



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS – CFCH
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS – DCG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – PPGeo**

**SUSTENTABILIDADE DE ÁREAS COM HORTICULTURA NO SISTEMA
ORGÂNICO E NO CONVENCIONAL E SEU IMPACTO
NAS CONDIÇÕES SÓCIO-ECONÔMICAS DA COMUNIDADE DE
ASSENTADOS NA BACIA DO RIO NATUBA - PE**

EDSON CARNEIRO DE MIRANDA

RECIFE

2011



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS – CFCH
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS – DCG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – PPGeo**

**SUSTENTABILIDADE DE ÁREAS COM HORTICULTURA NO SISTEMA
ORGÂNICO E NO CONVENCIONAL E SEU IMPACTO
NAS CONDIÇÕES SÓCIO-ECONÔMICAS DA COMUNIDADE DE
ASSENTADOS NA BACIA DO RIO NATUBA – PE**

Dissertação de Mestrado apresentada por
Edson Carneiro de Miranda ao
Programa de Pós-Graduação em
Geografia da Universidade Federal de
Pernambuco, para a obtenção do título de
Mestre em Geografia.

**Orientadora: Prof. Dra. Maria do Socorro Bezerra de Araújo
Co-orientador: Prof. Dr. Everardo Valadares de Sá Barretto Sampaio**

**RECIFE
2011**

Catálogo na fonte
Bibliotecária Maria do Carmo de Paiva, CRB4-1291

M672s

Miranda, Edson Carneiro de.

Sustentabilidade de áreas com horticultura no sistema orgânico e no convencional e seu impacto nas condições sócio-econômicas da comunidade de assentados na bacia do Rio Natuba – PE / Edson Carneiro de Miranda. – Recife: O autor, 2011.

98 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria do Socorro Bezerra de Araújo.

Co-orientador: Prof. Dr. Everardo Valadares de Sá Barretto Sampaio.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco.

CFCH. Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2011.

Inclui bibliografia e apêndices.

1. Geografia. 2. Economia agrícola. 3. Agricultura – Aspectos ambientais. 4. Sistemas agrícolas. 5. Agricultura orgânica. 6. Solos – Composição. 7. Solo – Uso. I. Araújo, Maria do Socorro Bezerra de (Orientadora). II. Sampaio, Everardo Valadares de Sá Barretto. (Co-orientador). III. Título.

910 CDD (22.ed.)

UFPE (CFCH2011-116)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS – CFCH
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS - DCG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DEM GEOGRAFIA

EDSON CARNEIRO DE MIRANDA

Título: “SUSTENTABILIDADE DE ÁREAS COM HORTICULTURA NO SISTEMA ORGÂNICO E NO CONVENCIONAL E SEU IMPACTO NAS CONDIÇÕES SÓCIO-ECONÔMICAS DA COMUNIDADE DE ASSENTADOS NA BACIA DO RIO NATUBA-PE”

BANCA EXAMINADORA

TITULARES:

Orientador (a):

Profª. Dra. Maria do Socorro Bezerra de Araújo (UFPE)

Profª. Dra. Maria Sonia Lopes da Silva (EMBRAPA)

Prof. Dr. Fernando Cartaxo Rolim Neto (UFRPE)

APROVADA em 29 de agosto de 2011.

A DEUS, pela vida

À minha mãe **Ednauria Félix Carneiro**

Ao meu pai **Jurandyr José de Miranda**

Ao meu irmão **Gerson Carneiro de Miranda**

À minha linda sobrinha **Giselly Sousa de Miranda**

A todos os meus familiares e amigos

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, sobretudo pelo apoio que tem dado ao conceder uma bolsa de produtividade em pesquisa.

A Maria do Socorro Bezerra de Araújo, pela dedicação e rigor na orientação deste trabalho.

Ao Dr. Rômulo Menezes do Departamento de Energia Nuclear - DEN, pela disponibilização do laboratório e a Dário, Gilberto, Patrícia Cabral, Danielle, Taciana e Claudenice, pela ajuda nas análises, bem como aos colegas de lá que foram de fundamental importância para uma convivência alegre e sadia.

Aos amigos que sempre estiveram presentes nessa longa jornada, em especial a João Máximo, Luciana Cardoso e Luciana Lira, e aos demais que sabem o quanto foram especiais em minha vida.

Ao Grupo de Pesquisa Geo-Ambiental como um todo, em especial à Cristiane Barbosa da Silva, Jéssica Menezes, Manuella Vieira Barbosa Neto, Roberto da Boa Viagem Parahyba e Sara Fernandes de Souza, as quais sempre me deram todo o apoio necessário.

A Fernando Cartaxo Rolim Neto, José Coelho de Araújo Filho e a Maria Sonia Lopes, pela disposição e cordialidade ímpares, minha imensa gratidão.

Agradeço, enfim, a todos aqueles, que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

A matéria orgânica é o melhor atributo para o monitoramento da sustentabilidade dos sistemas agrícolas, pois é o que melhor representa a qualidade do solo, e o seu declínio ao longo do tempo poderá conduzir a exploração agrícola a uma situação insustentável econômica e ambientalmente. Na sub-bacia do Médio Natuba, em Pernambuco, foi determinada a sustentabilidade de áreas com horticultura no sistema de produção orgânico e no sistema convencional e avaliado o impacto desses sistemas na geração de renda da comunidade de assentados. Foram aplicados questionários sócio-econômicos e determinados os estoques de carbono orgânico total (COT), carbono lábil (C_L), carbono não-lábil (C_{NL}) e o Índice de Manejo de Carbono (IMC), em seis áreas com horticultura orgânica e seis com horticultura convencional e em uma área sob vegetação nativa – tida como referência - em duas profundidades, 0-5 e 5-20 cm, em solo denominado de Argissolo Amarelo. O COT foi determinado pelo método de oxidação úmida-difusão. O C_L foi quantificado por meio de oxidação com $KMnO_4$. O C_{NL} foi obtido pela diferença entre o COT e o C_L . Não houve diferença significativa entre os sistemas quanto aos valores de COT, estoque de COT e C_{NL} . Já para o C_L houve uma aumento na camada 5-20 do sistema orgânico. Nenhum dos dois sistemas de produção superou em média o IMC da área de referência, mas o sistema orgânico foi o que mais se aproximou do índice. A horticultura orgânica mostrou-se mais rentável do que a horticultura convencional e mais ambientalmente sustentável. O IMC se mostrou uma ferramenta eficiente para diferenciação de áreas com estoques de COT semelhantes, ao levar em consideração o carbono lábil.

Palavras-Chave: matéria orgânica do solo; estoque de carbono orgânico total; carbono lábil; índice de manejo de carbono.

ABSTRACT

Organic matter is the best attribute for the monitoring of sustainable agricultural, it is what best represents the quality of the soil, and its decline over time could lead to a farm economically and environmentally unsustainable. In the sub-basin of the Middle Natuba, Pernambuco, was determined the sustainability of horticultural areas in the organic production system and the conventional system and assessed the impact of these systems in the generation of income in the community of settlers. It was applied socio-economic surveys and determinate the stock of total organic carbon (TOC), labile carbon (LC), the Non-labile carbon (NLC) and the Carbon Management Index (CMI) in six areas with organic horticulture and another six areas with conventional horticulture and an area under native vegetation - taken as a reference - at two depths, 0-5 and 5-20 cm in soil called Ultisol. TOC was determined by the method of oxidation wet- diffusion. LC was quantified by oxidation with $KMnO_4$. NLC was obtained by the difference between the TOC and the LC. There was not statistical difference between the average values of TOC, OM, NLC and TOC stock in both systems (organic and conventional). As for the LC there was an increase in the 5-20 layer system organic. None of the two production systems exceeded on average the CMI of the reference area, but the organic system was the one closest to the index. The organic horticulture proved more profitable and higher profits in the productivity than conventional horticulture and more environmental sustainability. CMI proved an effective tool for differentiation of areas with TOC similar, by taking into account the labile carbon.

Key words: soil organic matter; total organic carbon stock; labile carbon; carbon management index.

LISTA DE FIGURAS

Revisão da Literatura

- Figura 1.1 – Localização da sub-bacia do médio curso do rio Natuba no município de Pombos e Vitória de Santo Antão, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. 27
- Figura 1.2 – Complexos geológicos da sub-bacia do médio curso do rio Natuba, contendo os municípios de Vitória de Santo Antão e Pombos, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. 28
- Figura 1.3 – Modelo Digital de Elevação do terreno da sub-bacia do médio curso do rio Natuba, contendo os municípios de Vitória de Santo Antão e Pombos, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. 29
- Figura 1.4 – Solos da sub-bacia do médio curso do rio Natuba, contendo os municípios de Vitória de Santo Antão e Pombos, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. 30
- Figura 1.5 - Precipitação de 2007 da sub-bacia do rio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. 31
- Figura 1.6 – Uso do solo da sub-bacia do curso médio do rio Natuba, contendo os municípios de Vitória de Santo Antão e Pombos, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. 32
- Capítulo 1**
- Figura 1.7 – Esquematização da amostragem do solo. 35
- Figura 1.8 – Cultivo orgânico do produtor 1, localizado na sub-bacia do Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. 35

Figura 1.9 – Cultivo orgânico do produtor 2, localizado na sub-bacia do Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.	36
Figura 1.10 – Cultivo orgânico do produtor 3, localizado na sub-bacia do Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.	36
Figura 1.11 – Cultivo orgânico do produtor 4, localizado na sub-bacia do Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.	37
Figura 1.12 – Cultivo orgânico dos produtores 5, localizado na sub-bacia do Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.	37
Figura 1.13 – Cultivo orgânico do produtor 6, localizado na sub-bacia do Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.	38
Figura 1.14 – Cultivo convencional do produtor 7, localizado na sub-bacia do Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.	38
Figura 1.15 – Cultivo convencional do produtor 8, localizado na sub-bacia do Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.	39
Figura 1.16 – Cultivo convencional dos produtores 9 (à esquerda) e 10 (à direita), localizados na sub-bacia do Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.	39
Figura 1.17 – Cultivo convencional do produtor 11, localizado na sub-bacia do Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.	40

Figura 1.18 – Cultivo convencional do produtor 12, localizado na sub-bacia do Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.	40
Figura 1.19 - Pontos de coleta nos sistemas orgânico e convencional no médio curso do rio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.	41
Figura 1.20 – Densidade do solo nas propriedades do sistema orgânico de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.	47
Figura 1.21 – Densidade do solo nas propriedades do sistema convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.	47
Figura 1.22 – Estoques de carbono orgânico total nas propriedades do sistema orgânico de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.	49
Figura 1.23 – Estoques de carbono orgânico total nas propriedades do sistema convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.	49
Figura 1.24 – Densidade de partículas nas propriedades do sistema convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.	51
Figura 1.25 – Densidade de partículas nas propriedades do sistema convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.	51

Figura 1.26 – Porosidade do solo nas propriedades do sistema orgânico de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. 53

Figura 1.28 – Porosidade do solo nas propriedades do sistema convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. 53

Capítulo 2

Figura 2.1 – Estoque de carbono lábil no solo em propriedades do sistema orgânico de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. 64

Figura 2.2 – Estoque de carbono lábil no solo em propriedades do sistema convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. 64

Figura 2.3 – Estoque de carbono não-lábil no solo em propriedades do sistema orgânico de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. 66

Figura 2.4 – Estoque de carbono não-lábil no solo em propriedades do sistema convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. 66

Capítulo 3

Figura 3.1 – Tamanho das propriedades no sistema orgânico de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. 73

Figura 3.2 – Tamanho das propriedades no sistema convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. 73

Figura 3.3 – Tempo de uso das propriedades no sistema orgânico de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.	74
Figura 3.4 – Tempo de uso das propriedades no sistema convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.	74
Figura 3.5 – Renda das propriedades no sistema orgânico de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.	75
Figura 3.6 – Renda das propriedades no sistema convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.	75
Figura 3.7 – Produtividade das propriedades no sistema orgânico de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.	76
Figura 3.8 – Produtividade das propriedades no sistema convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.	77
Figura 3.9 – Idade dos chefes de família das propriedades no sistema orgânico de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.	78
Figura 3.10 – Idade dos chefes de família das propriedades no sistema convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.	78

LISTA DE QUADROS

Capítulo 1

- Quadro 1.1. Carbono orgânico total e matéria orgânica nas profundidades de 0-5 e 5-20 nas propriedades do sistema orgânico de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. 44
- Quadro 1.2 - Carbono orgânico total e matéria orgânica nas profundidades de 0-5 e 5-20 nas propriedades do sistema convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. 45
- Quadro 1.3 - Médias de carbono orgânico total e matéria orgânica nas profundidades de 0-5 e 5-20 nas propriedades dos sistemas orgânico e convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. 46
- Quadro 1.4 - Médias de densidade do solo nas profundidades de 0-5 e 5-20 nas propriedades dos sistemas orgânico e convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. 48
- Quadro 1.5 - Médias de estoque de COT nas profundidades de 0-5 e 5-20 nas propriedades dos sistemas orgânico e convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. 50
- Quadro 1.6 - Médias de densidade de partículas nas profundidades de 0-5 e 5-20 nas propriedades dos sistemas orgânico e convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. 52

Quadro 1.7 - Médias de porosidade do solo nas profundidades de 0-5 e 5-20 nas propriedades dos sistemas orgânico e convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. 54

Capítulo 2

Quadro 2.1 - Médias de estoque de carbono lábil do solo nas profundidades de 0-5 e 5-20 nas propriedades dos sistemas orgânico e convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. 65

Quadro 2.2 - Médias de carbono não-lábil do solo nas profundidades de 0-5 e 5-20 cm nas propriedades dos sistemas orgânico e convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. 67

Quadro 2.3 – Estoque de Carbono lábil (C_L), Carbono orgânico total (COT), Carbono não-lábil (C_{NL}) e Índice de Manejo de Carbono (IMC) na camada de 0 a 20 cm de solos em áreas com horticultura no Sistema Orgânico no médio curso do rio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. 68

Quadro 2.4 – Estoques de Carbono lábil (C_L), Carbono orgânico total (COT), Carbono não-lábil (C_{NL}) e Índice de Manejo de Carbono (IMC) na camada de 0 a 20 cm de solos em áreas com horticultura no Sistema Convencional no médio curso do rio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. 69

Quadro 2.5 – Médias de estoques de Carbono lábil (C_L), Carbono orgânico total (COT), Carbono não-lábil (C_{NL}) na camada de 0-20 cm em áreas com horticultura no Sistema Orgânico e Convencional no médio curso do rio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. 70

LISTA DE TABELAS

Capítulo 3

Tabela 3.1 - Total de residentes e número de filhos no Sistema Orgânico de produção.	79
Tabela 3.2 - Total de residentes e número de filhos no Sistema Convencional de produção.	79
Tabela 3.3 - Escolaridade no Sistema Orgânico de produção.	80
Tabela 3.4 - Escolaridade no Sistema Convencional de produção.	80
Tabela 3.5 - Valor da produção do Sistema Orgânico de cultivo.	81
Tabela 3.6 - Valor da produção do Sistema Convencional de cultivo.	82
Tabela 3.7 - Renda per capita complementada pelo Bolsa Família no sistema orgânico de produção.	82
Tabela 3.8 - Renda per capita complementada pelo Bolsa Família no sistema convencional de produção.	83

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	18
REVISÃO DA LITERATURA.....	19
1. Matéria orgânica do solo (MOS).....	19
1.1 Origem e composição da MOS.....	19
1.2 Dinâmica e função da MOS.....	20
2. Índice de Manejo de Carbono (IMC).....	24
3. Cultivo orgânico x cultivo convencional.....	25
4. Caracterização geral da área em estudo.....	26
4.1 Localização geográfica.....	26
4.2 Geologia.....	28
4.3 Relevo.....	29
4.4 Solos.....	29
4.5 Clima.....	31
4.6 Vegetação e uso do solo.....	32
CAPÍTULO 1 - Avaliação da qualidade do solo no sistema orgânico e no tradicional através do estoque de carbono.....	33
1. INTRODUÇÃO.....	33
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
2.2 Amostragem do solo.....	34
2.3 Estoque de carbono.....	41
2.4 Densidade de partículas (Dp).....	42
2.5 Densidade do solo (Ds).....	42
2.6 Porosidade Total (P).....	43

3. Estatística.....	43
4. Resultados e Discussão.....	44
4.1 Fração de COT e Matéria orgânica.....	44
4.2 Densidade do solo.....	46
4.3 Estoque de carbono orgânico total.....	48
4.4 Densidade das partículas.....	50
4.5 Porosidade Total.....	52
5. Conclusões.....	54

REFERÊNCIAS

CAPÍTULO 2 - Avaliação da sustentabilidade ambiental de áreas com horticultura no sistema orgânico e no convencional através do IMC.....	61
2. Materiais e Métodos.....	61
2.1 Carbono orgânico total (COT) e o carbono orgânico lábil (C_L)...	61
3. Estatística.....	61
4. Resultados e Discussão.....	63
4.1 Estoque de Carbono lábil.....	63
4.2 Estoque de Carbono não-lábil.....	65
4.3 Índice de Manejo de Carbono (IMC).....	67
5. Conclusões.....	70

REFERÊNCIAS

CAPÍTULO 3 - Avaliação da sustentabilidade econômica de áreas com horticultura no sistema orgânico e no convencional.....	72
1. Introdução.....	72
2. Materiais e Métodos.....	72
3. Resultados e Discussão.....	73
3.1 Principais características entre as propriedades no Sistema Orgânico e Convencional.....	73
3.1.1 Área.....	73
3.1.2 Tempo de uso da terra.....	74
3.1.3 Renda (semanal).....	75
3.1.4 Produtividade (semanal).....	76
3.1.5 População.....	77
3.1.5.1 Idade dos chefes de família.....	77
3.1.5.2 Total de residentes e número de filhos.....	79
3.1.6 Educação.....	79
3.1.7 Economia.....	81
3.1.7.1 Valor da produção.....	81
3.1.7.2 Renda mensal e Renda per capita complementada pelo Bolsa Família.....	82
4. Conclusões.....	83
REFERÊNCIA	
CONCLUSÃO GERAL.....	84
APENDICES	

INTRODUÇÃO GERAL

A sub-bacia do Natuba localiza-se na bacia hidrográfica do rio Tapacurá, na Zona da Mata Centro, de Pernambuco, cortando os municípios de Vitória de Santo Antão e Pombos. A região apresenta características importantes como fertilidade das terras e a adequada pluviosidade média anual entre 1.008 mm e 1.395 mm, adequada para a principal atividade econômica local, que é a produção de hortaliças folhosas em larga escala. Essa produção abastece o Grande Recife, chegando a ser responsável por 60% do consumo de hortaliças na região. Essas características constituem-se em oportunidade para o desenvolvimento local, porém, trazem elementos de pressão e risco de degradação ambiental. Na região da bacia existem mais de 350 assentados, com produção agrícola familiar (BRAGA *et al.* 1998).

Embora não seja o único atributo para o monitoramento da sustentabilidade dos sistemas agrícolas, a matéria orgânica é o atributo que melhor representa a qualidade do solo. O seu declínio no solo ao longo do tempo estará indicando algum erro no sistema de manejo adotado como; excesso de revolvimento, baixa fertilidade, baixa produção de resíduos, erosão acelerada etc., o qual, se não for corrigido, conduzirá a exploração agrícola a uma situação insustentável economicamente e ambientalmente (MIELNICZUK, 1999).

Quando está sob vegetação natural, o conteúdo de matéria orgânica no solo permanece estável. O uso agrícola altera esse equilíbrio, acentuando-se o quadro de redução quando há um intenso revolvimento do solo e a adoção de sistemas de culturas com baixa adição de MO. Portanto, para se manter ou recuperar os teores de MO e a capacidade produtiva do solo, recomenda-se a utilização de pastagens ou, no caso de sistemas agrícolas intensos, a utilização de métodos com o mínimo possível de revolvimento do solo, além da adição de resíduos vegetais para se manter o equilíbrio (BAYER e MIELNICZUK, 1999).

Segundo Leite *et al* (2003), em sistemas agrícolas, não só a seleção de culturas e as formas de preparo do solo influenciam na dinâmica da MOS, mas também a adição de fertilizantes químicos e materiais.

O Índice de Manejo de Carbono (IMC) seria um meio eficiente para se analisar a qualidade do solo, através do comportamento dos estoques de C orgânico total (COT) e de seu compartimento (C lábil).

O objetivo geral do trabalho foi determinar a sustentabilidade das áreas com horticultura folhosa no sistema de produção orgânico e no sistema convencional e avaliar o impacto desses sistemas na geração de renda da comunidade de assentados na sub-bacia do curso médio rio Natuba, Pernambuco.

REVISÃO DA LITERATURA

1. Matéria orgânica no solo (MOS)

1.1 Origem e composição da MOS

O carbono no solo apresenta-se dividido em duas frações: inorgânica e orgânica. O termo orgânico diz respeito a matérias ou substâncias que possuem carbono e hidrogênio em suas moléculas, podendo conter também enxofre, fósforo, nitrogênio e outros elementos em sua estrutura (MELLO, 2007).

A matéria orgânica do solo (MOS) é resultante, sobretudo, da deposição de resíduos de origem animal e vegetal, os quais, ao serem depositados, sofrem uma inicial decomposição parcial pela mesofauna e, posteriormente, uma ação decompositora dos microorganismos, na qual parte do carbono presente nos resíduos é liberado para a atmosfera como CO₂ e o restante passa a fazer parte da matéria orgânica, como um componente do solo (BAYER e MIELNICZUK, 1999).

Do ponto de vista de estabilidade do solo, a matéria orgânica pode ser simplificada em uma fração lábil (biodegradável, leve) e uma fração humificada (estável, pesada). A fração lábil representa aproximadamente 1/3 do carbono orgânico do solo e apresenta alta taxa de

decomposição e um curto período de permanência no solo (THENG et al., 1989; ANDRIULO et al., 1990) sendo sua principal função é o fornecimento de nutrientes às plantas através de sua mineralização e de energia e carbono aos microorganismos do solo (OADES et al., 1989). A fração humificada representa cerca de 2/3 do carbono orgânico do solo e tem maior permanência no solo (THENG et al., 1989; ANDRIULO et al., 1990) sendo sua principal função atuar sobre as condições físicas e químicas do solo. O carbono da fração lábil é constituído por materiais orgânicos derivados, principalmente, de restos vegetais, com quantidade razoáveis de resíduos microbianos e da microfauna (MOLLOY, 1977).

O carbono (C) total do solo é o somatório do C orgânico (presente em sua maior parte na matéria orgânica do solo) com o C inorgânico, encontrado associado aos minerais carbonados, como a calcita e a dolomita (GUERRA e SANTOS, 1999).

1.2 Dinâmica e Função da MOS

Segundo Costa (2004), a proporção e a distribuição da matéria orgânica do solo dependem de todos os fatores de formação do solo e, nos solos cultivados, das culturas e técnicas culturais.

O clima é o fator que mais influi sobre o teor e características da matéria orgânica do solo, sendo o principal regulador da intensidade da decomposição dos resíduos orgânicos.

De acordo com Konova (1975), as chuvas da época de verão contribuem para a atividade decompositora da biota e os períodos caracterizados pelo déficit hídrico deprimem a atividade dos microorganismos, fazendo com que as substâncias decompostas não sofram mais ressíntese. Essas substâncias tardias, as quais reagem com a porção mineral, ficam pouco disponíveis aos microorganismos. Pouco húmus indica alta taxa de decomposição da matéria orgânica e também baixa capacidade de troca catiônica do solo.

É no compartimento formado pela serapilheira e pelo solo onde ocorrem todas as etapas de decomposição da matéria orgânica e de ciclagem dos nutrientes, pois é nele que se concentram os organismos que fragmentam as

cadeias carbônicas. A vegetação é a principal responsável pela variabilidade horizontal da serapilheira, pois quanto maior a diversidade da vegetação, mais heterogênea será a serapilheira em pontos próximos (CORREIA e ANDRADE, 1999).

A composição química da serapilheira varia com a idade das espécies que a compõem: os tecidos vegetais são compostos por aproximadamente 80% de água e 20% de matéria seca, sendo que desta praticamente 90% são carbono, oxigênio e hidrogênio, o resto é de nutrientes minerais (N, P, Ca, K, Mg). Os tecidos mais novos possuem mais carboidratos e proteínas e a porção lenhosa tem grandes quantidades de compostos fenólicos (FASSBENDER, 1975).

Numerosos são os esforços para se desenvolver modelos que simulem a dinâmica da matéria orgânica do solo e que eles se aproximem das variações que ocorrem no solo, quando várias frações da matéria orgânica, que diferem pela qualidade e, por conseguinte, pela sua taxa de decomposição, são incorporadas aos modelos (MAIA, 2003).

Segundo Dalal & Mayer (1986), a perda de CO corresponde à soma das perdas por oxidação, erosão e lixiviação. Perdas por lixiviação podem ser consideradas relativamente desprezíveis; por erosão sua importância depende da situação em que o solo se encontra quanto a relevo e cobertura da superfície; as mais importantes são as perdas por oxidação. Sua dinâmica pode ser representada pela variação dos conteúdos de CO através da equação:

$$dC/dt = - K_2 C + A K_1$$

sendo:

dC/dt – variação do conteúdo de CO ($t\ ha^{-1}$) no período de um ano;

C – conteúdo de CO do solo ($t\ ha^{-1}$);

K_2 – taxa de perda de CO (ano^{-1});

A – taxa de adição de CO ($t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$);

K_1 – fração do carbono adicionado (que efetivamente permanece após o período de um ano)

O uso combinado de fertilizantes químicos e materiais orgânicos tem sido recomendado como manejo alternativo, possibilitando a manutenção de alta produtividade, com estabilidade, principalmente quando o material orgânico aplicado apresenta elevada relação C:N e elevados conteúdos de lignina e polifenóis, e para regiões onde o uso de fertilizante é recomendado (Fernandes *et al.*, 1997). Em condições tropicais, em que a dinâmica da matéria orgânica é relativamente rápida, são escassos os estudos que visam determinar os efeitos da adubação mineral ou orgânica nos compartimentos da matéria orgânica do solo (KANCHIKERIMATH & SINGH, 2001).

De acordo com Rheinheimer *et al.* (2008), de modo geral, considera-se que a matéria orgânica do solo contém cerca de 58 % de C. Assim, a determinação do carbono orgânico total (COT) tem sido utilizada para estimar quantitativamente a fração orgânica do solo.

A MO tem uma importância fundamental para o solo nas condições químicas, físicas e biológicas. As principais condições químicas afetadas pela matéria orgânica são: a disponibilidade de nutrientes para as culturas, a capacidade de troca de cátions (CTC) e a complexação de elementos tóxicos e micronutrientes, fundamentais em solos tropicais, na sua maioria intemperizados e ácidos. Já a principal característica física do solo afetado pela matéria orgânica é a agregação, pois é a partir dela que indiretamente são afetadas as demais características físicas do solo, como a densidade, a porosidade, a aeração, a capacidade de retenção e a infiltração de água, entre outras, que são fundamentais à capacidade produtiva do solo. A formação dos agregados é atribuída principalmente às forças físicas envolvidas no umedecimento e secamento, congelamento e descongelamento, e ação de compressão pelas raízes. A MO apresenta-se como um dos fatores determinantes da estabilização dos agregados. A MO também afeta diretamente as características biológicas do solo, pois atua como fonte de carbono, energia e nutrientes para os microorganismos quimioheterotróficos e, através da mineralização do N e S orgânico, atua como fonte de energia aos microorganismos quimioautotróficos (BAYER e MIELNICZUK, 1999).

Segundo Beare *et. al.* (1994a,b apud PASSOS *et. al.*, 2007), a formação e a estabilização de macroagregados parece ser um dos mecanismos mais importantes para a preservação da MO sob os sistemas de cultivo

convencional. Entretanto, sob esses sistemas a matéria orgânica é mineralizada em maior grau.

Para o monitoramento da qualidade do solo é necessário definir atributos de solo e do meio ambiente sensíveis ao manejo e que sejam facilmente determinados. Para tanto, Larson & Pirce (1994) propuseram um conjunto mínimo de variáveis químicas, físicas e biológicas que, acompanhadas ao longo do tempo, são capazes de detectar as alterações da qualidade do solo em função do manejo. O carbono orgânico total (COT) ou a matéria orgânica (MO) do solo encontram-se entre essas variáveis (MIELNICZUK 1999).

O solo funciona como um sistema aberto quando está em condições naturais, trocando matéria e energia com o meio, alcançando a estabilidade quando as taxas de adição e de perdas se equivalem (ADDISCOT, 1992, apud MIELNICZUK, 1999).

Este mesmo autor afirmou que, dentro desse conceito, a adição de matéria orgânica ocorre via adição de carbono pela síntese de compostos orgânicos no processo da fotossíntese. A quantidade adicionada de carbono em determinadas condições edafoclimáticas depende das espécies e dos sistemas de cultura utilizados. Já as perdas de carbono ocorrem principalmente pela liberação de CO_2 na respiração, pela decomposição microbiana dos resíduos e da matéria orgânica do solo e pelas perdas de compostos orgânicos por lixiviação e erosão.

2. Índice de Manejo de Carbono (IMC)

Em condições tropicais, a dinâmica da matéria orgânica é relativamente rápida e são escassos os estudos que visam determinar os efeitos da adubação mineral ou orgânica nos compartimentos da matéria orgânica do solo (KANCHIKERIMATH & SINGH, 2001).

De acordo com Oliveira et. al. (2009), a avaliação dos teores de carbono orgânico total (COT) tem sido considerada suficiente em muitos trabalhos para o entendimento da dinâmica da matéria orgânica do solo (MOS) em um sistema de exploração agrícola em longo prazo.

Entretanto, em sua maioria, os estudos sobre o efeito de sistemas de manejo evidenciam a pouca sensibilidade da medida do C orgânico total. Como alternativa, tem-se apontado o C da biomassa microbiana do solo, representando o compartimento ativo da matéria orgânica do solo e o C da fração leve como indicadores mais sensíveis aos efeitos do manejo (OLIVEIRA et al., 2009).

A fração leve da matéria orgânica, ou seja, o carbono lábil seria aquele constituinte de compostos orgânicos mais facilmente mineralizado pelos microrganismos do solo (RANGEL et. al. 2008). A fração lábil desempenharia um importante papel na ciclagem de nutrientes (CONCEIÇÃO et. al., 2005).

Apesar de a MOS ser um excelente indicador de qualidade do solo, a simples quantificação dos estoques de carbono total ou de suas frações e a comparação com as condições do solo no seu estado original, não fornecem valores capazes de serem extrapolados para situações de manejo diferentes das avaliadas, em diferentes locais, climas e solos (NICOLOSO, 2005).

Neste sentido, Blair et al. (1995) propuseram o índice de manejo de carbono (IMC), que relaciona o estoque de carbono do solo e a labilidade deste carbono, calculados com base num sistema de referência, o qual pode ser o solo em estado natural de mata ou pastagem natural ou uma área degradada.

3. Cultivo orgânico x cultivo convencional

Por definição, agricultura orgânica é um conjunto de processos de produção agrícola que parte do pressuposto básico de que a fertilidade é função direta da matéria orgânica que está contida no solo (ORMOND et. al. 2002).

Segundo Darolt & Skora Neto (2002), em relação ao preparo do solo não existem diferenças entre o cultivo orgânico e o convencional, sendo recomendado que ambos utilizem implementos que façam um corte eficiente da palha e movimentem o mínimo possível o solo na linha de plantio.

Ainda segundo os autores, em relação à adubação, além do emprego de diferenças técnicas, as abordagens são distintas: no cultivo orgânico o que se busca não é simplesmente a nutrição da planta, mas principalmente a melhoria da alimentação do solo e do sistema.

A fertilização orgânica é baseada na matéria orgânica e em fertilizantes minerais naturais pouco solúveis. O aporte de elementos fundamentais (P, K, Ca, Mg) é feito com uso de farinha de ossos, rochas moídas, semi-solubilizadas ou tratadas termicamente (fosfatos naturais, sulfato de potássio etc.), sendo estimulado o uso de calcário. No caso dos microelementos (Bo, Fe, Zn, Cu, Mn etc.) tem-se procedido a sua utilização na forma quelatizada, por meio da fermentação da matéria-prima em solução de água, esterco e aditivos energéticos, conhecidas como biofertilizantes (supermagro, biogel etc.).

De uma maneira geral, os métodos empregados para o manejo de pragas e doenças no sistema orgânico podem ser sintetizados em três grandes pontos:

- 1) aumento da resistência das plantas (manejo adequado, espécies adaptadas e biofertilizantes);
- 2) controle biológico e uso de feromônios;
- 3) proteção física, repelentes e tratamentos curativos a base de produtos naturais.

No manejo das infestantes em sistema orgânico o princípio da prevenção deve ser privilegiado. Portanto, recomenda-se o uso de práticas que evitem a ressemeadura de invasoras; recomenda-se também a manutenção de uma boa quantidade de palha, o uso de plantas com efeito alelopático, o plantio em época adequada (antecipado para ganhar a concorrência com as invasoras), o uso de máquinas que permitam um bom corte da palha (com pouco revolvimento de solo na linha e deposição da semente em contato com o solo) e evitar períodos de pousio entre as culturas (SKORA NETO, 1998).

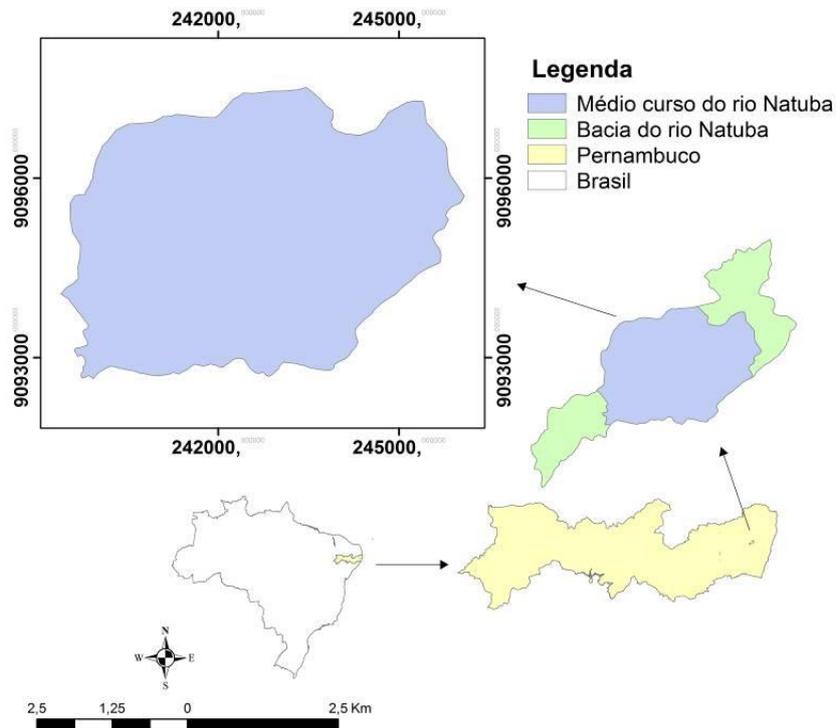
De acordo com Castro et. al. (2005), o aporte de nutrientes aos sistemas produtivos, sobretudo o nitrogênio, é uma das principais dificuldades enfrentadas pela agricultura orgânica, principalmente em condições tropicais, onde ocorre uma rápida mineralização da matéria orgânica, decorrente de temperatura e umidade elevadas.

4. Caracterização geral da área em estudo

4.1 Localização geográfica

O local de estudo foi a sub-bacia do médio curso do rio Natuba, abrangendo os municípios de Pombos e Vitória de Santo Antão, localizada na Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco (Fig. 1.1), que se insere na bacia hidrográfica do rio Tapacurá (BRAGA, 1998).

Figura 1.1 – Localização da sub-bacia do médio curso do rio Natuba no município de Pombos e Vitória de Santo Antão, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C.

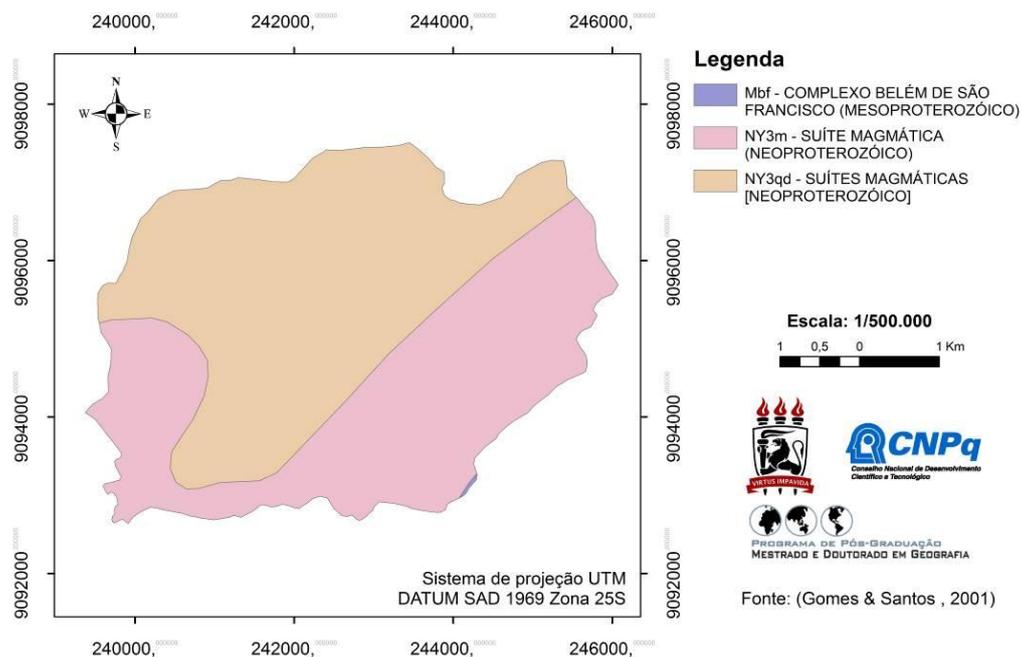
A região apresenta terras férteis e pluviosidade média anual entre 1.008 mm e 1.395 mm, medida pelos postos de Vitória de Santo Antão e Engenho Serra Grande. O período de chuvas vai de março a julho e nestes meses ocorrem em média 70% da precipitação anual (LAMEPE, 1994), o que favorece a principal atividade econômica local, a produção de hortaliças.

Estas características constituem-se em oportunidade para o desenvolvimento local, porém trazem elementos de pressão e risco de degradação ambiental. Associado a estes aspectos destaca-se a presença de um importante remanescente de Mata Atlântica, conhecido como Mata do Ronda, que possui cerca de 512 ha de extensão e, que insere-se no assentamento rural “Chico Mendes”, cuja área é de aproximadamente 1.600 ha (BRAGA, 2005).

4.2 Geologia

De acordo com Gomes e Santos (2001), a sub-bacia do curso médio do rio Natuba está inserida nos seguintes complexos geológicos (Fig. 1.2):

Figura 1.2 – Complexos geológicos da sub-bacia do médio curso do rio Natuba, contendo os municípios de Vitória de Santo Antão e Pombos, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: GOMES e SANTOS (2001).

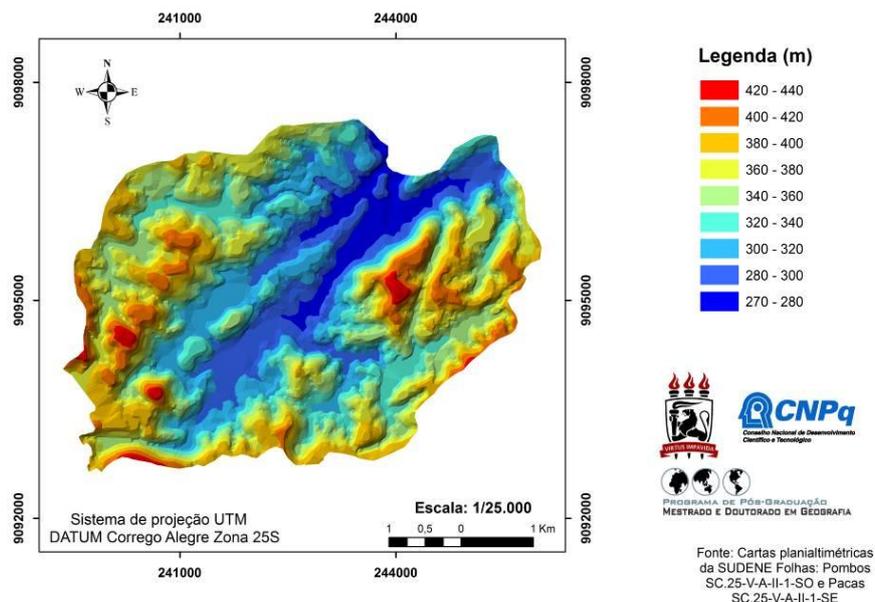
- Ny3m (Monzonitos e granodioritos com enclaves máficos e filiação alcalina-metaluminosa) originado no Neoproterozóico;
- Mbf: Complexo Belém de São Francisco (mesoproterozóico) formadas por biotita ortognaisses tonalíticos/granodioríticos, leucocrático de cor cinza, geralmente migmatizados e migmatitos com mesossoma quartzo diorítico/tonalítico a anfibólio e/ou biotita, etc.;
- Ny3qd (Suítes Magmáticas formados por quartzodioritos com variações para monzodioritos, monzogranitos e biotitagranodioritos) formados no neoproterozóico (GOMES e SANTOS, 2001).

4.3 Relevo

Toda a área da sub-bacia do curso médio do rio Natuba insere-se na Unidade Morfoestrutural do Planalto da Borborema, caracterizada pela presença de Suítes Magmáticas, gerada pela atividade magmática associada com a orogênese brasileira na Província da Borborema (GOMES e SANTOS, 2001).

A sub-bacia do médio curso do rio Natuba possui cotas altimétricas entre 270 e 440 metros, havendo assim uma diferença de 170 metros entre o ponto mais alto e o mais baixo da sub-bacia (Fig. 1.3).

Figura 1.3 – Modelo Digital de Elevação do terreno da sub-bacia do médio curso do rio Natuba, contendo os municípios de Vitória de Santo Antão e Pombos, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.

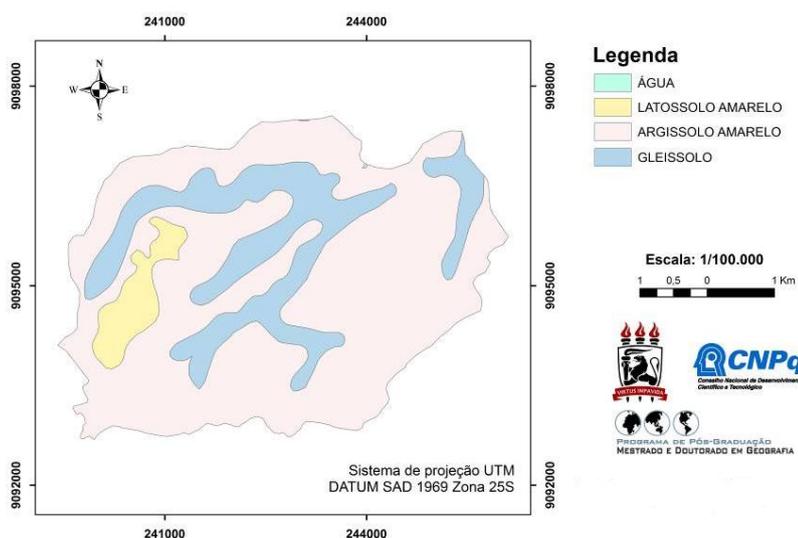


Fonte: SOUZA *et al.* (2008).

4.4 Solos

De acordo com Oliveira Neto *et al.* (2001), os principais tipos de solos ocorrentes na sub-bacia do curso médio do rio Natuba são: Latossolo Amarelo, Argissolo Amarelo, Argissolo Vermelho e o Gleissolo (Fig. 1.4).

Figura 1.4 – Solos da sub-bacia do médio curso do rio Natuba, contendo os municípios de Vitória de Santo Antão e Pombos, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: Oliveira Neto *et al*, (2001).

Segundo a Embrapa (2006), esses solos são definidos como:

- Latossolo amarelo: solos profundos, amarelos, com matizes do horizonte B entre 7,5YR e 10YR, cauliníticos, de textura com extremos de argila que vão de 15 a 95%.
- Argissolo: solos formados por material mineral com argila de baixa atividade ou alta combinada com saturação de bases baixa ou caráter alítico, e horizonte B textural rigorosamente abaixo de horizonte A ou E.
- Argissolo Amarelo: solos com matiz 7,5 YR ou mais amarelos na maior parte do primeiro metro do horizonte B (inclusive BA).
- Argissolo Vermelho: solos com matiz 2,5YR ou mais vermelho ou com matiz 5YR e valores e cromos iguais ou menores que 4, na maior parte do primeiro metro do horizonte B (inclusive BA).
- Gleissolo: solos constituídos por material mineral compreendendo-se como hidromórficos, que apresentam logo abaixo do horizonte A ou E, ou H um horizonte glei dentro de 1,5 m da superfície.

4.5 Clima

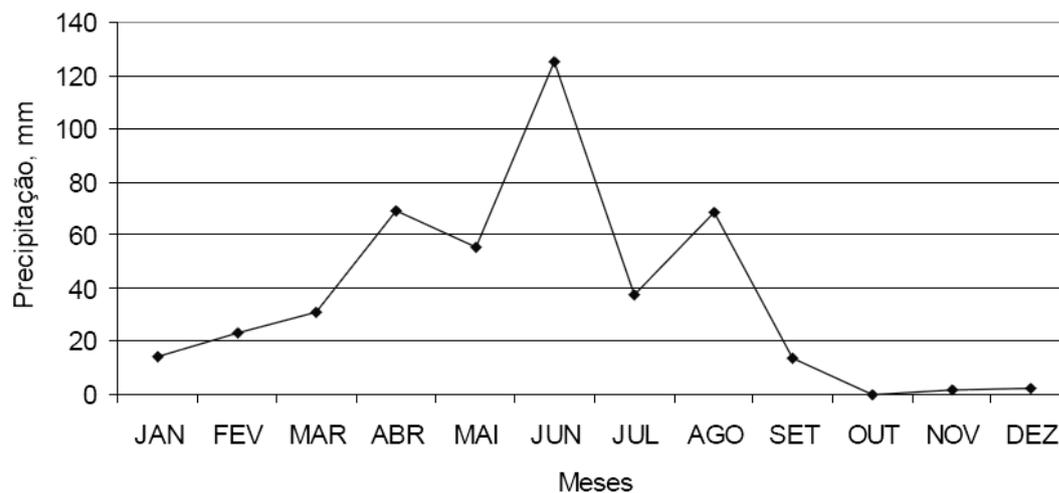
De acordo com os dados pluviométricos dos postos de Vitória de Santo Antão e Engenho Serra Grande, a área apresenta uma precipitação média anual entre 1.008 mm e 1395 mm com o período chuvoso entre os meses de março a julho, ou seja, chuvas de outono-inverno, concentrando-se nessa estação em torno de 70% da precipitação média anual (BRAGA *et al.*, 1998).

O clima do Médio Natuba é denominado como Tropical chuvoso ou Megatérmico úmido, com período chuvoso de março a julho (outono-inverno) e temperatura média anual de 23,8°C, variando entre a mínima de 19,3°C e a máxima de 30,9°C (SILVA, 2007).

A área de estudo encontra-se em uma zona de transição entre a mata pernambucana e o agreste, apresentando características mais úmidas ao leste e mais secas ao oeste da região.

Segundo Souza (2008), existe duas estações climáticas bem definidas na sub-bacia do rio Natuba: uma de março a agosto (período chuvoso) e outra de setembro a fevereiro (período seco) (Fig. 1.5).

Figura 1.5 - Precipitação de 2007 da sub-bacia do rio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



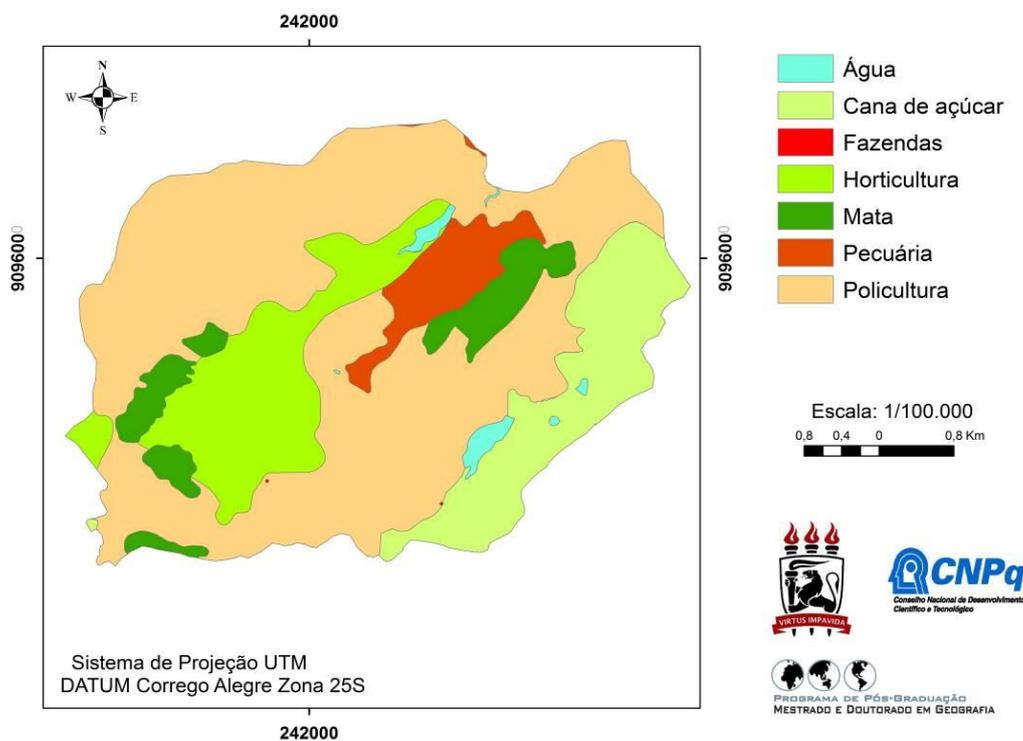
Fonte: SOUZA *et al.* (2008).

4.6 Vegetação e uso do solo

A cobertura vegetal de Mata Atlântica foi em grande parte degradada devido à expansão da monocultura da cana-de-açúcar, a qual a partir do início da década de 1990, com a crise da cana-de-açúcar, foi gradativamente substituída pela horticultura folhosa (BRAGA *et al.*, 1998).

As formas de utilização do solo da região do Médio Natuba foram classificadas, segundo Braga (2001), como: mata, policultura, cana-de-açúcar, capoeira, horticultura, fazendas, pecuária e superfície de água (Fig. 1.6).

Figura 1.6 – Uso da solo da sub-bacia do curso médio do rio Natuba, contendo os municípios de Vitória de Santo Antão e Pombos, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: BRAGA (2001)

CAPÍTULO 1

Avaliação da qualidade do solo no sistema orgânico e no convencional através do estoque de carbono

1. INTRODUÇÃO

A retirada da cobertura vegetal natural e a utilização do solo para atividades agrícolas provocam alterações nas propriedades físicas e químicas do solo, sobretudo as influenciadas pelo carbono orgânico do solo (MEDICA et. al., 2008).

O principal motivo do uso da matéria orgânica como indicador de sustentabilidade está na definição do teor crítico, a partir do qual a qualidade do solo ficaria comprometida. O teor crítico é variável de solo para solo, porém, em regiões tropicais e subtropicais, o teor de carbono em solos no seu estado natural estável talvez possa ser tomado como referência. (MIELNICZUK, 1999).

Mesmo que, em um primeiro momento, esse teor não seja importante para a produtividade das culturas, será significativo na melhoria da qualidade do solo em relação à preservação do ambiente, pela retenção de cátions (CTC), agregação, resistência à erosão, infiltração e retenção de água e retirada de CO₂ da atmosfera (LAL, 1997).

Existem dois fatores principais para o consenso em relação a MO como indicador de qualidade do solo. Primeiro, o teor de matéria orgânica no solo é muito sensível em relação às práticas de manejo, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais, onde, nos primeiros anos de cultivo, mais de 50% da MO previamente acumulada é perdida por diversos processos, entre esses, a decomposição microbiana e a erosão (SANCHES, 1976; DALAL & MAYER, 1986; GREENLAND *et al.*, 1992; ANDREUX, 1996; PICCOLO, 1996, apud MIELNICZUK, 1999). Segundo, a maioria dos atributos do solo e do meio ambiente relacionados às funções básicas do solo, citadas na definição, tem estreita relação com a MO (DORAN, 1997). Destacam-se a estabilidade dos agregados e da estrutura, infiltração e retenção de água, resistência à erosão, atividade biológica, capacidade de troca de cátions (CTC), disponibilidade de

nutrientes para as plantas, lixiviação de nutrientes, liberação de CO₂ e outros gases da atmosfera.

Nas últimas décadas houve um aumento significativo de interesse dos cientistas pelos sistemas orgânicos de cultivo, especialmente em comparação à agricultura convencional (LIMA *et al.*, 2007).

Ainda segundo Lima *et al.* (2007), o sistema de cultivo orgânico diminui o revolvimento do solo, favorecendo a recuperação das propriedades físicas e químicas, deterioradas anteriormente pelo sistema de cultivo intensivo ou convencional.

O uso agropecuário inadequado alteraria o equilíbrio da matéria orgânica do solo (MOS), influenciando negativamente na produtividade das culturas e na qualidade do solo de forma significativa.

Neste sentido, o trabalho teve como objetivo determinar o carbono orgânico total e o seu estoque em áreas com horticultura folhosa nos sistemas orgânico e convencional e comparar esses valores com os de uma área sob vegetação nativa.

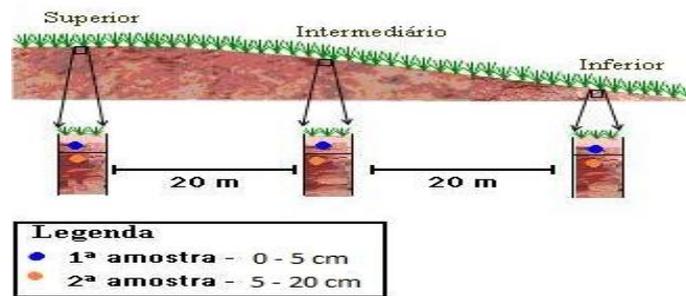
2.MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Amostragem do solo

As amostras para medidas de carbono foram retiradas de seis propriedades que utilizam produção orgânica de hortaliças e de outras seis propriedades com produção convencional de hortaliças (cuja relação de produtores encontra-se no APÊNDICE B), além de uma área sob vegetação nativa, utilizada como referência.

Todas as culturas estavam localizadas no entorno do curso médio do rio Natuba, onde predominava o Argissolo Amarelo e tinham características muito similares: mesma precipitação anual e mesmos parâmetros geomorfológicos. Uma estrutura de grade foi feita no campo, contendo seis transectos paralelos, separados por uma distância de seis metros. O comprimento de cada transecto foi de 40 m e neles foram marcados três pontos, numa distância de 20 metros entre cada um (Fig 1.7).

Figura 1.7 – Esquemática da amostragem do solo.



Fonte: MIRANDA, E.C.

Em cada ponto foram coletadas, em média 18 amostras nas profundidades de 0-5 e 5-20 cm. As amostras foram misturadas e posteriormente quarteadas, obtendo-se no final duas amostras compostas – uma para a profundidade de 0-5 e outra para a profundidade de 5-20 cm - para cada uma das 12 propriedades em estudo (Fig. 1.8 à Fig. 1.18). As coordenadas, de todos os pontos de amostragem (Fig. 1.19), foram determinadas usando um sistema de receptor GNSS no sistema GPS. As amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm de malha. Uma sub-amostra de solo foi passada em peneira de 0,149 mm de malha e submetida à análise de carbono. Em cada propriedade foram coletadas três amostras de solo com anel volumétrico, nas duas profundidades, para determinação da densidade.

Figura 1.8 – Cultivo orgânico do produtor 1, localizado na sub-bacia do Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C. 2011

Figura 1.9 – Cultivo orgânico do produtor 2, localizado na sub-bacia do Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C. 2011

Figura 1.10 – Cultivo orgânico do produtor 3, localizado na sub-bacia do Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C. 2011

Figura 1.11 – Cultivo orgânico do produtor 4, localizado na sub-bacia do Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C. 2011

Figura 1.12 – Cultivo orgânico dos produtores 5, localizado na sub-bacia do Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C. 2011

Figura 1.13 – Cultivo orgânico do produtor 6, localizado na sub-bacia do Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C. 2011

Figura 1.14 – Cultivo convencional do produtor 7, localizado na sub-bacia do Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C. 2011

Figura 1.15 – Cultivo convencional do produtor 8, localizado na sub-bacia do Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C. 2011

Figura 1.16 – Cultivo convencional dos produtores 9 (à esquerda) e 10 (à direita), localizados na sub-bacia do Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C. 2011

Figura 1.17 – Cultivo convencional do produtor 11, localizado na sub-bacia do Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



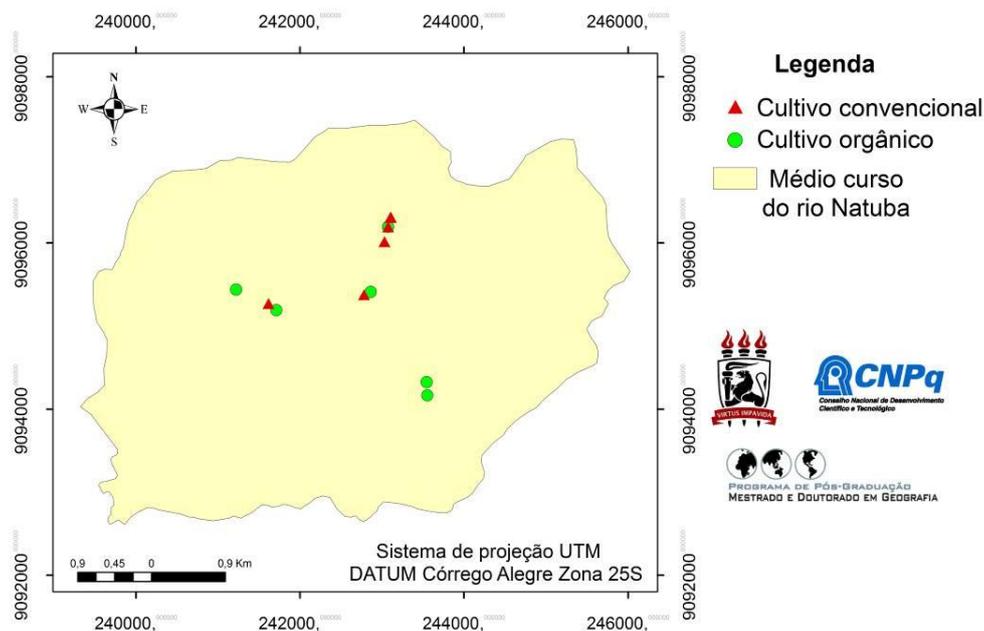
Fonte: MIRANDA, E.C. 2011

Figura 1.18 – Cultivo convencional do produtor 12, localizado na sub-bacia do Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C. 2011

Figura 1.19 - Pontos de coleta nos sistemas orgânico e convencional no médio curso do rio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C.

2.3 Estoque de carbono

O carbono orgânico total do solo foi determinado pelo método de oxidação úmida-difusão (SNYDER e TROFYMOW, 1984). Pesou-se 0,5 g de solo, passado em peneira de 0,015 mm, em tubo de digestão com tampa. Ao tubo foi adicionado 1,0 g de $K_2Cr_2O_7$ p.a. e 25 mL de uma mistura digestora constituída de H_2SO_4 e H_3PO_4 concentrados na proporção 3:2. Para cada bateria de amostras foram adicionados quatro brancos. Em um tubo de vidro pequeno, que ficou inserido dentro do tubo de digestão, foram adicionados 2 mL de $NaOH$ 1 mol L^{-1} , para captação do CO_2 liberado durante a digestão. Os tubos foram colocados em placa digestora por 2 horas a uma temperatura de $120^\circ C$. Após a digestão, esperou-se no mínimo 12 horas para iniciar a quantificação, tempo necessário para a total captação do CO_2 liberado na digestão. Cada tubo foi aberto cuidadosamente, retirado o tubo menor do seu interior e o volume de $NaOH$ 1 mol L^{-1} contido neste tubo menor foi transferido para um béquer de 250 mL, lavando-se o tubinho com bastante água deionizada. A quantificação foi feita por titulação potenciométrica em HCl $0,25 \text{ mol L}^{-1}$, entre os pHs 8,3 e 3,7.

Considerando-se que a matéria orgânica possui 58% de carbono, multiplica-se o carbono orgânico pelo fator convencional de “Van Bemmelen” (1,724) (EMBRAPA, 1997).

Já o carbono acumulado em cada camada de solo estudada (estoque de carbono orgânico) foi calculado segundo Freixo *et al.*(2002) de acordo com a seguinte expressão:

$$EstC = \frac{CO_{total} * Ds * e}{10}$$

Em que:

EstC = estoque de carbono orgânico na camada estudada (Mg ha⁻¹);

CO total = carbono orgânico total (g kg⁻¹);

Ds = densidade do solo da camada estudada (kg dm⁻³);

e = espessura da camada estudada (cm).

2.4 Densidade de partículas (Dp)

A densidade de partículas do solo foi feita com amostras deformadas segundo a metodologia da Santos (2005):

Foram pesados 20 g de solo e colocados em estufa a 105°C por seis a 12 horas. A amostra de solo foi transferida para um balão volumétrico de 50 ml e em seguida completou-se o volume do balão com álcool etílico, sendo anotado o volume de álcool gasto.

Os dados obtidos foram lançados na seguinte fórmula:

$$Dp \text{ (g/cm}^3\text{)} = a/50 - b;$$

Onde:

a = peso da amostra seca à 105 °C e b = volume de álcool gasto

2.5 Densidade do solo (Ds)

A Ds foi determinada através do método do anel volumétrico, o qual fundamenta-se no uso de um anel de bordos cortantes com capacidade interna

(V) conhecida (50 cm^3). Crava-se o anel na parede do perfil ou no próprio solo, por pancadas ou pressão (Fig. 1.19). Removendo-se a seguir o excesso de terra, com o auxílio de uma faca, até igualar as bordas do anel (Fig. 1.20). O solo obtido é transferido para um recipiente e levado a secar em uma estufa para obtenção da sua massa (M). Então, a densidade do solo (d) foi calculada utilizando a seguinte fórmula:

$$d = \frac{M}{V}$$

Os valores foram expressos segundo a unidade internacional (g/cm^3).

Na área sob vegetação nativa foi utilizado o método do torrão parafinado (EMBRAPA, 1997)

2.6 Porosidade Total (P)

O método escolhido para a determinação da porosidade total foi o indireto, com uso da seguinte fórmula:

$$P = (D_p - D_s) * 100 / D_p$$

Onde:

P = é a porosidade total.

D_p é a densidade de partículas.

D_s é a densidade do solo.

3. Estatística

Todos os dados obtidos no solo das áreas estudadas, sob sistema orgânico e convencional de cultivo, foram analisados estatisticamente através da análise de variância (ANOVA), pelo teste F e, em seguida, as médias foram comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, com o auxílio do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2003) e se encontram no APÊNDICE B.

4. Resultados e Discussão

4.1 Fração de COT e Matéria orgânica

De acordo com o quadro 1.1, para as propriedades do Sistema Orgânico, o produtor 3 foi o que apresentou uma maior fração de carbono orgânico total e MO nas duas profundidades em estudo, seguido pelo produtor 4; os demais produtores ficaram abaixo da média.

O cultivo do produtor 3 tinha, visivelmente, uma maior adição de esterco de gado ao solo, entre todos os cultivos orgânicos, onde a amostragem do solo foi realizada. É possível que ele tenha feito a adubação pouco tempo antes da amostragem do solo, o que explicaria os altos valores encontrados. O mesmo é válido para o cultivo do produtor 4.

Quadro 1.1. Carbono orgânico total e matéria orgânica nas profundidades de 0-5 e 5-20 nas propriedades do sistema orgânico de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.

Produtor	Profundidade	COT	Matéria orgânica
			Mg ha ⁻¹
1	0-5	11,84	20,41
	5_20	10,28	17,72
2	0-5	9,90	17,07
	5_20	8,40	14,48
3	0-5	17,66	30,45
	5_20	15,74	27,14
4	0-5	16,50	28,45
	5_20	15,72	27,10
5	0-5	11,78	20,31
	5_20	9,40	16,21
6	0-5	10,72	18,48
	5_20	8,86	15,27
Média	0-5	13,07	22,53
	5_20	11,40	19,65

Fonte: MIRANDA, E.C.

De acordo com o quadro 1.2, para as propriedades do Sistema Convencional, o produtor 7 foi o que apresentou uma maior fração de carbono orgânico total e MO nas duas profundidades em estudo; já o produtor 12 foi o que apresentou as menores frações de carbono orgânico total e MO nas duas profundidades, ficando abaixo da média obtida entre todas as propriedades com cultivo convencional.

O produtor 7 é o que mais consome esterco de boi entre os produtores. Não soube precisar, mas relatou duas “carradas”, que equivaleria a uma caminhonete pequena, por semana, o que é uma quantidade relativamente grande, pois os outros produtores geralmente utilizam uma caminhonete de esterco para mais de um mês.

Quadro 1.2 - Carbono orgânico total e matéria orgânica nas profundidades de 0-5 e 5-20 nas propriedades do sistema convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.

Produtor	Profundidade	COT	Matéria orgânica
			-----Mg ha ⁻¹ -----
7	0-5	18,08	31,17
	5-20	11,30	19,48
8	0-5	14,78	25,48
	5-20	12,62	21,76
9	0-5	10,72	18,48
	5-20	10,36	17,86
10	0-5	12,48	21,52
	5-20	10,88	18,76
11	0-5	12,56	21,65
	5-20	10,92	18,83
12	0-5	8,62	14,86
	5-20	8,10	13,96
Média	0-5	12,87	22,19
	5-20	10,70	18,44

Fonte: MIRANDA, E.C.

Não houve diferença estatística entre as médias de COT e MO entre os sistemas de cultivos orgânico e convencional, nas duas profundidades estudadas (Quadro 1.3).

Quadro 1.3 - Médias de carbono orgânico total e matéria orgânica nas profundidades de 0-5 e 5-20 nas propriedades dos sistemas orgânico e convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.

Cultivo	COT 0-5	COT 5-20	MO 0-5	MO 5-20
	----- Mg ha ⁻¹ -----			
Orgânico	13,07a	11,40a	22,53a	19,65a
Convencional	12,87a	10,70a	22,19a	18,44a
CV (%)	25,02	23,81	25,02	23,81

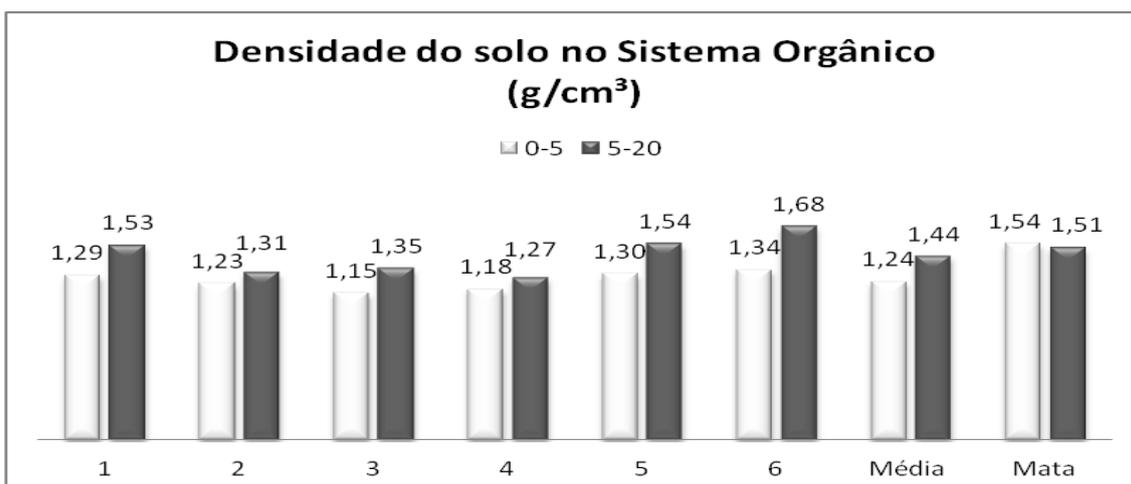
Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV = Coeficiente de variação. Fonte: MIRANDA, E.C.

4.2 Densidade do solo

O cultivo do produtor 6 apresentou os maiores valores de densidade do solo nas duas profundidades estudadas entre todos os produtores do sistema orgânico; metade dos produtores apresentou valores de densidade do solo abaixo da média geral (Fig. 1.20).

O alto valor de densidade do solo encontrado na profundidade de 5 – 20 cm no cultivo do produtor 6 pode estar relacionado com a baixa aração do solo nos leirões situados na porção superior do terreno.

Figura 1.20 – Densidade do solo nas propriedades do sistema orgânico de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.

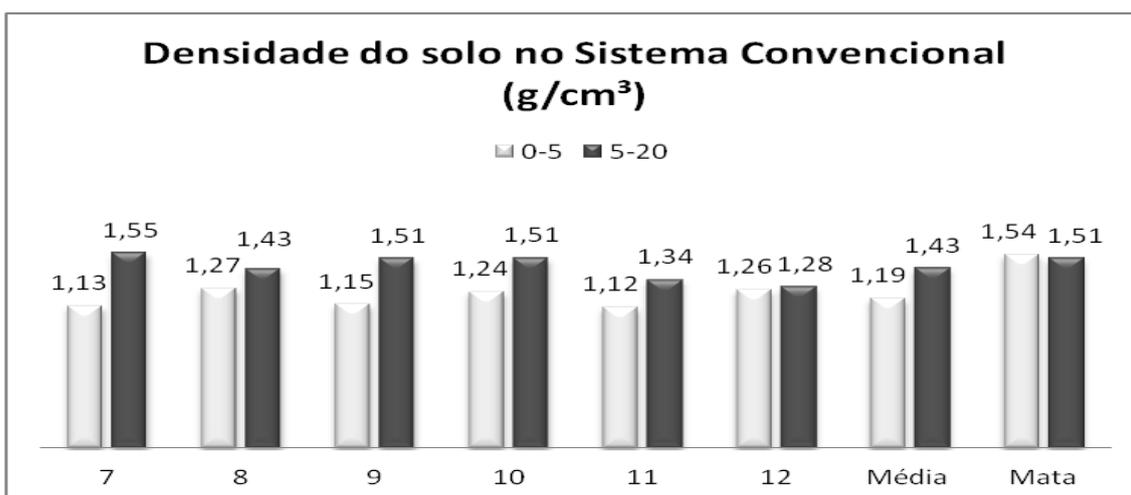


Fonte: MIRANDA, E.C.

Entre os cultivos convencionais, o produtor 8 apresentou maior densidade do solo para a profundidade de 0-5 cm, enquanto que na profundidade de 5-20 cm, a maior densidade do solo foi observada no cultivo do produtor 7. (Fig. 1.21)

O destaque é a densidade do solo encontrada no cultivo do produtor 12, a qual praticamente se manteve estável entre as duas profundidades estudadas (Fig. 1.21).

Figura 1.21 – Densidade do solo nas propriedades do sistema convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C.

Apesar de o cultivo orgânico apresentar uma média maior de Ds na profundidade de 0-5 cm, estatisticamente não houve diferença entre as médias de densidade do solo entre os sistemas de cultivo (orgânico e convencional) nas duas profundidades estudadas (Quadro 1.4).

Quadro 1.4 - Médias de densidade do solo nas profundidades de 0-5 e 5-20 nas propriedades dos sistemas orgânico e convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.

Cultivo	Densidade do solo 0-5	Densidade do solo 5-20
	----- g/cm ³ -----	
Orgânico	1,24a	1,44a
Convencional	1,19a	1,43a
CV (%)	5,86	9,48

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV = Coeficiente de variação. Fonte: MIRANDA, E.C.

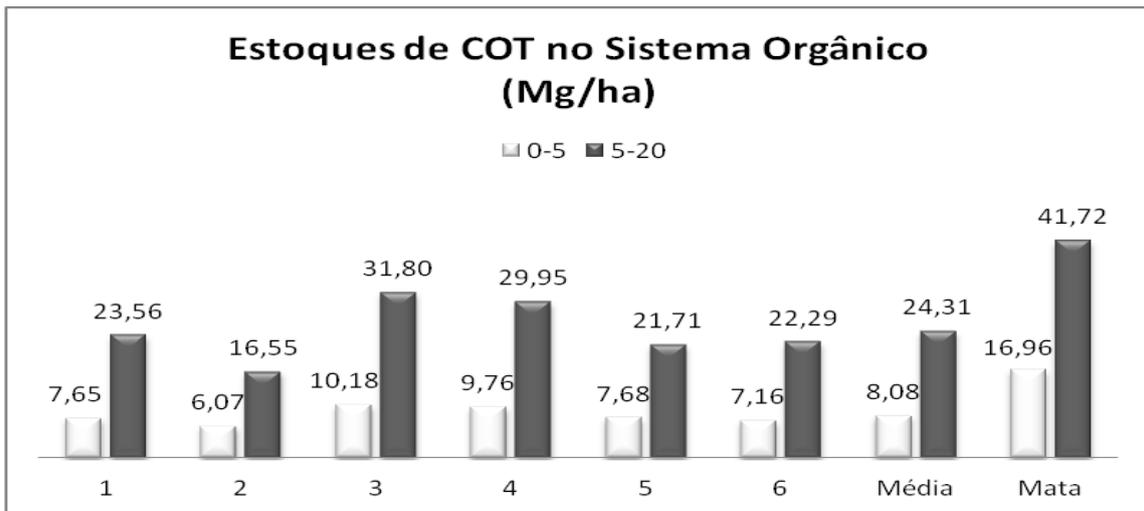
4.3 Estoque de carbono orgânico total

Para as propriedades do Sistema Orgânico, o estoque de COT apresentado nas profundidades de 0-5 cm e de 5-20 cm foi maior no cultivo do produtor 3; os demais produtores ficaram abaixo da média obtida entre as propriedades com sistema orgânico (Fig. 1.22).

O resultado era esperado, pois o produtor 3 apresentou maiores valores de COT e MO, seguido de perto pelo produtor 4.

O destaque é o valor de estoque de COT do produtor 6 com relação aos irmãos produtores 5 na profundidade 5-20 cm, pois, embora este tenha apresentado um menor valor de COT e MO, obteve um maior estoque de COT por apresentar uma maior densidade do solo em seu cultivo.

Figura 1.22 – Estoques de carbono orgânico total nas propriedades do sistema orgânico de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.

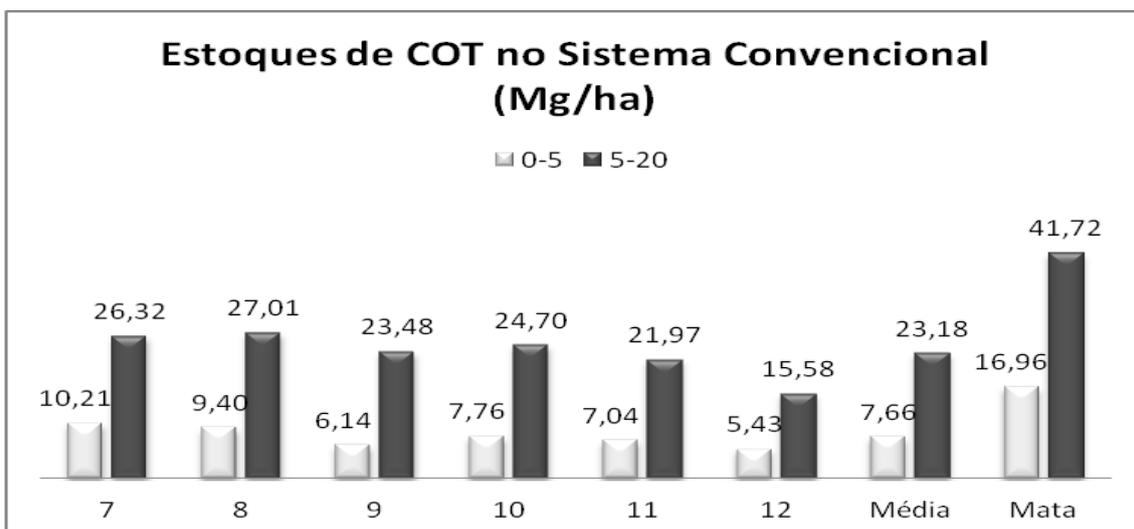


Fonte: MIRANDA, E.C.

Já para as propriedades do Sistema Convencional, o estoque de COT apresentado na profundidade de 0-5 cm foi maior no cultivo do produtor 7; já para a profundidade de 5-20 cm o maior estoque de COT foi do cultivo do produtor 8. (Fig. 1.23)

Apesar de o cultivo do produtor 7 possuir uma densidade do solo maior do que o cultivo do produtor 8 na profundidade 5-20 cm, a quantidade maior de COT foi preponderante para que o estoque de carbono orgânico total no cultivo do produtor 8 fosse maior do que no cultivo do produtor 7.

Figura 1.23 – Estoques de carbono orgânico total nas propriedades do sistema convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C.

Não houve diferença estatística entre as médias do estoque de COT entre os sistemas de cultivo (orgânico e convencional) nas duas profundidades estudadas (Quadro 1.5).

Quadro 1.5 - Médias de estoque de COT nas profundidades de 0-5 e 5-20 nas propriedades dos sistemas orgânico e convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.

Cultivo	Est de COT 0-5	Est de COT 5-20
	----- Mg ha ⁻¹ -----	
Orgânico	8,08a	24,31a
Convencional	7,66a	23,18a
CV (%)	21,88	20,88

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV = Coeficiente de variação. Fonte: MIRANDA, E.C.

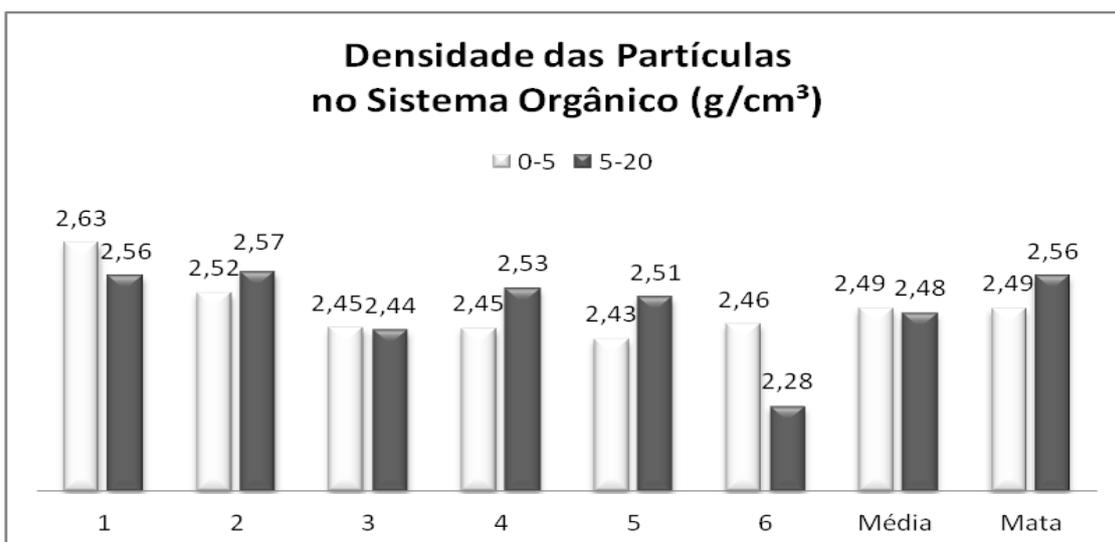
4.4 Densidade de partículas

O cultivo do produtor 1 foi o que apresentou a maior densidade de partículas na profundidade de 0-5 cm; já o cultivo do produtor 6 foi o que apresentou o menor valor de densidade de partículas entre os cultivos orgânicos (Fig. 1.24).

Embora seja o valor mais alto, a densidade de partículas encontrada no cultivo do produtor 1 na profundidade de 0-5 cm está dentro do valor médio utilizado para efeito de cálculos que é de 2,65 g/cm³ (KIEHL, 1979).

O baixo valor encontrado no cultivo do produtor 6 na profundidade de 5-20, reflete o alto valor de densidade do solo apresentado e, conseqüentemente, o menor percentual de porosidade do solo, como poderá ser observado no próximo tópico.

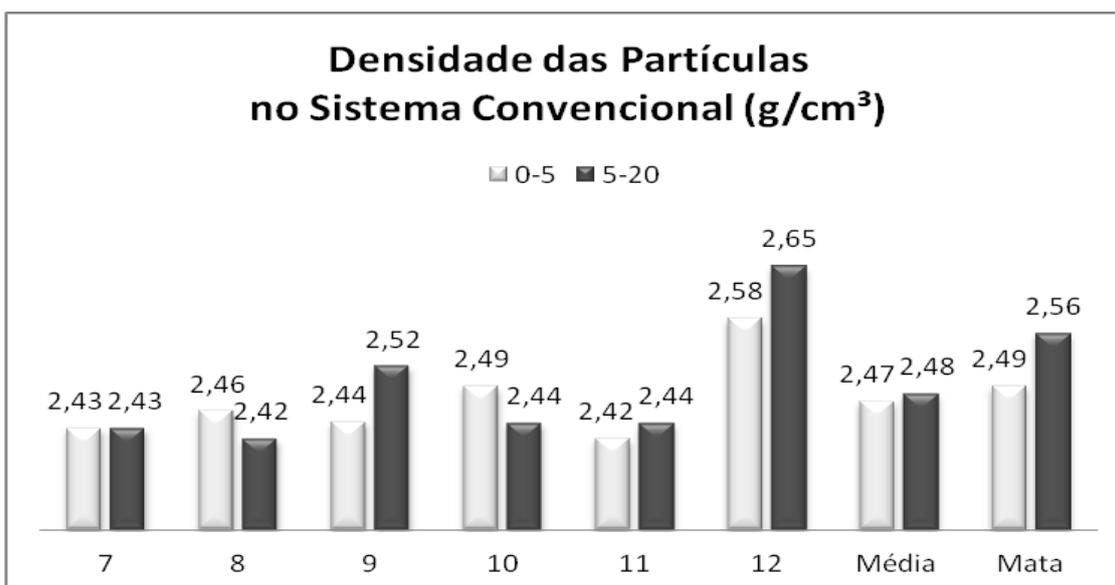
Figura 1.24 – Densidade de partículas nas propriedades do sistema convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C.

O cultivo do produtor 12 destacou-se consideravelmente dos outros produtores, apresentando os maiores valores de densidade de partículas nas duas profundidades em estudo (Fig. 1.25). Como dito anteriormente, mesmo sendo considerado um valor alto, está dentro da média utilizada para efeito de cálculos.

Figura 1.25 – Densidade de partículas nas propriedades do sistema convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C.

Os dois produtores que apresentaram os maiores níveis de COT e MO no solo em seus respectivos sistemas (3 e 7), possuem densidade de partículas praticamente inalterada de uma profundidade com relação à outra. Isto poderia indicar que o teor de matéria orgânica influenciaria até um certo limite na densidade de partículas, sendo preponderante os componentes minerais do solo.

Não houve diferença estatística entre as médias de densidade de partículas entre os sistemas de cultivos orgânico e convencional nas duas profundidades estudadas (Quadro 1.6).

Quadro 1.6 - Médias de densidade de partículas nas profundidades de 0-5 e 5-20 nas propriedades dos sistemas orgânico e convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.

Cultivo	Dp 0-5	Dp 5-20
	----- g/cm ³ -----	
Orgânico	2,49a	2,48a
Convencional	2,47a	2,48a
CV (%)	2,73	4,01

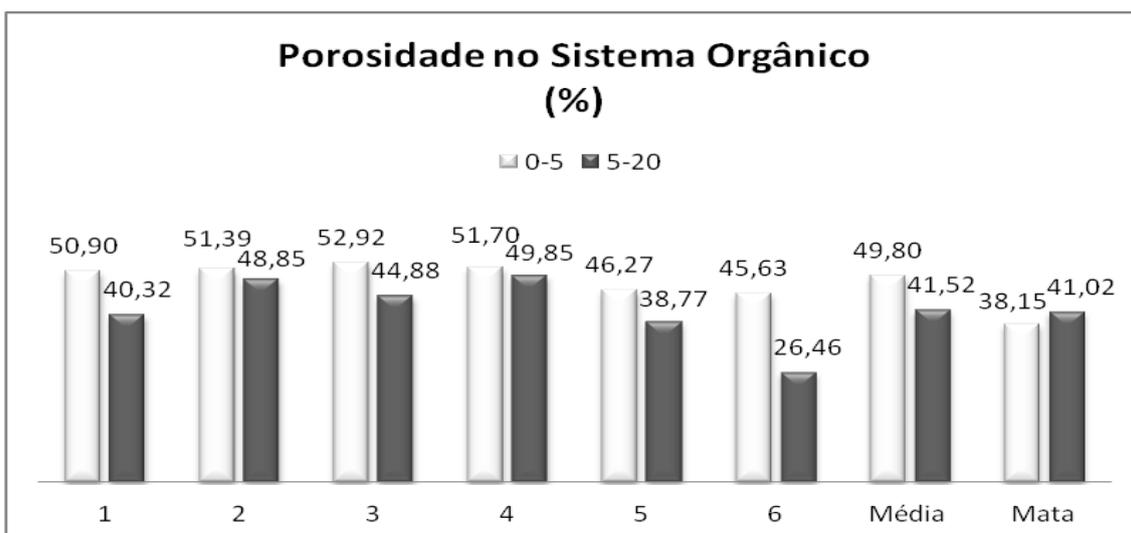
Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV = Coeficiente de variação. Fonte: MIRANDA, E.C.

4.5 Porosidade Total

O cultivo do produtor 3 foi o que apresentou um maior percentual de porosidade na profundidade de 0-5 cm; já o produtor 4 apresentou um maior percentual de porosidade na profundidade de 5-20 cm; Os produtores 5 e 6 ficaram abaixo da média obtida nas duas profundidades (Fig 1.26).

Apesar de o produtor 1 ter obtido maiores valores de COT, MO e estoque de COT do que o produtor 2, este último apresenta uma maior porosidade do solo nas duas profundidades em estudo por ter obtido menor valor de densidade do solo e de densidade de partículas.

Figura 1.26 – Porosidade do solo nas propriedades do sistema orgânico de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.

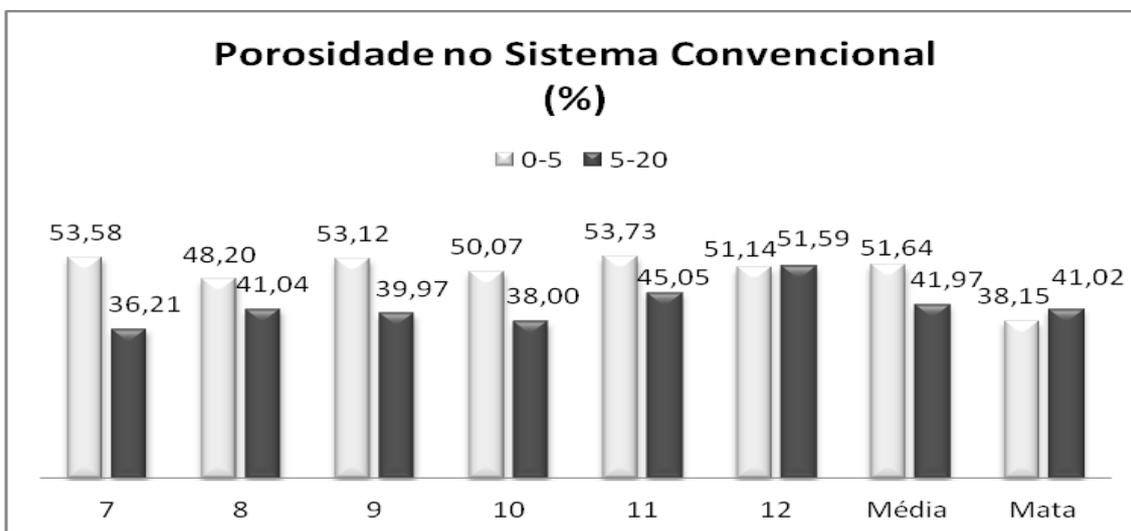


Fonte: MIRANDA, E.C.

O cultivo do produtor 7 foi o que apresentou um maior percentual de porosidade na profundidade de 0-5 cm; já o produtor 12 apresentou um maior percentual de porosidade na profundidade de 5-20 cm, superando inclusive a porosidade de sua camada superficial; Os produtores 8 e 10 ficaram abaixo da média obtida nas duas profundidades (Fig 1.27).

Novamente aqui um produtor com menores níveis de COT, MO e estoque de COT (12) consegue se aproximar - e até superar o percentual de porosidade do solo na profundidade de 5-20 cm – com relação ao produtor 7.

Figura 1.27 – Porosidade do solo nas propriedades do sistema convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C.

Apesar de em média o cultivo convencional apresentar maiores valores de porosidade, não houve diferença estatística entre as médias de porosidade entre os sistemas de cultivo (orgânico e convencional) nas duas profundidades estudadas (Quadro 1.7).

Quadro 1.7 - Médias de porosidade do solo nas profundidades de 0-5 e 5-20 nas propriedades dos sistemas orgânico e convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.

Cultivo	P 0-5	P 5-20
	----- % -----	
Orgânico	49,80a	41,52a
Convencional	51,64a	41,97a
CV (%)	5,28	17,37

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV = Coeficiente de variação. Fonte: MIRANDA, E.C.

5. Conclusões

Os estoques de carbono orgânico total diminuíram cerca de 45% no sistema orgânico e cerca de 47,5% no sistema convencional em relação ao estoque de COT obtido na área sob vegetação nativa.

Apesar de o sistema orgânico apresentar um incremento um pouco maior na média de COT, MO e estoque de COT em relação ao sistema convencional nas duas profundidades, as propriedades físicas do solo analisadas – densidade do solo, densidade de partículas e porosidade – permaneceram sem diferença estatística significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Seria necessária uma variação maior no aporte de matéria orgânica e por um maior período de tempo para que houvesse mudança nessas propriedades físicas do solo.

REFERÊNCIAS

- ANDRIULO, A.E.; GALANTINI, J.A.; PECORATI, C.; TORIONI, E. Materia organica Del suelo en la región pampeana. I. Un método de fraccionamiento por tamizado. **Agrochimica, Pisa**, v.34, n.5-6, p.475-489, 1990.
- BAYER, C. e MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: Santos, G.A.; Camargo, F.A.O. (Eds.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Ed. Gênese. Porto Alegre, p. 9-26. 1999.
- BLAIR, G.J.; LEFROY, R.D.B. & LISLE, L. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and development of a carbon management index for agricultural systems. **Aust. J. Agric. Res.**, 46:1459-1466, 1995.
- BRAGA, R. A. P. Carta Consulta ao PROMATA – Projeto: Recuperação e Produção Agroflorestal no Assentamento de Ronda – Pombos. **Sociedade Nordestina de Ecologia** – Recife, 22p, 2005.
- _____. **Gerenciamento Ambiental da Bacia do Tapacurá: Sub – Bacia do Rio Natuba**. Artigo. GRH – DECIV – UFPE, Recife – PE. 1998.
- CASTRO, M. C., ALMEIDA, D. L., RIBEIRO, R. L. D., CARVALHO, J. F. Plantio direto, adubação verde e suplementação com esterco de aves na produção orgânica de berinjela. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.40, n.5, p.495-502, maio 2005.
- CONCEIÇÃO, P. C., AMADO, T. J. C., MIELNICZUK, J. & SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. Seção VI - Manejo e conservação do solo e da água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 29:777-788, 2005.

- COSTA, J. B. **Caracterização e constituição do solo**. 7ª Ed. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa, 527 páginas. 2004.
- CORREIA, M. E. F. e ANDRADE, A. G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: Santos, G.A.; Camargo, F.A.O. (Eds.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Ed. Gênese. Porto Alegre, p. 9-26. 1999.
- DALAL, R. C.; MAYER, R. J. Long-term trends in fertility of soils under continuous cultivation and cereal cropping in southern Queensland. II. Total organic carbon and its rate of loss from the soil profile. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v.24, p. 281-292, 1986.
- DAROLT, M. R. & SKORA NETO, F. Sistema de plantio direto em agricultura orgânica. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, 2002.
- DORAN, J. W. Soil quality and sustainability. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26.; 1997, Rio de Janeiro. **CDRom ...** Rio de Janeiro: SBCS, 1997.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 212p, 1997.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2º edição. 306 p. Rio de Janeiro, 2006.
- FASSBENDER, H.W. **Química de suelos**. Turrialba: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 398p, 1975.
- FERREIRA, D.S. SISVAR: versão 4.6. Lavras: DEX/UFLA, 2003. Software.
- FERNANDES, E.C.; MOTAVALLI, P.P.; CASTILLA, C. & MUKURUMBIRA, L. **Management control of soil organic matter dynamics in tropical land-use systems**. *Geoderma*, 79:49-67, 1997.

- FREIXO, A. A.; MACHADO, P. L. O. A.; GUIMARÃES, C. M.; SILVA, C. A.; FADIGAS, F. S. Estoque de carbono e nitrogênio e distribuição de frações orgânicas de Latossolo do cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 425-434, 2002.
- GOMES, H. A. e SANTOS, E. J. (org). **Geologia e Recursos Minerais do Estado de Pernambuco**. Recife: CPRM, 214 p. 2001.
- GUERRA, J.G.M. e SANTOS, G.A. Métodos químicos e físicos. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O (Eds.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Ed. Gênese. Porto Alegre, p. 267-291. 1999.
- KANCHIKERIMATH, M. & SINGH, D. Soil organic matter and biological properties after 26 years of maize-wheat-cowpea cropping as affected by manure and fertilization in a Cambissol in semiarid region of India. **Agric. Ecosys. Environ.**, 86:155-162, 2001.
- KIEHL, J. E. **Manual de edafologia: relações solo-planta**. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 264p, 1979.
- KONOVA, M.M. Humus of virgin and cultivated soils. In: GIESEKING, J.E. **Soil Components: Organic Components. Volume 1**. New York: Springer-Verlag, p 475-536,1975.
- LAL, R. Residue management, conservation tillage and soil restoration for mitigating greenhouse effect by CO₂ – enrichment. **Soil & Tillage Research**. Amsterdam, v.43, p.81-107, 1997.
- LARSON, W. E.; PIRCE, F. J. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. In: DORAN, J. W. *et al.* (Eds.) **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: ASA/SSSA, p.37-51, 1994.

- LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L.; MACHADO, P. L. O. A. & GALVÃO, J. C. C. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27:821-832, 2003.
- LIMA, H. V.; OLIVEIRA, T. S.; OLIVEIRA, M. M.; MENDONÇA, E. S. & LIMA, P. J. B. F. Indicadores de qualidade do solo em sistemas de cultivo orgânico e convencional no semi-árido cearense. Seção VI - Manejo e conservação do solo e da água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31:1085-1098, 2007
- MAIA, C. E. & CANTARUTTI, R. B. Disponibilidade de nitrogênio pela oxidação do carbono lábil com permanganato de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.489-493, 2003.
- MEDICA, J. A. S.; SILVA, P. S.; WENDLING, B.; CORREA, G. F. **Formas lábeis de carbono em latosso da região de Iraí de Minas - MG submetido a diferentes usos e manejos**. Universidade Federal de Uberlândia. 2008.
- MELLO, F. F. C. **Estimativas dos estoques de carbono dos solos nos Estados de Rondônia e Mato Grosso anteriores à intervenção antrópica**. Piracicaba. 2007.
- MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: Santos, G.A.; Camargo, F.A.O. (Eds.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Ed. Gênese. Porto Alegre, p. 9-26. 1999.
- MOLLOY, L. F. e SPEIR, T. W. Studies on a climosequenc of soil in tussock grasslands.12. Contiuenents of the soil light fraction. **New Zealand J. Soil Sci.**, Welington, v. 20, p.167-177, 1977.

NICOLOSO, R.S. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em áreas de integração lavoura-pecuária sob sistema plantio direto**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005. 72p. Dissertação Mestrado.

OADES, J.M.; GILLMAN, G.P.; UEHARA, G.; HUE, N.V.; van NOORDWIJK, M.; ROBERTSON, G.P. & WADA, K. Interactions of soil organic matter and variable-charge clays. In: COLEMAN, D.C.; OADES, J.M. & UEHARA, G., eds. **Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems**. Honolulu, University of Hawaii Press. p.69-95, 1989.

OLIVEIRA NETO, M. B.; SILVA, F. B. R.; SILVA, M. A. V.; BARROS, A. H. C.; SANTOS, J. C. P.; SILVA, A. B.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B.; BURGOS, N.; PARAHYBA, R. B. V.; SOUZA NETO, N. C.; ARAÚJO FILHO, J. C.; LOPES, O. F.; LUZ, L. R. Q. P.; LEITE, A. P.; COSTA, L. G. M.; SILVA, C. P. **Zoneamento Agroecológico de Pernambuco - ZAPE**. Recife: Embrapa Solos - Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento - UEP Recife; Governo do Estado de Pernambuco (Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária). (Embrapa Solos. Documentos; no. 35). ZAPE Digital, CD-ROM. 2001.

OLIVEIRA, T. S.; NOGUEIRA, R. S.; TEIXEIRA, A. S.; CAMPANHA, M. M.; ROMERO, R. E. Distribuição Espacial do Índice de Manejo do Carbono em Luvisolos sob Sistemas Agrícolas Tradicionais e Agroflorestais no Município de Sobral-CE. **Rev. Bras. De Agroecologia**, Vol. 4 No. 2, nov. 2009.

ORMOND, J. G. P.; PAULA, S. R. L.; FAVERET FILHO, P.; ROCHA, L. T. M. **Agricultura orgânica: quando o passado é futuro**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 15, p. 3-34, mar. 2002.

PASSOS, R. R.; RUIZ, H. A.; MENDONÇA, E. S.; CANTARUTTI, R. B. & SOUZA, A. P. Substâncias húmicas, atividade microbiana e carbono orgânico lábil em agregados de um latossolo vermelho distrófico sob duas coberturas vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31:1119-1129, 2007.

- RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A.; GUIMARAES, P. T. G.; GUILHERME, L. R. G. **Oxidizable organic carbon fractions in a latosol cultivated with coffee at different planting spacings.** Ciênc. agrotec., Lavras, v. 32, n. 2, p. 429-437, mar./abr, 2008.
- RHEINHEIMER, D. S.; CAMPOS, B. C.; GIACOMINI, S. J.; CONCEIÇÃO, P. C.; BORTOLUZZI, E. C. Comparação de métodos de determinação de carbono orgânico total no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32:435-440, 2008.
- SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. **C. Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo.** 5ª ed. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência de Solo, 2005. 100 p.
- SILVA, C. E. M. **Programa de Adequação Ambiental e Proposta de Pagamento por Serviços Ecossistêmicos no Assentamento Chico Mendes (Ronda), Microbacia do Alto Natuba, afluente do Tapacurá – Pombos –PE.** Monografia. Centro Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco. Recife. 2007.
- SOUZA, S. F., ARAÚJO, M. S. B., BRAGA, R. A. P., SILVA, C. E. M. Caracterização fisiográfica da sub-bacia do rio Natuba – PE. **Revista Brasileira de Geografia Física.** Recife-PE Vol.01 n.02 Set/Dez,1-14, 2008.
- SKORA NETO, F. **Manejo de plantas daninhas.** In: IAPAR. Plantio direto. Pequena Propriedade Sustentável. IAPAR, Ponta Grossa, PR (Circular 101). p. 127-157.1998.
- SNYDER, J.D. & TROFYMOW, J.A. A rapid accurate wet oxidation diffusion procedure for determining organic and inorganic carbon in plant and soil sample. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, 15:587-597, 1984.
- THENG, B.K.G.; TATE, K.R.; SOLLINS, P. Constituents of organic matter in temperate and tropical soils. In: COLEMAN, D.C.; OADES, J.M.; UEHARA, G. (Eds.). **Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems.** Honolulu, University of Hawaii, NifTAL Project, p. 5-32, 1989.

CAPÍTULO 2

Avaliação da sustentabilidade ambiental de áreas com horticultura no sistema orgânico e no convencional através do IMC

1. Introdução

Em sua maioria, os estudos sobre o efeito de sistemas de manejo evidenciam a pouca sensibilidade da medida do C orgânico total. Como alternativa, tem-se apontado o C da biomassa microbiana do solo, representando o compartimento ativo da matéria orgânica do solo e o C da fração leve como indicadores mais sensíveis aos efeitos do manejo. Considerando um contínuo de sensibilidade ao manejo, ter-se-iam, numa extremidade, a medida de carbono da biomassa microbiana, bastante variável e sensível, e, na outra, a medida do carbono orgânico total do solo, pouco variável e pouco sensível. A fração leve da matéria orgânica do solo tem-se constituído numa medida de sensibilidade intermediária e, mais importante, que reflete as ações antrópicas (SIX *et al.*, 2000).

Segundo Moreira (2009) e Diekow (2003), ainda havia a necessidade de índices que avaliassem a capacidade do sistema agrícola em favorecer a qualidade do solo diante do agrossistema.

O Índice de Manejo de Carbono (IMC) demonstra a importância do conhecimento e definição dos níveis de qualidade do solo para explicar as alterações nos rendimentos das culturas e sustentabilidade dos sistemas de produção.

Neste sentido, o trabalho teve como objetivo determinar um índice de manejo de carbono como critério para avaliar a sustentabilidade das áreas com horticultura em sistemas de produção orgânico e convencional.

2. Materiais e Métodos

2.1 Carbono orgânico total (COT) e o carbono orgânico lábil (C_L)

O carbono orgânico total (COT) e o carbono orgânico lábil (C_L), de acordo com metodologia descrita a seguir:

COT: O carbono orgânico total do solo foi determinado pelo método de oxidação úmida-difusão (SNYDER e TROFYMOW, 1984). A quantificação foi feita por titulação potenciométrica em HCl (ácido clorídrico) $0,25 \text{ mol L}^{-1}$, entre os pH 8,3 e 3,7.

C_L : O carbono orgânico lábil (C_L) foi quantificado por meio de oxidação com KMnO_4 (333 mmol L^{-1}), como proposto por Blair et al. (1995): uma amostra de solo passada em peneira de 0,5 mm, contendo aproximadamente 25 mg de carbono orgânico, foi colocada em tubos de centrífuga de 30 mL, adicionando-se 25 mL de solução de KMnO_4 333 mmol L^{-1} . Os tubos foram tapados e agitados por uma hora, em agitador vertical a 12 rpm; em seguida, eles foram centrifugados a 2.000 rpm por cinco minutos, e 1,0 mL do sobrenadante foi transferido para um balão volumétrico de 250 mL, completando-se o volume com água destilada. Determinou-se a absorvância das soluções diluídas em espectrofotômetro ajustado para o comprimento de onda de 565 nm. A variação na concentração do KMnO_4 , estimada a partir de uma amostra em branco, foi usada para se estimar a quantidade de carbono oxidado (carbono lábil) considerando-se que 1,0 mol de MnO_4^- é consumido na oxidação de 0,75 mol (9 g) de carbono.

C_{NL}: O carbono não-lábil (C_{NL}), equivalente ao C não oxidado pelo KMnO_4 , foi determinado por diferença (C_{NL} = COT - C_L).

Com base nas mudanças no COT, entre um sistema referência e um sistema cultivado, foi criado um Índice de Compartimento de Carbono (ICC), calculado como: $\text{ICC} = \text{COT}_{\text{cultivado}} / \text{COT}_{\text{referência}}$. Com base nas mudanças na proporção de C_L (i.e. $L = \text{C}_L / \text{C}_{\text{NL}}$) no solo, um Índice de Labilidade (IL) foi determinado como: $\text{IL} = L_{\text{cultivado}} / L_{\text{referência}}$. Estes dois índices foram usados para calcular o Índice de Manejo de Carbono (IMC), obtido pela seguinte expressão: $\text{IMC} = \text{ICC} \times \text{IL} \times 100$ (BLAIR *et al.*, 1995).

O sistema de referência utilizado foi uma área sob vegetação nativa adjacente às áreas sob cultivo onde predominavam os Argissolos e tinha características muito similares: mesma precipitação anual e mesmos parâmetros geomorfológicos.

3. Estatística

Todos os dados obtidos no solo das áreas estudadas sob sistema orgânico e convencional de cultivo foram analisados estatisticamente através da análise de variância (ANOVA), pelo teste F e, em seguida as médias foram comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, com o auxílio do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2003) e se encontram no APÊNDICE B.

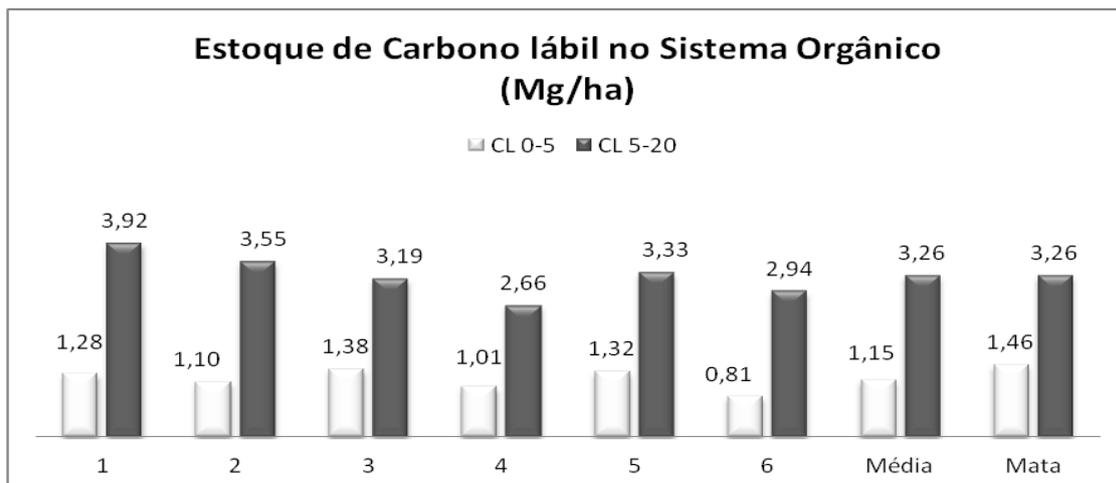
4. Resultados e Discussão

4.1 Estoque de Carbono lábil

No sistema orgânico, o cultivo do produtor 3 apresentou o maior estoque de carbono lábil na profundidade de 0-5 cm. Já para a profundidade de 5-20 cm o maior estoque apresentado foi no cultivo do produtor 1, superando inclusive o valor de estoque de carbono lábil encontrado na área sob vegetação nativa.

Apenas os cultivos dos produtores 4 e 6, obtiveram valores de estoque de carbono lábil abaixo da média dos valores encontrados no Sistema Orgânico nas duas profundidades estudadas; embora nenhum dos cultivos orgânicos tenha conseguido alcançar o estoque de carbono lábil obtido na mata nativa na profundidade 0-5 cm. Na segunda profundidade os cultivos apresentaram em média o mesmo estoque de carbono lábil da vegetação nativa (Fig. 2.1).

Figura 2.1 – Estoque de carbono lábil no solo em propriedades do sistema orgânico de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.

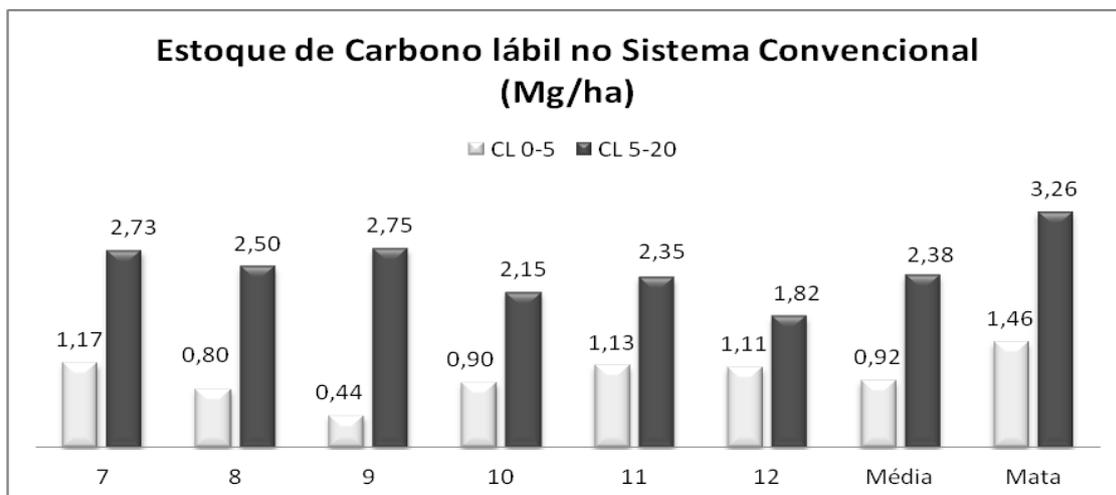


Fonte: MIRANDA, E.C.

O cultivo do produtor 7 apresentou o maior estoque de carbono lábil na profundidade de 0-5 cm. Já para a profundidade de 5-20 cm o maior estoque apresentado foi no cultivo do produtor 9. Nenhum dos cultivos conseguiu superar os valores de estoque de carbono lábil da área sob vegetação nativa em, todas as profundidades estudadas (Fig. 2.2).

No cultivo do produtor 9 ocorreu a maior variação de estoque de carbono lábil entre as duas profundidades estudadas, podendo indicar algum erro de manejo, como um maior revolvimento do solo na camada superficial.

Figura 2.2 – Estoque de carbono lábil no solo em propriedades do sistema convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C.

Não houve diferença significativa entre as médias de estoque de carbono lábil entre os sistemas de cultivos orgânico e convencional na profundidade de 0-5 cm. Já na profundidade de 5-20 cm, houve diferença estatística, ou seja, o cultivo orgânico teve maior estoque de carbono lábil na profundidade de 5-20 cm (Quadro 2.1).

Quadro 2.1 - Médias de estoque de carbono lábil do solo nas profundidades de 0-5 e 5-20 nas propriedades dos sistemas orgânico e convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.

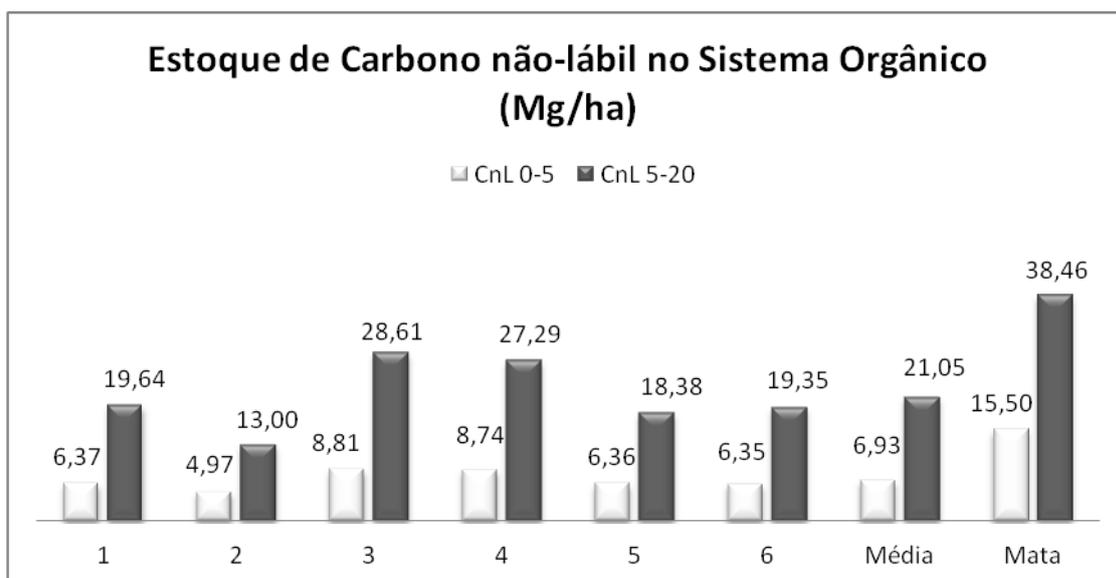
Cultivo	C _L 0-5	C _L 5-20
	----- Mg ha ⁻¹ -----	
Orgânico	1,15a	3,26a
Convencional	0,92a	2,38b
CV (%)	24,07	14,30

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV = Coeficiente de variação. Fonte: MIRANDA, E.C.

4.2 Estoque de Carbono não-lábil

Os produtores 3 e 4 apresentaram um maior estoque de carbono não-lábil nas duas profundidades estudadas (Fig. 2.3), o que já era esperado, pois esses produtores obtiveram os maiores valores de COT, MO e estoque de COT.

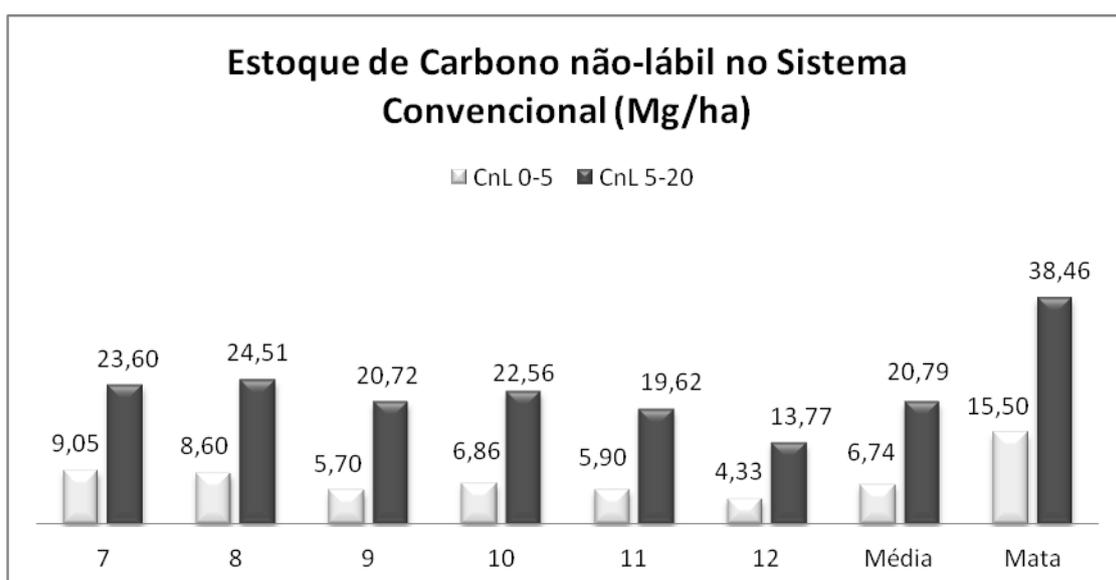
Figura 2.3 – Estoque de carbono não-lábil no solo em propriedades do sistema orgânico de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C.

No Sistema Convencional o produtor 7 apresentou um maior estoque de carbono não-lábil na profundidade de 0-5 cm; já para a profundidade de 5-20 cm o produtor 8 apresentou um maior estoque de carbono não-lábil (Fig. 2.4), o que já era esperado, pois esses produtores obtiveram os maiores valores de COT, MO e estoque de COT em suas respectivas profundidades.

Figura 2.4 – Estoque de carbono não-lábil no solo em propriedades do sistema convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C.

Não houve diferença estatística entre as médias de carbono não-lábil entre os sistemas de cultivos orgânico e convencional, nas duas profundidades estudadas (Quadro 2.2).

Quadro 2.2 - Médias de carbono não-lábil do solo nas profundidades de 0-5 e 5-20 cm nas propriedades dos sistemas orgânico e convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.

Cultivo	C _{NL} 0-5	C _{NL} 5-20
	----- Mg ha ⁻¹ -----	
Orgânico	6,93a	21,05a
Convencional	6,74a	20,79a
CV (%)	24,47	23,82

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV = Coeficiente de variação. Fonte: MIRANDA, E.C.

Nenhum dos cultivos nos dois sistemas de produção obteve um estoque de carbono não-lábil que se aproximasse do estoque na área sob mata nativa, em ambas as profundidades estudadas.

4.3 Índice de Manejo de Carbono (IMC)

A metade dos cultivos orgânicos obteve IMC superior ao da área sob vegetação nativa. As únicas propriedades que não alcançaram o índice foram as dos produtores 4 e 6, tendo o produtor 3 chegado próximo ao índice (Quadro 2.3).

Quadro 2.3 – Estoque de Carbono lábil (C_L), Carbono orgânico total (COT), Carbono não-lábil (C_{NL}) e Índice de Manejo de Carbono (IMC) na camada de 0 a 20 cm de solos em áreas com horticultura no Sistema Orgânico no médio curso do rio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.

Cultivo	C _L	COT	C _{NL}	L	ICC	IL	IMC
	-----Mg ha ⁻¹ -----						
1	5,20	31,21	26,01	0,20	0,53	2,22	118
2	4,65	22,62	17,97	0,26	0,39	2,88	111
3	4,57	41,98	37,42	0,12	0,72	1,36	97
4	3,67	39,71	36,04	0,10	0,68	1,13	77
5	4,64	29,38	24,74	0,19	0,50	2,09	104
6	3,76	29,45	25,70	0,15	0,50	1,62	81
Média	4,41	32,39	27,98	0,17	0,55	1,88	98
Mata	4,72	58,68	53,96	0,09	1	1	100

Labilidade (L) = C_L/C_{NL}; Índice de Compartimento de Carbono (ICC) = COT_{cultivado}/COT_{referência};

Índice de Labilidade (IL) = L_{cultivado}/L_{referência}. Fonte: MIRANDA, E.C.

Com relação às propriedades do Sistema Convencional nenhuma alcançou o índice da área sob vegetação nativa, sendo os piores índices encontrados nos cultivos dos produtores 10 e 12. (Quadro 2.4).

Quadro 2.4 – Estoques de Carbono lábil (C_L), Carbono orgânico total (COT), Carbono não-lábil (C_{NL}) e Índice de Manejo de Carbono (IMC) na camada de 0 a 20 cm de solos em áreas com horticultura no Sistema Convencional no médio curso do rio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.

Cultivo	C _L	COT	C _{NL}	L	ICC	IL	IMC
	-----Mg ha ⁻¹ -----						
7	3,90	36,54	32,64	0,12	0,62	1,33	83
8	3,31	36,42	33,11	0,10	0,62	1,11	69
9	3,19	29,61	26,42	0,12	0,50	1,34	68
10	3,04	32,46	29,42	0,10	0,55	1,15	64
11	3,49	29,00	25,52	0,14	0,49	1,52	75
12	2,92	21,02	18,09	0,16	0,36	1,80	64
Média	3,31	30,84	27,53	0,12	0,53	1,37	70
Mata	4,72	58,68	53,96	0,09	1	1	100

Labilidade (L) = C_L/C_{NL}; Índice de Compartimento de Carbono (ICC) = COT_{cultivado}/COT_{referência};

Índice de Labilidade (IL) = L_{cultivado}/L_{referência}. Fonte: MIRANDA, E.C.

De acordo com o quadro 2.5, houve diferença estatística entre as médias de estoque carbono lábil entre os sistemas de cultivo (orgânico e convencional), ou seja, o cultivo orgânico obteve maior média de carbono lábil na profundidade de 0-20 cm do que o cultivo convencional.

Não houve diferença estatística entre as médias de estoque de carbono não-lábil e estoque de carbono orgânico total entre os sistemas de cultivo orgânico e convencional na profundidade de 0-20 cm (Quadro 2.5).

Quadro 2.5 – Médias de estoques de Carbono lábil (C_L), Carbono orgânico total (COT), Carbono não-lábil (C_{NL}) na camada de 0-20 cm em áreas com horticultura no Sistema Orgânico e Convencional no médio curso do rio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.

Cultivo	C _L	COT	C _{NL}
	-----Mg ha ⁻¹ -----		
Orgânico	4,41a	32,39a	27,98a
Convencional	3,31b	30,84a	27,53a
CV (%)	12,54	20,68	23,59

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: MIRANDA, E.C.

O Sistema Orgânico apresentou um IMC médio de 98 (Quadro 2.3), não superando o índice da área de referência (mata nativa), mas chegando próximo, o que não ocorreu com o Sistema Convencional, o qual obteve IMC médio de 70 (Quadro 2.4), ficando distante do IMC de referência.

5. Conclusões

Apesar de não apresentarem diferenças estatísticas significativas com relação ao estoque de carbono não-lábil, na variável carbono lábil o sistema orgânico obteve uma média significativamente maior na profundidade de 5-20, do que o sistema convencional, e também maior quando consideradas as duas profundidades em conjunto, ao nível de 5% de probabilidade.

As propriedades do sistema orgânico apresentaram maior Índice de Compartimento de Carbono (ICC) e Índice de Labilidade (IL), contribuindo para se aproximar do Índice de Manejo de Carbono da área de referência sob vegetação nativa.

REFERÊNCIAS

- BLAIR, G.J.; LEFROY, R.D.B. & LISLE, L. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and development of a carbon management index for agricultural systems. **Aust. J. Agric. Res.**, 46:1459-1466, 1995.
- DIEKOW, J. **Estoque e qualidade da matéria orgânica do solo em função de sistemas de culturas e adubação nitrogenada no sistema de plantio direto**. Porto Alegre. 2003.
- FERREIRA, D.S. SISVAR: versão 4.6. Lavras: DEX/UFLA, 2003. Software.
- MOREIRA, C. G. **Índice de manejo de carbono em solos submetidos ao cultivo de distintas espécies vegetais**. Universidade Estadual de Montes Claros. 2009.
- SIX, J.; MERCKX, R.; KIMPE, K.; PAUSTIAN, K. & ELLIOT, E.T. A re-evaluation of the enriched labile soil organic matter fraction. **Eur. J. Soil Sci.**, 51:283-293, 2000.
- SNYDER, J.D. & TROFYMOW, J.A. A rapid accurate wet oxidation diffusion procedure for determining organic and inorganic carbon in plant and soil sample. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, 15:587-597, 1984.

CAPÍTULO 3

Avaliação da sustentabilidade econômica de áreas com horticultura no sistema orgânico e no convencional

1. Introdução

Em sua origem, toda a área da bacia do rio Natuba era coberta pela floresta tropical úmida atlântica, típica da Zona da Mata de Pernambuco, mas com a expansão da monocultura da cana-de-açúcar para o interior, a maior parte da região foi ocupada por canaviais, pertencentes a grandes latifundiários. Somente no início do séc. XX que os trabalhadores da cana-de-açúcar mudaram aos poucos a sua atividade produtiva para o cultivo de hortaliças, a qual era mais compatível com o tamanho dos pequenos arrendamentos (BRAGA *et al.* 1998).

A bacia do rio Natuba apresenta como traço marcante a atividade agrícola irrigada em olerícolas, sendo esta área o principal centro de produção de hortaliças folhosas do Nordeste, atendendo ao mercado da Região Metropolitana do Recife e exportando para outros Estados da região (PRORURAL, 1992, *apud* BRAGA *et al.*, 1998).

O objetivo do trabalho foi avaliar o impacto dos sistemas de produção orgânico e convencional na geração de renda da comunidade de assentados na bacia do curso médio do rio Natuba, Pernambuco, através de um levantamento dos dados econômicos, sociais e de agricultura, na comunidade de assentados que participam das atividades de horticultura.

2. Materiais e Métodos

O levantamento dos dados de agricultura, econômico e social foi feito a partir de questionários aplicados em entrevistas com as famílias residentes (APÊNDICE A). Para os dados de Agricultura foram abordados os seguintes itens: área cultivada, tempo de uso da terra e valor da produção. Para os dados econômicos foram abordados os seguintes itens: renda per capita, complementada pela composição da renda (pensões e auxílios governamentais

e privados) e renda por área. Para os dados sociais foram abordados os itens população e educação.

3. Resultados e Discussão

3.1 Principais características entre as propriedades no Sistema Orgânico e Convencional

3.1.1 Área

O tamanho médio das propriedades é o mesmo para ambos os sistemas de cultivo (1,25 hectares). (Figuras 3.1 e 3.2)

Figura 3.1 – Tamanho das propriedades no sistema orgânico de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C.

Figura 3.2 – Tamanho das propriedades no sistema convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.

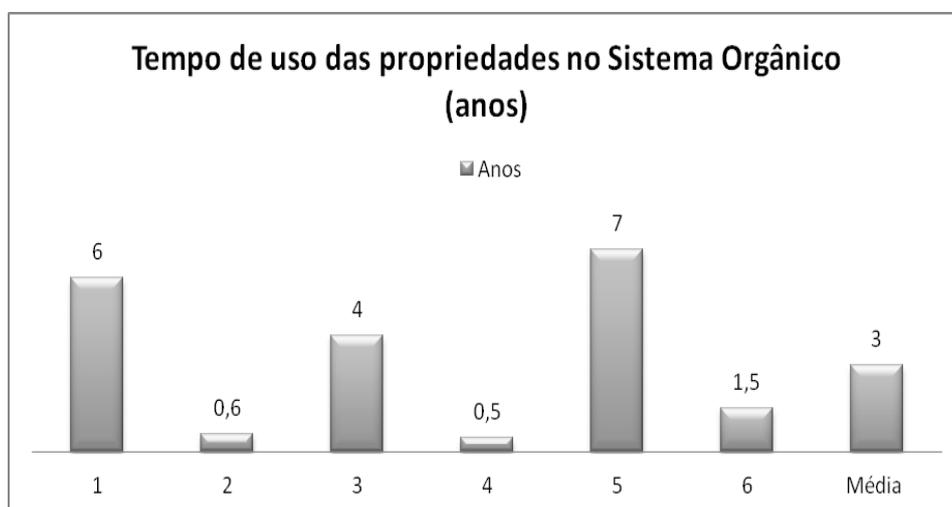


Fonte: MIRANDA, E.C.

3.1.2 Tempo de uso da terra

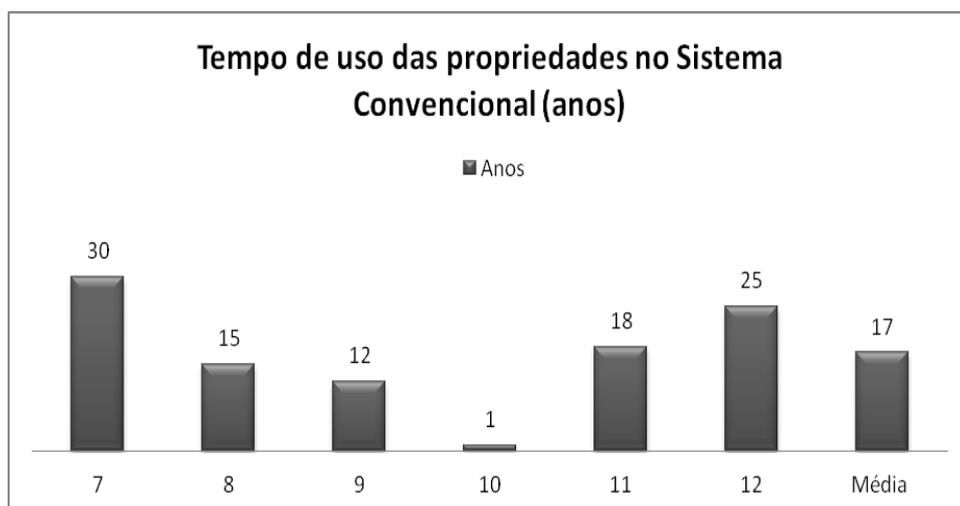
O tempo médio de uso da terra é maior entre os produtores convencionais - 17 anos contra apenas 3 anos para os orgânicos - demonstrando que o cultivo orgânico ainda é muito recente na região (Figuras 3.3 e 3.4). Um dos fatores que impedem o crescimento do cultivo orgânico na região é o tempo de pousio necessário para se mudar do plantio convencional para o orgânico.

Figura 3.3 – Tempo de uso das propriedades no sistema orgânico de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C.

Figura 3.4 – Tempo de uso das propriedades no sistema convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



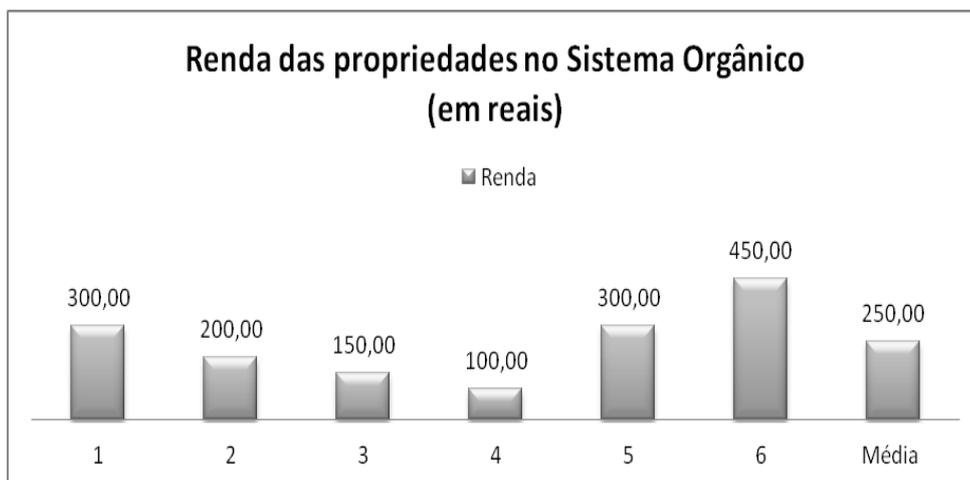
Fonte: MIRANDA, E.C.

3.1.3 Renda (semanal)

Os produtores orgânicos apresentaram uma renda média maior que os produtores convencionais - R\$ 250,00 e R\$ 225,00 respectivamente (Figuras 3.5 e 3.6).

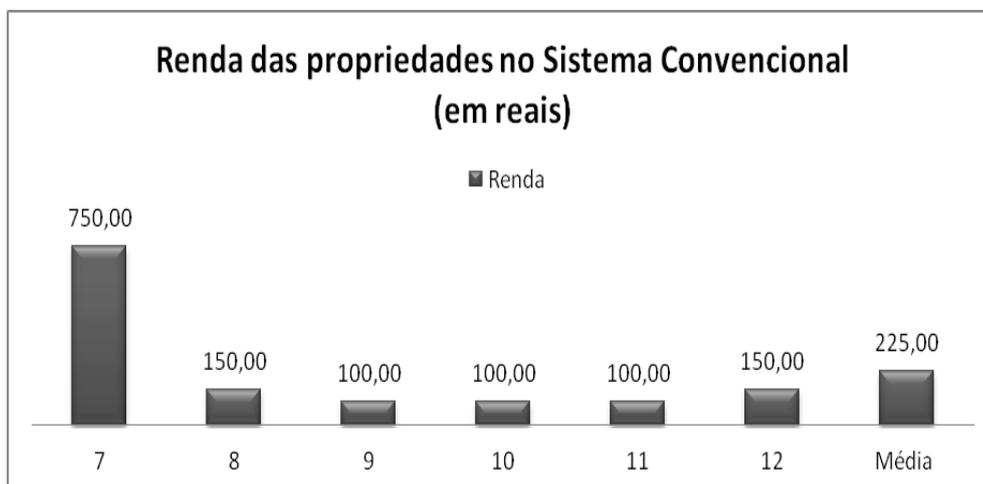
A diferença só não foi maior porque a renda do produtor convencional 7 elevou a média final. Excetuando-se a renda máxima e mínima em ambos os sistemas, a renda média final por semana seria de R\$ 237,50 para os produtores orgânicos e de R\$ 125,00 para os produtores convencionais.

Figura 3.5 – Renda das propriedades no sistema orgânico de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C.

Figura 3.6 – Renda das propriedades no sistema convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C.

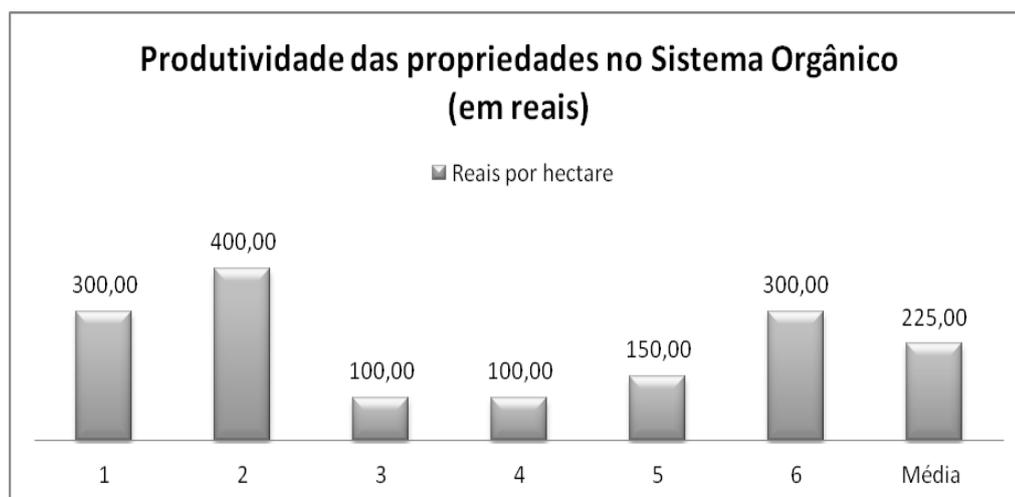
O produtor 7 é o único que possui empregados, sendo uma mulher e dois homens, pagos semanalmente com um salário de R\$ 100,00 e R\$ 150,00 respectivamente.

3.1.4 Produtividade (semanal)

Os produtores orgânicos apresentaram uma produtividade semanal em média maior que os produtores convencionais - R\$ 225,00 contra R\$ 166,67 respectivamente (Figuras 3.7 e 3.8)

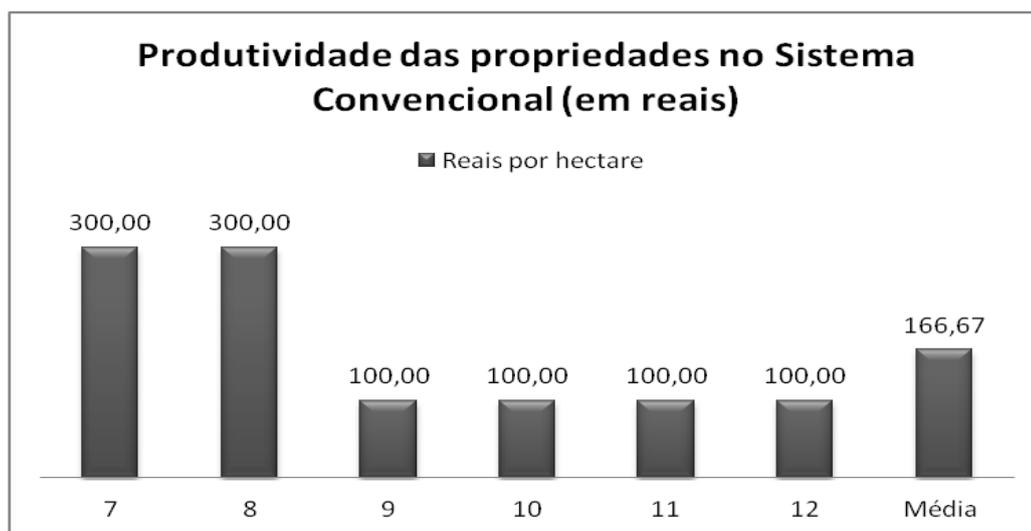
O produtor orgânico 2 obteve R\$ 100,00 a mais do que o produtor convencional 8 (ambos possuem uma propriedade de 0,5 hectare), sendo que o primeiro cultiva há apenas 8 meses, e o segundo cultiva há 15 anos.

Figura 3.7 – Produtividade das propriedades no sistema orgânico de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C.

Figura 3.8 – Produtividade das propriedades no sistema convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C.

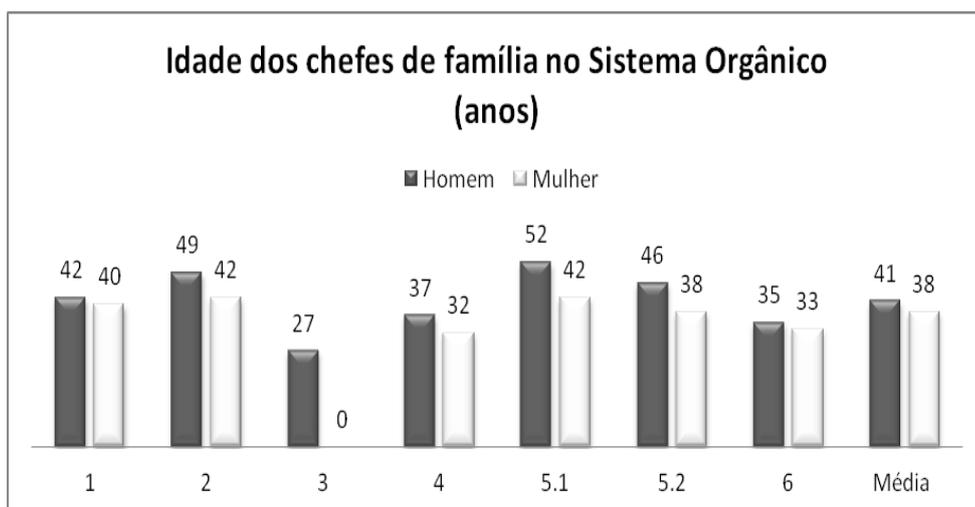
3.1.5 População

3.1.5.1 Idade dos chefes de família

A média de idade dos chefes de família é maior entre os produtores convencionais, em ambos os sexos (4 anos a mais entre os homens e 2 anos a mais entre as mulheres). O produtor orgânico 3 aparece sozinho no gráfico, pois não possui esposa (Figuras 3.9 e 3.10).

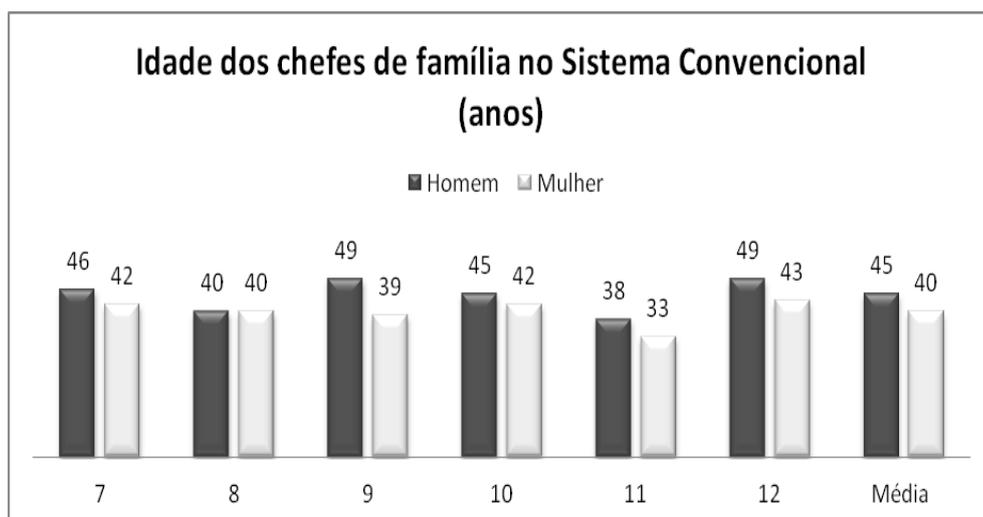
Em entrevista houve uma possível tendência de a população mais jovem adotar com mais facilidade a idéia de se trabalhar com horticultura no sistema orgânico, possivelmente por haver resistência entre os mais velhos em realizar mudanças que vão de encontro à tradição. Inclusive o filho mais novo do agricultor convencional 12 iniciou um cultivo orgânico que só não fez parte desta pesquisa devido à sua proximidade com o cultivo convencional do pai e ao seu tamanho reduzido.

Figura 3.9 – Idade dos chefes de família das propriedades no sistema orgânico de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C.

Figura 3.10 – Idade dos chefes de família das propriedades no sistema convencional de horticultura no Médio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.



Fonte: MIRANDA, E.C.

3.1.5.2 Total de residentes e número de filhos

Os produtores orgânicos e convencionais possuem praticamente a mesma base familiar, a exceção é o produtor orgânico 3, o qual é solteiro, não possui filhos e reside com a mãe, o pai e dois irmãos (Tabelas 3.1 e 3.2).

Tabela 3.1 - Total de residentes e número de filhos no Sistema Orgânico de produção.

Produtor	Total de residentes	Nº de filhos
1	4	2
2	5	3
3	5	-
4	4	2
5.1	6	4
5.2	4	2
6	4	2
Média	4,57	2,5

Fonte: MIRANDA, E.C.

Tabela 3.2 - Total de residentes e número de filhos no Sistema Convencional de produção.

Produtor	Total de residentes	Nº de filhos
7	4	2
8	5	3
9	4	2
10	4	2
11	4	3
12	6	4
Média	4,5	2,67

Fonte: MIRANDA, E.C.

3.1.6 Educação

De acordo com a Tabela 3.3, entre os familiares dos produtores no Sistema Orgânico entrevistados, a maior parte (32,26%) só possui escolaridade até a 4ª série, seguidos por 16,13% que estão cursando o 1º Grau e por 12,90% que possuem o 2º Grau completo.

O único produtor sem instrução escolar foi o produtor 1, mas o mesmo aprendeu a ler com a ajuda de seu filho mais velho. O único produtor com o 1º Grau incompleto foi o produtor 6, os demais (com exceção do produtor 1) estudaram até a 4ª série.

Tabela 3.3 - Escolaridade no Sistema Orgânico de produção.

Escolaridade	Número	%
Até a 4º série	10	32,26%
Até a 4º série (em curso)	2	6,45%
1º Grau completo	-	-
1º Grau incompleto	3	9,68%
1º Grau incompleto (em curso)	5	16,13%
2º Grau completo	4	12,90%
2º Grau incompleto	3	9,68%
2º Grau incompleto (em curso)	3	9,68%
Fora da idade escolar e sem instrução	1	3,23%
Total	31	100%

Fonte: MIRANDA, E.C.

De acordo com a Tabela 3.4, entre os familiares dos produtores no Sistema Convencional entrevistados, a maior parte (40,74%) só possui escolaridade até a 4ª série, seguidos por 14,81% que estão cursando o 1º Grau e 14,81% que pararam de estudar no 1º Grau.

O único produtor sem instrução escolar foi o produtor 9.

Tabela 3.4 - Escolaridade no Sistema Convencional de produção.

Escolaridade	Número	%
Até a 4º série	11	40,74%
Até a 4º série (em curso)	3	11,11%
1º Grau completo	-	-
1º Grau incompleto	4	14,81%
1º Grau incompleto (em curso)	4	14,81%
2º Grau completo	2	7,41%
2º Grau incompleto	-	-
2º Grau incompleto (em curso)	2	7,41%
Fora da idade escolar sem instrução	1	3,70%
Total	27	100%

Fonte: MIRANDA, E.C.

Nenhum dos produtores entrevistados possui o 1º grau completo, mas seus filhos, em geral, estão na idade escolar correta e tem planos de concluir o 2º grau. Além disso, todos os pais afirmaram que não gostariam que os seus filhos continuassem com o trabalho de produção de hortaliças.

3.1.7 Economia

3.1.7.1 Valor da produção

Como pode ser visto na Tabela 3.5, o valor da produção no Sistema Orgânico varia entre no mínimo R\$ 1,00 e no máximo R\$ 5,00; variando-se as medidas entre unidades, moios, quilos e sacos pequenos.

Tabela 3.5 - Valor da produção do Sistema Orgânico de cultivo.

Produto	Preço (R\$)
Alface lisa	1,00 a unidade
Alface crespa	1,00 a unidade
Alface roxa	1,00 a unidade
Nabo	1,50 o molho
Rabanete	1,00 o molho
Manjericão	1,00 o molho
Cenoura	1,50 o molho
Coentro	1,00 o molho
Cebolinha	1,00 o molho
Salsa	1,00 o molho
Hortelã	1,00 o molho
Mostarda	1,00 o molho
Cará	2,50 o Kg
Feijão verde	5,00 o Kg
Batata doce	2,00 o Kg
Mamão	2,00 o Kg
Inhame	2,00 o Kg
Vagem	1,50 o saquinho
Tomate cajá	2, 00 o saquinho
Maxixe	15 unidades por 1,00
Quiabo	15 unidades por 1,00

Fonte: MIRANDA, E.C.

Já para a produção no Sistema Convencional, o valor da produção (Tabela 3.6) varia entre no mínimo R\$ 0,50 e R\$ 50,00; variando-se as medidas entre centos, molhos e quilos.

Tabela 3.6 - Valor da produção do Sistema Convencional de cultivo.

Produto	Alta procura (R\$)	Baixa procura (R\$)
Alface lisa	30,00 - 50,00 o cento	5,00 - 10,00 o cento
Alface crespa	25,00 - 30,00 o cento	5,00 - 10,00 o cento
Pimentão	10,00 - 30,00 o cento	4,00 - 5,00 o cento
Rabanete	10,00 o cento	10,00 o cento
Cebolinha	2,00 o molho grande	0,50 - 0,80 o molho grande
Coentro	20,00 - 40,00 o molho grande	2,00 - 5,00 o molho grande
Salsa	1,50 o molho grande	0,50 o molho grande
Feijão corda	1,50 o Kg	0,60 o Kg

Fonte: MIRANDA, E.C.

A variedade de produtos no cultivo orgânico é maior do que no cultivo tradicional - 21 itens contra 9 respectivamente - e o preço dos produtos orgânicos é mais estável, pois os produtores combinam os preços nas feiras, independentemente da safra, o que não acontece com os produtos convencionais, os quais dependem da oferta e da demanda.

3.1.7.2 Renda mensal e Renda per capita complementada pelo Bolsa Família

Entre os produtores orgânicos, a maior renda mensal é a do produtor 6 (Tabela 3.7), pois, além de vender em duas feiras semanais, ele é o produtor que apresenta a maior variedade de produtos.

Tabela 3.7 - Renda per capita complementada pelo Bolsa Família no sistema orgânico de produção.

Produtor	Renda Mensal	Renda mensal + Benefícios	Renda per capita
1	R\$ 1.200,00	R\$ 1.340,00	R\$ 335,00
2	R\$ 800,00	R\$ 902,00	R\$ 180,40
3	R\$ 600,00	R\$ 670,00	R\$ 134,00
4	R\$ 400,00	R\$ 534,00	R\$ 133,50
5	R\$ 1.200,00	R\$ 1.340,00	R\$ 223,33
6	R\$ 1.800,00	R\$ 1.934,00	R\$ 483,50
Média	R\$ 1.000,00	R\$ 1.120,00	R\$ 280,00

Fonte: MIRANDA, E.C.

Já entre os produtores convencionais, o produtor 7 é o que possui as maiores rendas (Tabela 3.8), elevando as médias e fazendo com que os demais produtores apresentem rendimentos abaixo da média geral.

Tabela 3.8 - Renda per capita complementada pelo Bolsa Família no sistema convencional de produção.

Produtor	Renda Mensal	Renda mensal + Benefícios	Renda per capita
7	R\$ 3.000,00	R\$ 3.070,00	R\$ 767,50
8	R\$ 600,00	R\$ 772,00	R\$ 154,40
9	R\$ 400,00	R\$ 540,00	R\$ 135,00
10	R\$ 400,00	R\$ 534,00	R\$ 133,50
11	R\$ 400,00	R\$ 534,00	R\$ 133,50
12	R\$ 600,00	R\$ 600,00	R\$ 100,00
Média	R\$ 900,00	R\$ 1.030,00	R\$ 228,89

Fonte: MIRANDA, E.C.

O único produtor que não recebe auxílio governamental (Bolsa Família) é o 12 (produtor convencional).

Apesar de possuir a maior renda mensal entre os dois sistemas de cultivo, o produtor convencional 7 é o único que possui empregados, os quais lhe representam uma despesa mensal de R\$ 1.200,00.

4. Conclusões

A horticultura orgânica mostrou-se em média mais rentável e com maiores lucros na produtividade do que a horticultura no sistema convencional. Os fatores que mais contribuíram para esse resultado foram:

- Maior protecionismo dos produtores orgânicos, que se reúnem em associações e conseguem manter o preço dos produtos estável;
- Diversificação dos produtos;

- Os produtores convencionais geralmente obtêm maiores lucros quando vendem seus produtos no atacado (o cento, por exemplo) ao contrário dos produtos orgânicos;

REFERÊNCIA

BRAGA, R. A. P. **Gerenciamento Ambiental da Bacia do Tapacurá: Sub – Bacia do Rio Natuba**. Artigo. GRH – DECIV – UFPE, Recife – PE. 1998.

CONCLUSÃO GERAL

A horticultura folhosa no sistema orgânico de cultivo mostrou uma maior sustentabilidade econômica – por apresentar em média maiores níveis de renda e produtividade – e maior sustentabilidade ambiental – por apresentar em média um maior índice de manejo de carbono do que as áreas com horticultura no sistema convencional.

O Índice de Manejo de Carbono se mostrou uma ferramenta eficiente para diferenciação de áreas com estoques de carbono orgânico total semelhantes, ao levar em consideração o carbono lábil.

APÊNDICE A

Questionário sócio- econômico

Local:

Data:

Nome do proprietário:

QUESTIONÁRIO SÓCIO-ECONÔMICO

1- Quando iniciou o cultivo no local?

2 - O que existia antes no local?

3 - Qual o tamanho da propriedade? Qual a renda gerada dela por mês?

4 - Possui empregados? Quantos? Qual o salário em média?

5- Utiliza esterco? Quanto?

() Nenhum () Boi () Galinha () Ambos

7 - Qual a origem das sementes?

() Lavouras anteriores () Comércio () Ambos

População

1 - São em quantos na casa?

2 - Quais as idades?

Homens -

Mulheres -

Educação

1 - Possui filhos? Quantos?

2 - Qual o nível de instrução?

- 1º Grau completo 2º Grau completo Nível superior
 1º Grau incompleto 2º Grau incompleto Fora da idade escolar
 Idade escolar sem instrução

Economia

1 - Quais produtos são cultivados?

2 - Quanto custa cada produto? Em média, quanto de cada produto é vendido por mês?

	Alta procura (R\$)	Baixa procura (R\$)
Alface lisa		
Alface crespa		
Alface roxa		
Coentro		
Cebolinha		
Arruda		
Feijão		
Manjericão		
Cenoura		
Berinjela		
Mamão		

3 - Qual a renda com a plantação?

3 - Qual a renda familiar?

- Até 01 Salário De 01 a 03 Salários > que 03 Salários

4 - Possui alguma renda extra?

- Pensão Bolsa Família Privado

4 - O senhor(a) gostaria que o(s) seu(s) filho(s) continuassem com esse trabalho no futuro?

Observações:

APÊNDICE B

Análises Estatísticas

e

Lista dos Produtores

Variável analisada: Porosidade 0-5cm

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	10.138408	10.138408	1.412	0.2622
erro	10	71.802883	7.180288		
Total corrigido	11	81.941292			
CV (%) =	5.28				
Média geral:	50.7208333	Número de observações:		12	

Teste Tukey para a FV TRAT

DMS: 3,44709098991191 NMS: 0,05

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
1	49.801667 a	
2	51.640000 a	

Variável analisada: Porosidade 5-20cm

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	0.621075	0.621075	0.012	0.9156
erro	10	526.047417	52.604742		
Total corrigido	11	526.668492			
CV (%) =	17.37				
Média geral:	41.7491667	Número de observações:		12	

Teste Tukey para a FV TRAT

DMS: 9,33027085230101 NMS: 0,05

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
1	41.521667 a	
2	41.976667 a	

Variável analisada: Densidade de partículas 0-5cm

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	0.001200	0.001200	0.262	0.6199
erro	10	0.045800	0.004580		
Total corrigido	11	0.047000			
CV (%) =	2.73				
Média geral:	2.4800000	Número de observações:		12	

Teste Tukey para a FV TRAT

DMS: 0,0870591743623728 NMS: 0,05

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
2	2.470000 a	
1	2.490000 a	

Variável analisada: Densidade de partículas 5-20cm

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	0.000008	0.000008	0.001	0.9774
erro	10	0.099217	0.009922		
Total corrigido	11	0.099225			
CV (%) =	4.01				
Média geral:	2.4825000	Número de observações:		12	

Teste Tukey para a FV TRAT

DMS: 0,128136872938632 NMS: 0,05

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
1	2.481667 a	
2	2.483333 a	

Variável analisada: Estoque de COT 0-5cm

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	0.529200	0.529200	0.178	0.6817
erro	10	29.671467	2.967147		
Total corrigido	11	30.200667			
CV (%) =	21.88				
Média geral:	7.8733333	Número de observações:		12	

Teste Tukey para a FV TRAT

DMS: 2,21590589171417 NMS: 0,05

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
2	7.663333 a	
1	8.083333 a	

Variável analisada: Estoque de COT 5-20cm

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	3.853333	3.853333	0.157	0.7004
erro	10	245.683133	24.568313		
Total corrigido	11	249.536467			
CV (%) =	20.88				
Média geral:	23.7433333	Número de observações:		12	

Teste Tukey para a FV TRAT

DMS: 6,37631077940709 NMS: 0,05

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
2	23.176667 a	
1	24.310000 a	

Variável analisada: Densidade do solo 0-5cm

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	0.008533	0.008533	1.666	0.2259
erro	10	0.051233	0.005123		
Total corrigido	11	0.059767			
CV (%) =	5.86				
Média geral:	1.2216667	Número de observações:		12	

Teste Tukey para a FV TRAT

DMS: 0,0920784736482008 NMS: 0,05

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
2	1.195000 a	
1	1.248333 a	

Variável analisada: Densidade do solo 5-20cm

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	0.000300	0.000300	0.016	0.9017
erro	10	0.186867	0.018687		
Total corrigido	11	0.187167			
CV (%) =	9.48				
Média geral:	1.4416667	Número de observações:		12	

Teste Tukey para a FV TRAT

DMS: 0,175852167027519 NMS: 0,05

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
2	1.436667 a	
1	1.446667 a	

Variável analisada: Estoque de Carbono lábil 0-5cm

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	F	p
TRAT	1	0.15188	0.15188	4.9646	2.4333	0.1497
erro	10	0.62415	0.06242			
Total corrigido	11	0.77603				
CV (%) =	24.07999					
Média geral:	1.03750	Número de observações:		12		

Teste Tukey para a FV TRAT

DMS: 0.32128 NMS: 0,05

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
1	1.15000 a	
2	0.92500 a	

Variável analisada: Estoque de Carbono lábil 5-20cm

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	F	p
TRAT	1	2.33201	2.33201	10.0443	14.2815	0.0036
erro	10	1.63288	0.16329			
Total corrigido	11	3.96489				
CV (%) =	14.30827					
Média geral:	2.82417	Número de observações:		12		

Teste Tukey para a FV TRAT

DMS: 0.51965 NMS: 0,05

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
1	3.26500 a	
2	2.38333 b	

Variável analisada: Estoque de Carbono não lábil 0-5cm

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	F	p
TRAT	1	0.11021	0.11021	0.001	0.039367	>0.050
erro	10	27.99488	2.79949			
Total corrigido	11	28.10509				
CV (%) =	24.47642					
Média geral:	6.83583	Número de observações:			12	

Teste Tukey para a FV TRAT

DMS: 2.15166 NMS: 0,05

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
1	6.93167 a	
2	6.74000 a	

Variável analisada: Estoque de Carbono não lábil 5-20cm

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	F	p
TRAT	1	0.18501	0.18501	0.001	0.007447	>0.050
erro	10	248.42188	24.84219			
Total corrigido	11	248.60689				
CV (%) =	23.82407					
Média geral:	20.92083	Número de observações:			12	

Teste Tukey para a FV TRAT

DMS: 6.40959 NMS: 0,05

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
1	21.04500 a	
2	20.79667 a	

Variável analisada: Estoque de Carbono lábil 0-20cm

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	F	p
TRAT	1	3.66307	3.66307	10.0443	15.6025	0.0027
erro	10	2.34775	0.23478			
Total corrigido	11	6.01083				
CV (%) =	12.54462					
Média geral:	3.86250	Número de observações:			12	

Teste Tukey para a FV TRAT

DMS: 0.62310 NMS: 0,05

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
1	4.41500	a
2	3.31000	b

Variável analisada: Estoque de Carbono não lábil 0-20cm

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	F	p
TRAT	1	0.59853	0.59853	0.001	0.01395	>0.050
erro	10	429.06053	42.90605			
Total corrigido	11	429.65907				
CV (%) =	23.59891					
Média geral:	27.75667	Número de observações:			12	

Teste Tukey para a FV TRAT

DMS: 8.42353 NMS: 0,05

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
2	27.98000	a
1	27.53333	a

Variável analisada: Estoque de COT 0-20cm

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	F	p
TRAT	1	7.22301	7.22301	0.001	0.168911	>0.050
erro	10	427.62102	42.76210			
Total corrigido	11	434.84402				
CV (%) =	20.68245					
Média geral:	31.61750	Número de observações:			12	

Teste Tukey para a FV TRAT

DMS: 8.40939 NMS: 0,05

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
2	32.39333 a	
1	30.84167 a	

Produtor

Nome

1.....	Roberto
2.....	“João da Vagem”
3.....	Wellington
4.....	José Luis
5.....	Paulo e Otávio
6.....	Claudio
7.....	Edilson
8.....	José Pereira
9.....	Fernando
10.....	Elias
11.....	Marcos
12.....	Severino