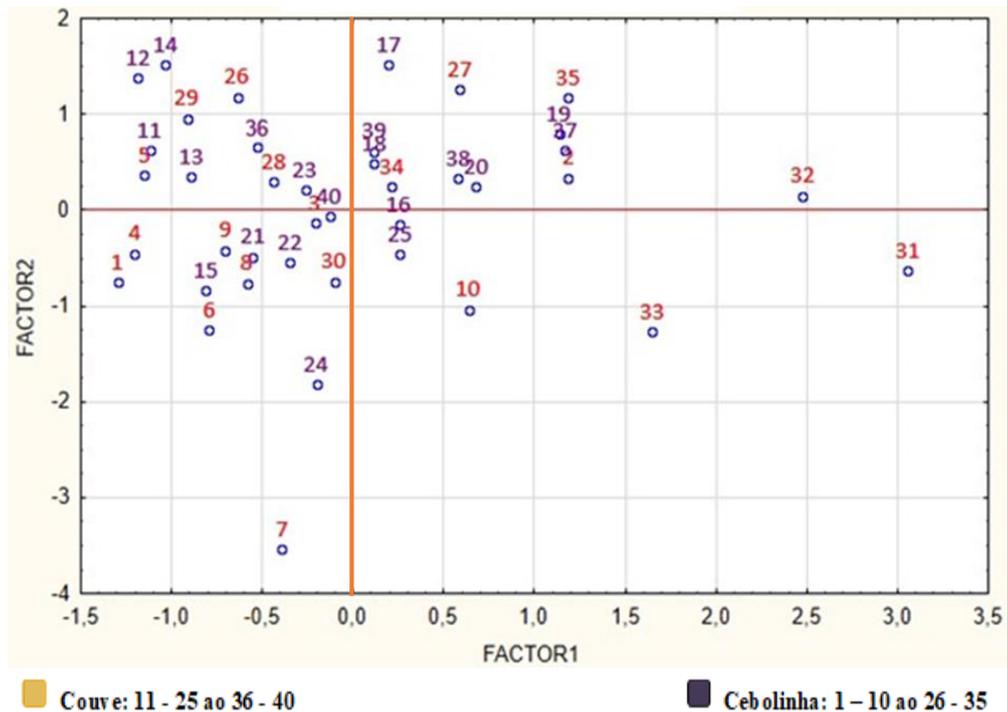
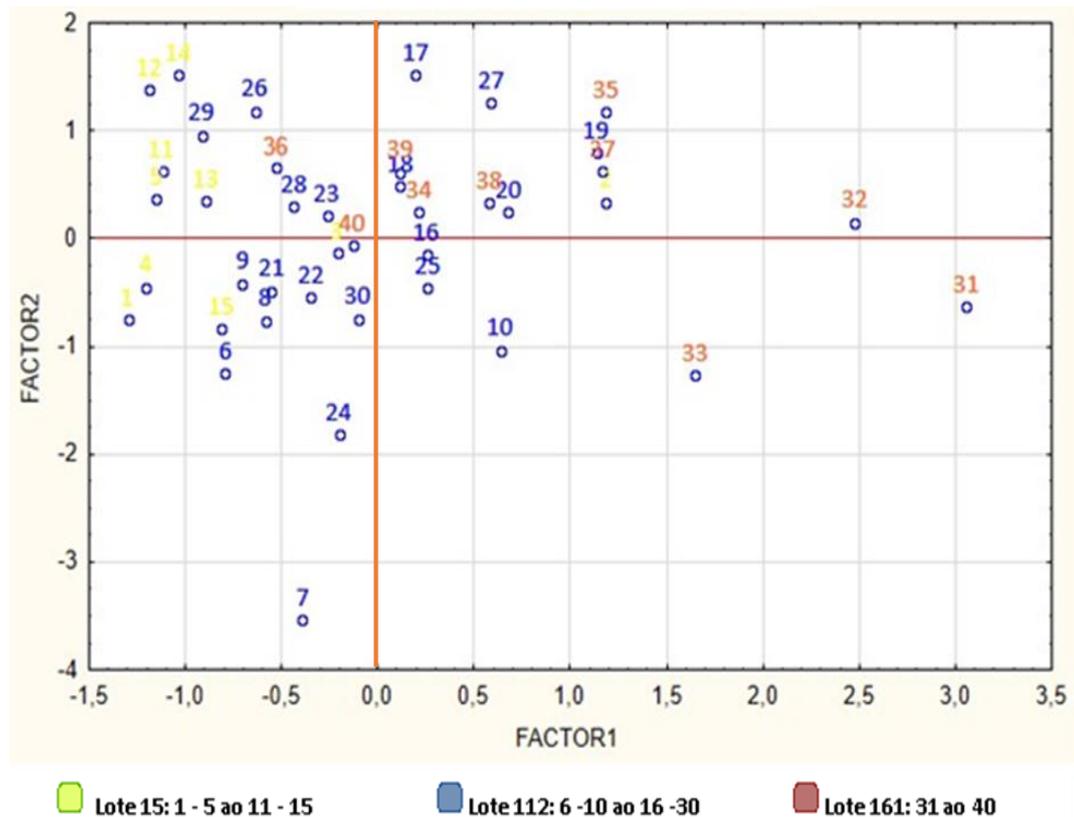


Figura 27 - Produtores nos lotes 15, 112 e 161



Os valores padronizados de forma que a média é zero e a distância dos pontos entre os escores é a média em termos de desvio padrão. Na figura 25, 26 e 27 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 os pontos das amostras convencional e orgânico está distante dos escores. 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 26, 27 e 28) 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. 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.

Tabela 6 - 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 6, sobre as cargas fatoriais dos atributos químicos, físicos e microbiológicos dos solos analisados e seus respectivos autovalores, variâncias totais observadas e acumulada, são apresentados os resultados, para os atributos químicos físicos e microbiológicos, utilizando critérios para determinar a quantidade de fatores suficientes para a análise, onde considera as variáveis que expliquem pelo menos 70% da variabilidade total dos dados com os autovalores, como também, a explicação das variâncias associadas aos fatores gerados e a explicação das variâncias acumuladas. Obtendo assim, como principais resultados o fator 1 foi responsável por autovalores que explica respectivamente acumulada 55,58% da variância total do fator um. No fator dois 69,57% da variância total fator 2. No fator três 76,56% da variância total do fator 3.

Os Resultados da tabela 6 no fator um foi 12,66%, no fator dois 15,11% e no fator três 12,10% maior que os fatores da tabela 6, pois o problema de não independência espacial ocasionado pelo lote 112 interferiu nos resultados estatísticos da análise fatorial.

De acordo com a tabela 6 representadas pelas cargas fatoriais dos atributos químicos, físicos e microbiológicos dos solos analisados em seus respectivos autovalores, variâncias totais observadas e acumuladas podemos concluir que o fator 1, considerado de maior influência na direção do solo sobre diferentes sistemas de usos, está relacionado P-resina (fosforo), o excesso de fosforo no solo poderá se lixiviado pelos córregos e rios contaminando os recursos hídricos.

A SB (saturação 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/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 Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺, saturando as cargas negativas dos coloides e que a maioria delas está sendo neutralizada por H⁺ e Al³⁺. 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 V 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 Al³⁺ 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 Mg²⁺, 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 fator 2 o destaque da (tabela 6) está representada pelo silte e K⁺ (íon potássio) podem inibir a absorção de Mg²⁺, diminuir sua translocação da raiz à parte aérea, causando sua deficiência. Para o fator 2 onde a variância acumulada explicada foi de 69,57%.

No O fator 3 (tabela 6) as variáveis apresentaram valores menores que 70% das propriedades convencionais e orgânicas.

Figura 28 - Propriedades Orgânicas e Convencionais lotes 15 e 161.

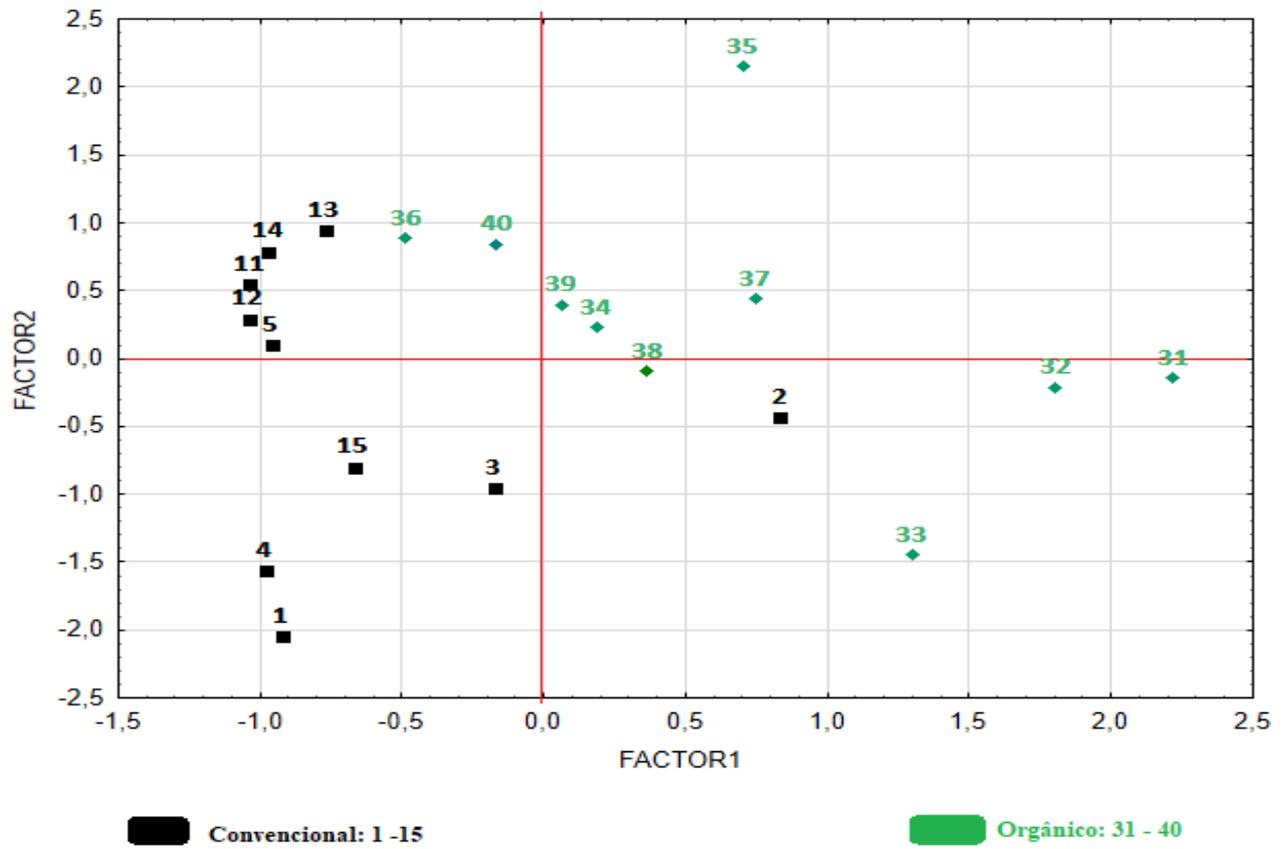


Figura 29 - Culturas nos lotes 15 e 161

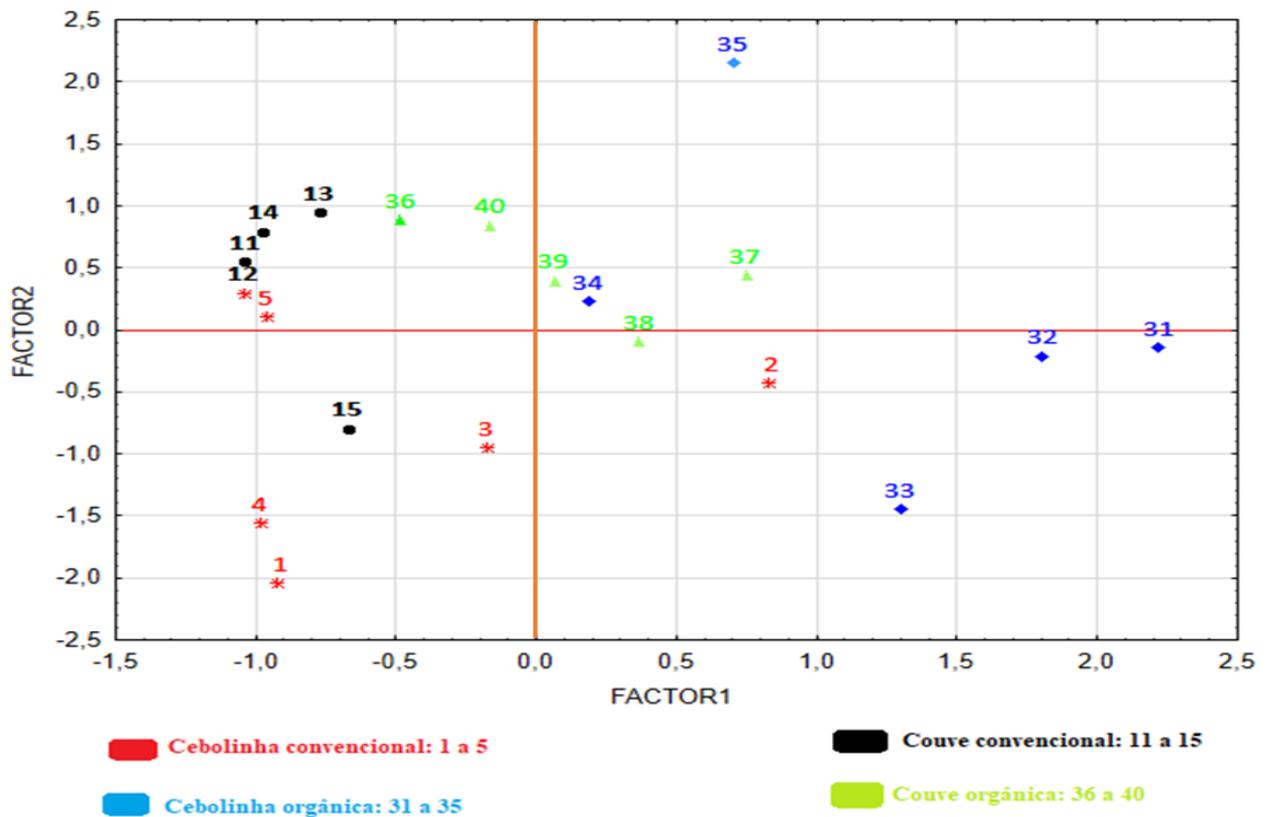
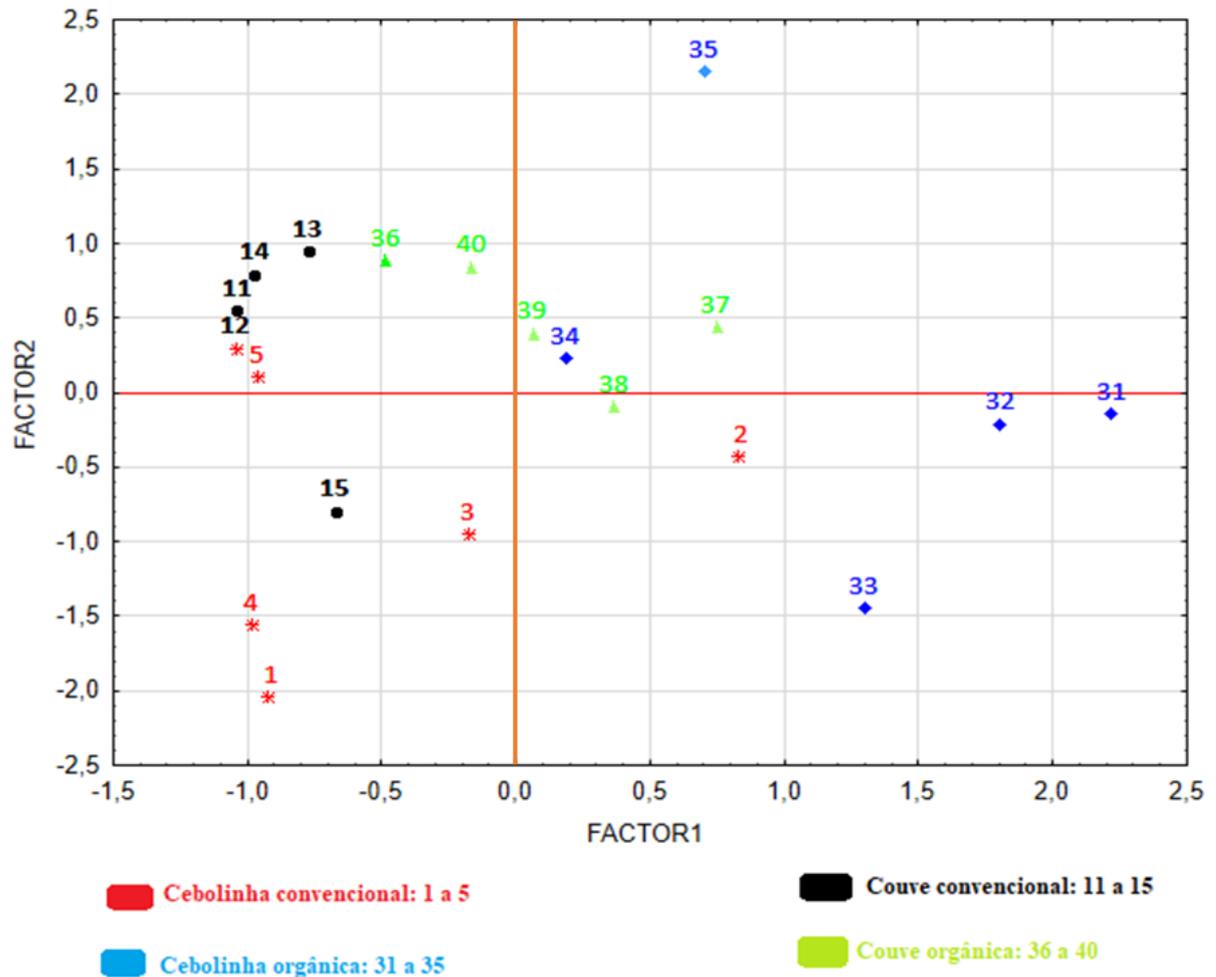


Figura 30 – Produtores nos lotes 15 e 161



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 28, 29 e 30 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.

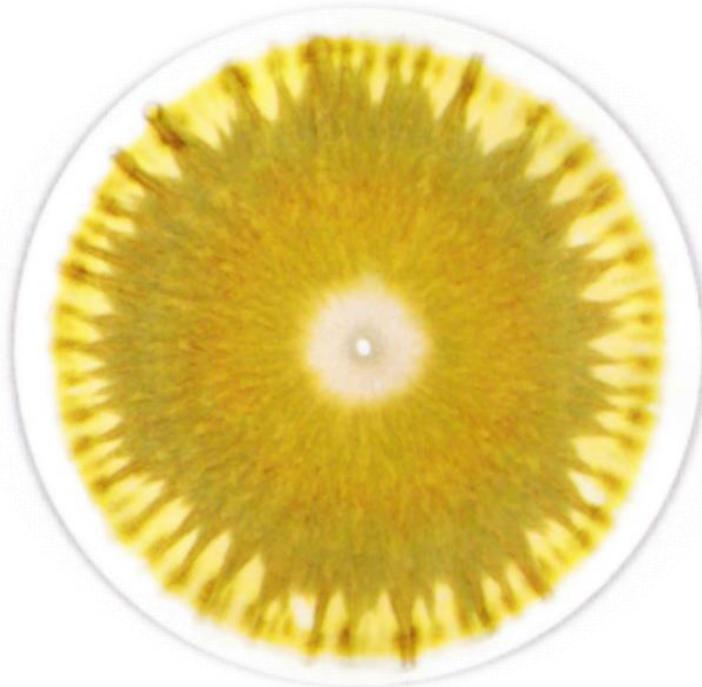
Os resultados apontados pela análise fatorial multivariada no gráfico (Figura 29, 30 e 31) foram realizados com os lotes 15 manejo convencional e o lote 161 manejo orgânico. Os dados plotados no gráfico permite verificar as diferenças entre as propriedades do manejo convencional e orgânico, devido a exclusão do lote 112. Na figura 29, 30 e 31 ao analisar o gráfico das propriedades relativo ao manejo orgânico e manejo convencional dos atributos químicos, físicos e biológicos, sofreram a influência da dependência espacial em relação aos seus lotes e pontos. Essa dependência espacial faz com que as variáveis físicas, químicas e biológicas do solo sejam influenciadas pelo entorno refletindo 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.

Conforme Feiden; Almeida; Vitoi (2002), os procedimentos para o processo de conversão de sistema de produção convencional para orgânico variam de acordo com as características sócio econômicas das unidades produtivas, o grau de utilização e dependência de insumos agroquímicos, as condições ecológicas e da forma de interação com o mercado, podendo a motivação para a mudança se dar em função de um estímulo que pode ser passageiro (mercado), ou condicionada por uma reflexão, fruto de um processo educativo duradouro.

Devido a esses fatores que as propriedades apresentam características semelhantes que não permite diferenciar entre orgânico e convencional

Figura 31 - Cromatograma de um solo ideal com integração e harmonia de todas as zonas.



Fonte: RIVERA; PINHEIRO, (2011)

Na figura 31 podemos apreciar de forma geral um cromograma muito bem estruturado e harmônico. Na parte superior do cromograma uma borda totalmente ondulada, cheio de nuvens bem definidos, o que representa comida disponível de forma imediata para o cultivo. Toda a figura mostra uma coloração suave, que passa de uma tonalidade branca cremosa na zona central que se desvanece lentamente para entregar com a próxima zona. Estas características evidenciam que é um solo de excelente estrutura acompanhada de boa aeração e não tem risco algum de compactação. Zona mineral passa de cor amarelo indicando uma boa harmonia com as demais partes do cromograma. Por outro lado, a corrida dos minerais na forma de corridas ou penas desde a sua origem para cima até a borda da figura confirma que estamos a frente de um solo fértil, passando gradualmente para alaranjada na zona mineral persistindo uma cor, mais dourada escura e intensa na zona enzimática. Pertence a um solo muito fértil com alto grau de atividade biológica humificadora sem compactação, com boa aeração, boa estrutura física e excelente formação de agregados e disponibilidade constante para o cultivo.

Figura 32 – Amostra de solo em uma propriedade convencional lote 112 cebolinha.



Z.C – zona central, **Z.M** – zona mineral, **Z.P** - zona proteica e **Z.E** – zona enzimática
Fonte: FELICIANO; ALVES, (2017)

Figura 33 – Amostra de solo em uma propriedade orgânica lote 112 cultivar cebolinha.



Z.C – zona central, **Z.M** – zona mineral, **Z.P** - zona proteica e **Z.E** – zona enzimática
Fonte: FELICIANO; ALVES, (2017)

A amostra da (Figura 32) cebolinha e (Figura 33) cebolinha foram retiradas das propriedades convencional e orgânica, as mesmas foram feitas a análise química qualitativa denominada cromatografia planar de Pfeiffer e foi comparada com os estudos desenvolvido em solos tropicais de Rivera e Pinheiro (2011). O croma não está bem estruturado e harmônico. Na parte superior do croma uma borda que não é adequada em forma de dente de cavalo e não está bem definida, o que pode representar a falta de comida disponível de forma imediata para o cultivo. Na zona central coloração branca cremosa que se desvanece para integrar com a zona mineral com uma coloração amarela, não havendo corrida dos minerais na forma de caminho ou desenho em formato de penas desde de sua origem para cima até a borda, passando novamente para coloração marrom clara na zona proteica não havendo integração com a zona mineral e a enzimática. Observa claramente que a zona enzimática não está não penetrando totalmente pelos diversos dentes que se forma a partir da matéria orgânica. A zona enzimática encontra-se ao final da figura do croma e não está penetrado totalmente pela zona proteica. No croma podemos observar que as enzimas não se expressam em forma de nuvens ou pequenas circunferências com um contorno ou bordas café claras ou escuras. Podemos observar terminando com uma coloração marrom escuro na zona enzimática pertence um solo com baixa atividade microbiológica e baixa reserva nutricional (Figura 33).

Solo submetido a mecanização e aplicação de agrotóxicos e fertilizantes altamente solúveis a base de N-P-K e sem nenhum ou pouco manejo de matéria orgânica, a zona central e mineral ela tem uma leve distinção, mas a zona proteica e enzimática elas de confundem e desaparecem totalmente no croma dando impressão de algo único sem distinção das zonas sem harmonia com cores totalmente únicas do claro ao escuro. Exemplo de solo submetido a exposição do sol sem cobertura, que recebe constante inundações do sistema de irrigação instalado para o cultivo e falta de rotação de cultura agravado pelo manejo inadequado. Os solos perdem a sua estrutura e todas as suas condições particulares imprescindíveis para o fortalecimento das propriedades químicas, físicas e microbiológicas, pois estão totalmente ausentes a matéria orgânica e a atividade macrobiológica e microbiológica necessário para o desenvolvimento da agricultura saudável.

Figura 34 - Amostra de solo em uma propriedade orgânica lote 161 cultivar couve.



Z.C – zona central, Z.M – zona mineral, Z.P - zona proteica e Z.E – zona enzimática
Fonte: FELICIANO; ALVES, (2017)

Figura 35 - Amostra de solo de uma propriedade orgânica lote 161 cultivar cebolinha.



Z.C – zona central, Z.M – zona mineral, Z.P - zona proteica e Z.E – zona enzimática
Fonte: FELICIANO; ALVES, (2017)

As amostras da (Figura 34) couve e (Figura 35) cebolinha foram retiradas da propriedade orgânica no lote 161 e os mesmos se aplicou a análise química qualitativa denominada cromatografia planar de Pfeiffer e foi comparada com os estudos desenvolvido em solos tropicais de Rivera e Pinheiro (2011). O croma não está bem estruturado e harmônico. Na parte superior do croma uma borda que não é adequada em forma de dente de cavalo e não está bem definida, o que pode representar a falta de comida disponível de forma imediata para o cultivo. Na zona central coloração branca cremosa que se desvanece para integrar com a zona mineral com uma coloração amarela, não havendo corrida dos minerais na forma de caminho ou desenho em formato de penas desde de sua origem para cima até a borda, passando novamente para coloração marrom clara na zona proteica não havendo integração com a zona mineral e a enzimática. Observa claramente que a zona enzimática não está não penetrando totalmente pelos diversos dentes que se forma a partir da matéria orgânica. A zona enzimática encontra-se ao final da figura do croma e não está penetrado totalmente pela zona proteica. No croma podemos observar que as enzimas não se expressam em forma de nuvens ou pequenas circunferências com um contorno ou bordas café claras ou escuras. Podemos observar terminando com uma coloração marrom escuro na zona enzimática pertence um solo com baixa atividade microbiológica e baixa reserva nutricional.

Solo submetido a mecanização e aplicação de agrotóxicos e fertilizantes alta mentes solúveis a base de N-P-K e sem nenhum ou pouco manejo de matéria orgânica, a zona central e mineral ela tem uma leve distinção, mas a zona proteica e enzimática elas de confundem e desaparecem totalmente no croma dando impressão de algo único sem distinção das zonas sem harmonia com cores totalmente únicas do claro ao escuro. Exemplo de solo submetido a exposição do sol sem cobertura, que recebe constante inundações do sistema de irrigação instalado para o cultivo e falta de rotação de cultura agravado pelo manejo inadequado. Os solos perdem a sua estrutura e todas as suas condições particulares imprescindíveis para o fortalecimento das propriedades químicas, físicas e microbiológicas, pois estão totalmente ausentes a matéria orgânica e a atividade macrobiologica e microbiológica necessário para o desenvolvimento da agricultura saudável.

Figura 36 – Amostra de solo em uma propriedade convencional lote 15 cultivar couve.



Z.C – zona central, Z.M – zona mineral, Z.P - zona proteica e Z.E – zona enzimática
Fonte: FELICIANO; ALVES, (2017)

Figura 37 - Amostra de solo de uma propriedade convencional lote 15 cultivar cebolinha



Z.C – zona central, Z.M – zona mineral, Z.P - zona proteica e Z.E – zona enzimática
Fonte: FELICIANO; ALVES, (2017)

As amostras da (Figura 36) couve e (Figura 37) cebolinha foram retiradas da propriedade orgânica no lote 15 e os mesmos se aplicou a análise química qualitativa denominada cromatografia planar de Pfeiffer e foi comparada com os estudos desenvolvido em solos tropicais de Rivera e Pinheiro (2011). O croma não está bem estruturado e harmônico. Na parte superior do croma uma borda que não é adequada em forma de dente de cavalo e não está bem definida, o que pode representar a falta de comida disponível de forma imediata para o cultivo. Na zona central coloração branca cremosa que se desvanece para integrar com a zona mineral com uma coloração amarela, não havendo corrida dos minerais na forma de caminho ou desenho em formato de penas desde de sua origem para cima até a borda, passando novamente para coloração marrom clara na zona proteica não havendo integração com a zona mineral e a enzimática. Observa claramente que a zona enzimática não está não penetrando totalmente pelos diversos dentes que se forma a partir da matéria orgânica. A zona enzimática encontra-se ao final da figura do croma e não está penetrado totalmente pela zona proteica. No croma podemos observar que as enzimas não se expressam em forma de nuvens ou pequenas circunferências com um contorno ou bordas café claras ou escuras. Podemos observar terminando com uma coloração marrom escuro na zona enzimática pertence um solo com baixa atividade microbiológica e baixa reserva nutricional.

Solo submetido a mecanização e aplicação de agrotóxicos e fertilizantes alta mentes solúveis a base de N-P-K e sem nenhum ou pouco manejo de matéria orgânica, a zona central e mineral ela tem uma leve distinção, mas a zona proteica e enzimática elas de confundem e desaparecem totalmente no croma dando impressão de algo único sem distinção das zonas sem harmonia com cores totalmente únicas do claro ao escuro. Exemplo de solo submetido a exposição do sol sem cobertura, que recebe constante inundações do sistema de irrigação instalado para o cultivo e falta de rotação de cultura agravado pelo manejo inadequado. Os solos perdem a sua estrutura e todas as suas condições particulares imprescindíveis para o fortalecimento das propriedades químicas, físicas e microbiológicas, pois estão totalmente ausentes a matéria orgânica e a atividade macrobiológica e microbiológica necessário para o desenvolvimento da agricultura saudável.

Figura 38 – Amostra de solo em uma propriedade convencional lote 112 cultivar couve



Z.C – zona central, Z.M – zona mineral, Z.P - zona proteica e Z.E – zona enzimática
 Fonte: FELICIANO; ALVES, (2017)

Figura 39 - Amostra de solo em uma propriedade orgânica lote 112 cultivar couve



Z.C – zona central, Z.M – zona mineral, Z.P - zona proteica e Z.E – zona enzimática
 Fonte: FELICIANO; ALVES, (2017)

As amostras da (Figura 38) couve convencional e (Figura 39) couve orgânica foram retiradas das propriedades no lotes 112 nos cultivares de couve e os mesmos se aplicou a análise química qualitativa denominada cromatografia planar de Pfeiffer e foi comparada com os estudos desenvolvido em solos tropicais de Rivera e Pinheiro (2011). O croma não está bem estruturado e harmônico. Na parte superior do croma uma borda que não é adequada em forma de dente de cavalo e não está bem definida, o que pode representar a falta de comida disponível de forma imediata para o cultivo. Na zona central coloração branca cremosa que se desvanece para integrar com a zona mineral com uma coloração amarela, não havendo corrida dos minerais na forma de caminho ou desenho em formato de penas desde de sua origem para cima até a borda, passando novamente para coloração marrom clara na zona proteica não havendo integração com a zona mineral e a enzimática. Observa claramente que a zona enzimática não está não penetrando totalmente pelos diversos dentes que se forma a partir da matéria orgânica. A zona enzimática encontra-se ao final da figura do croma e não está penetrado totalmente pela zona proteica. No croma podemos observar que as enzimas não se expressam em forma de nuvens ou pequenas circunferências com um contorno ou bordas café claras ou escuras. Podemos observar terminando com uma coloração marrom escuro na zona enzimática pertence um solo com baixa atividade microbiológica e baixa reserva nutricional. Solo submetido a mecanização e aplicação de agrotóxicos e fertilizantes alta mentes solúveis a base de N-P-K e sem nenhum ou pouco manejo de matéria orgânica, a zona central e mineral ela tem uma leve distinção, mas a zona proteica e enzimática elas de confundem e desaparecem totalmente no croma dando impressão de algo único sem distinção das zonas sem harmonia com cores totalmente únicas do claro ao escuro. Exemplo de solo submetido a exposição do sol sem cobertura, que recebe constante inundações do sistema de irrigação instalado para o cultivo e falta de rotação de cultura agravado pelo manejo inadequado. Os solos perdem a sua estrutura e todas as suas condições particulares imprescindíveis para o fortalecimento das propriedades químicas, físicas e microbiológicas, pois estão totalmente ausentes a matéria orgânica e a atividade macrobiologica e microbiológica necessário para o desenvolvimento da agricultura saudável.

6. CONCLUSÕES

Foram avaliados os atributos físicos, químicos e biológicos, mediante coletas de amostras de solos sob cultivo de hortaliças. O levantamento de dados sobre as práticas agrícolas foi realizado em cada sistema de produção orgânica e convencional. Os dados obtidos foram submetidos à análise fatorial. A análise fatorial identificou que as áreas convencionais e orgânicas dos solos pesquisados são dependentes umas das outras e não diferem uma da outra em relação a fertilidade. O estudo simultâneo de análise quantitativas e qualitativas do solo como realizado nesta pesquisa, permitiu que os dados da química, física e microbiológico do solo, pelo método convencional foi coincidente com os da Cromatografia Circular de Pfeiffer.

A Cromatografia Circular de Pfeiffer apresenta uma análise integral do solo, considerando os aspectos físicos, químicos e microbiológicos podendo 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.

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.

Nessa visão Feiden e Borsato (2015), a simples substituição de insumo não garante a sustentabilidade, as causas dos desequilíbrios continuam existindo, e a lógica do sistema de produção continua a mesma do convencional. 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.

Portanto destaca-se a importância da continuidade desses estudos permitindo uma melhor compreensão dos atributos químicos físicos e microbiológicos e sua importância para orientar o manejo adequado.

7. REFERÊNCIAS

A Agricultura Convencional. Disponível em http://www.amaranthus.esalq.usp.br/agric_conv.htm. Acesso em 01 de janeiro, 2018.

ABREU, I.; OLIVEIRA, M. DE. **Produtividade e qualidade microbiológica de alface sob diferentes fontes de adubos orgânicos**. 2008. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária.

ALMEIDA, M. C DE.; et al. Influências dos diferentes sistemas de manejo no comportamento da microbiota do solo em áreas sob cultivo de mamão na região de Cruz das Almas, BA. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, n. 1, p. 67-75, 2015.

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.

ALVAREZ, V. V. H; NOVAIS, R. F. de; BARROS, N. F. de; CANTARUTTI, R. B; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa, MG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.: il cap.5, p.25 – 32.

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.

ANDRÉA, A. F. DE.; et al. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado no sul do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 4, p. 913-924, 2002.

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%C3%A1vel%202014-2017.pdf>.

Acesso em: 17 Out. 2017.

ARAÚJO, A. S. F. DE; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, 2007.

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.

BALDOCK, J. A; NELSON, P. N. Soil organic matter. In: SUMMER, M.E. (Ed.). **Handbook of soil science**. Georgia, USA: University of Georgia, 2000. p.B25-B84.

BARRADAS, C. A. A. DE. **Uso da adubação verde**. Niterói, julho 2010, 10 p. Programa Rio Rural, Programa de Desenvolvimento Rural Sustentável em Microbacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro. Secretaria de Agricultura, Pecuária, Pesca e Abastecimento.

BRASIL. Lei n. 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 dez. 2003. Seção 1, p. 8.

BROWN, C. A; BACON, S. P. Low-frequency speech cues and simulated electric-acoustic hearing. *J Acoust Soc Am*. 2009;125:1658–1665.

CAMARGO, O. A. DE; ALLEONI, L. R. F. Considerações para manejo do solo. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: Acesso em: 26 jan., 2007.

CAMARGOS, L. S. **Conceitos Sobre a Fertilidade e Produtividade**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA Departamento de Solos e Engenharia Rural. Cuiabá – MT, 2005.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A.; PAULUS, G. **Agroecologia: uma ciência do campo da complexidade**. Brasília – DF. 2009. 111 p.

CARDOSO, M. I. A vida no solo a comunidade dos seres escondidos. **Cartilha**, 2010.

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.

CARVALHO, R; GOEDERT, W. J; ARMANDO, M. S. Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, p. 1153-1155, 2004.

CASSIN, M; DO VALE, S. B. O Assentamento Bela Vista e algumas reflexões sobre a relação trabalho rural e educação. **Revista HISTEDBR On-Line**, v. 11, n. 41, p. 219-230, 2011

CATANOZI, G. **Análise espacial da macrofauna edáfica sob diferentes condições ambientais dos trópicos úmidos**. 202 folhas. Dissertação (Doutorado em Ciências na área de Análise Ambiental e Dinâmica Territorial). Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências Campinas. Campinas, SP. 2010.

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.

CLIMATE-DATA.ORG, Dados Climáticos para Cidades Mundiais. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/location/4229/>>. Acesso em 24 junh. 2017.

COSTA, L. G. B. DA.; ARRUDA, A. S. **Avaliação do fosfito no desenvolvimento das Olerícolas Cebolinha e Couve Manteiga Var. acephala**. Disponível em: <<http://www.emater.ro.gov.br/siteemater/arquivos/publicacoes/14052013121239.pdf>>. Acesso em 20 fev. 2018.

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

COSTA, M. B. B.; **Coord. Adubação verde no sul do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: AS-PTA,

CULTIVO ORGÂNICO, Agricultura orgânica x convencional: Mitos e verdades parte V. Disponível em: <http://cultivehortaorganica.blogspot.com.br/2011/12/agricultura-organica-x-agricultura.html>. Acesso:20 Junh. 2017.

- DA SILVA, N. R. **Entopedologia e Qualidade do Solo no Assentamento Roseli Nunes**. 2010. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Ciências Agrária.
- DORAN, J. W; SARRANTONIO, M; LIEBIG, M. Soil health and sustainability. In: SPARKS, D. L. **Advances in Agronomy**, 1996.
- DRINKWATER, L. E., et al. Potentially mineralizable nitrogen as indicator of biologically active soil nitrogen. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. (Eds.). **Methods for assessing soil quality**. Wisconsin, USA: Soil Science Society America, 1996. Cap.13, p.217-229. (Special Publication, 49).
- DUARTE, I.B., et al. Plantas de cobertura e seus efeitos na biomassa microbiana do solo. **Acta Iguazu**, 3, 150- 165, 2014.
- 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.
- FAGUNDES, A. V. W. 14447-Cromatografia como indicador da saúde do solo. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, 2013.
- FEIDEN, A.; BORSATO, A. V. Como transformar uma propriedade convencional em agroecológica? **Embrapa Pantanal-Outras publicações técnicas (INFOTECA-E)**. p.21, 2015.
- FEIDEN, A.; et al. Processo de conversão de sistemas de produção convencionais para sistemas de produção orgânicos. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 19, n. 2, p. 179-204, 2002.
- FERRANTE, V. L. S. B; BARONE, L. A; KURANAGA, A. A. Reforma agrária e “desenvolvimento como liberdade”: uma nova visão sobre os assentamentos rurais do estado de São Paulo. **Retratos de Assentamentos**, v. 9, n. 1, p. 19-43, 2006.
- FONTANÉTTI, A.; et al. Adubação verde no controle de plantas invasoras nas clturas de alface-americana e de repolho. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 967-973, 2004.

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.

FRIGHETTO, R. T. S.; VALARINI, P. J. (Coords.). Indicadores biológicos e bioquímicos da qualidade do solo: manual técnico. Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente**, 2000. 198p.

GARG, N; CHANDEL, S. Arbuscular mycorrhizal networks: process and functions. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 30, n. 3, p. 581-599, 2010.

GATIBONI, L. C.; et al. **Proposta de limites críticos ambientais de fósforo para solos de Santa Catarina**. Lages: UDESC/CAV; 2014.

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

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editora da Universidade – UFRGS, 2000

GONÇALVES JUNIOR, A. C.; PESSOA, A. C. S. Fitodisponibilidade de cádmio, chumbo e crômio, em soja cultivada em argissolo vermelho eutrófico a partir de adubos comerciais. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.3, n.1-2, p. 19-23, jan./dez., 2002.

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.

GRUPO DE ESTUDOS EM AGRICULTURA ECOLÓGICA. Conceitos Gerais sobre Solos e interpretação de análises químicas. Apoio: CNPq. **Universidade Federal de São Carlos Centro de Ciências Agrárias**. Araras, 2008.

HART, R. D. Conceitos básicos sobre agroecossistemas. Turialba: Centro Agrônomo Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE, 160 p., 1985.

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. 2017a.

IAC – **Instituto Agrônômico**. Solo do Estado de São Paulo – Latossolo. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/solosp/pdf/Latossolos.pdf>>. Acesso em: 11 julh. 2017b.

IBGE. **Manual Técnico de Pedologia**. 2º Ed. Rio de Janeiro. IBGE. 2007. 320p.

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

JOERGENSEN, R. G; BROOKES, P. C. Ninhydrin-reactive nitrogen measurements of microbial biomass in 0.5 M K₂SO₄ soil extracts. **Soil Biology and Biochemistry**, 22, 1023-1027, 1990.

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.

KOEPF, H. H; PETERSSON, B. D; SCHAUMANN, W. **Agricultura biodinâmica**. Trad. Andreas Lowens e Ursula Szajewski. São Paulo: Ed. Nobel, 1983. 333p.

LANA, R.P. Uso racional de recursos naturais não renováveis: aspectos biológicos, econômicos e ambientais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.38, p.330-340, 2009.

LAVELLE, P. Ecological challenges for soil science. **Soil science**, v. 165, n. 1, p. 73-86, 2000.

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.

LOSS, A. Frações orgânicas e agregação do solo em diferentes sistemas de produção orgânico. **Frações orgânicas e agregação do solo em diferentes sistemas de produção orgânico**, 2008.

- MACHADO, V. F; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 4, 2009.
- MAIA, J. L. T.; RIBEIRO, M. R. Cultivo contínuo da cana-de-açúcar e modificações químicas de um Argissolo Amarelo fragipânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, p. 1127-1132, 2004.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 3 ed. São Paulo: Ceres, 1992, 607p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS. 319 p, 1997.
- 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.
- MARIANI, C. M; HENKES, J. A. Agricultura orgânica x agricultura convencional soluções para minimizar o uso de insumos industrializados. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 3, n. 2, p. 315-338, 2014.
- MELLO, F. A. F.; et al. **Fertilidade do solo**. São Paulo. Nobel., 1983. 400p.
- MENDES, A. M; RICCI, M. S. F. dos. **Amostragem de solo para análise química**. Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia, 1997. 11p.
- MENDES, I. C. de. Bioindicadores para avaliação da qualidade dos solos tropicais: utopia ou realidade? **Embrapa Cerrados. Documentos**, 2009.
- MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada**. Belo Horizonte. Editora UFMG, 2005.295p.
- MIYASAKA, S. Propostas de uma campanha nacional de biomassa para o solo com vistas à agricultura sustentável. **Manejo da biomassa e do solo visando à sustentabilidade da agricultura brasileira**. São Paulo: Ed. Navegar, p. 40-115, 2008.
- MONOKROUSOS, N; PAPANICHOPOULOU, E. M; STAMOU, G. P. The response of soil biochemical variables to organic and conventional cultivation of Asparagus sp. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 40, n. 1, p. 198-206, 2008.

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

NICOLAUD, B. A. L; MEURER, E. J; ANGHINONI; I. **Rendimentos e absorção de nutrientes por alface em função da calagem e adubação mineral e orgânica “areia quartzosa hidromórfica**. Horticultura Brasileira. V.8, n.2, p 6-9, 1990.

OLIVEIRA, F. L.; et al. Uso do pré-cultivo de *Crotalaria juncea* e de doses crescentes de “cama” de aviário na produção do repolho sob manejo orgânico. *Agronomia*, vol. 37, nº 2, p. 60 - 66, 2003

OLIVEIRA, J. R. A.; MENDES, I. C. DE; VIVALDI, L. J. Carbono da biomassa microbiana em solos de cerrado: comparação dos métodos fumigação-incubação e fumigação-extração. **Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 2001.

OLIVEIRA, V. A. de. Manual técnico de pedologia. **Rio de Janeiro: IBGE**, 2007.
ORGÂNICO BRASIL. Cultivo orgânico. Disponível em:
 <<https://www.vidaorganicbrazil.com.br/single-post/2017/03/17/Cultivo-organico>>. Acesso em: 20 julh 2017.

P. T. G., ALVAREZ, V. V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa, MG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.: il cap.5, p.25- 32.

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.

PAVAN, M. A.; CHAVES, J. C. D. **A importância da matéria orgânica nos sistemas agrícolas**. Londrina: IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná, Circular nº 98, Abril, 1998.36p

PINHEIRO, S. Cartilha da saúde do solo (Cromatografia de Pfeiffer) Ed. **Salles Editora Rio Grande do Sul**, 2011.

PINTO, C. R. O. **Efeito do uso do solo sobre seus atributos na microrregião de Chapadinha- MA. 2014**. Tese de Doutorado - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

PixForce. Sensoriamento Remoto Inteligente. Disponível em: <<http://pixforce.com.br/agricultura-organica/>>. Acesso em 13 julh 2017.

PLANTE CERTO. Laboratório Agropecuário. Disponível em: <http://www.plantecerto.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=54&Itemid=84>. Acesso em: 18 dez. 2017.

PRADO, H. do. Pedologia Fácil. Disponível em <<http://www.pedologiafacil.com.br/textura.php>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

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

PRIMAVESI, A. Cartilha do solo. **São Paulo: Fundação Mokiti Okada**, p. 177, 2006. RAIJ, B. V; **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1985. 107p. (Boletim Técnico, 100).

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.

RIVERA, J. R; PINHEIRO, S. **Cromatografía imágenes de vida y destrucción del suelo**. Cali: Impresora Ferida, 2011.

SANGINGA, N; MULONGOY, K; SWIFT, M. J. **Contribution of soil organisms to the sustainability and productivity cropping systems in the tropics**. Agriculture, Ecosystem and Environment, 1992.

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.

SANTOS, H. G. DOS.; et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. **Embrapa Solos- Livros técnicos (INFOTECA-E)**, 2006.

SANTOS, J. D. **Alteração das propriedades físicas e químicas do solo em função de diferentes sistemas agrícolas**. 2006. Dissertação de Mestrado. Geografia da Universidade

Federal de Minas Gerais – UFMG. Programa de Pós-Graduação em Geografia: Análise Ambiental.

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.

SILVA, A. P. DA. Física do Solo. **Piracicaba: Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Departamento de Ciências do Solo**, p. 49, 2010.

SILVA, E. E. DA; AZEVEDO, P. H. S. DE; DE-POLLI, H. Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO₂). **Embrapa Agrobiologia-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2007.

SILVA, E. L. DA. **Efeito do manejo do solo sobre atributos físicos e microbiológicos**. Tecnologia em Agroecologia. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus São Cristóvão, 2016.

SILVA, F. G. DA; SANTOS, D; SILVA, A. D. DA; SOUZA, J. D. DA. Indicadores de Qualidade do Solo sob Diferentes Sistemas de Uso na Mesorregião do Agreste Paraibano. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, 2015.

SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S. Matéria orgânica do solo. In: Vargas, M.T.; Hungria, M. (Ed.). **Biologia dos solos dos Cerrados**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1997. p.465-524.

SILVA, J. E; RESCK, D. V. S. **Matéria orgânica do solo**. Embrapa-CPAC, 1997, p.467- 524.

SILVA, J. V. DA; **Influência de uma área agrícola na fertilidade de um fragmento florestal**. 2014. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Mato Grosso – Cuiabá. Programa de Pós-Graduação e Ciências Florestais e Ambientais.

SILVA, S.S., et al. Produção orgânica de mudas de couve-manteiga em substratos à base de carvão de minhocas. Mossoró: **Rev. Caatinga**, v.20, n.4, 2007.

SIQUEIRA, I. DE. **Avaliação da fertilidade e vitalidade do solo pela cromatografia de Pfeiffer e seu potencial para motivar manejos agroecológicos**. 2016. Especialização de curso. Universidade Federal de Santa Maria -RS. Avaliação da fertilidade e vitalidade do solo pela cromatografia de Pfeiffer e seu potencial para motivar manejos agroecológicos.

SOBRAL, F. L.; et al. **Guia prático para interpretação de resultados de análises de solos**. Aracaju. Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015.

SOBRAL, L. F.; et al. **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes no Estado de Sergipe**. Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 251p.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 564 p.

TENÓRIO, L. L. 11521- Curso de Cromatografia da Saúde do solo de Pfeiffer a autotocertificação camponesa. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, 2011.

TOMITA, C.K. **Manejo em sistemas orgânico e convencional: epidemiologia e controle de doenças em culturas de goiaba, gipsofila e pupunha**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília – Brasília. Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia.

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.

VANDERMEER, J. **The ecology of intercropping**. Cambridge University Press, 1989. 237 p.

VARGAS, R; RANGEL, O. J. P. Indicadores de qualidade do solo em agroecossistemas. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 24-64, 2013.

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.

XAVIER, F. A. S. DA., et al. Biomassa microbiana e matéria orgânica leve em solos sob sistemas agrícolas orgânico e convencional na Chapada da Ibiapaba-CE. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, v. 30, n. 2, 2006.

ZILLI, J. E; RUMJANEK, N. G; XAVIER, G. R; COUTINHO, H. L. DA; NEVES, M. C. P. Diversidade microbiana como indicador de qualidade do solo. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, v. 20, n. 3, p. 391-411, 2003.