



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

MARYJANE DINIZ DE ARAÚJO GOMES

**SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE CULTIVO IRRIGADOS ORGÂNICO E
CONVENCIONAL DE BASE FAMILIAR**

FORTALEZA

2015

MARYJANE DINIZ DE ARAÚJO GOMES

SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE CULTIVO IRRIGADOS ORGÂNICO E
CONVENCIONAL DE BASE FAMILIAR

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrícola.

Área de concentração: Irrigação e Drenagem

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Nonato Távora Costa.

FORTALEZA

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- G615s Gomes, Maryjane Diniz de Araújo.
 Sustentabilidade de sistemas de cultivo irrigados orgânico e convencional de base familiar /
Maryjane Diniz de Araújo Gomes. – 2015.
 78f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias,
Departamento de Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola,
Fortaleza, 2015.
 Área de Concentração: Irrigação e Drenagem.
 Orientação: Prof. Dr. Raimundo Nonato Távora Costa.
1. Irrigação. 2. Agricultura familiar. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Título.

CDD 630

MARYJANE DINIZ DE ARAÚJO GOMES

SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE CULTIVO IRRIGADOS ORGÂNICO E
CONVENCIONAL DE BASE FAMILIAR

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem

Aprovada em: 20/09/2015

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Raimundo Nonato Távora Costa (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dr. Guillermo Gamarra Rojas

Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dr. José Aglodualdo Holanda Cavalcante Júnior

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará (IFCE)

À Deus, por sempre me conceder sabedoria nas escolhas dos melhores caminhos.

Aos meus pais, João Bosco Gomes e Mariana Diniz de Araújo Gomes, pela confiança e motivação incondicional. Que sempre me impulsionam em direção às vitórias dos meus desafios.

Aos meus filhos, Jéssica Letícia Diniz Gomes dos Santos e Ricken Diniz Gomes dos Santos, por todo amor e carinho.

Ao meu esposo, José Iranilson B. de Oliveira Gomes, pelo incentivo e presença constante nos momentos difíceis.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida.

À Universidade Federal do Ceará (UFC), pela oportunidade de realização da pós-graduação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro com a concessão da bolsa de estudos.

As dificuldades de toda caminhada são mais facilmente transportadas quando, além dos nossos próprios passos, outros pés compartilham a caminhada. Daí, meu sincero agradecimento ao meu orientador, Raimundo Nonato Távora Costa, por todos os momentos de paciência, compreensão e competência.

Ao Dr. Guillermo Gamarra Rojas e Dr. José Aglodualdo Holanda Cavalcante Júnior, por aceitarem compor a banca examinadora e por suas valiosas contribuições ao trabalho de dissertação.

Ao meu pai, João Bosco Gomes, homem que tenho como exemplo de vida. Meu eterno agradecimento pelos momentos que estive ao meu lado, fazendo-me acreditar que nada é impossível.

À minha mãe, Mariana Diniz de Araújo Gomes, por ter sido tão dedicada à minha educação. Obrigada pelo amor, carinho e compreensão que me destes durante toda a vida.

À minha irmã, Meyrienne Diniz de Araújo Gomes, pelo apoio concedido nas horas de dificuldade.

Aos meus filhos, Jéssica Letícia Diniz Gomes dos Santos e Ricken Diniz Gomes dos Santos, que em muitos momentos proporcionaram a força e o incentivo necessário para esta caminhada e por sempre entenderem que a minha ausência era necessária para construção do nosso futuro.

Ao meu esposo, José Iranilson Borges de Oliveira Gomes, pelo seu carinho e compreensão. E por me ensinar que devemos encarar os problemas e as dificuldades da vida não como pedras no meio do caminho, mas como degraus de uma escada que nos levará à vitória.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa em Engenharia de Água e Solo no Semiárido (GPEAS – Semiárido), em especial ao Francisco Tiago Rodrigues, que estive ao meu lado durante toda a execução do trabalho, dando apoio incondicional e

ensinando-me a transformar as dificuldades em oportunidade de crescimento.

Longe de casa e de toda família, muitas vezes surge os sentimentos de insegurança e solidão, mas encontrei uma nova família na Fazenda Carcará. Gestos de carinho, atenção e delicadeza fazem-nos perceber quanto algumas pessoas são especiais na forma de ser e como são bem-vindas as suas ações, agradeço imensamente por todo carinho e atenção que me proporcionaram.

Aos agricultores da Fazenda Estufa Limoeiro, por ter dedicado parte do seu tempo contribuindo na coleta de dados desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda, por permitir o uso das dependências do Laboratório de Relação Água e Solo (Departamento de Engenharia Agrícola) durante a realização das análises de solo.

Aos professores do Departamento de Engenharia Agrícola e do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, em especial ao Dr. Francisco Marcus Lima Bezerra, Dr. Marlos Alves Bezerra (Embrapa), Dr. Fernando Felipe Ferreira Hernandez e ao Dr. Raimundo Nonato Assis Júnior, pelos ensinamentos contribuindo para minha formação no curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola.

Ao Professor Paulo Furtado Mendes Filho, pelo suporte à realização de parte desta dissertação concedendo material para elaboração das análises feitas em laboratório.

Agradeço aos meus amigos, Aberlado Amaral, Alexandre Bosco de Oliveira, Almiro Tavares, Amparo Cisneros, Benito Moreira de Azevedo, Francisca Gleiciane, Francisco Elder, Jean Paulo, Kadson Frutuoso, Manoel Rodrigues, Manuel Filipe, Marconi Seabra, Maria da Saúde, Susana Eliote, Wanderson Pires, pelo momentos compartilhados...a amizade é um amor que nunca morre.

Muito frequentemente, com a correria da nossa caminhada, nós subestimamos o poder do carinho, de um sorriso, de uma palavra amável, de um ombro amigo, de um elogio honesto ou o menor ato de dedicação, mas quando nesta caminhada existem familiares e amigos, estes simples gestos se tornam indispensáveis. Daí, meu agradecimento a todos os meus amigos e familiares que direta ou indiretamente transformaram esta caminhada mais prazerosa.

“Sem sonhos, as perdas se tornam insuportáveis, as pedras do caminho se tornam montanhas, os fracassos se transformam em golpes fatais. Mas, se você tiver grandes sonhos... seus erros produzirão crescimento, seus desafios produzirão oportunidades, seus medos produzirão coragem. Por isso, meu ardente desejo é que você NUNCA DESISTA DE SEUS SONHOS.”

(Augusto Cury).

RESUMO

GOMES, Maryjane Diniz de Araújo Gomes. Universidade Federal do Ceará. Fevereiro de 2015. **Sustentabilidade de sistemas de cultivo irrigados orgânica e convencional de base familiar**. Fortaleza: UFC. 78f. (Dissertação). 2015.

A agricultura familiar vem contribuindo para o desenvolvimento social, pois através de seus milhões de pequenos produtores é um setor em crescimento e de inteira relevância para o desenvolvimento do país. Apesar da elevada eficiência produtiva atual na agricultura, tem se observado diversos impactos ambientais e sociais, tais como erosão dos solos, contaminação das águas superficiais e subterrâneas, redução da biodiversidade e perda de saberes tradicionais associados, dependência econômica, redução das oportunidades de trabalho e renda, êxodo rural e exclusão social. Por este motivo, nos últimos tempos, tem se dado ênfase aos benefícios ecológicos provenientes do cultivo de produtos orgânicos. A pesquisa tem como objetivo geral analisar comparativamente, a partir de indicadores de sustentabilidade econômica, social e ambiental, dois sistemas irrigados de produção, um orgânico o outro convencional. O valor da produção e da renda do agricultor foram avaliados como variáveis associadas com dimensões sociais e econômicas, respectivamente. A análise estatística dos dados ambientais foi realizada através do programa “ASSISTAT 7.5 BETA” submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey. A geração de empregos diretos por unidade de área no sistema de cultivo convencional corresponde aos valores de referência. Já o sistema de cultivo orgânico proporciona uma geração de empregos diretos que chega a corresponder três vezes à média da capacidade de geração de emprego por unidade de área da agricultura irrigada na região do semiárido brasileiro, criando assim de forma sustentável, condições de permanência do homem no campo. O sistema de cultivo orgânico apresenta um menor risco associado à dimensão econômica comparativamente ao sistema de cultivo convencional. As superfícies agrícolas úteis atuais das duas unidades de produção permitem que as mesmas se mantenham na atividade agropecuária assegurando a reprodução social dos agricultores num cenário com financiamento do Pronaf. Os resultados das variáveis ambientais avaliadas demonstram que a unidade de produção com cultivo orgânico apresenta maior sustentabilidade ambiental, uma vez que o solo encontra-se em condições físicas e químicas mais satisfatórias para o desenvolvimento dos microrganismos.

Palavras-chave: Irrigação; Agricultura familiar; Desenvolvimento sustentável.

ABSTRACT

GOMES, Maryjane Diniz de Araújo Gomes. Federal University of Ceará. February 2015. **Sustainability of organic and conventional family based irrigated cropping systems.** Fortaleza: UFC. 78f. (Dissertation). 2015.

Family farming has contributed to social development because through millions of small producers it has been a growing industry of entire relevance for the development of the country. Despite the high current production efficiency in agriculture it has been observed many environmental and social impacts, such as: soil erosion, contamination of surface and groundwater, loss of biodiversity, loss of traditional knowledge associated with economic dependence, reducing of job opportunities and income as well as rural exodus and social exclusion. For this reason, in the past few years it has been giving very strong focus on ecological benefits from cultivation of organic products. The general objective of this research is to comparatively analyze, based on indicators of economic, social and environmental indicators, two irrigated cultivation systems of organic and conventional production. The value of production and income of the farmer were respectively evaluated as variables associated to social and economic dimensions. The microbial activity of the soil was used as an environmental variable and the statistical analysis was performed using the program "ASSISTAT 7.5 BETA". The generation of direct jobs per area unit in the conventional tillage system corresponds to the reference values. Nevertheless, the organic system provides a generation of direct jobs that may reach three times the average capacity of employment generation per area unit of irrigated agriculture in the Brazilian semi-arid region, thus creating in a sustainable way, maintenance conditions for peasants. The organic system has a lower risk associated with the economic dimension compared to conventional tillage system. Current useful agricultural areas of the two production units allow them to remain in agricultural activity ensuring the social reproduction of farmers in a scenario with funding from the Pronaf. The results of the evaluated environmental variables demonstrate that production unit with organic farming has higher environmental sustainability, since the soil has good physical and chemical conditions that are more satisfactory to the development of microorganisms.

Keywords: Irrigation; Family farming; Sustainable development.

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 - Valor Bruto da Produção (VBP) anual da Fazenda Estufa Limoeiro no ano de 2013.....	47
Figura 2 - Valor Bruto da Produção (VBP) mensal da Fazenda Carcará no ano de 2013.....	48
Figura 3 - Teores de carbono orgânico total do solo (CO) no período seco (outubro) no município de Guaraciaba do Norte-CE. Os valores estão representados por média e, as médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.....	58
Figura 4 - Teores de carbono da biomassa microbiana (CBM) no período seco (outubro) no município de Guaraciaba do Norte-CE. Os valores estão representados por média e, as médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.....	59
Figura 5 - Teores da respiração basal do solo (RBS) no período seco (outubro) no município de Guaraciaba do Norte-CE. Os valores estão representados por média e, as médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.....	62
Figura 6 - Quociente microbiano (qMIC) e quociente metabólico (qCO) no período seco (outubro) no município de Guaraciaba do Norte-CE. Os valores estão representados por média e, as médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.....	65

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1 - Plano de ocupação da Fazenda Estufa Limoeiro no ano 2013.....	45
Tabela 2 - Plano de ocupação da Fazenda Carcará no ano 2013.....	46
Tabela 3 - Custos de produção da Fazenda Estufa Limoeiro (sistema convencional) e da Fazenda Carcará (sistema orgânico) com financiamento do Pronaf Mais Alimento para 1,0ha de produção.....	49
Tabela 4 - Custos de produção da Fazenda Estufa Limoeiro (sistema convencional) e da Fazenda Carcará (sistema orgânico) sem financiamento do Pronaf Mais Alimento para 1,0ha de produção.....	51
Tabela 5 - Juros pagos à agente financiador em relação à créditos de investimentos do Pronaf Mais Alimentos no ano de 2013 para 1,0ha de produção.....	53
Tabela 6 - Parâmetros utilizados para cálculo da renda do agricultor (RA) de cada sistema de produção para 1,0ha de produção.....	54
Tabela 7 - Resumo da análise de variância para as áreas de diferente manejo.....	57
Tabela 8 - Atributos físico e químico do solo das diferentes áreas estudadas.....	63

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1 - Valor agregado de produção da Fazenda Estufa Limoeiro (sistema convencional) e da Fazenda Carcará (sistema orgânico) com financiamento do Pronaf Mais Alimento.....	50
Gráfico 2 - Valor agregado de produção da Fazenda Estufa Limoeiro (sistema convencional) e da Fazenda Carcará (sistema orgânico) sem financiamento.....	52
Gráfico 3 - Renda do agricultor (RA) da Fazenda Estufa Limoeiro (sistema convencional) e da Fazenda Carcará (sistema orgânico) com financiamento do Pronaf.....	54
Gráfico 4 - Renda do agricultor (RA) da Fazenda Estufa Limoeiro (sistema convencional) e da Fazenda Carcará (sistema orgânico) sem financiamento.....	56

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Agricultura orgânica em nível de Brasil e do Estado do Ceará	17
2.2 Agricultura familiar	23
2.3 Indicadores para avaliação da sustentabilidade de agroecossistemas	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1 Caracterização das unidades de produção	31
3.2 Indicadores utilizados na análise dos sistemas de produção	33
<i>3.2.1 Dimensão social</i>	33
<i>3.2.2 Dimensão econômica</i>	35
<i>3.2.3 Dimensão ambiental</i>	37
<i>3.2.3.1 Coleta do solo</i>	37
<i>3.2.3.2 Carbono orgânico do solo</i>	38
<i>3.2.3.3 Carbono da biomassa microbiana</i>	39
<i>3.2.3.4 Respiração basal</i>	41
<i>3.2.3.5 Quociente metabólico</i>	42
<i>3.2.3.6 Quociente microbiano</i>	43
<i>3.2.3.7 Delineamento experimental e análise estatística</i>	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1. Análise Social	44
<i>4.1.1 Geração de emprego</i>	44
<i>4.1.2 Valor agregado da produção</i>	45
4.2. Análise econômica	52
4.3. Análise Ambiental	57
<i>4.3.1. Carbono orgânico total do solo</i>	57
<i>4.3.2. Carbono da biomassa microbiana</i>	59
<i>4.3.3. Respiração Basal do Solo</i>	61

<i>4.3.4. Quociente microbiano e quociente metabólico</i>	64
5 CONCLUSÕES	68
REFERÊNCIAS	70
APÊNDICE A – VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO DA FAZENDA CARCARÁ NO ANO DE 2013	78

1 INTRODUÇÃO

A agricultura familiar vem contribuindo para o desenvolvimento social, pois através de seus milhões de pequenos produtores é um setor em crescimento e de inteira relevância para o desenvolvimento do país. Todos os anos ela movimenta bilhões de reais, produzindo mais da metade dos alimentos que são consumidos. Também tem participação na criação de empregos, geração e distribuição de renda e diminuição do êxodo rural.

No Estado do Ceará, o setor agrícola é um promotor do desenvolvimento econômico rural, principalmente no que se refere à geração de renda. A agricultura ocupa 30,8% da população economicamente ativa. A população rural do Ceará corresponde a 24,91% (IBGE – Censo Demográfico de 2010) e dentro desta população 54,32% são agricultores familiares (IBGE – Censo Agropecuário de 2006).

Na região da Serra da Ibiapaba, um dos principais centros produtores de frutas e hortaliças do Norte/Nordeste do país, a agricultura caracteriza-se pela presença de agricultores familiares, os quais têm sido muito importantes para a economia cearense, com uma inquestionável contribuição ao desenvolvimento do estado. Dentre os fatores que favorecem esse status estão: clima e temperatura favoráveis, água em abundância e a presença de uma estrutura rodoviária que facilita o canal de comercialização entre o produtor e comerciante, principalmente os atacadistas.

Apesar da elevada eficiência produtiva atual na agricultura, tem se observado diversos impactos ambientais e sociais, tais como erosão dos solos, contaminação das águas superficiais e subterrâneas, redução da biodiversidade e perda de saberes tradicionais associados, dependência econômica, redução das oportunidades de trabalho e renda, êxodo rural e exclusão social. Por este motivo, atualmente, tem se dado ênfase muito grande aos benefícios ecológicos provenientes do cultivo de produtos orgânicos, face os impactos causados no cultivo tradicional com uso de agrotóxicos.

No Brasil estão cadastrados 7.949 produtores certificados, sendo que no Estado do Ceará foram encontrados 233 cadastros, dos quais 77 cadastros oriundos da serra da Ibiapaba, representando 1/3 dos produtores orgânicos certificados no estado (MAPA, 2014).

Vale ressaltar que apesar da elevada produção brasileira, o perfil dos consumidores vem se modificando, aumentando a exigência por produtos de melhor qualidade e em especial por produtos com baixo nível de resíduos de agrotóxicos. Com

isso, a agricultura orgânica e suas derivações tem tido um crescimento acelerado em todo o mundo.

A exposição humana a agrotóxicos se constitui em grave problema de saúde pública em todo o mundo, principalmente nos países em desenvolvimento. A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que, anualmente, em torno de três milhões de pessoas sofram intoxicações agudas decorrentes da exposição à agrotóxicos, gerando cerca de 220 mil mortes ao ano (PIRES; CALDAS; RECENA, 2005). Segundo dados do último censo agropecuário realizado pelo IBGE, em 2006 havia aproximadamente 16 milhões de trabalhadores envolvidos com a atividade agropecuária no país. Estima-se que 533 mil trabalhadores tenham sido intoxicados por agrotóxicos nesse ano (MOREIRA *et al.*, 2002).

A agricultura convencional está cada vez mais na dependência de insumos ou fatores de produção, acarretando, por conseguinte em muitas situações, redução nos níveis de produtividade e, portanto, em sua eficiência econômica. Neste contexto, o agricultor começa a entender a necessidade de mudar as bases produtivas, buscando assim um modelo que possa lhe proporcionar uma maior sustentabilidade econômica, além de menores malefícios ao ambiente e sua saúde.

Diante do exposto, urge a necessidade de estudos comparativos que envolvam sistemas de produção tais como o praticado na Fazenda Estufa Limoeiro, cujo modelo é exclusivamente convencional, e os praticados na Fazenda Carcará, de cultivo orgânico, ambos localizados na Serra da Ibiapaba, município de Guaraciaba do Norte, Ceará. Neste sentido, a pesquisa assume a premissa de que o sistema de produção com cultivo orgânico apresenta valores de renda do agricultor e valor agregado, ambos por unidade de trabalho familiar, que o caracteriza como altamente intensivo, e cujos valores se apresentam superiores ao do sistema de produção com cultivo convencional. Presume-se ainda que o mesmo apresente uma maior sustentabilidade do ponto de vista ambiental.

O objetivo geral da pesquisa foi analisar comparativamente a partir de indicadores de sustentabilidade econômica, social e ambiental, dois sistemas irrigados de produção orgânica e convencional.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Agricultura orgânica em nível de Brasil e do Estado do Ceará

A agricultura convencional aumentou significativamente a produtividade, dobrando a produção de alimentos entre os anos de 1950 e 1984 (SOUZA; RESENDE, 2006). No entanto, a partir de 1985, ocorreu uma diminuição na produtividade da agricultura mundial baseada no sistema convencional, devido em grande parte, à falta de respeito à sustentabilidade do meio ambiente (GLIESSMAN, 2001). Após a observação da degradação das condições essenciais à manutenção da vida no planeta realizou-se uma busca intensa de um novo modelo de desenvolvimento, concretizado no conceito de sustentabilidade criado na ECO-92, no Rio de Janeiro (KHATOUNIAN, 2001).

A agricultura convencional sofreu impactos com o uso intensivo de agrotóxicos que provocaram um aumento expressivo na produção agrícola. Mas, aos poucos ficaram evidentes problemas como compactação dos solos, perda da fertilidade, erosão, perda da biodiversidade, contaminação dos alimentos, contaminação das águas por nitratos e agrotóxicos, intoxicações crônicas e agudas dos trabalhadores rurais, aparecimento de pragas resistentes aos agrotóxicos, novas pragas, alimentos sem sabor e sem durabilidade.

Nesse contexto, resgata-se o modelo de produção de alimentos sem a utilização de agroquímicos, conhecido por sistema orgânico de produção. A agricultura orgânica seria basicamente um conjunto de processos de produção agrícola que parte do pressuposto de que a fertilidade é função direta da matéria orgânica contida no solo (ORMOND *et al.*, 2002). O crescente interesse é consequência de uma grande exigência por parte dos consumidores, por alimentos mais saudáveis, produzidos em um sistema que respeite o meio ambiente e seja socialmente justo (HENZ; ALCÂNTARA; RESENDE, 2007).

A agricultura orgânica surgiu entre 1925 e 1930 com os trabalhos do inglês Albert Howard, que ressaltam a importância da matéria orgânica para os processos produtivos e mostram que o solo deve ser entendido como um organismo vivo. Ainda na década de 1920 surgiram, quase que simultaneamente, alguns movimentos contrários à adubação química, que tinham por objetivo o uso da matéria orgânica e outras práticas culturais que fossem favoráveis aos processos biológicos. No entanto, apenas na década de 1970, o conjunto dessas vertentes passou a ser chamado de agricultura alternativa, e algum tempo depois o termo agricultura orgânica passou a ser tido como sinônimo de

agricultura alternativa (SAMINÉZ *et al.*, 2007). Ela preconiza a rotação de culturas, a biodiversidade, a não utilização de insumos que tenham como base recursos minerais não renováveis ou compostos sintéticos e, no lugar destes, a aplicação de adubos verdes, esterco, restos culturais, palhas e o controle natural de pragas e doenças.

Takatsuka *et al.* (2009) relatam que a agricultura orgânica compreende todos os sistemas agrícolas que promovem a produção sustentável de alimentos, fibras e outros produtos não alimentícios (cosméticos, óleos essenciais, entre outros), de modo ambiental, social e economicamente responsável. Logo, a agricultura orgânica tem por objetivo aperfeiçoar a qualidade em todos os aspectos da agricultura, do ambiente e da sua interação com a humanidade pelo respeito à capacidade natural das plantas, animais e ambientes.

Para Rodrigues (2005), os produtos da agricultura orgânica não apresentam contaminação por adubos químicos capazes de causar vários tipos de doenças, além de estarem livres de agrotóxicos, que se vão acumulando em diversos órgãos, acarretando o seu acúmulo ao longo do tempo.

A principal preocupação na agricultura orgânica é evitar o uso de quaisquer substâncias que possam apresentar efeitos adversos à saúde das pessoas a partir da cadeia alimentar como consumidor dos animais, plantas ou do ecossistema. Sendo assim, o papel da agricultura orgânica é sustentar e aumentar a saúde do solo, das plantas, dos animais, do homem e do planeta, seja por meio do manejo do solo, do processamento dos alimentos, da distribuição ou do consumo. Por conseguinte, somente em solo saudável é possível produzir alimentos que vão sustentar animais e pessoas de forma saudável, influenciando a saúde das comunidades que, por sua vez, não pode ser separada da saúde do ecossistema no qual se inserem (DAROLT, 2002).

O manejo orgânico deve ser adaptado às condições locais, à ecologia e às tradições e cultura da região. Os insumos externos devem ser reduzidos através da reutilização, reciclagem e manejo eficiente dos recursos naturais, e inclusive da energia, para que seja possível conservar esses recursos. Assim, a produção deve basear-se nos processos ecológicos e na reciclagem. A caça e a coleta devem observar um plano de manejo que não prejudique a sobrevivência da espécie. Todos que participam da produção orgânica, como produtores, processadores, distribuidores e consumidores devem proteger a natureza, ou seja, a paisagem, o clima, a biodiversidade, o ar e a água, os homens e os animais (AQUINO; ASSIS, 2005).

Precaução e responsabilidade devem permear as tomadas de decisão e as escolhas de tecnologias. As decisões devem refletir os valores e necessidades de todos que possam ser afetados, através de processo transparente e participativo. Portanto, a agricultura orgânica deve ser planejada e desenvolvida de forma responsável e cuidadosa, de modo a proteger a saúde e o bem-estar das pessoas e das gerações futuras, bem como a qualidade do ambiente. Assim, a agricultura orgânica deve procurar aumentar a eficiência e a produtividade, mas sem colocar em risco a sustentabilidade do agroecossistema (ROSSI; MOREIRA; RAUEN, 2008).

A noção de qualidade é relativa ao usuário do produto ou ao serviço envolvido. As redes dos produtos agrícolas envolvem pelo menos três atores: os produtores, que estarão particularmente atentos à qualidade agrônômica e zootécnica (potencial de rendimento, rusticidade, resistência às doenças e pragas, precocidade); os transformadores e os distribuidores, que serão particularmente ligados à qualidade tecnológica do produto (produção, conservação, transformação, transporte); os consumidores, para os quais a noção de qualidade se reagrupa em diferentes expectativas (ORMOND *et al.*, 2002).

O cultivo orgânico vem ganhando destaque no entorno das cidades, denominada por agricultura urbana (AQUINO; ASSIS, 2007). Isso adquiriu força devido à baixa exigência, por parte do sistema orgânico de cultivo, de insumos externos e a possibilidade de cultivo em menores escalas, devido ao maior valor agregado aos produtos (ASSIS, 2003).

Porém, para um perfeito desenvolvimento de uma agricultura baseada no cultivo orgânico, é preciso certo nível de organização dos agricultores familiares para obtenção de informações e competitividade no mercado. Dessa forma, a atuação do poder público, com políticas específicas voltadas para promoção desse processo junto a esse estrato socioeconômico de agricultores, é fundamental para que o mesmo ocorra de forma mais ampla. Essa ação do poder público deve ocorrer após a articulação entre as decisões locais e as demandas sociais, viabilizando mercados locais a partir de uma ação coordenada de aproximação e ordenamento de interesses entre agricultores familiares, comerciantes e consumidores locais (ASSIS, 2003).

A Instrução Normativa dos Mecanismos de Garantia e Informação da Qualidade Orgânica não trabalha o conceito de qualidade orgânica, mas o Decreto presidencial nº 6.323 (BRASIL, 2007) define como qualidade o que traz vinculada a ela, os princípios da produção orgânica relacionada a questões sanitárias, ambientais e

sociais. Nesta instrução normativa encontra-se a obrigatoriedade da certificação dos produtos orgânicos.

A certificação de produtos orgânicos engloba uma série de procedimentos estabelecidos e acordados entre agricultores, compradores de produtos agropecuários, comerciantes e consumidores que garantem que bens ou serviços foram produzidos de forma diferenciada dos demais. Visa conquistar maior credibilidade dos consumidores e conferir maior transparência às práticas e aos princípios utilizados na produção orgânica fornecendo uma forma de garantia para comercialização dos produtos com o selo certificador de produto orgânico; mostrando que os mesmos têm procedência isenta de contaminações químicas e que a sua produção respeita o meio ambiente e o trabalhador rural (BRANCHER, 2004; CAMPANHOLA; VALARINI, 2001; MARTINS; FILHO; BUENO, 2006).

Branco (2003) afirma que em todo o mundo, principalmente nos países do norte europeu, existe hoje um movimento favorável à produção de alimentos orgânicos, ou seja, alimentos de origem animal ou vegetal em cuja produção não são utilizados agrotóxicos, hormônios, fertilizantes químicos ou qualquer substância estranha à natureza ou ao meio ambiente.

O mercado de orgânicos é promissor e vem crescendo cada vez mais. No Japão, o mercado é estimado em U\$ 1 bilhão e nos EUA a venda de alimentos orgânicos cresce a uma taxa de 20% ao ano. Os principais motivos para esse crescimento envolvem a sensibilidade cada vez maior dos consumidores com questões de saúde e meio ambiente, busca por alimentos saudáveis e com melhor sabor. Pesquisas indicam que os consumidores estão dispostos a pagar mais pela qualidade orgânica agregada ao produto (DULLEY, 2003).

A grande expansão observada na agricultura orgânica no Brasil pode ser verificada tanto pela comparação da área cultivada, do número de agricultores envolvidos ou da diversidade de produtos comercializados, inclusive com crescente oferta de produtos processados e volume de vendas no mercado interno e externo, a par da inserção mais que assumida de diversas instituições de ensino e pesquisa no desenvolvimento da produção orgânica, indicando claramente a pujança do movimento (NEVES *et al.*, 2005).

No Brasil, assim como em vários outros países, a agricultura orgânica está crescendo, ganhando mercado e envolvendo progressivamente um maior número de produtores. Em nosso território o número de estabelecimentos orgânicos apontados pelo

Censo Agropecuário 2006 é de 90.497 mil, sendo a maior parte destes produtores do tipo familiar, representando 90% do total, os 10% restantes são produtores do tipo empresarial, ligados a empresas privadas.

Embora não haja dados oficiais sobre a agricultura orgânica no Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento estima que a área envolvida com produção orgânica se situa em torno de 8,6 milhões de hectares, incluindo o extrativismo sustentável, e envolvendo cerca de 20.000 agricultores. Já segundo o Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural (IBD), 500 mil hectares são cultivados com produtos orgânicos, excluído o extrativismo (FEIDEN; SILVA, 2006).

A demanda pelos produtos orgânicos está aumentando no mundo, com vendas no varejo estimadas em US\$ 33 bilhões em 2005 (WILLER; YUSSEFI, 2007). Estes resultados refletem os esforços de diferentes agentes da cadeia, tanto pelo lado da oferta (diversidade de produtos, canais de comercialização, certificação) quanto da demanda (preocupação com a saúde, com a inocuidade dos alimentos e com a proteção à natureza), e das políticas públicas estabelecidas.

Atualmente, observam-se sistemas de produção orgânicos em diferentes condições ambientais, apresentando resultados satisfatórios do ponto de vista ecológico, agrônomico e social. Aliado a isto, um mercado específico para consumo desses produtos tem tido um crescimento elevado (ASSIS, 2003).

Analisando o Censo Agropecuário 2006, sob o ponto de vista da área cultivada, o Brasil possuía em 2006, 4,9 milhões de hectares, com cultivo orgânico, sendo 4,4 milhões de hectares de área não certificada e 517 mil hectares de áreas certificadas. O Ceará ocupava, no país, o 11º lugar em áreas com cultivo orgânico, correspondendo a 174 mil hectares ou 3,53% e o 4º dentre os estados nordestinos, perdendo, em área para os estados da Bahia, Piauí e Maranhão.

Segundo Silveira (2005), no Estado do Ceará, a agricultura orgânica está distribuída em vários agropólos: Ibiapaba, Cariri, região Metropolitana, Inhamuns, Litoral Leste e Litoral Oeste. Contudo, segundo a mesma fonte, a agricultura orgânica enfrenta alguns problemas, dentre eles o alto custo de conversão (transformação da agricultura tradicional para orgânica) e problemas relativos à comercialização. A comercialização dos produtos constitui-se, em geral, um entrave para os pequenos produtores, que em razão de alguns fatores como, por exemplo, a pequena escala de produção, tornam-se reféns dos intermediários, fato este que se agrava quanto menor for o seu poder de barganha (KHAN; SILVA; CARVALHO, 1998).

A agricultura orgânica é considerada como uma alternativa para melhorar a qualidade de vida dos pequenos produtores, especialmente no Ceará, onde as condições climáticas geram grandes desafios para a relação sociedade-natureza. Além disso, a procura por produtos orgânicos que tem aumentado em torno de 10% ao ano no mercado interno e entre 20 e 30% no mercado externo (SEAGRI, 2004), criando assim oportunidades de inserção de mercado para pequenos produtores. Mas, a produção de orgânicos no Ceará ainda não está totalmente sistematizada. O setor distribui-se de forma irregular e a cadeia produtiva ainda não possui um bom nível de organização.

Internamente, a maior parte da produção de orgânicos do Ceará é destinada aos supermercados, mas ultimamente vem conquistando a preferência de outros segmentos, tais como hotéis e restaurantes. Segundo Silveira (2005), a produção orgânica do Ceará ganha espaço no mercado externo, devido à grande demanda por produtos orgânicos, principalmente nos Estados Unidos e Europa.

No Ceará, a serra de Ibiapaba abrange oito municípios: Viçosa do Ceará, Ipu, Guaraciaba do Norte, Carnaubal, São Benedito, Ibiapina, Ubajara e Tianguá. Possui 318.437 habitantes, com densidade demográfica de 63,68 habitantes/km² (IBGE, 2010). Situada ao Norte do Estado, divisa com o Estado do Piauí, é grande produtora de hortaliças, onde se destacam as culturas de tomate, chuchu, repolho, pimentão, dentre outras. As cidades são todas interligadas por rodovias asfaltadas e próximas umas das outras. O valor bruto da produção agrícola já movimentava anualmente cerca de R\$1.674 milhões (IBGE – PAM, 2012), com culturas diversas, como tomate, pimenta, hortaliças, maracujá e flores, dentre outras, gerando diversos empregos diretos.

A Serra da Ibiapaba é de intenso uso agrícola. Existem evidências nítidas de degradação quase generalizada dos recursos vegetais que têm conduzido a um esgotamento do potencial edáfico onde os efeitos de lixiviação são mais perceptíveis na área escarpada (SOUZA, 2000).

A agricultura orgânica vem apresentando desenvolvimento substancial na região da Chapada da Ibiapaba, principalmente no município de Guaraciaba do Norte, onde alguns agricultores com passado de cultivo convencional aderiram ao sistema orgânico de produção, visando obter melhoria da qualidade de vida, comprometida até então pelo uso indiscriminado de agrotóxicos e contaminação dos produtos agrícolas (MAPURUNGA, 2000).

Uma das unidades de produção orgânica do município de Guaraciaba do Norte que merece destaque é a Fazenda Carcará que há 17 anos produzia de forma

convencional, mas diante dos problemas que surgiam decidiram mudar suas bases de produção do sistema convencional para o sistema orgânico. Hoje possui 1,16 ha em produção com 58 culturas diferentes instaladas no campo durante o ano. Possui seus produtos certificados pela IBD Certificações, os quais recebem selo de qualidade para que o consumidor possa adquiri-los com garantia de qualidade e segurança alimentar.

A certificação exige uma série de cuidados, como a desintoxicação do solo por um a três anos para áreas em transição de agricultura convencional para orgânica, a não utilização de adubos químicos e agrotóxicos, a obediência a aspectos ecológicos (manutenção de Áreas de Preservação Permanente, por exemplo, com a recomposição de matas ciliares) e a preservação de espécies nativas e mananciais, o respeito às reservas indígenas e às normas sociais baseadas nos acordos internacionais do trabalho, o tratamento humanitário de animais e para o protocolo ECOSOCIAL, o envolvimento com projetos sociais e de preservação ambiental (IBD, 2014). O processo de certificação tem uma importância fundamental na viabilização da agricultura orgânica, sendo uma importante ferramenta no processo de desenvolvimento da consciência ecológica e social.

Apesar do Estado do Ceará ocupar, no país, o 11º lugar em áreas com cultivo orgânico, e o 4º dentre os estados nordestinos, a produção orgânica comparada com a produção convencional é ainda incipiente, pois ainda existem muitos agricultores que produzem utilizando de forma intensiva os recursos naturais. No município de Guaraciaba do Norte pode-se usar como exemplo de unidade de produção convencional a Fazenda Estufa Limoeiro que possui, atualmente, 4,5 ha em produção com apenas quatro culturas instaladas. Os agricultores desta Fazenda utilizam o solo de forma intensiva, usando quantidades indiscriminadas de agrotóxicos no cultivo das hortaliças e frutíferas presentes na área.

2.2 Agricultura familiar

A agricultura familiar vem contribuindo para o desenvolvimento social e para equilibrar o país (DAMASCENO; KHAN; LIMA, 2011), pois através de seus milhões de pequenos produtores é um setor em crescimento e de inteira relevância para nossa nação. Todos os anos ela movimenta bilhões de reais para o país, produzindo mais da metade dos alimentos que são consumidos por nós. E também, tem participação na criação de empregos, geração e distribuição de renda e diminuição das saídas do campo para as cidades.

A produção familiar é tida como a principal atividade econômica de muitas regiões da nossa nação e precisa ser fortalecida, pois a gama de oportunidades para os produtores no que tange a empregabilidade e renda é muito importante. É preciso garantir-lhes acesso ao crédito, condições e recursos tecnológicos para a produção e manejo sustentável de seus estabelecimentos, bem como garantias de comercialização da sua produção, seja agrícola ou não (LIMA; WILKINSON, 2002 *apud* NAZZARI; BERTOLINI; BRANDALISE, 2010).

Ainda que tardia, se comparada aos estudos dos países desenvolvidos sobre a agricultura familiar, o Brasil passou a estudar esse contexto em meados da década de 1990 (SCHNEIDER, 2003). Azevedo e Pessoa (2011) completam que o reconhecimento da agricultura familiar no Brasil ocorreu principalmente a partir dos estudos realizados pela Food and Agriculture Organization (FAO) em conjunto com o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) no início daquele ano.

Estudos mostram a relevância da agricultura familiar na organização e na estruturação do espaço agrário no Brasil, ainda que ao longo dos anos este segmento da sociedade não tenha tido uma atenção especial ou valorização no que tange às políticas públicas e na atuação do Estado Nacional, quando comparados a outros segmentos, tal como a agricultura patronal (AZEVEDO; PESSÔA, 2011).

A agricultura familiar no Brasil apresenta-se como um dos fatores condicionantes do desenvolvimento rural e regional. O censo agropecuário de 2006 mostra que a agricultura familiar responde em 38% (ou R\$ 54,4 bilhões) do valor total produzido pela agropecuária brasileira (SOUZA; NEY; POCIANO, 2011). Ainda, deve-se fazer menção da importância do pessoal ocupado nesse segmento, equivalente a cerca de 12,3 milhões de pessoas, ou 74,4% do pessoal ocupado no total de estabelecimentos agropecuários. Não obstante, apesar da grande importância que tem a agricultura familiar para o nosso país, tradicionalmente ela foi colocada em segundo plano em função dos instrumentos de crédito subsidiados que, no contexto do conservadorismo moderno, direcionou-se a maior parte para as regiões mais desenvolvidas tais como Sul e Sudeste, para grandes produtores e para os produtos de exportação.

Os agricultores familiares possuem uma vocação natural para a diversificação e a integração das atividades e menor utilização de insumos externos. Nesse sentido, até para que possam continuar cumprindo seu papel social no meio produtivo, os agricultores familiares têm a necessidade premente de buscarem modelos

mais integrados, que reciclem e reutilizem os recursos internos dos sistemas sustentáveis. Além disso, diferentes organizações representantes dos movimentos sociais e dos agricultores familiares já possuem várias experiências em relação a modelos mais sustentáveis de produção (DIDONET *et al.*, 2006).

Quanto à sustentabilidade apontada por Veiga (1996), a agricultura familiar apresenta um perfil essencialmente distributivo e, se comparada à agricultura patronal, manifesta melhores resultados em termos socioculturais, ambientais e territoriais. Deste modo, no artigo Agricultura familiar e sustentabilidade, o mesmo autor classificou as unidades familiares de produção como sendo resilientes, sustentáveis e versáteis. Resilientes porque possui capacidade rápida de adaptação às mudanças e é responsável pelos processos decisórios no interior da propriedade, no contexto da qual se decide o quê e como produzir.

A versatilidade das unidades familiares de produção se opõe à especialização cada vez mais intensa da agricultura patronal, sendo a diversificação do sistema de produção, uma característica marcante da agricultura familiar, que adota essa estratégia para diminuir os riscos de perdas totais, racionalizando o uso da mão de obra e tirando o máximo de proveito da interação entre diversas culturas e criações.

2.3 Indicadores para avaliação da sustentabilidade de agroecossistemas

O termo indicador é originário do Latim *indicare*, que significa descobrir, apontar, anunciar e estimar. Os indicadores podem comunicar ou informar acerca do progresso em direção a uma determinada meta, como por exemplo, o desenvolvimento sustentável, mas também podem ser entendidos como um recurso que deixa mais perceptível uma tendência ou fenômeno que não seja imediatamente detectável (HAMMOND *et al.*, 1995).

Tunstall (1994) *apud* BELLEN (2007) define que as principais funções dos indicadores são: avaliação de condições e tendências, comparação entre lugares e situações, prover informações de advertências e antecipar futuras condições e tendências.

Pintér, Hardi e Bartelmus (2005), em estudos sobre o uso de indicadores, destacam a importância de utilizar indicadores agregados e o crescimento do uso desta técnica para análise de sustentabilidade buscando simplificar questões de análise de sistemas complexos.

Sarandón (2002) entende não existir um conjunto de indicadores aplicáveis a todos os casos. Os mesmos devem ser eleitos e construídos de acordo com os nossos objetivos e é importante que sejam sensíveis às mudanças.

Os indicadores de sustentabilidade procuram "medir" as condições de sustentabilidade, indicando ordens de grandeza e, quando possível, apontar medidas corretivas ou alternativas para reverter o quadro identificado. São ferramentas úteis para operacionalização dos objetivos na perspectiva do desenvolvimento sustentável e, importantes referências no processo decisório. Pereira (2001) lembra que tanto indicadores econômicos quanto sociais são utilizados há muito tempo em todos os níveis, ao contrário dos ambientais, pois "os indicadores ambientais foram desenvolvidos a pouco tempo, além do que muitos aspectos ambientais são de difícil mensuração".

Dentre as pesquisas de maior credibilidade sobre os indicadores de sustentabilidade ambiental, destacam-se os Indicadores de Sustentabilidade Ambiental desenvolvidos pelos pesquisadores das Universidades de Yale e Columbia (YALE, 2002). Os indicadores desenvolvidos correspondem a medidas do progresso em direção ao desenvolvimento sustentável, tendo sido desenvolvido para 142 países. Na ponderação dos indicadores finais entra 20 indicadores cruzados obtidos através de 68 variáveis, que permitem realizar comparações entre países do progresso ambiental de forma qualitativa e quantitativa.

As necessidades de desenvolver indicadores de desenvolvimento sustentável estão expressas na própria Agenda 21 em seus capítulos 8 e 40. Na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – ECO 92 reconheceu-se o importante papel que indicadores podem ter no auxílio a políticas governamentais para a tomada de decisões na busca do desenvolvimento sustentável.

A operacionalização do conceito de sustentabilidade é necessária, tornando-se indispensável à avaliação, o monitoramento e a quantificação daqueles indicadores que irão "indicar" ou não a sustentabilidade de um determinado agroecossistema. Somente desta maneira poderá ser observado o comportamento dos agroecossistemas nas dimensões socioeconômica e ambiental. Assim, também haverá possibilidade de observação do nível de transição agroecológica e das perspectivas das famílias agricultoras frente a novas propostas de sistema de produção e de organização (ALTIERI, 2004; VERONA, 2008).

Gliessman (2001) salienta a importância de utilizar ferramentas que permitam a análise do agroecossistema, evidenciando seu desempenho e eficiência como sistema produtivo e os problemas que estão sendo enfrentados, de modo que possam trazer informações para as tomadas de decisões e monitoramento das ações desenvolvidas em unidades de produção, a partir da seleção de um conjunto de indicadores de sustentabilidade. Este autor define agroecossistema como sendo um local de produção agrícola, ou uma unidade agrícola, englobando todos os organismos, sejam eles de interesse agropecuário ou não, levando em consideração as interações nos níveis de população, comunidade ou ecossistema e tendo como prioridade a sustentabilidade.

Sem dúvida, sustentabilidade é um termo bastante dinâmico e complexo, que parte de um sistema de valores, com foco ao longo do tempo. Dessa maneira, torna-se praticamente impossível obter uma definição única. Apesar desta variação de entendimento sobre o conceito, existe certo consenso sobre o significado do termo sustentabilidade em relação às necessidades de se reduzir a poluição ambiental, eliminar os desperdícios e diminuir o índice de pobreza (BARONI, 1992). O desenvolvimento sustentável é hoje o termo mais utilizado para definir um novo modelo de desenvolvimento socioeconômico (VAN BELLEN, 2005).

Uma agricultura para ser sustentável deve ser suficientemente produtiva, ecologicamente adequada, economicamente viável e, culturalmente e socialmente aceitável. Sendo assim, os indicadores para avaliar a sustentabilidade devem ser derivados de atributos previamente definidos (SARANDÓN, 2002). Esta intersecção do puramente econômico com o social e o ambiental ampliou as dimensões do desenvolvimento e aumentou consideravelmente a sua complexidade.

Dentro desta temática sobre sustentabilidade, a agricultura com base agroecológica e familiar possui um destaque especial na busca de uma agricultura sustentável. No entendimento de Gliessman (2001), a agricultura sustentável é um processo que reconhece a natureza sistêmica da produção de alimentos, forragens e fibras, equilibrando com equidade, preocupações relacionadas à saúde ambiental, justiça social e viabilidade econômica entre os diferentes setores da população, incluindo distintos povos e diferentes gerações.

Para Sarandón (2002), o aspecto econômico deve ser relacionado à rentabilidade dos sistemas produtivos, pois nenhum sistema é sustentável ao longo do tempo se não é economicamente viável, por isso é necessário decidir que tipo de

evolução econômica se pretende. Enfatiza que um modelo econômico não é sustentável se não pode atribuir valores para a degradação dos meios de produção.

Na sustentabilidade observada da perspectiva social a ênfase é dada à presença do ser humano na ecosfera. Para Sachs (1997), a sustentabilidade social refere-se a um processo de desenvolvimento que leve a um crescimento estável com distribuição equitativa de renda, gerando, com isto, a diminuição das atuais diferenças entre os diversos níveis na sociedade e a melhoria das condições de vida das populações.

Para Rutherford (1997), na sustentabilidade da perspectiva ambiental, a principal preocupação é relativa aos impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente. Esta preocupação é expressa pelo que os economistas chamam de capital natural. Nesta visão, a produção primária, oferecida pela natureza, é a base fundamental sobre a qual se assenta a espécie humana.

Segundo Silva Neto (2005), a geração de riqueza para a sociedade medida através do valor agregado da produção e a viabilidade econômica no nível da unidade de produção medida pela renda de cada sistema de produção são indicadores que podem ser utilizados para estudo do desenvolvimento da agricultura em uma localidade.

Os indicadores ambientais devem ser significativos diante da dinâmica interna das propriedades. Dentro deste contexto, o recurso água, solo, as áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal, são considerados indicadores que podem contribuir na definição de estratégias e servir como instrumentos de decisão no planejamento da gestão ambiental (BROETTO *et al.*, 2009).

Indicadores biológicos são componentes que medem as condições da biota de um determinado ambiente e são utilizados para obter informações gerais sobre a complexidade dos ecossistemas. De acordo com Araújo e Monteiro (2007), os indicadores biológicos do solo podem ser agrupados em químicos, físicos ou biológicos. As medições de macro e microrganismos, sua atividade ou seus subprodutos são exemplos de indicadores biológicos do solo.

As comunidades microbianas do solo podem fornecer medidas integradas de qualidade do solo, pois apresentam uma grande sensibilidade às condições ambientais (WINDING; HUND-RINKE; RUTGERS, 2005). Tais microrganismos podem responder sensivelmente a estresses e a alterações ambientais, pois possuem íntimas relações com o ambiente.

A biomassa microbiana do solo (BMS) compreende a parte viva da matéria orgânica, excluída as raízes e organismos vivos maiores do que $5 \times 10^3 \mu\text{m}^3$, contendo, em média 2 a 5% de carbono orgânico e 1 a 5% do nitrogênio total do solo (CERRI; ANDREUX; EDUARDO, 1992; DE-POLLI; GUERRA, 1997). A biomassa atua como agente de transformação da matéria orgânica, na ciclagem de nutrientes e no fluxo de energia, favorecendo ao maior estabelecimento e desenvolvimento de espécies vegetais que forem implantadas em uma área. A dupla função da BMS, como fonte e dreno de nutrientes, e catalizadora de processos enzimáticos do solo, é amplamente aceita (TEMPLER; FINDLAY; LOVETT, 2003).

A relação entre o carbono da biomassa microbiana (CMB) e o carbono orgânico do solo denominado de “quociente microbiano” (q_{MIC}) tem sido considerada como bom indicador das alterações dos processos que ocorrem no solo (ANDERSON; DOMSCH, 1989). O quociente microbiano expressa a quantidade de carbono imobilizado na biomassa e reflete o aporte de carbono no solo e a conversão de substratos orgânicos em carbono da biomassa microbiana (SILVA *et al.*, 2001; SPARLING, 1992)

Segundo Moreira e Siqueira (2002), a respiração basal do solo é outro método bastante utilizado para quantificar a atividade metabólica do solo, sendo avaliada através da liberação de CO_2 , podendo ser quantificada de duas formas: respiração basal e respiração induzida pelo substrato. Sua medição é considerada uma estimativa indireta da velocidade de decomposição da matéria orgânica ou de algum material adicionado ao solo (SEVERINO *et al.*, 2004).

De acordo com Vieira (1999), a relação entre respiração basal e biomassa microbiana é conhecida como quociente metabólico (q_{CO_2}), o qual pode caracterizar a microbiota do solo pela eficiência de energia. E, segundo Anderson e Domsch (1990), uso de um quociente metabólico se torna uma ferramenta fundamental na elucidação de fluxos de entrada de elementos ou energia através da BMS.

Dahl (1997) afirma que, dada à dimensão e a complexidade do objeto, o desenvolvimento sustentável e a compreensão deste através da utilização de indicadores constituem um grande desafio. O objetivo principal da mensuração é auxiliar os tomadores de decisão na avaliação de seu desempenho em relação aos objetivos estabelecidos, fornecendo bases para o planejamento de futuras ações.

Neste contexto percebe-se que os indicadores expressam um compromisso e, apesar de sua imprecisão, fazem parte do processo de compreensão das relações entre

o homem e o meio ambiente dentro do campo do desenvolvimento. Por definição, os indicadores de sustentabilidade são instrumentos imperfeitos e não universalmente aplicáveis, sendo que cada vez se torna mais necessário conhecer as particularidades dos diferentes sistemas, suas características e aplicações.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização das unidades de produção

As unidades de produção em estudo são a Fazenda Carcará e a Fazenda Estufa Limoeiro. Estas duas unidades de produção encontram-se inseridas em realidades bem distintas e representativas dos sistemas de cultivo orgânico e convencional, respectivamente. Ambas estão localizadas no município de Guaraciaba do Norte, localizado no nordeste do Ceará, na Chapada da Ibiapaba.

A Fazenda Carcará está localizada geograficamente a 04°10'52'' de latitude sul, 40°49'41'' de longitude oeste e altitude de 885 m. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Am, caracterizado como clima tropical chuvoso, característico de áreas elevadas, com temperaturas médias máxima de 26° C e mínima de 18° C. O solo da área é classificado como Neossolo Quartzarênico de textura arenosa (EMBRAPA, 2006).

A Fazenda Carcará há 15 anos possuía um sistema de produção convencional. Diante da perspectiva de mudança para um sistema que representasse uma nova proposta de produção a qual se preocupa com a qualidade de vida do homem do campo, com a qualidade dos produtos produzidos e com o meio ambiente mudaram suas bases de produção para o sistema orgânico. Hoje a Fazenda possui 1,16 ha em produção cultivando durante o ano 49 espécies ou cultivares distintas. É certificada pela IBD Certificações, que é uma empresa 100% brasileira que desenvolve atividades de inspeção e certificação agropecuária, de processamento e de produtos extrativistas, orgânicos, biodinâmicos e de mercado justo e recebe selo de segurança Produto Orgânico Brasil.

A Fazenda Estufa Limoeiro está localizada nas proximidades da Fazenda Carcará, possuindo, portanto a mesma classificação climática. Não obstante estarem localizadas relativamente próximas, possuem solos de texturas e classificação diferentes, sendo o solo da Fazenda Estufa Limoeiro classificado como Argissolo Vermelho (EMBRAPA, 2006).

A Fazenda Estufa Limoeiro possui um sistema de produção baseado na forma convencional, predominando a monocultura. Atualmente possui 4,5 ha em produção com apenas quatro tipos de cultivos. Apesar de produzir de forma convencional com o uso indiscriminado de agrotóxicos, os agricultores da Fazenda Estufa Limoeiro possuem visão de mudar suas bases de produção, pois na medida do

possível tentam adquirir as características do sistema de produção orgânico da Fazenda Carcará, no que diz respeito, por exemplo, à recuperação das nascentes dos rios que passam em sua propriedade fazendo reflorestamento com plantas nativas.

O município de Guaraciaba do Norte está localizado na Chapada da Ibiapaba, região noroeste do estado, distando 320 km da capital Fortaleza. A vegetação predominante na região é do tipo Carrasco (vegetação xerófila arbustiva densa alta) nas áreas mais secas e de baixa pluviosidade, e floresta subperenifólia tropical plúvio-nebular nas regiões serranas e de mata úmida. A unidade geomorfológica em que se encontra o município é denominada de Superfície Cuestiforme do Planalto da Ibiapaba, com classes de solo predominantes referidas como Neossolos Quartzarênicos e Latossolos. A economia do município é predominantemente agrícola, com mais da metade da população de 37.775 habitantes residente na zona rural (IBGE, 2010; IPECE, 2011; APRECE, 2012).

A escolha deste município é devida ao destaque no uso exagerado e indiscriminado de agrotóxicos no cultivo de olerícolas no Estado do Ceará, gerando casos de intoxicação de agricultores, assim como pelo fato de alguns agricultores desenvolverem uma agricultura sem o uso de agrotóxicos, representando uma nova proposta de produção que se preocupa com a qualidade de vida do homem do campo, a qualidade dos produtos produzidos, o meio ambiente, e atende a demanda de consumidores que buscam alimentos produzidos sem agrotóxicos (MAPURUNGA, 2000; EMBRAPA, 2011). Nessa linha, compreende-se a necessidade de se abster do modelo de desenvolvimento baseado exclusivamente na produtividade, com uso excessivo de fertilizantes e agrotóxicos, levando ao esgotamento dos solos e consequente processo de desertificação.

Observa-se que os agricultores da região necessitam de apoios governamentais e/ou não governamentais, os quais podem ser desenvolvidos através de estudos pontuais com vistas à possibilidade de uma transição agroecológica. Nestes estudos são instaladas unidades de experimentação, que permitem aos agricultores o conhecimento de outras técnicas para avaliar seus resultados econômicos, sociais e ambientais e refletir sobre as vantagens de seus resultados quando comparadas com tecnologias utilizadas convencionalmente.

3.2 Indicadores utilizados na análise dos sistemas de produção

Na análise dos dois sistemas de produção foram utilizados indicadores de sustentabilidade econômica, social e ambiental, conforme a seguir detalhados.

3.2.1 Dimensão social

A dimensão social foi avaliada em base aos indicadores geração de emprego direto e valor agregado.

O coeficiente de geração de emprego direto se constitui num dos principais indicadores sociais e revela a capacidade que o sistema de produção tem de gerar empregos diretos. Pode ser estimado, tendo em vista que tem relação direta com o coeficiente de utilização da terra e relação inversa com o coeficiente de dias trabalhado no ano. No presente estudo, no entanto, a geração de emprego direto foi medida a partir de informações obtidas diretamente com os agricultores.

A título de ilustração, os Perímetros Irrigados Públicos Federais do Dnocs geram em média 0,71 emprego direto por hectare irrigado. Enquanto no setor da agricultura irrigada tem-se um investimento médio de US\$5.500,00 para a geração de um emprego permanente, no setor químico e petroquímico, este valor é da ordem de US\$220.000,00 (COSTA; OLIVEIRA; ARAÚJO, 2011).

O indicador valor agregado tem o objetivo de analisar a capacidade que uma unidade de produção possui na geração de riquezas para sociedade e pode ser calculado conforme a equação 1:

$$VA = VBP - (CF + CV + D) \quad (1)$$

sendo:

VA: valor agregado, R\$

VBP: valor bruto da produção, R\$

CF: custos fixos associados ao sistema de produção, R\$

CV: custos variáveis associados ao sistema de produção, exceto o custo da mão de obra, R\$

D: depreciação de equipamentos e instalações, R\$.

O valor bruto da produção (VBP) pode ser obtido pelo produto da produtividade da cultura (kg ha^{-1}) pelo preço de venda do produto ($\text{R\$ kg}^{-1}$), associado à área estabelecida com a cultura (ha). No entanto, no presente estudo, foi obtido a partir de informações diárias contidas em planilhas relativas às vendas dos produtos agrícolas.

Os custos fixos (CF) foram compostos pelos valores anuais das amortizações dos investimentos nos itens sistema de irrigação, máquinas e implementos agrícolas, equipamentos e utensílios, estufas e “packing house”. O valor anual da amortização teve como base o enquadramento do agricultor em uma linha do Pronaf.

Os custos variáveis (CV) foram constituídos dos custos de produção das culturas, incluindo para o produtor orgânico, a parcela de certificação anual. Quanto aos custos de produção das culturas sob cultivo orgânico consideraram-se os seguintes itens: sementes, composto orgânico (esterco de aves, esterco bovino e bagana de carnaúba), pulverizações (calda bordalesa) e energia elétrica. Já para o cultivo convencional, os itens se compuseram de sementes, fertilizantes, pulverizações e energia elétrica. Cabe destacar que em ambos os cultivos foram excluídos os custos associados à mão de obra, por não constituir parcela inerente ao cálculo do valor agregado.

No estudo considerou-se que os agricultores obtiveram financiamento para investimento e custeio junto ao Banco do Nordeste, através da linha de financiamento do Pronaf denominada “Mais Alimento”. O Programa destina recursos para investimentos em infraestrutura da propriedade rural e, assim, cria as condições necessárias para o aumento da produção e da produtividade da agricultura familiar. O contrato de investimento estabelece um prazo de até 10 anos, com carência de três anos e taxas de juros de 1% ao ano para financiamento de até R\$ 10 mil e de 2% ao ano para financiamento acima de R\$ 10 mil (PRONAF, 2012).

A depreciação (D) dos bens do ativo imobilizado representa o desgaste ou a perda da capacidade de utilização (vida útil) dos elementos tangíveis ali classificáveis, resultantes do desgaste pelo uso, da ação da natureza ou de obsolescência normal (provocada pela evolução tecnológica). No cálculo foi utilizado o método linear, também denominado de quotas constantes, que contabiliza como despesa ou custo, uma parcela constante do valor do bem em cada período. A depreciação foi calculada conforme equação 2:

$$Dk = \frac{C - R}{n} \quad (2)$$

Sendo:

Dk: cota anual de depreciação, R\$.

n: vida útil esperada, anos.

C: valor inicial do bem, R\$.

R: valor residual, R\$.

Considerando que o valor agregado (VA) calculado para cada unidade de produção foi associado a uma força de trabalho familiar, bem como a uma superfície agrícola útil, que teve como base 1,0 ha, expandiu-se esta relação de forma linear, como forma de se obter um gráfico que relacione valor agregado/unidade de trabalho familiar (VA/UTf) versus superfície agrícola/unidade de trabalho familiar (SAU/UTf). A geração deste gráfico permitiu identificar a contribuição social (valor agregado) dos sistemas de produção e tipos de agricultores, considerando-se as necessidades de área e de capital fixo para a sua implantação, conforme Silva Neto (2005).

Estabelecidos os gráficos para os dois sistemas de produção, foram obtidas equações lineares representativas dos respectivos gráficos. Maiores declividades representam sistemas de produção mais intensivos, ou seja; proporcionam maior valor agregado por unidade de área. Por outro lado, menores coeficientes lineares representam sistemas de produção que exigem menos capital por pessoa (SILVA NETO, 2005).

3.2.2 Dimensão econômica

A análise econômica dos sistemas de produção teve como base o indicador renda do agricultor, o qual permite que se avalie a viabilidade econômica em nível de unidade de produção, podendo ser calculado pela equação 3:

$$RA = VA - (J + S + I) \quad (3)$$

Sendo:

RA: renda do agricultor, R\$.

VA: valor agregado, R\$.

J: juros pagos aos bancos ou outro agente financeiro, R\$.

S: salários pagos à mão de obra, R\$.

I: impostos e tarifas pagas ao Estado, R\$.

Os juros pagos aos bancos (J) foram calculados de acordo com a linha do Pronaf que cada agricultor se insere, mencionado anteriormente.

Os salários pagos à mão de obra (S) incluem os trabalhadores eventuais e os permanentes, sendo considerado permanente o trabalhador que possui contrato de trabalho sem término estabelecido, tendo como base de remuneração o salário mínimo. O trabalhador eventual é aquele que foi contratado por tempo determinado para executar um trabalho específico, o qual ao ser concluído, o contrato ou acordo de trabalho estará encerrado.

A parcela relativa a impostos e tarifas pagas ao Estado (I) foi constituída pelo valor anual do Imposto Territorial Rural (ITR), que tem como fato gerador a propriedade, o domínio útil ou a posse de imóvel por natureza, localizado fora da zona urbana do município, conforme a Lei 9.393/1996 da Constituição Federal (BRASIL, 1996).

A partir dos valores produzidos por cada sistema de produção foram elaborados modelos lineares que descreveram a variação do resultado econômico global dos sistemas de produção em relação à superfície agrícola útil (SAU) da unidade de produção. Este modelo possibilita identificar os tipos de unidade de produção com maiores dificuldades de se manter na atividade agrícola e as suas perspectivas de acordo com a dinâmica de acumulação do sistema agrário.

A partir dos modelos de renda deduziu-se a superfície agrícola útil mínima para que a unidade de produção pudesse manter-se na atividade agropecuária, assegurando a reprodução social (NRS) do tipo de agricultor em questão, que é representado pelo salário mínimo, conforme descrito anteriormente. Assim, quanto maior o capital fixo por pessoa necessário para implantar o sistema de produção (coeficiente b) e menor a contribuição marginal em relação a área (coeficiente a), maior será a superfície agrícola útil por pessoa para que cada trabalhador da família possa receber uma renda suficiente para a sua manutenção na atividade agropecuária (SILVA NETO, 2005).

3.2.3 Dimensão ambiental

Para análise da atividade biológica do solo foram determinados os seguintes parâmetros: carbono orgânico (CO), carbono da biomassa microbiana (CBM), quociente microbiano (q_{MIC}), respiração basal (RS) e quociente metabólico (q_{CO_2}). Estes parâmetros foram avaliados nos dois tipos de sistemas, orgânico e convencional, e de uma área nativa.

O solo é um recurso natural vital para o funcionamento do ecossistema terrestre e representa um balanço entre os fatores físicos, químicos e biológicos. A fração biológica é composta, principalmente, por microrganismos (bactérias e fungos), além de minhocas, insetos e nematóides. Os microrganismos realizam diversas funções essenciais para o funcionamento do solo, tais como decomposição da matéria orgânica, liberação de nutrientes em formas disponíveis às plantas e degradação de substâncias tóxicas.

A atividade biológica é altamente concentrada nas primeiras camadas do solo, na profundidade entre 0,01 m e 0,30 m. Nessas camadas, os microrganismos ocupam uma fração menor que 0,5 % do volume total do solo e representam menos que 10 % da matéria orgânica (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007).

Os dados de cada característica avaliada foram submetidos à análise de variância (Anova) e posteriormente, quando significativos pelo teste F, foram submetidos ao teste de médias de Tukey (5%).

3.2.3.1 Coleta do solo

As amostras de solo foram coletadas na camada superficial (0 – 0,10m) em setembro de 2014, compreendendo três áreas distintas, sendo cada área separada aleatoriamente em cinco subáreas. Em cada subdivisão foram retiradas, com auxílio de um trado, 25 amostras com estrutura alterada, as quais formaram amostras compostas. No procedimento de coleta realizou-se um percurso em forma de ziguezague. Ainda em campo, o material das amostras foi peneirado em malha de 0,002 m e em seguida colocadas em sacos plásticos identificados e acondicionados em caixas térmicas contendo gelo na base, para fins de condução ao Laboratório de Hidráulica da Universidade Federal do Ceará, onde foram conservadas sob refrigeração, para posterior processamento e análises.

3.2.3.2 Carbono orgânico do solo

Foi realizado pelo processo de oxidação da matéria orgânica por via úmida, colocando uma amostra de solo juntamente com uma mistura sulfocrômica (dicromato de potássio) e, aquecido a mistura até fervura branda (SILVA, 1999). O dicromato de potássio oxidará a matéria orgânica e, após essa oxidação o excesso de dicromato de potássio é determinado por titulação com sulfato ferroso amoniacal. O método por via úmida somente determina o carbono orgânico, não oxidando o carbono inorgânico, nem a matéria orgânica que não é prontamente fermentável.

Inicialmente pesaram-se 0,5g de solo triturado em gral de porcelana e transferiram-se as amostras para tubos de digestão. Em seguida foi adicionado 5mL de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) 0,167 M e 7,5 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4 P.A.). Após o pré-aquecimento do bloco digestor até a temperatura de $170^\circ C$, os tubos foram colocados no bloco e mantidos nessa temperatura por 30 minutos. Quando as amostras esfriaram foram transferidas para Erlenmeyer de 250 mL, adicionado 80 mL de água destilada e três gotas do indicador difenilamina 1% (m/v). As soluções foram tituladas com sulfato ferroso amoniacal $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$. O ponto de viragem da titulação é nítido passando do verde para o violeta-escuro.

Nas mesmas condições das amostras de solo foram feitos quatro brancos controles. Dois destes brancos foram levados para a digestão, e os outros dois permaneceram sem aquecimento, em temperatura ambiente. O branco controle não aquecido é importante para o cálculo do total de dicromato perdido no aquecimento na ausência da amostra. O carbono orgânico foi calculado com base no volume da solução de sal Mohr gasto na titulação da amostra (V), do branco aquecido (Vba) e do branco não aquecido (Vbn), conforme as equações 4 e 5:

$$A = \frac{(Vba - Vma) \cdot (Vbn - Vba)}{Vbn} + (Vba - Vam) \quad (4)$$

Sendo:

A: Volume de sal Mohr gasto na titulação da amostra

Vba: volume gasto na titulação do branco controle com aquecimento

Vbn: volume gasto na titulação do branco controle sem aquecimento

Vam: volume gasto na titulação da amostra

$$CO = \frac{(A).(M).(0,003).(1000)}{\text{peso da amostra}} \quad (5)$$

Sendo:

CO: carbono orgânico total do solo, mg.kg^{-1} de solo

A: Sal de Mohr

M: molaridade do Sulfato Ferroso

0,003: resultado da relação entre o número de mols de Cr_2O_7^- que reage com Fe^{2+} (1/6), multiplicado pelo número de mols de Cr_2O_7^- que reage com C° (3/2), multiplicado pela massa atômica do C (12)

1000: fator de conversão

3.2.3.3 Carbono da biomassa microbiana

Foi utilizada a metodologia de fumigação-extração segundo Vance, Brookes e Jenkinson (1987), realizando fumigação com adição de clorofórmico (isento de etanol) diretamente na amostra, mantendo-se em local escuro por 24 horas e em seguida procedendo-se a extração e quantificação do carbono microbiano.

Foi pesado 20g de solo de cada amostra (fumigadas e não fumigadas). As amostras não fumigadas foram colocadas em Erlenmeyer de 250 mL e as amostras que iriam ser fumigadas foram colocadas em vidros vedados com tampa. Após a pesagem foi colocado 1,0 mL de clorofórmico em todos os frascos destinados a fumigação e armazenados em local isento de luminosidade por 24 horas.

A extração das amostras fumigadas foi feita após o tempo de fumigação de 24h e nas amostras não fumigadas realizadas imediatamente logo após a pesagem. As amostras fumigadas e não fumigadas foram colocadas em Erlenmeyer de 250 mL e adicionados 50 mL de solução de 0,5 M de sulfato de potássio (K_2SO_4). Em seguida os frascos Erlenmeyer foram levados a mesa agitadora orbital a 220 rpm 30 minutos, após este período os frascos foram deixados em repouso por mais 30 minutos para que houvesse a decantação da massa mais grosseira do solo. O sobrenadante foi retirado e passado por filtro lento – faixa azul, para se obter o extrato livre do solo e de partículas

grosseiras da matéria orgânica que foram destinados para quantificação do carbono microbiano.

Para determinação do carbono microbiano foi transferido 10 mL do extrato previamente filtrado para outro Erlenmeyer de 250 mL e adicionados 2,0 mL de solução de dicromato de potássio ($K_2CR_2O_7$) 0,066 M para reagir com o CBM e 10 mL ácido sulfúrico (H_2SO_4 P.A.), pois o dicromato só reage com matéria orgânica em meio ácido. Em seguida foi adicionado 50 mL de água destilada, na medida que as amostras em esfriando adicionou-se o 3 gotas do indicador difenilamina a 1% (m/v), para titulação com sulfato ferroso amoniacal ($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$) 0,03 M, preparado no mesmo dia.

O carbono nos extratos foi calculado conforme a equação 6:

$$C_{F \text{ ou } NF} = \frac{(V_a - V_b) \cdot (M \text{ Sulf. Ferroso}) \cdot (3) \cdot (1000) \cdot (V_{\text{extrator}})}{(V_{\text{extrato}}) \cdot (Ps)} \quad (6)$$

Sendo:

C: carbono extraído do solo;

V_b : volume do sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação da solução controle (branco), mL;

V_a : volume do sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação das amostras, mL;

M: molaridade exata do sulfato ferroso amoniacal;

3: massa equivalente do carbono;

1000: fator de conversão;

V_{extrator} : volume do extrator utilizado (K_2SO_4), mL;

V_{extrato} : alíquota pipetada do extrato para titulação, mL;

Ps: massa de solo seco, g.

O carbono microbiano foi calculado pela diferença entre o carbono extraído do filtrado das amostras fumigadas e não fumigadas conforme a equação 7:

$$C_{mic} = (CF - CNF) \quad (7)$$

sendo:

C_{mic} : carbono da biomassa microbiana, mg C.kg^{-1} solo

CF: carbono da amostra fumigado

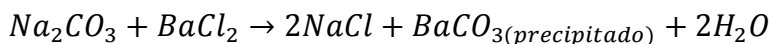
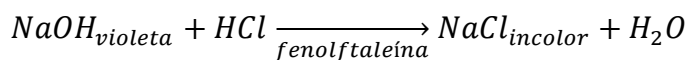
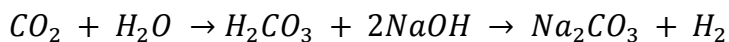
CNF: carbono da amostra não fumigado

3.2.3.4 *Respiração basal*

A respiração basal do solo (RBS) foi determinada pela metodologia descrita por Mendonça e Matos (2005), através da evolução e quantificação do C-CO₂ liberado no processo de respiração microbiana durante oito dias de incubação sob condições de luminosidade e temperatura controladas.

Foram pesados 50g da amostra peneirada e acondicionadas dentro de frascos de 1,7 L e ajustado teor de umidade para 70% da capacidade de campo, permitindo-se obter as mesmas condições para diferentes amostras e mensurar a respiração dos microrganismos presentes no solo. Em seguida foram fechados hermeticamente para evitar a entrada de CO₂ do ar externo ou a fuga do CO₂ interno e foram colocados em ambiente com temperatura ajustada para $28 \pm 2^\circ\text{C}$, incubadas por oito dias no escuro para que os microrganismos fotossintetizantes não capturassem o CO₂ produzido.

No oitavo dia foram acondicionados no mesmo frasco de 1,7 L dois cadinhos, um contendo água para que o meio permanecesse úmido e outro contendo 20 mL de hidróxido de sódio (NaOH) 1 M para capturar o CO₂ produzido e, incubado novamente por 24 horas. Após este período os cadinhos com NaOH foram retirados dos frascos e, com ajuda da pipeta volumétrica foram retirados 10 mL para serem colocados em Erlenmeyer de 125 mL e rapidamente acrescidos de 2,0mL de cloreto de bário (BaCl₂) para que o mesmo precipitasse na forma de Na₂CO₃, a partir do CO₂ capturado pelo NaOH. Cada recipiente contendo o solo foi mantido aberto durante 15 minutos para que ocorresse a troca de ar e decorrido este tempo foi colocado dentro dos frascos um novo cadinho contendo 20 mL de uma nova solução de NaOH 0,5 mol/L. Em seguida, cada Erlenmeyer recebeu 3 gotas do indicador fenolftaleína 1% (m/v) sendo esta solução titulada com ácido clorídrico (HCl) 0,5 M padronizado com NaOH 0,5 mol/L. Todo o procedimento foi repetido durante 8 dias.



Considerou-se o ponto de viragem da solução de violeta para incolor. Os valores da titulação foram lançados na equação 8 para se calcular a respiração basal do solo expressa em mg de C - CO₂.g⁻¹ de solo.

$$C - CO_3 = (B - V) \times M \times 6 \times \left(\frac{V_1}{V_2}\right) \quad (8)$$

Sendo:

C-CO₃: carbono mineralizável, mg de C-CO₃.kg⁻¹ solo.

B: volume do HC no branco, mL.

V: volume do HCl gasto na amostra, mL.

M: concentração real do HCl, mol.L⁻¹.

6: massa atômica do carbono (12) dividido pelo número de mols de CO₂ que reagem com o NaOH.

V₁: volume total de NaOH usado na captura do CO₂, mL.

V₂: volume total de NaOH usado na titulação, mL.

A quantidade de C-CO₂ produzido é igual ao somatório dos valores obtidos durante cada amostragem.

O grupo controle foi realizado com os mesmos frascos de 1,7 litros contendo apenas dois cadinhos, um com água e outro com 10 mL de NaOH incubado e titulado sob as mesmas condições das amostras.

3.2.3.5 Quociente metabólico

Foi avaliado segundo o procedimento descrito por Anderson e Domsch (1986) que relaciona o CO₂ liberado pela respiração e o CBM sendo esta análise usada como indicador da eficiência da comunidade microbiana em incorporar carbono à própria biomassa. Os resultados foram expressos em µg CO₂ .µg CBM⁻¹ e calculados através da equação 9:

$$q\text{CO}_2 = \frac{\text{RBS}}{\text{CBM}} \times 100 \quad (9)$$

Sendo:

$q\text{CO}_2$: quociente metabólico, %

RBS: carbono proveniente da respiração basal do solo, mg C-CO₂.Kg⁻¹ solo

CBM: carbono da biomassa microbiana, mg C.kg⁻¹ solo

3.2.3.6 Quociente microbiano

O quociente microbiano foi calculado a partir da relação entre o CBM e o CO do solo e representou a quantidade de carbono imobilizado na biomassa microbiana. Os resultados foram expressos em % de carbono microbiano e foram calculados através da equação 10:

$$q\text{MIC} = \frac{\text{CBM}}{\text{CO}} \times 100 \quad (10)$$

Sendo:

$q\text{MIC}$: quociente microbiano, %

CBM: carbono da biomassa microbiana, mgC.kg⁻¹ solo

CO: carbono orgânico, mg C-CO₂.kg⁻¹ solo.

3.2.3.7 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos (área convencional, preservada e orgânica) e cinco repetições. A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o programa “ASSISTAT 7.5 BETA” submetidos á análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise Social

4.1.1 Geração de emprego

A agricultura é um setor importante para a economia do Brasil e, particularmente, no Estado do Ceará tem dado, historicamente, uma inquestionável contribuição ao desenvolvimento do estado, contribuindo na geração de emprego e renda. De acordo com o resultado setorial realizado pelo Ministério do Trabalho e Emprego no primeiro semestre de 2012, o setor agrícola gerou 135.440 empregos registrando a maior taxa de crescimento entre os setores com um crescimento de 8,69% ao ano anterior (MTE, 2012).

A capacidade de geração de emprego da agricultura irrigada, na região do semiárido, pode ser verificada por meio de alguns estudos e relatórios que permitem avaliar o potencial da geração de empregos diretos e indiretos a partir do agronegócio da irrigação. Naturalmente que os dados apresentam variações que são consequência do tipo de exploração existente no período da análise, pois cada cultura tem uma demanda específica de necessidade de mão de obra. Pode-se afirmar com base em dados citados e experiências acumuladas, que um hectare irrigado gera de 0,8 a 1,2 empregos diretos, e 1,0 a 1,2 indiretos, de forma consistente e estável, contra 0,22 empregos diretos na agricultura de sequeiro (BNB, 2001).

A Fazenda Estufa Limoeiro possui atualmente 4,5 ha em produção, o qual emprega seis trabalhadores permanentes durante o ano, gerando 1,33 empregos para cada hectare em produção. Já a Fazenda Carcará possui 1,16 ha em produção e gera 3,45 empregos para cada hectare em produção, considerando que possui quatro trabalhadores permanentes e dois trabalhadores eventuais. Deve-se salientar que, além dos trabalhos permanentes, ambos os sistemas de produção possuem mão de obra da família, sendo a Fazenda Estufa Limoeiro representada por dois trabalhadores da família e a Fazenda Carcará por três.

Comparando os dados apresentados percebe-se que a Fazenda Carcará é uma unidade de produção que possui a maior geração de emprego, visto que por unidade de área possui uma maior quantidade de mão de obra. Este fato pode ser explicado pela diversificação produtiva no sistema de produção, visto que nesta Fazenda a diversidade de sua produção no espaço e no tempo é bem maior que na Fazenda

Estufa Limoeiro, sendo um sistema pouco mecanizado e, por isso, demandador de mão de obra.

4.1.2 Valor agregado da produção

No ano de 2013, a Fazenda Estufa Limoeiro possuía uma área cultivada de 4,5 ha e, de acordo com o plano de ocupação (Tabela 1), as culturas instaladas eram banana prata, pimentão verde, repolho verde e tomate comum. A área estava dividida em quatro talhões, sendo um de 1,5 ha, correspondente a área cultivada com bananeira e três talhões de 1,0 ha, cultivados com as demais culturas.

Tabela 1 - Plano de ocupação da Fazenda Estufa Limoeiro no ano de 2013.

Plano de ocupação da área de sistema convencional (4,5 ha)												
Culturas	Jan	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Agos.	Set	Out.	Nov.	Dez.
Banana prata	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pimentão verde	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Repolho verde						x	x	x	x			
Tomate comum	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x

Neste Sistema, a diversidade de cultivares é bastante reduzida caracterizando bem a forma convencional de produção que é voltada para a monocultura, aliada a exigência de grandes escalas de produção.

Na Fazenda Carcará, considerando o mesmo ano agrícola, a área cultivada era de 1,16 ha, mesmo sendo considerada uma área relativamente pequena pode-se afirmar, baseando-se no plano de ocupação (Tabela 2), que esta área é intensamente utilizada visto que em apenas 1,16 ha são cultivadas 49 culturas diferentes, dentre elas diversas hortaliças e algumas frutíferas. As hortaliças cultivadas são as mais variadas possíveis: alfaces, couve flor, repolho, cebolinha, cenoura, acelga, dentre outras. E as frutíferas que se destacam são o Limão Tahiti e a Banana Prata. As hortaliças folhosas são cultivadas, praticamente, o ano todo, com destaque para as alfaces (Lisa, Crespa, Americana e Roxa), acelga, coentro e cebolinha por serem as mais resistentes a pragas e doenças.

A preferência pelo cultivo de hortaliças, em muitos agroecossistemas, pode ser explicada por ser uma componente chave para a diversificação, pois geralmente são de ciclo curto e a área ocupada é variável, dependendo da espécie, o que facilita o planejamento de ocupação da área. O retorno econômico é rápido e alguns produtos exigem pouco processamento, podendo ser vendidos in natura, sendo de fácil aceitação no mercado.

Tabela 2 – Plano de ocupação da Fazenda Carcará no ano de 2013.

Plano de ocupação da área de sistema orgânico (1,16ha).												
Culturas	Jan.	Fev.	Mar.	Abril	Mai.	Jun.	Jul.	Agos.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Abóbora de Leite					X	X	X	X	X			
Abóbora jacaré					X	X	X	X	X			
Abóbora menina					X	X	X	X	X			
Abobrinha								X	X	X	X	
Acelga	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
Agrião da Terra					X	X	X	X	X	X	X	
Alecrim	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Alface americana	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Alface crespa	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Alface lisa	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Alface roxa	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Alho poró	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Banana prata	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Batata doce								X	X	X	X	X
Batata yacon	X	X	X	X	X							X
Beringela	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X
Beterraba	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Brócolos cabeça	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Brócolos ramoso		X	X	X		X	X	X				
Cebola pera	X	X										
Cebolinha	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cenoura	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chicória	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Coentro	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Couve flor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Couve folha	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Escarola				X	X							
Espinafre	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Folha de couve-flor							X	X	X			
Hortelã	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Limão tahiti	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Milho verde	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	
Nabo	X	X										
Pepino comum		X	X									
Pepino japonês	X	X	X	X	X							
Pimenta ardida									X	X		
Pimenta dedo moça	X	X	X	X								
Pimentão verde	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X
Quiabo							X	X	X	X	X	
Rabanete	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Repolho roxo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Repolho verde	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Romã	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rúcula	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Salsa lisa	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Salsão								X	X	X	X	X
Tangerina	X	X					X	X			X	
Tomate cereja	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Tomate comum	X	X	X	X								
Vagem comum		X	X	X								

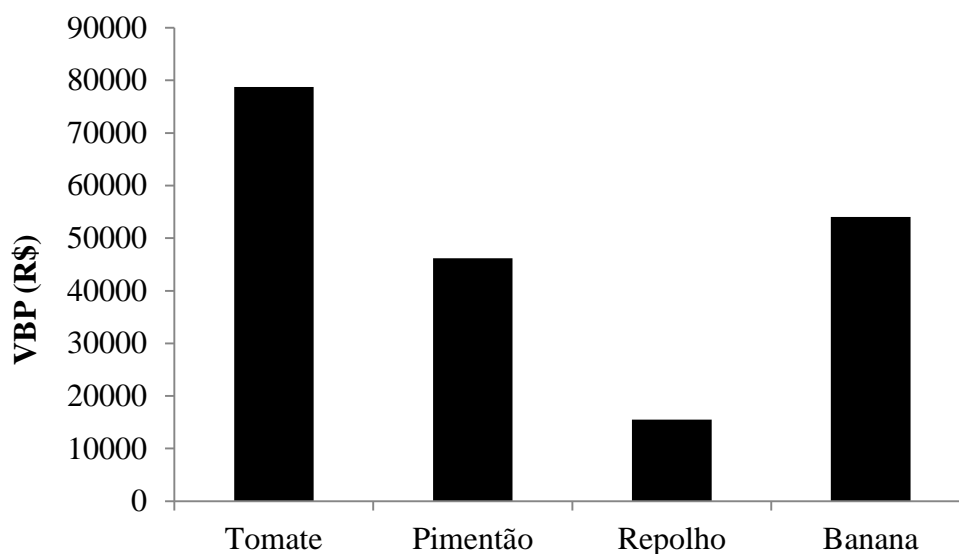
Segundo dados da Pesquisa de Orçamento Familiar (IBGE, 2009), o consumo de hortaliças no Estado do Ceará é de 13,593 kg ano⁻¹ per capita, sendo este

valor representado por 10,82% de hortaliças folhosas; 48,08% de hortaliças frutais e 41,10% de hortaliças tuberosas. A pesquisa também relata que o consumo anual per capita de frutas no Estado é de 24,653 kg.

Considerando que o Brasil possui uma produção de 19,62 milhões de toneladas de hortaliças (ABCSEM, 2014), os dados da pesquisa do IBGE mostram que o consumo de frutas e hortaliças no país ainda é muito baixo perante a capacidade de produção e variedade que o Brasil apresenta. Porém, essa realidade vem se modificando e alguns dos motivos para esse fato são alterações nos hábitos de vida, preocupação por uma alimentação mais saudável, estabilização na economia e consequente aumento na renda familiar e falta de tempo disponível para o preparo de refeições.

No histograma do Valor Bruto da Produção anual de cada cultura da área de Sistema Convencional (Figura 1), verifica-se que a cultura com maior contribuição no VBP da propriedade é a tomate, com R\$ 78.750,00 representando 40,5% do valor total (R\$194.450,00).

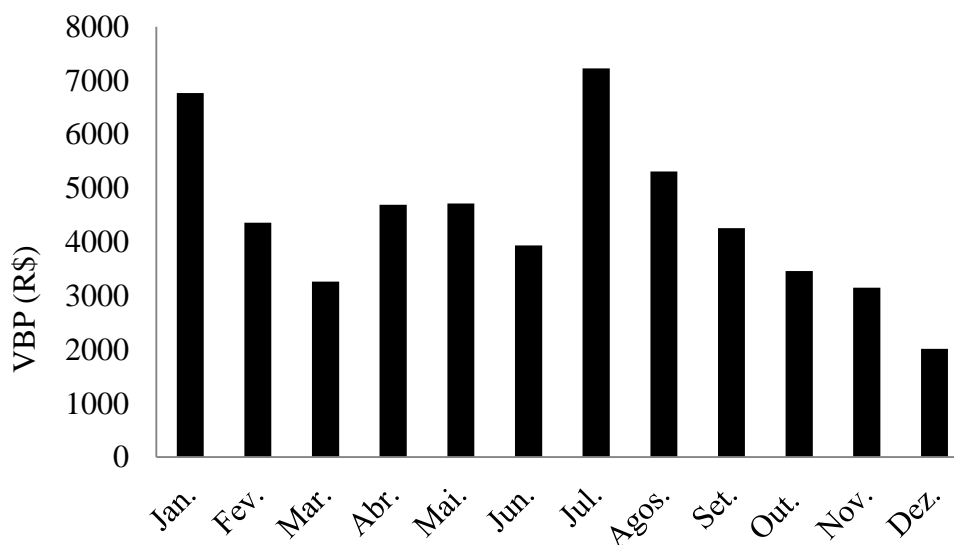
Figura 1 – Valor Bruto da Produção (VBP) anual da Fazenda Estufa Limoeiro no ano de 2013.



Analisando o Valor Bruto da Produção mensal da área de Sistema Orgânico (Figura 2), verificam-se as maiores contribuições relativas aos meses de janeiro e julho, sendo o mês de dezembro o mais crítico quanto à geração de recurso financeiro. Durante o ano agrícola de 2013, o valor bruto da produção correspondeu a R\$ 53.137,00. As culturas mais representativas são alface americana, alface crespa, cenoura, couve-flor e repolho verde, que juntas corresponderam a 40,6% do VBP total. Estas hortaliças são de grande importância na alimentação, pois são fonte de vitaminas,

sais minerais e fibras, além de serem muito utilizadas em saladas devido à facilidade de seu preparo.

Figura 2 – Valor Bruto da Produção (VBP) mensal da Fazenda Carcará no ano de 2013.



Além do valor bruto da produção, para o cálculo do valor agregado, foi necessário fazer o detalhamento dos custos fixos, dos custos variáveis e da depreciação dos equipamentos, considerando que o agricultor realizou operação de financiamento pelo Pronaf “Mais Alimento” para custeio do seu empreendimento. Na Tabela 3 são especificados todos os custos de produção, a depreciação anual das máquinas e implementos, os valores brutos da produção e valor agregado para um hectare de cada unidade estudada.

Cada item corresponde aos valores para um hectare de produção. O valor da parcela do financiamento dos custos fixos e variáveis refere-se à parcela anual que o agricultor paga ao agente financiador, levando em consideração que foi calculado com base na linha de crédito já citada, a qual o agricultor tem 10 anos para pagar o investimento. Deve-se enfatizar que para o cálculo do valor agregado foi utilizado a parcela do financiamento.

O sistema de irrigação obteve um desconto no valor total do projeto de 7,5% para o sistema convencional e 15% para o sistema orgânico (MDA, 2015). As máquinas e os implementos também foram financiados com desconto no valor total. Estes descontos são referentes ao Pronaf Mais Alimentos que também financia equipamentos para irrigação.

Tabela 3 – Custos de produção anual da Fazenda Estufa Limoeiro (sistema convencional) e da Fazenda Carcará (sistema orgânico) com financiamento do Pronaf Mais Alimento para 1,0 ha de produção.

Discriminação		Sistema convencional	Sistema orgânico
Custo Fixo (CF)	Máquinas e implementos	R\$ 26.254,83	R\$ 32.753,03
	Sistema de irrigação	R\$ 6.506,15	R\$ 6.403,30
	Equipamentos e utensílios	R\$ 625,00	R\$ 862,07
	Estufa	R\$ 3.333,33	R\$ 4.310,34
	Packing house	R\$ 1.111,11	R\$ 10.344,83
	Total/ha	R\$ 37.830,43	R\$ 54.673,58
	Parcela do financiamento	R\$ 3.783,04	R\$ 5.467,36
Custos variáveis (CV)	Sementes	R\$ 4.288,44	R\$ 3.265,52
	Composto	R\$ 3.111,11	R\$ 5.689,66
	Fertilizantes	R\$ 933,33	R\$ 0,00
	Defensivos	R\$ 933,33	R\$ 86,21
	Energia Elétrica	R\$ 3.600,00	R\$ 2.327,59
	Certificação	R\$ 0,00	R\$ 646,55
	Total/ha	R\$ 12.866,22	R\$ 12.015,52
Parcela do financiamento	R\$ 1.286,62	R\$ 1.201,55	
Depreciação	Anual	R\$ 8.270,27	R\$ 2.659,55
Produção	Valor bruto (VBP)	R\$ 43.211,11	R\$ 45.807,82
Valore agregado	VA = VBP – (CF+CV+D)	R\$ 29.871,18	R\$ 36.479,36

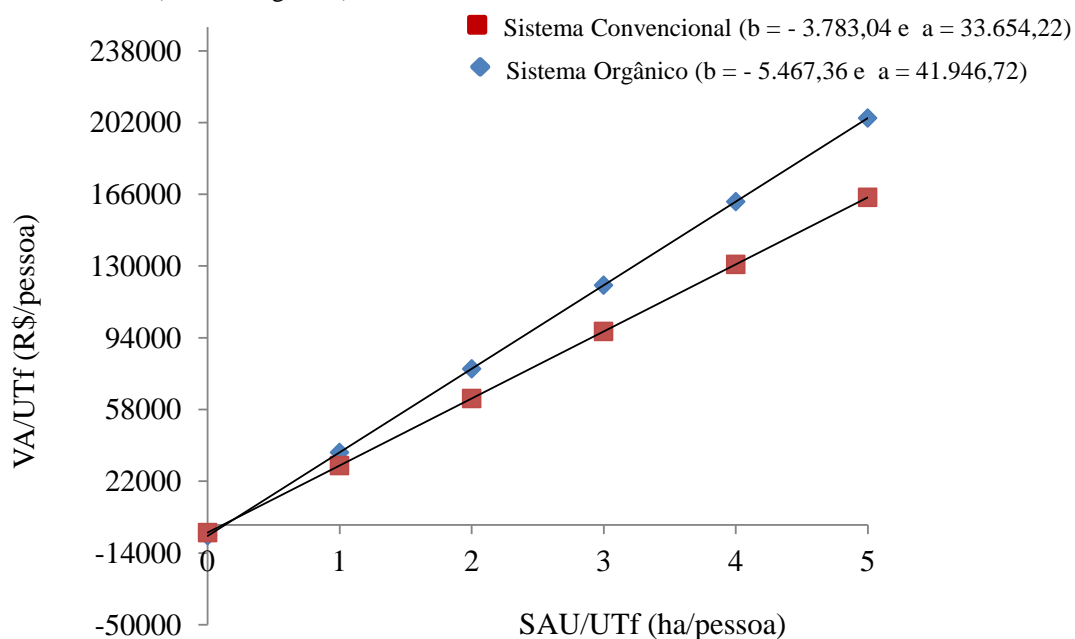
A depreciação está representada pela cota anual de depreciação das máquinas e implementos, considerando que possui uma vida útil de 10 anos e que a depreciação de cada período é constante, baseando-se no Método Linear.

O valor agregado foi calculado inicialmente para um hectare de produção e para os demais hectares foi utilizado uma relação linear ($Y = aX + b$), sendo o eixo das ordenadas o valor agregado e o das abcissas representada pela superfície agrícola, levando em consideração que o valor agregado e a superfície agrícola possuem relação de dependência. O coeficiente angular da reta (a) representa a contribuição marginal em relação à área e o coeficiente linear (b) representa o capital fixo necessário para implantar o sistema de produção.

Os modelos de valor agregado em reação à superfície agrícola útil estão representados no Gráfico 1, possibilitando identificar a contribuição social dos diferentes sistemas de produção estudados considerando-se as necessidades de área e de custo fixo para sua implantação. A área de sistema orgânico exige um maior custo fixo (R\$ 5.467,36) necessário para implantar o empreendimento e uma maior contribuição marginal (R\$ 41.946,72) por unidade de área. Já a área de sistema convencional se comporta diferente, visto que possui a necessidade de menor custo fixo (R\$ 3.783,04) e uma menor contribuição marginal (R\$ 33.654,22).

O sistema orgânico possui em relação ao sistema convencional um incremento de custo fixo de 30,80%. Na contribuição marginal para um hectare de produção este incremento é de 19,76%. Analisando o valor agregado dos dois sistemas de produção percebe-se que o sistema orgânico possui um maior custo fixo para instalação do seu empreendimento, porém apresenta uma maior contribuição marginal e, conseqüentemente, maior valor agregado para cada hectare em produção, sendo, portanto mais intensivo do que a unidade de sistema convencional.

Gráfico 1 – Valor agregado de produção da Fazenda Estufa Limoeiro (sistema convencional) e da Fazenda Carcará (sistema orgânico) com financiamento do Pronaf Mais Alimento.



Percebe-se que ambos os sistemas necessitam de pelo menos 1,0ha para poder suprir os gastos fixos de produção, porém o sistema orgânico é considerado mais intensivo visto que sua contribuição marginal é maior, podendo este fato estar associada ao maior valor bruto de um hectare de produção, decorrente da maior diversidade de culturas estabelecidas no campo, permitindo que o sistema sofra menos com a variação de preço de mercado e conseqüentemente mantenha um valor bruto da produção sem muitas oscilações durante o ano.

De acordo com Silva Neto (2005), a análise econômica dos sistemas de produção pode ser realizada por meio de modelagens do valor agregado avaliando a capacidade de geração de riquezas para a sociedade, medida pelo valor agregado de forma que, quanto menor o custo fixo (coeficiente linear) necessário para implantação da unidade de produção e quanto maior a contribuição marginal (coeficiente angular)

desta área, os sistemas de produção são considerados mais intensivos e consequentemente, possuem uma maior capacidade de geração de riquezas para a sociedade.

Ao analisar o valor agregado da produção sem financiamento para custeio do empreendimento, observa-se na Tabela 4 que os agricultores não conseguem suprir os gastos do investimento com apenas um hectare de produção, visto que o valor agregado encontra-se com saldo negativo.

Tabela 4 - Custos de produção anual da Fazenda Estufa Limoeiro (sistema convencional) e da Fazenda Carcará (sistema orgânico) sem financiamento para 1,0ha de produção.

Discriminação		Sistema convencional	Sistema orgânico
Custo Fixo (CF)	Máquinas e implementos	R\$ 29.871,93	R\$ 48.819,90
	Sistema de irrigação	R\$ 7.033,68	R\$ 7.533,29
	Equipamentos e utensílios	R\$ 625,00	R\$ 862,07
	Estufa	R\$ 3.333,33	R\$ 4.310,34
	Packing house	R\$ 1.111,11	R\$ 10.344,83
	Total	R\$ 41.975,05	R\$ 71.870,43
Custos variáveis (CV)	Sementes	R\$ 4.288,44	R\$ 3.265,52
	Composto	R\$ 3.111,11	R\$ 5.689,66
	Fertilizantes	R\$ 933,33	R\$ 0,00
	Defensivos	R\$ 933,33	R\$ 86,21
	Energia Elétrica	R\$ 3.600,00	R\$ 2.327,59
	Certificação	R\$ 0,00	R\$ 646,55
	Total	R\$ 12.866,22	R\$ 12.015,52
Depreciação	Anual	R\$ 9.409,66	R\$ 3.964,18
Produção	Valor bruto (VBP)	R\$ 43.211,11	R\$ 45.807,82
Valore agregado	VA = VBP – (CF+CV+D)	-R\$ 21.039,82	-R\$ 42.042,30

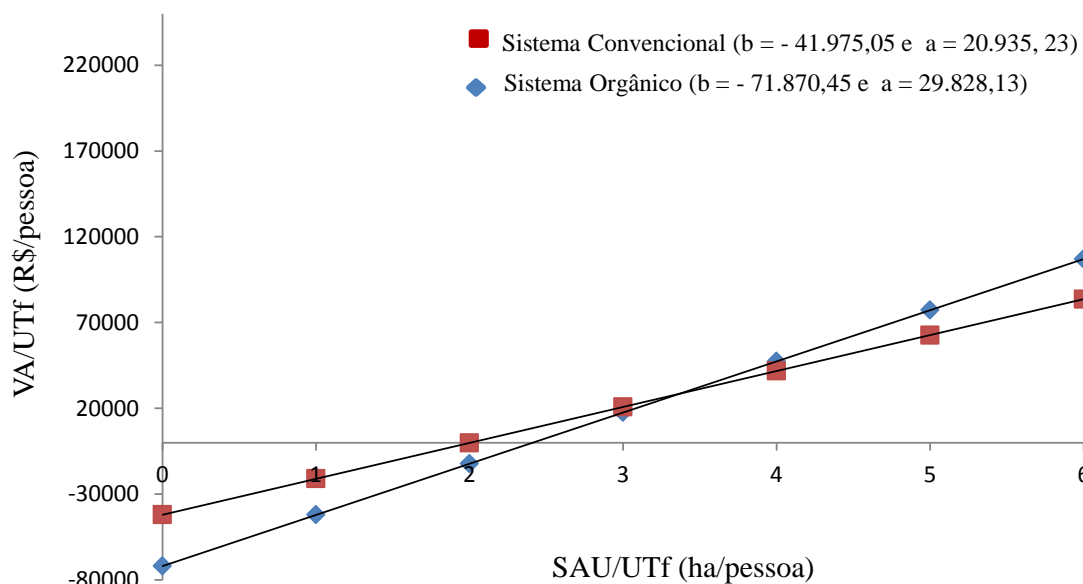
Percebe-se claramente no Gráfico 2 que apenas com 1,0 ha de produção não é suficiente para que as unidades estudadas viabilizem um sistema de produção num cenário que não contemple financiamento. Só a partir de 3,0 ha que os sistemas de produção conseguem pagar o investimento, quando atinge um valor agregado de R\$ 17.613,94 no sistema orgânico e R\$ 20.830,64 no sistema convencional.

Verifica-se ainda que o sistema convencional apresenta para 3,0 há de produção um valor agregado um pouco superior ao sistema orgânico, decorrente do menor custo fixo (R\$ 41.975,05) para implantação da sua unidade de produção, porém a partir de 4,0ha de produção o sistema orgânico apresenta um maior valor agregado devido a sua maior contribuição marginal (R\$ 29.828,13), o que implica na maior intensidade da atividade e consequentemente maior geração de riquezas para a sociedade.

De acordo com a pesquisa observa-se que os custos referentes à implantação das unidades variam para cada situação e são bastante elevados, neste caso pode-se

dizer que nem sempre os recursos financeiros no início do processo podem ser arcados pelo agricultor familiar, sendo, portanto oportuno e imprescindível o acesso ao crédito, demonstrando assim a importância do Pronaf para o agricultor familiar.

Gráfico 2 - Valor agregado de produção da Fazenda Estufa Limoeiro (sistema convencional) e da Fazenda Carcará (sistema orgânico) sem financiamento.



A produção da Fazenda Estufa Limoeiro está voltada para a especificidade de algumas culturas, cujo propósito é maximizar suas produtividades e, portanto o lucro, com o uso intensivo de insumos. Além disso, o uso de tecnologias é diretamente ligado ao desejo de reduzir a necessidade de mão de obra, reduzindo o custo de produção, na tentativa de otimizar o lucro, caracterizando-se como uma agricultura patronal, visto que sua produção está voltada diretamente para o mercado. Já a Fazenda Carcará possui uma grande diversificação da produção para abastecer o mercado e também visa produzir para seu próprio consumo.

Noronha, Callegaro e Luke (2005), analisando a agricultura de Venâncio Aires - RS, constataram que os sistemas de produção mais intensivos são aqueles praticados pelos agricultores familiares.

4.2. Análise econômica

A agricultura familiar vem cada vez mais se fortalecendo e diversificando sua capacidade produtiva, contribuindo na produção de alimentos para atender o mercado interno, abastecer as agroindústrias e participar de forma expressiva nas exportações brasileiras, sendo geradora de postos de trabalhos e renda. Essa

diversificação tem consequências fundamentais para avaliar como a agricultura familiar age economicamente na sociedade.

É de fundamental importância analisar economicamente os sistemas de produção e para isso é necessário ter conhecimentos sobre a renda do agricultor, pois a manutenção na atividade agropecuária; a fixação do homem no campo e sua qualidade de vida estão estreitamente relacionados com ela, visto que contribui para assegurar a reprodução social. Para analisar os sistemas de produção através de sua renda foi utilizado o valor agregado de produção, os juros pagos a agentes financeiros para implantação do empreendimento, tarifas pagas ao Estado e os salários pagos a trabalhadores.

Foi considerado que os agricultores utilizaram para implantação do empreendimento créditos de investimentos do Pronaf Mais Alimentos, o qual possui 2% de taxas de juros ao ano, sendo estes juros referentes ao investimento feitos com os custos fixos e variáveis de produção e, com os salários pagos a trabalhadores, conforme representados na Tabela 5.

Tabela 5 – Juros pagos à agente financiador em relação à créditos de investimentos do Pronaf Mais Alimentos no ano de 2013 para 1,0 ha de produção.

Discriminação		Sistema Convencional	Sistema Orgânico
Custos	Fixo	R\$ 37.830,43	R\$ 54.673,58
	Variável	R\$ 12.866,22	R\$ 12.015,52
	Salários pagos a trabalhadores	R\$ 11.584,00	R\$ 26336,21
	Total	R\$ 62.280,65	R\$ 93.025,30
Juros	2%	R\$ 1.245,61	R\$ 1.860,51

Os salários pagos a trabalhadores foram calculados para um hectare, considerando as particularidades de cada unidade, visto que apenas a Fazenda Carcará possui trabalhadores eventuais, representados na Tabela 6 junto com os demais parâmetros necessários para o cálculo da renda do agricultor.

Ainda na Tabela 6, está descrito o valor do ITR e o valor agregado de produção. O ITR representa as taxas de juros pagas ao Estado referente ao imposto pago de um imóvel rural e o valor agregado referente a um hectare de produção já foi mencionando anteriormente quando se analisava a contribuição social de cada propriedade, mas foi inserido na tabela a título de ilustração.

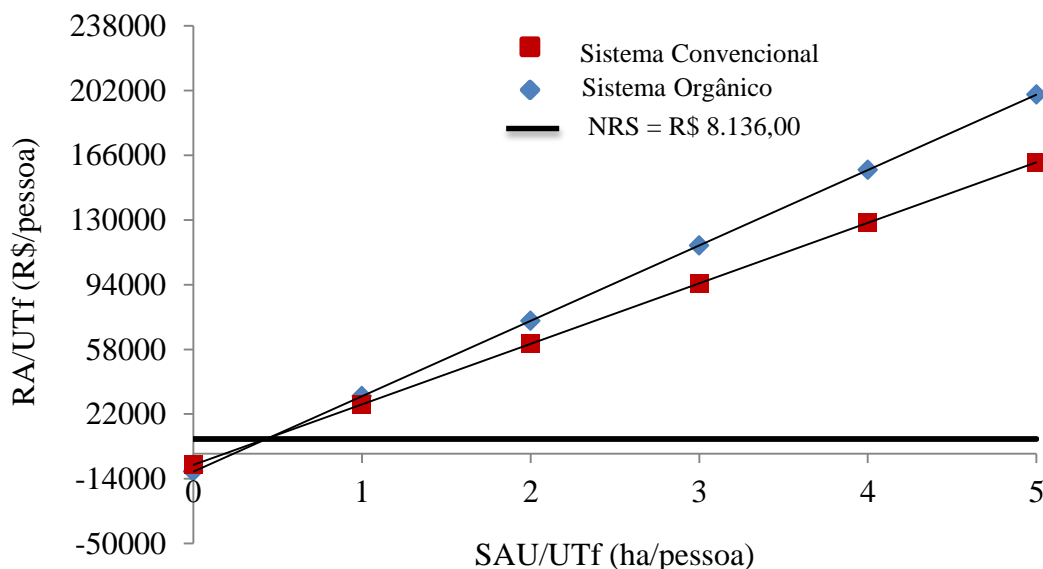
Tabela 6 – Parâmetros utilizados para cálculo da renda do agricultor (RA) de cada sistema de produção com financiamento do Pronaf Mais Alimento para 1,0 ha de produção.

Discriminação		Sistema convencional	Sistema orgânico
Valor Agregado (VA)	VA	R\$ 29.871,18	R\$ 36.479,36
Juros	2%	R\$ 1.245,61	R\$ 1.860,51
Tarifas paga ao Estado (I)	ITR	R\$ 10,00	R\$ 10,00
Salários (S)	Trabalhadores permanentes	R\$ 11.584,00	R\$ 24.827,59
	Trabalhadores eventuais	R\$ 0,00	R\$ 1.508,62
	Total	R\$ 11.584,00	R\$ 26.336,21
	Parcela do financiamento	R\$ 1.158,40	R\$ 2.633,62

A renda do agricultor foi calculada através da diferença do valor agregado da produção pelos gastos com juros pagos à agente financeiros, tarifas pagas ao Estado e salários pagos aos trabalhadores. Foi realizado uma relação linear entre o valor agregado calculado anteriormente, quando se analisava a contribuição social de cada unidade de produção para uma superfície agrícola útil de até 5,0ha, com a renda do agricultor, sendo representada no Gráfico 3.

O nível de reprodução social (NRS) representado Gráfico 3 está relacionado com a renda necessária à reprodução social baseado no salário mínimo que, pelo Decreto Nº 7.872, de 26 de Dezembro de 2012, a partir de 01/01/2013 era de R\$ 678,00. Neste caso o valor do NRS representado no gráfico refere-se ao salário anual (BRASIL, 2012).

Gráfico 3 – Renda do agricultor (RA) da Fazenda Estufa Limoeiro (sistema convencional) e da Fazenda Carcará (sistema orgânico) com financiamento do Pronaf.



Analisando o gráfico da renda do agricultor, percebe-se que tanto a Fazenda Estufa Limoeiro como a Fazenda Carcará consegue ultrapassar o NRS com aproximadamente 0,5ha em produção, porém a partir de um hectare de produção é perceptível que o sistema orgânico possui um maior nível de reprodução social do que o

sistema convencional, garantido assim, em termos gerais, uma melhor qualidade de vida a este agricultor e sua família.

Para avaliar a renda do agricultor de forma específica foi necessário levar em consideração as pessoas da família que dependem desta renda, além do agricultor. Neste caso, a Fazenda Estufa Limoeiro possui cinco pessoas que dependem da renda da unidade de produção e a Fazenda Carcará possui quatro.

Considerando o fato de que a Fazenda Estufa Limoeiro possui cinco pessoas dependentes da renda de sua unidade de produção, ela não consegue pagar um salário mínimo a cada dependente com apenas 1,0ha em produção, pois para um hectare sua renda anual é de R\$ 27.457,16 que corresponde a R\$ 2.288,10 mensal e, dividindo este valor mensal por cada pessoa daria uma renda de R\$ 457,62/pessoa, valor este correspondente a apenas 67,5% do salário mínimo. Porém, com 2,0 ha em produção, a Fazenda Estufa Limoeiro consegue pagar mais de um salário mínimo a cada dependente, pois a renda para dois hectares é de R\$ 61.111,38 anualmente, a qual corresponde ao valor de R\$ 1018,52 para cada dependente mensalmente.

A Fazenda Carcará com apenas 1,0ha em produção consegue pagar de sua renda a cada dependente, o valor de R\$ 666,15 mensalmente, visto que a renda anual para um hectare é de R\$ 31.975,24 e possuir quatro pessoas dependentes desta renda. Percebe-se ainda que neste sistema de produção, com apenas 1,0ha em produção, o salário que cada pessoa recebe mensalmente representa 98,3% do salário mínimo do ano em estudo.

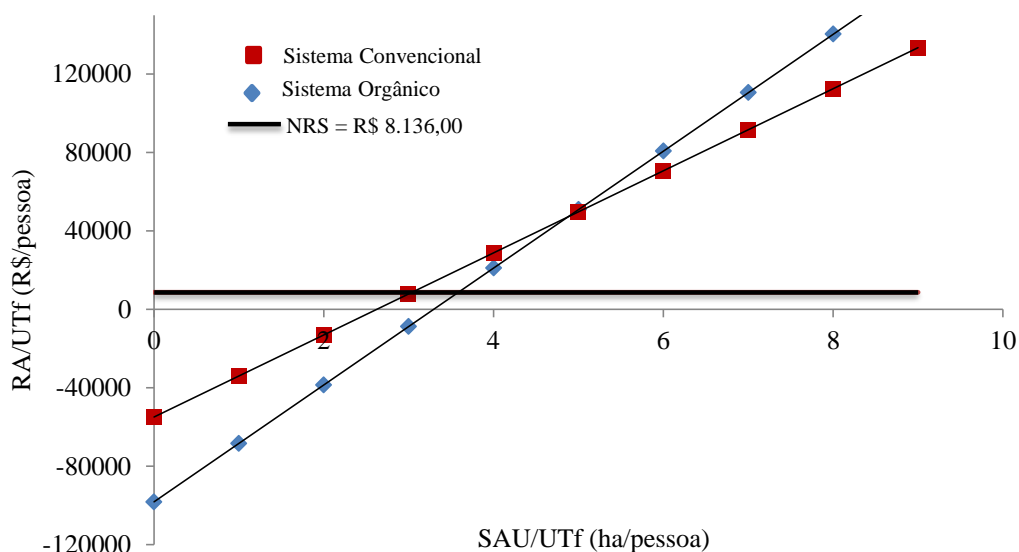
Segundo Silva Neto (2005), os modelos dos sistemas representados por gráficos da renda do agricultor permitem identificar os tipos de agricultores com maiores dificuldades de se manter na atividade agrícola e suas perspectiva de acordo com a dinâmica de acumulação do sistema agrário, deduzindo-se facilmente a superfície agrícola útil mínima para que a unidade de produção possa se manter na atividade agropecuária assegurando a reprodução social (NRS) do tipo de agricultor em análise.

Comparando os dois sistemas de produção pode-se dizer que o sistema convencional precisaria de uma superfície agrícola útil maior do que o sistema orgânico para poder se manter na atividade agrícola assegurando a reprodução social da sua unidade de produção e de cada membro da família que depende de sua renda. Este resultado pode estar relacionado ao valor agregado de produção em razão do sistema orgânico de produção da Fazenda Carcará possuir um maior valor agregado dos seus produtos em consequência da alta diversidade de cultivo, pois esta diversificação

confere ao agricultor a estabilidade da renda durante o ano, reduzindo os riscos inerentes a flutuações nos preços dos produtos, bem como possíveis problemas relacionados a decréscimos de produtividades de seus produtos decorrentes, por exemplo, da ocorrência de pragas e doenças. Cabe destacar ainda o diferencial nos preços dos produtos orgânicos em relação aos produtos convencionais.

No Gráfico 4 está representado o comportamento da renda do agricultor, considerando um cenário tal, que para iniciar seu empreendimento ele não realizaria financiamento. Neste caso, o agricultor não usufrui da possibilidade de pagar seu investimento em parcelas anuais durante 10 anos, necessitando, por conseguinte dispor de todo o recurso financeiro necessário à implementação da atividade. Neste modelo percebe-se a dificuldade que ambos os agricultores possuem de gerar uma renda maior que a renda mínima necessária para assegurar a reprodução social.

Gráfico 4 – Renda do agricultor (RA) da Fazenda Estufa Limoeiro (sistema convencional) e da Fazenda Carcará (sistema orgânico) sem financiamento.



Percebe-se que só ultrapassam o NRS se sua superfície agrícola útil fosse de 4,0ha e, sendo que neste cenário, o sistema convencional se torna mais viável do que o orgânico, pois com 4,0ha produz uma renda de R\$ 28.783,65; ao passo que o sistema orgânico obtém uma renda de R\$ 21.095,87. Respectivas rendas representam para cada dependente da família os valores de R\$ 479,73 e R\$ 439,50; para o sistema convencional e orgânico, respectivamente.

Neste cenário, a Fazenda Carcará só teria uma renda maior do que a Fazenda Estufa Limoeiro, com uma superfície agrícola útil a partir de 5,0ha em produção. Há que se considerar nesta análise, os maiores custos fixos e com

trabalhadores por unidade de área que a Fazenda Carcará possui em relação à Fazenda Estufa Limoeiro.

4.3. Análise Ambiental

Com base nos dados da análise de variância (Tabela 7) verificam-se efeitos significativos do carbono orgânico total, da biomassa microbiana, da respiração basal do solo, do quociente microbiano e do quociente metabólico nas áreas estudadas, sendo influenciados pelo sistema de manejo do solo, apresentando diferença estatística significativa em nível de 1% de probabilidade.

Tabela 7 – Resumo da análise de variância para as áreas de diferente manejo.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		Carbono Orgânico	Carbono da Biomassa	Respiração Basal	Quociente Metabólico	Quociente Microbiano
Manejo do Solo	2	112,33141**	802,23750**	0,56074**	0,744**	0,00103**
Resíduo	12	3,64795	2,86875	0,00295	0,02711	0,00001
Total	14					
CV (%)		8,42	5,59	3,52	12,42	5,24

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F ($p < 0,01$).

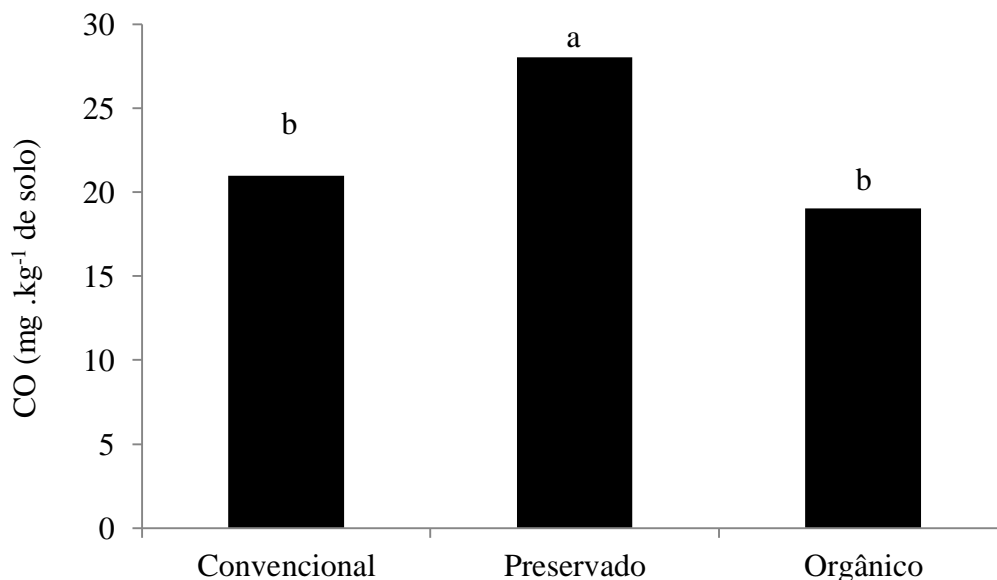
4.3.1. Carbono orgânico total do solo

O teor de carbono orgânico total do solo não variou entre o Sistema Orgânico e o Sistema Convencional, mas comparados com a área Preservada (mata nativa) houve uma diferença significativa quando avaliados a uma profundidade de 0 a 0,10 m, sendo o teor de carbono orgânico na área Preservada (28,03 mg .kg⁻¹ de solo) maior do que as área cultivadas (Figura 3).

O carbono orgânico foi maior no solo da área Preservada, indicando que houve maior incorporação de matéria orgânica neste agroecossistema, em comparação ao solo da área do Sistema Orgânico e do Sistema Convencional, havendo diferença significativa ($p < 0,01$), sendo esta diferença correspondente a 25,16% em relação ao solo do Sistema Convencional e 32,14% em relação ao solo do Sistema Orgânico. Este fato deve-se a adição constante e permanente de resíduos vegetais no solo sob a copa das plantas proporcionando maior uniformidade de umidade e temperatura, aumentando assim, a decomposição dos resíduos e conseqüentemente a adição de carbono orgânico ao solo. Sendo assim pode-se inferir que a menor quantidade de carbono orgânico do solo apresentado nos Sistema Convencional e Orgânico deve-se ao fato de que a área

onde foi coletado o solo estava em pousio cerca de um ano, considerando que as áreas encontram-se sem vegetação e conseqüentemente sem deposição de biomassa vegetal.

Figura 3 – Teores de carbono orgânico total do solo (CO) no período seco (outubro) no município de Guaraciaba do Norte-CE. Os valores estão representados por média e, as médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



Vários trabalhos indicam maiores teores de carbono orgânico em áreas de vegetação nativa. Sampaio, Araújo e Santos (2008) e Silva *et al.* (2009) constataram maior teor de carbono orgânico em áreas com vegetação natural, em relação ao solo de sistemas de cultivo com frutíferas ou essências florestais. O maior teor de carbono orgânico do solo de vegetação nativa também foi constatado por Alcantara *et al.* (2007), em relação a áreas de cultivo orgânico, e por Jakelaitis *et al.* (2008), em relação a áreas de pastagem.

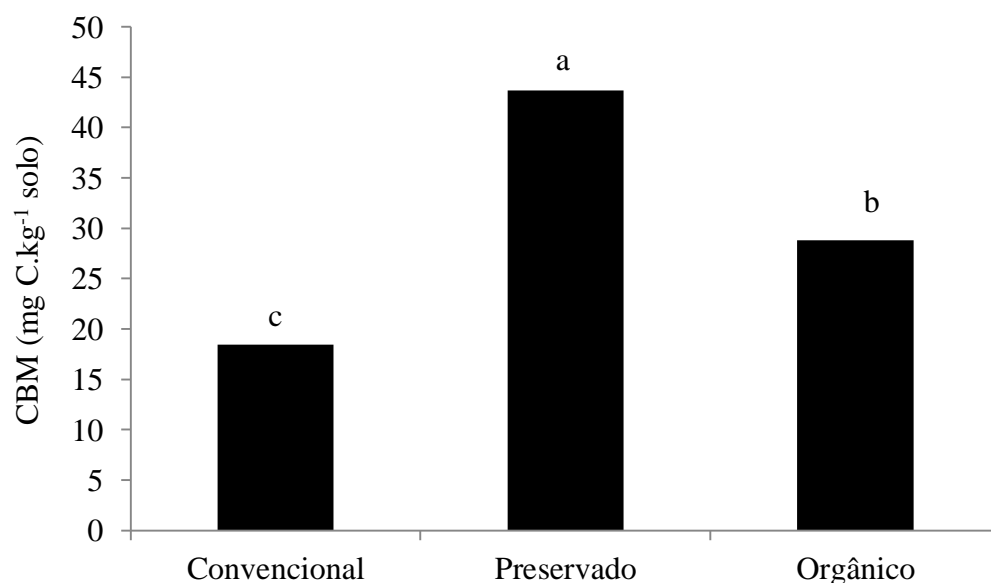
Comparando-se as áreas com cultivo convencional e orgânico, os teores de carbono orgânico do solo não diferiram estatisticamente, tendo uma diferença nas suas médias de apenas de 9,3%. Apesar da área orgânica possuir um tempo bem superior de cultivo comparativamente à área com cultivo convencional, há que se considerar que esta última foi incorporada ao processo produtivo há apenas dois anos, quando então se tratava de área com vegetação nativa, sendo esta uma das razões que justifica o maior teor de carbono orgânico do solo na área com cultivo convencional. Cabe ainda destacar que a área com sistema orgânico, apesar de há 17 anos ser cultivada sob manejo orgânico, anteriormente a este período foi submetida a uso intensivo do solo sob sistema convencional durante 16 anos.

4.3.2. Carbono da biomassa microbiana

Foi detectado maior teor na área Preservada (43,65 mg C.kg⁻¹ solo), teor médio na área do Sistema Orgânico (28,80 mg C.kg⁻¹ solo) e menor na área de Sistema Convencional (18,45 mg C.kg⁻¹ solo), diferindo em 34,02% e 42,26% da área Preservada, respectivamente, conforme ilustração contida na Figura 4.

A biomassa está relacionada à densidade microbiana do solo, podendo compreender tanto as comunidades de microrganismos cultiváveis como não cultiváveis. Ela representa um dos compartimentos do ciclo de carbono no solo, e, de acordo com as condições edafoclimáticas dos ecossistemas e da composição dos resíduos vegetais existentes e depositados sobre a superfície do solo, pode funcionar como compartimento de reserva, dreno ou como um catalisador na decomposição da matéria orgânica (PAUL; CLARK, 1989).

Figura 4 – Teores de carbono da biomassa microbiana (CBM) no período seco (outubro) no município de Guaraciaba do Norte-CE. Os valores estão representados por média e, as médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



A área Preservada apresentou maiores teores de carbono orgânico do solo e, como a correlação positiva entre a matéria orgânica e a biomassa microbiana do solo, comumente reportada, demonstra-se ser uma relação bastante estreita. Neste contexto, os maiores teores de carbono da biomassa na área preservada, podem ser explicados por esta área possui um maior aporte de material orgânico no solo.

Os fungos são os principais contribuintes, em peso, para a biomassa microbiana do solo: variam de 10⁴ a 10⁶ organismos por grama de solo, podendo ser

responsáveis por, aproximadamente, 70% da matéria seca (BRANDÃO, 1992). Entre os prováveis fatores responsáveis por condições mais favoráveis ao desenvolvimento microbiano na área preservada, merecem destaques a ausência de preparo do solo e a maior diversidade florística dessa área. A ausência de revolvimento do solo favorece a preservação das hifas fúngicas, o acúmulo da serapilheira na superfície do solo (propiciando a ocorrência de menor variação e de níveis mais adequados de temperatura e umidade) e resulta na maior presença de raízes finas, que aumentam a entrada de substratos orgânicos no sistema, via exsudatos radiculares.

No sistema convencional a área é preparada de forma intensiva, realizando-se arações e gradagens a cada ciclo de cultivo. As gradagens são feitas para destorroamento do solo, o que ocasiona a desestruturação na camada superficial do solo. Este sistema de preparo determina modificações nas condições originais do solo, através de sua mobilização, repercutindo sobre a agregação, diferenciação no aporte de material orgânico, em termos quantitativos e qualitativos, bem como a disposição do material no perfil do solo e conseqüentemente afetando a biomassa microbiana, visto que dentre vários fatores que afeta sua atividade, a qualidade física do solo e o aporte de material orgânico disponível é essencial. Sendo assim, os baixos teores de carbono da biomassa microbiana encontrados no sistema convencional podem ter sido afetados devido a perturbações físicas.

A maior parte do preparo do solo, na área de sistema orgânico, é realizado manualmente, reduzindo ao mínimo a degradação da estrutura física do solo. Quando a área está sendo cultivada são introduzidos, semanalmente, compostos orgânicos que são incorporados ao solo sem nenhuma mecanização. Porém, a área de sistema orgânico possui teores de carbono orgânico igual ao do sistema convencional (Figura 3), o que poderia influenciar a biomassa microbiana na mesma intensidade, mas isso não foi constatado, pois a quantidade de carbono da biomassa microbiana na área orgânica é superior significativamente, à da área de sistema convencional (Figura 4). Este fato pode ser explicado pelo manejo adotado na preparação do solo, visto que o revolvimento da camada superficial do solo é reduzido devido aos manejos manuais, isto se comparar ao manejo mecanizado utilizado na área de sistema convencional.

Os nutrientes imobilizados na biomassa microbiana encontram-se em uma forma mais lábil que aqueles contidos na matéria orgânica total (SCHNÜRER et al., 1986). Ela é mais sensível que os dados quantitativos de carbono orgânico total para a

avaliação de alterações na matéria orgânica causadas pelo manejo do solo e pelas práticas de cultivo (SAFFIGNA et al., 1989).

De forma semelhante, Junior Reis e Mendes (2007), comparando os sistemas de preparo direto, convencional e mata nativa no Cerrado, verificaram níveis mais baixos de carbono da biomassa microbiana nas áreas cultivadas. Após a incorporação dos solos sob vegetação de Cerrado ao processo agrícola, ocorreu uma queda nos níveis da fração viva e mais ativa da matéria orgânica do solo.

4.3.3. Respiração Basal do Solo

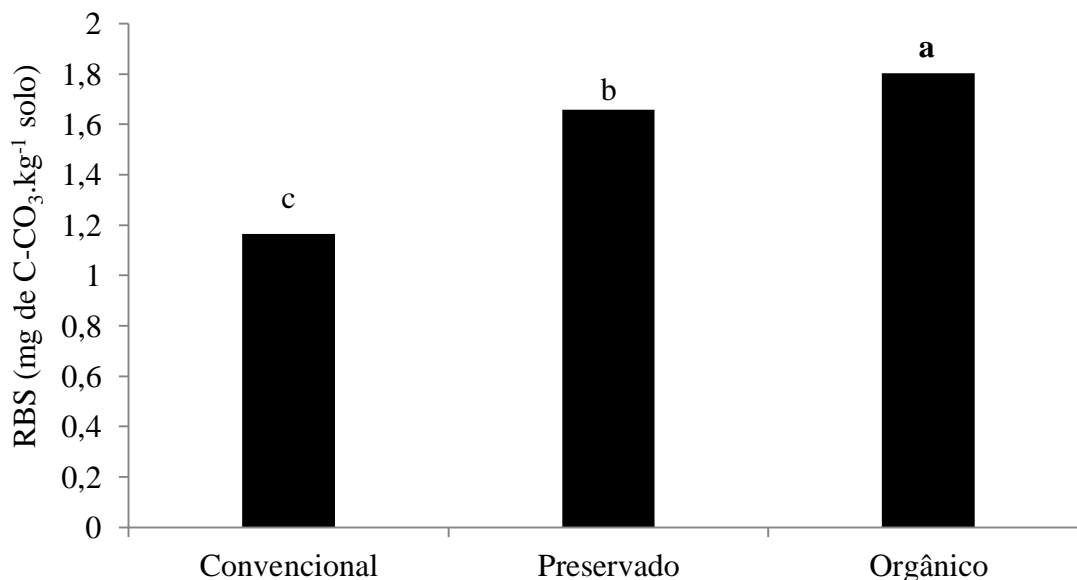
A área de sistema orgânico apresentou maior quantidade de CO₂ liberado pela respiração dos microrganismos, ou seja, apresentou a maior quantidade de carbono prontamente mineralizável, representando uma média de 1,80254 mg kg⁻¹ de solo (Figura 5). Embora a área preservada tenha apresentado uma redução de apenas 7,98% (1,65864 mg kg⁻¹ de solo) na respiração basal do solo, comparativamente à área de sistema orgânico, de acordo com a análise estatística este valor possui uma diferença significativa ($p < 0,001$). A área de sistema convencional apresentou a menor quantidade de CO₂ liberado (1,16410 mg kg⁻¹ de solo), o que representa uma redução de 35,41% em relação a área de sistema orgânico.

O pH influencia a disponibilidade e toxicidade de nutrientes minerais tais como Fe, Mn e Al, podendo desta forma prejudicar a microbiota do solo, pela possibilidade de atingir níveis tóxicos em razão de valores de pH menores que 5,0. Processos como a germinação e o crescimento do tubo germinativo de esporos de fungos micorrízicos, por exemplo, são afetados negativamente pela elevação da concentração de Al (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Os mesmos autores relatam que a maioria das bactérias, incluindo actinomicetos e cianobactérias são mais adaptados a valores de pH entre 6,0 e 8,0.

De acordo com a análise de atributos químicos do solo (Tabela 8) verifica-se que o pH do solo da área do sistema convencional e da área preservada estão bastante baixos, indicando acidez do solo e conseqüentemente a maior disponibilidade de nutrientes tóxicos como o Al, visto que os teores de Al nestas áreas são elevados. Sendo assim, denota-se que a menor quantidade de respiração basal do solo nessas duas áreas (convencional e preservada), estar sendo influenciada pela acidez do solo, visto que em solos com acidez elevada prejudica a quantidade de microrganismos, como por

exemplo, os fungos micorrízicos e as bactérias, prejudicando assim a atividade metabólica destes microrganismos.

Figura 5 – Teores da respiração basal do solo (RBS) no período seco (outubro) no município de Guaraciaba do Norte-CE. Os valores estão representados por média e, as médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



Além do pH influenciar na atividade metabólica dos microrganismos, existem diversos outros fatores que também influenciam, como por exemplo, a disponibilidade de nutrientes. Assim, como ocorre com a adição de matéria orgânica, há uma resposta pronunciada da população de microrganismo à aplicação de nutrientes minerais (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

A saturação por bases (V) é um excelente indicativo das condições gerais de fertilidade do solo, sendo utilizada até como complemento na nomenclatura dos solos. Os solos podem ser divididos de acordo com a saturação por bases: solos eutróficos ($V \geq 50\%$) e solos distróficos ($V < 50\%$). Um índice de saturação por base em níveis baixos significa que há pequenas quantidades de cátions saturando as cargas negativas dos colóides, e que a maioria delas está sendo neutralizada por H^+ e Al^{3+} (RONQUIM, 2010).

Na análise química dos solos avaliados (Tabela 8) verifica-se que os solos da área do sistema convencional e da área preservada apresentam valores de saturação por base de 21% e 10% respectivamente, considerado, portanto, um solo distrófico.

Tabela 8 - Atributos físico e químico do solo das diferentes áreas estudadas.

ÁREAS	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	$\frac{H^{++}}{Al^{3+}}$	Al ³⁺	S	C	N	MO	P Assimilável	V	Classificação
	Água	cmol _c /kg	cmol _c /kg	cmol _c /kg	cmol _c /kg	cmol _c /kg	cmol _c /kg	cmol _c /kg	g/kg	g/kg	g/kg	mg/kg	%	Textura
Convencional	4,5	0,50	0,50	0,08	0,14	4,62	0,65	1,2	5,58	0,54	9,62	9,0	21	Areia Franca
Preservada	4,5	0,20	0,20	0,07	0,03	4,29	0,75	0,50	7,68	0,81	13,24	3,0	10	Areia Franca
Orgânica	6,6	3,00	0,70	0,10	0,17	0,99	0,10	4,00	7,20	0,70	12,41	166	80	Franco Arenosa

Funceme – 14/10/2014

Segundo Moreira e Siqueira (2006), a disponibilidade de nutrientes influencia positivamente na microbiota do solo, pois assim como ocorre com a adição de matéria orgânica, há uma resposta pronunciada da população de microrganismos à aplicação de nutrientes minerais. Então, pode-se dizer que além de ter sido afetada pela acidez do solo, a baixa respiração basal do solo nas áreas de sistema convencional e preservada pode ter sido influenciada pela baixa fertilidade destes solos.

Segundo Wardle (1994), o alumínio limita a atividade de alguns microrganismos devido a sua toxicidade e seu efeito no pH do solo. Neste sentido é importante destacar que valores de respiração basal apresentaram correlação significativa com pH do solo, obtendo-se valores baixos quando em solos ácidos (KUMMER et al., 2008).

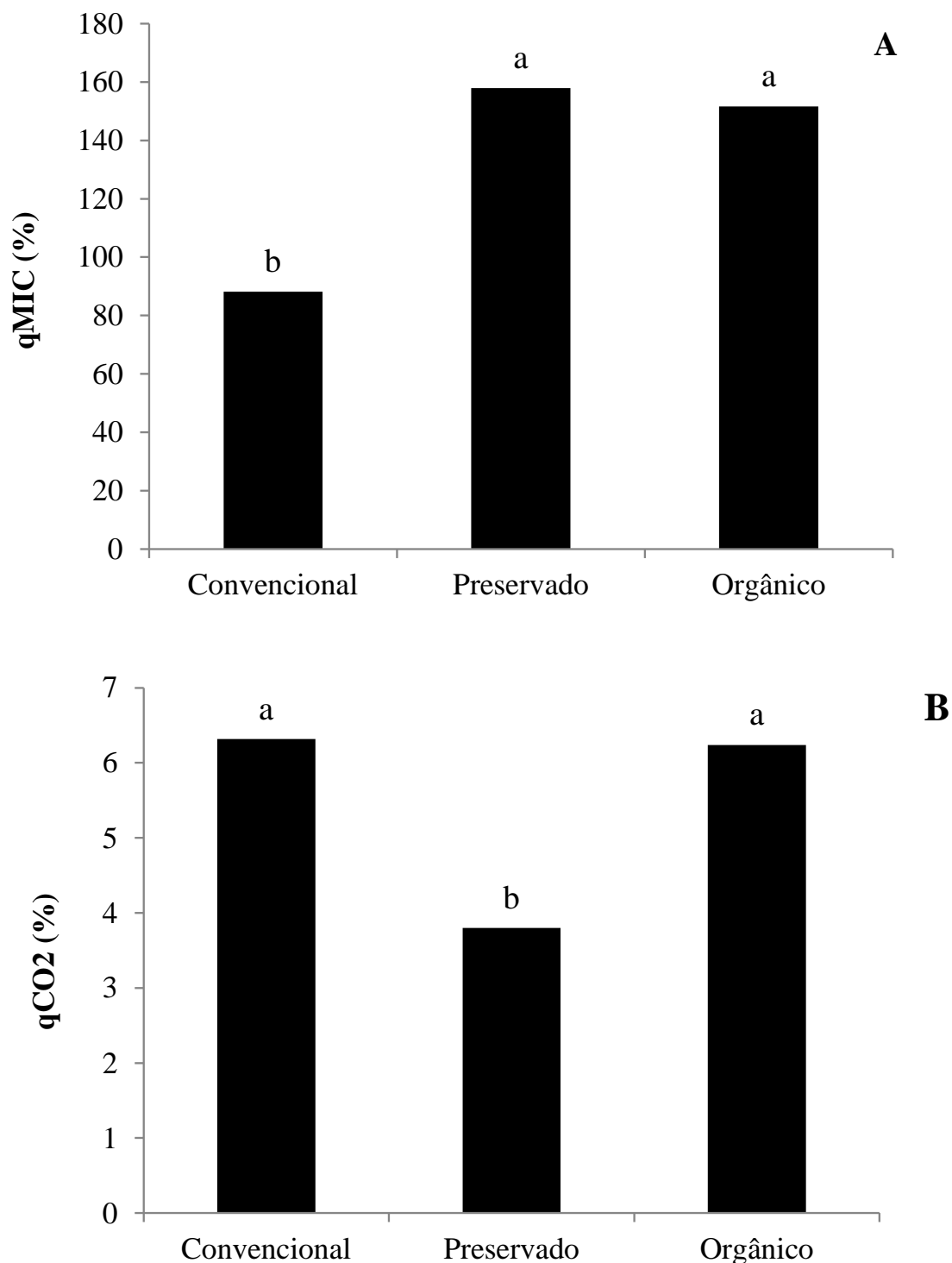
Assis Junior et al. (2003) trabalhando com respiração basal do solo, em Vazante (MG), verificou os maiores valores para mata nativa e os menores para sistemas de monoculturas e área desmatada. Já Costa et al. (2008) detectaram que acumulação de material vegetal na superfície do solo, como o plantio direto, aumenta a respiração basal. Tais estudos corroboram em parte com o presente trabalho, já que na área de sistema orgânico se verificou maior taxa respiratória do que na área preservada, e ainda, na área de sistema convencional, basicamente com monocultura, verificou-se a menor taxa respiratória.

4.3.4. Quociente microbiano e quociente metabólico

Houve efeito significativo no quociente microbiano das áreas estudadas, sendo que não foi verificada diferenças do quociente microbiano do solo na área Preservada e na área de Sistema Orgânico, apresentando os maiores valores de média, com 157% e 151%, respectivamente. A área de Sistema Convencional apresentou o menor valor do qMIC (88%), tendo uma redução em relação as áreas Preservada e de Sistema Orgânico de 43,9% e 41,72% (Figura 6A).

Os dados da análise de variância (Tabela 7), para a variável-resposta quociente metabólico, demonstram também efeito significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F ($p < 0,01$). As áreas com cultivo convencional e orgânico não apresentaram diferenças, sendo o qCO_2 representado por 6,32% e 6,24%, respectivamente. Já a área preservada apresentou valor de 3,80% para a respectiva variável (Figura 6B).

Figura 6 – Quociente microbiano (q_{MIC}) e quociente metabólico (q_{CO}) no período seco (outubro) no município de Guaraciaba do Norte-CE. Os valores estão representados por média e, as médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste deTukey



Os maiores valores do q_{MIC} observados nas áreas preservada e sob cultivo orgânico indicam que grande quantidade de carbono orgânico é imobilizado na biomassa microbiana. Tal resultado pode estar associado a uma maior taxa de

mineralização da matéria orgânica pelos microrganismos nestes solos. O maior quociente microbiano sugere que o carbono orgânico, nestas áreas, encontra-se disponível para a microbiota do solo, uma vez que a relação entre carbono da biomassa microbiana e carbono orgânico total do solo é um indicador de disponibilidade da matéria orgânica para os microrganismos (ANDERSON; DOMSCH, 1989), e um alto quociente microbiano indica uma matéria orgânica muito ativa e sujeita a transformações (HAR; AUGUST; WEST, 1989).

O menor valor do $qMIC$ verificado na área sob cultivo convencional indica que os microrganismos estão em condições de estresse, diminuindo assim, a capacidade de utilização do carbono, podendo também ser explicado pela ausência de adição de matéria orgânica de boa qualidade, visto que, na área de sistema orgânico a adição de matéria orgânica de boa qualidade constantemente, implica no incremento da biomassa microbiana, ainda que os teores de carbono orgânico total do solo permaneçam inalterados.

Conforme Moreira e Siqueira (2006), os substratos e a taxa de degradação pelos microrganismos dependeram do tipo substrato, levando em consideração que nem toda substância orgânica é passível de degradação por microrganismos. Sendo assim, o quociente microbiano é um índice utilizado para fornecer indicações sobre a qualidade da matéria orgânica, pois em solos com matéria orgânica de baixa qualidade nutricional, a biomassa se encontrará sob condições de estresse, tornando-se incapaz de utilizar totalmente o carbono orgânico total do solo.

Uma biomassa mais eficiente seria aquela que perderia menos carbono na forma de CO_2 com a respiração e incorporaria mais carbono aos tecidos microbianos, de tal forma que solos com baixo quociente metabólico estariam próximos do estado de equilíbrio e valores elevados, em condições ambientais estressantes, nas quais a biomassa microbiana necessita de mais carbono para sua manutenção (MENDES et al., 2009).

Percebe-se que mesmo a área preservada apresentando algumas características de condições estressadas, tais como a acidez do solo, apresentou um quociente metabólico menor, indicando uma biomassa mais eficiente do que as demais áreas estudadas, podendo ter sido ocasionado pelo maior teor da biomassa microbiana (Figura 4), visto que na área preservada a camada de solo que foi avaliada (0- 0,10 m) estar constantemente protegida pela serapilheira, provocando assim uma menor temperatura do solo e conseqüentemente uma maior atividade da biomassa microbiana,

podendo deduzir que as áreas em cultivo orgânico e convencional apresentaram maiores valores de quociente metabólico por se encontrarem sem vegetação ou serapilheira, aumentando assim a temperatura do solo.

Matos (2010) estudando áreas cultivadas sob diferentes tipos de manejo em período seco, verificou valores maiores de qCO_2 nestas áreas em relação a áreas com mata nativa, resultados estes que corroboram com os resultados obtidos nesta pesquisa.

5 CONCLUSÕES

A geração de empregos diretos por unidade de área no sistema de cultivo convencional corresponde aos valores de referência para agricultura irrigada. Já o sistema de cultivo orgânico proporciona uma geração de empregos diretos que chega a corresponder três vezes à média da capacidade de geração de emprego por unidade de área da agricultura irrigada na região do semiárido brasileiro.

O investimento anual por geração de cada emprego direto do sistema de cultivo orgânico corresponde à metade do valor para a geração de emprego no sistema convencional, porquanto no sistema orgânico é de R\$1.900,00 para cada emprego direto, e no sistema convencional este valor é de R\$3.800,00. Ademais, estes valores demonstram a importância do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar, tendo em vista que num cenário sem o financiamento do Pronaf, o custo anual da geração de cada emprego direto no sistema de cultivo convencional requer um investimento oito vezes superior ao sistema de cultivo orgânico.

O sistema de cultivo orgânico apresenta um menor risco associado à dimensão econômica comparativamente ao sistema de cultivo convencional, porquanto para um mesmo percentual de valor bruto da produção (40,5%), a relação é de cinco culturas no sistema orgânico para apenas um cultivo no sistema convencional. Apresenta ainda em relação ao sistema de cultivo convencional uma maior contribuição marginal, o que implica na maior intensidade desta atividade. Não obstante, para a superfície agrícola útil utilizada na Fazenda Carcará (1,16 ha), este sistema de cultivo não apresentaria viabilidade, num cenário que não contemplasse financiamento pelo Pronaf.

As superfícies agrícolas úteis atuais das duas unidades de produção permitem que as mesmas se mantenham na atividade agropecuária assegurando a reprodução social dos agricultores num cenário com financiamento do Pronaf. Apesar da unidade de produção orgânica ser mais intensiva, num cenário sem o financiamento do Pronaf, a superfície agrícola útil atual não asseguraria a reprodução social de seus agricultores.

Os resultados das variáveis avaliadas demonstram que a unidade de produção com cultivo orgânico apresenta maior sustentabilidade ambiental, uma vez que o solo encontra-se em condições físicas e químicas mais satisfatórias para o desenvolvimento dos microrganismos. O manejo mínimo do solo e a introdução

constante de matéria orgânica realizado neste sistema de produção contribuem para atividade microbiana, aumentado assim a biomassa microbiana e conseqüentemente o carbono imobilizado no solo, funcionando como compartimento de reserva, assegurando uma menor degradação.

REFERÊNCIAS

- ABCSEM - Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas. **2º Levantamento de Dados Socioeconômicos da Cadeia Produtiva de Hortaliças no Brasil**. Ano Base 2012. Holambra: 24 de maio de 2014. 58p.
- ALCANTARA, R. M. C. *et al.* Avaliação da biomassa microbiana do solo em sistemas orgânicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p. 991-994, 2007.
- ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 4º ed. Porto Alegre: Ed. da Universidade – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004. 110 p.
- ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. Application of eco-physiological quotients (qCO₂ and qD) on microbial biomasses from soils of different cropping histories. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 22, n. 9, p. 251-255. 1990.
- ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. Ratio of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v. 21, p. 471-479, 1989.
- APRECE – ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO CEARÁ. Disponível em: <http://www.aprece.org.br/site/?prefeitura=74&acao=conheca_omunicipio>. Acesso em: 10 jan. 2015.
- AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de (Ed.). **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 517 p.
- AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. Agricultura orgânica em áreas urbanas e periurbanas com base na agroecologia. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 10, n° 1, p. 137- 150, Jun. 2007.
- ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 66-75, July./Sept. 2007.
- ASSIS JUNIOR, S. L. *et al.* Atividade microbiana do solo em sistemas agroflorestais, monoculturas, mata natural e área desmatada. **Revista Árvore**, v. 27, n. 1, p. 35-41, 2003.
- ASSIS, R. L. Globalização, desenvolvimento sustentável e ação social: o caso da agricultura orgânica. **Cadernos de Ciências e Tecnologia**, Brasília, v. 20, n° 1, p. 79-96, 2003.
- AZEVEDO, F. F; PESSÔA, V. L. S. O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar no Brasil: Uma Análise Sobre a Situação Regional e Setorial dos Recursos. **Soc. & Nat.**, Uberlândia, v. 23, n° 3, 483-496, set/dez. 2011.

- BANCO DO NORDESTE. **Modelo geral para otimização e promoção do agronegócio da irrigação do Nordeste/ Francisco Mavignier**. França – Fortaleza: Banco do Nordeste, 2001. 320p.
- BARONI, M. Ambigüidades e deficiências do conceito de Desenvolvimento Sustentável. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v.32, n.2, p.14-24, abr./ jun. 1992.
- BELLEN, H. M. V. **Indicadores de Sustentabilidade: Uma Análise Comparativa**. Rio de Janeiro: ed. FGV, 2007. 253 p.
- BRANCHER, P. C. As faces da certificação de produtos orgânicos no Brasil: O caso do mercado da Região Metropolitana de Curitiba – PR. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 42., 2004, Cuiabá - MT. **Anais...** Cuiabá: UFMT/SOBER, 2004.
- BRANCO, S. M. **Natureza e agroquímicos**. São Paulo: Moderna. (Coleção Desafios), 2003. 80 p.
- BRANDÃO, E. M. Os componentes da comunidade microbiana do solo. In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C. (Eds.). **Microbiologia do solo**. Campinas: SBCS, 1992, p.1-15.
- BRASIL. Decreto nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007. Regulamenta no âmbito federal, dispositivos da Lei nº 10.831 de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre agricultura orgânica, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 27 dez. 2007.
- BRASIL. Decreto Nº 7.872, de 26 de Dezembro de 2012. Regulamenta no âmbito federal, dispositivo da Lei nº 12.382 de 25 de fevereiro de 2011, que dispõe sobre o valor do salário mínimo e sua política de valorização de longo prazo. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 dez. 2012.
- BRASIL. Lei nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996. Dispõe sobre o imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, sobre pagamento da dívida representada por Títulos da Dívida Agrária e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 20 dez. 1996.
- BROETTO, L. *et al.* Análise dos Indicadores de Sustentabilidade Ambiental na Microbacia Sanga Guabiroba no Município de Nova Santa Rosa – Paraná. **Rev. Bras. De Agroecologia**. Paraná, v. 4, nº 2. nov. 2009.
- CAMPANHOLA, C.; VALARINI, P. J. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 18, p. 69-101, 2001.
- CERRI, C. C.; ANDREUX, F.; EDUARDO, B. P. O ciclo do carbono no solo. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. (Coords). **Microbiologia do solo**. Campinas: SBCS, 1992. p. 73-90.
- COMISSÃO DE POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E DA AGENDA 21 NACIONAL. **Agenda 21 Brasileira**. MMA/PUND. 2000. 192p.

COSTA, F. S. *et al.* Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 323-332, 2008.

COSTA, R. N. T.; OLIVEIRA, V. R. de; ARAÚJO, D. F. de. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. In: Planejamento, gerenciamento e uso racional de águas em perímetros públicos de irrigação. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, 2011. cap. 4, p.88-110.

DAHL, A. L. **The Big Picture: Comprehensive Approaches**. In: Moldan, B.; Bilharz, S. (Eds.) Sustainability Indicators: Report of the Project on Indicators of Sustainable Development. Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 1997.

DAMASCENO, N. P.; KHAN, A. S.; LIMA, P. V. P. S. O Impacto do Pronaf sobre a Sustentabilidade da Agricultura Familiar, Geração de Emprego de Renda no Estado do Ceará. **RESR**, Piracicaba, SP, vol. 49, nº 01, p. 129-156, jan/mar 2011.

DAROLT, M. R. **Agricultura orgânica: inventando o futuro**. Curitiba: IAPAR, 2002. 250p.

DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M. 1997. **Determinação do carbono da biomassa microbiana do solo: método de fumigação-extração**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 10p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 37).

DIDONET, A. D. *et al.* **Marco referencial em Agroecologia**. 2º ed. Brasília, DF: Embrapa InformacaoTecnologica, 2006. 34 p

DULLEY, R. D. Agricultura orgânica, biodinâmica, natural, agroecológica ou ecológica? **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 33, nº10, out. 2003.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Agroindústria Tropical. Impacto do Manejo Integrado de Pragas na Redução do Uso de Agrotóxicos em Cultivo Protegido do Tomateiro. **Comunicado Técnico**. Fortaleza, 2011. 5 p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FEIDEN, A.; SILVA, D. J. da. **Alimentos Orgânicos: Melhor Para Vida**. Embrapa Pantanal, Corumbá, MS, n. 105, p. 1-4, jul. 2006.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2º ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2001. 653p.

HAMMOND, A. *et al.* **Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development**. Baltimore: World Resources Institute Publications, 302p. 1995.

HART, P.B.S.; AUGUST, J.A.; WEST, A.W. Long-term consequences of topsoil mining on select biological and physical characteristics of two New Zealand loessial soils under grazed pasture. **Land Degradation**, v.1, p. 77-88, 1989.

HENZ, G. P.; ALCÂNTARA, F. A.; RESENDE, F. V. **Produção orgânica de hortaliças**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 308p.

IBD – **Inspeções e Certificações Agropecuárias e Alimentícias**. Disponível em: <<http://ibd.com.br/pt/ServicosCertificacoes.aspx>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/50/agro_2006_agricultura_familia_r.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico de 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 03 jan. 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Orçamento Familiar**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=ce&tema=pofaquisicaoalimentar>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal: Culturas Temporárias e Permanentes**. v. 29. 2012. Disponível em: <[http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal_\[anual\]/2012/pam2012.pdf](http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal_[anual]/2012/pam2012.pdf)>. Acesso em: 23 jan. 2015.

IPECE – INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Perfil Básico Municipal 2011 – Guaraciaba do Norte. Fortaleza, Secretaria do Planejamento e Gestão do Estado do Ceará**. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm2011/Guaraciaba_do_Norte.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2015.

JAKELAITIS, A. *et al.* Qualidade da camada superficial de solo sob mata, pastagens e áreas cultivadas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, p. 118–127, 2008.

JUNIOR REIS, F. B.; MENDES, I. C. **Biomassa microbiana do solo**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 40 p.— (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111; 205).

KHAN, A. S.; SILVA, L. M. R.; CARVALHO, R. M. Sustentabilidade da pequena produção no Nordeste: o caso do Estado do Ceará. In: XXXVI Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 1998, Poços de Caldas - MG. **Anais**. 1998. v.1. p.239-254.

KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu: Agroecológica, 2001. 348p.

KUMMER, L. *et al.* Respiração e Biomassa Microbiana em Solos sob Diferentes Sistemas de Uso. **Scientia Agraria**, v.9, n.4, p.559-563, 2008.

MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos**. 2014 Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 23 jan. 2015.

MAPURUNGA, L. F. **Análise da sustentabilidade da agricultura orgânica**: um estudo de caso. Dissertação (Mestrado) Fortaleza, UFC, 2000.

MARTINS, V. A.; FILHO, W. P. C.; BUENO, C. R. F. Preços de frutas e hortaliças da agricultura orgânica no mercado varejista da cidade de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 36, p. 9, 2006.

MATOS, E. P. N. B. **Parâmetros Microbiológicos e Enzimáticos do Solo sob Diferentes Culturas Perenes e uma Mata Nativa no Semi - Árido do Ceará**. 2010. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências, Departamento de Biologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Programa Mais Alimento**: Produção Primária. Disponível em: <<http://portal.mda.gov.br/portal/saf/maisalimentos/>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

MENDES, I. C. *et al.* **Bioindicadores para avaliação da qualidade dos solos tropicais**: utopia ou realidade? Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2009. 31p. (Documentos, 246).

MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. da S. **Matéria orgânica do solo**: Métodos de análises. Viçosa: UFV, p.86-92, 2005.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Ecologia do Solo. In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. (Ed.). **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 2002. p. 81-152.

MOREIRA, J. C. *et al.* Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. **Ciências & Saúde coletiva**, v. 7, n° 2, p. 299-311, 2002.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: EDUFLA. 2006. 729 p.

MTE– Ministério do Trabalho e Emprego. **Nível de Emprego Formal Celetista**: Cadastro Geral de Empregados e Desempregados – CAGED. 2012. <http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A38B3DDCE0138B920100617D0/CAGED%20Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20Junho_2012.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2015.

NAZZARI, R. K.; BERTOLINI, G. F.; BRANDALISE, L. T. **Gestão das unidades artesanais na agricultura familiar**: uma experiência no Oeste do Paraná. 2° ed. – Cascavel: EDUNIOESTE, 2010.

SILVA NETO, B. Objetivos e Aspectos Metodológicos dos Estudos Municipais. In: Silva Neto, B.; Basso, D. (Org.). **Sistemas agrários do Rio Grande do Sul**: análise e recomendações políticas. Ijuí: Ed. Unijuí, 2005. p. 159-163.

NEVES, M. C. P. *et al.* **Agricultura orgânica – expandindo o conhecimento**. CNPAB-EMBRAPA Agrobiologia, dez. 2005.

NORONHA, A. D. H.; CALLEGARO, S. S.; LUKE, C. Análise-Diagnóstico da Agricultura de Venâncio Aires. In: Silva Neto, B.; Basso, D. (Org.). **Sistemas agrários do Rio Grande do Sul: análise e recomendações políticas**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2005. p. 165-173.

ORMOND, J. G. P. *et al.* **Agricultura orgânica: quando o passado é futuro**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 15, p. 3-34, mar. 2002.

PAUL, E.A.; CLARK, F.E. **Soil Microbiology and Biochemistry**. San Diego, Academic Press. 1989

PEREIRA, N. L. **Análise da Sustentabilidade da Produção do Algodão Orgânico: o Caso do Município de Tauá**. Fortaleza: 2001. (Dissertação de Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal do Ceará, p. 127, 2001.

PINTÉR, L.; HARDI, P.; BARTELMUS, P. **Sustainable Development Indicators: proposal for the way forward**. United Nations Division for Sustainable Development (UN-DS) International Institute for Sustainable Development (IISD). December, 2005. 42 p.

PIRES, D. X.; CALDAS, E. D.; RECENA, M. C. Intoxicações provocadas por agrotóxicos de uso agrícola na microrregião de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil, no período de 1992 a 2002. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 21, n. 3, p. 804-814, 2005.

PRONAF, Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar. **Cartilha de acesso ao Pronaf 2011 – 2012**. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/setor/floricultura/111017%20Cartilha%20de%20Acesso%20ao%20Pronaf%202011%202012.pdf>>. Acesso em: 10 de jan. 2015.

RODRIGUES, R. M. **O solo e a vida**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2005. p. 52-53.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 30 p.

ROSSI, A., MOREIRA, E. A. M., RAUEN, M. S. Determinantes de o comportamento alimentar: uma revisão com enfoque na família. **Revista Nutrição**, Campinas, v. 21, n.6, 2008.

RUTHERFORD, I. Use of Models to link Indicators of Sustainable Dvelopment. In: Moldan, B.; Bilharz, S. (Eds.) **Sustainability Indicators: report of the project on indicators of sustainabled evelopment**. Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 1997.

SACHS, I. Desenvolvimento Sustentável, Bio-Industrialização Descentralizada e Novas Configurações Rural-Urbanas. Os casos da Índia e do Brasil. In Vieira, P. F. e Weber, J. (orgs.). **Gestão de Recursos Naturais Renováveis e Desenvolvimento: Novos Desafios para a pesquisa ambiental**. São Paulo: Cortez, 1997

- SAFFIGNA, P. G. *et al.* Influence of sorghum residues and tillage on soil organic matter in a Australian Vertisol. **Soil Biology and Biochemistry**, v.21, n.6, p.759-765, 1989.
- SAMINÉZ, T. C. O. *et al.* Princípios norteadores. In: **Produção orgânica de hortaliças: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Editores: HENZ, G. P.; ALCÂNTARA, F. A.; RESENDE, F. V. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, p. 17-28. 2007.
- SAMPAIO, D. B.; ARAÚJO, A. S. F.; SANTOS, V. B. Avaliação de indicadores biológicos de qualidade do solo sob sistemas de cultivo convencional e orgânico de frutas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 353-359, 2008.
- SARANDÓN, S. J. (Ed.) **Agroecologia: el camino hacia una agricultura sustentable**. La Plata: Ediciones Científicas Americanas. 2002. (El desarrollo y uso de indicadores para evaluarla sustentabilidade de los agorecosistemas. Cap. 20).
- SCHNEIDER, S. Teoria social, agricultura familiar e pluriatividade. **Revista Brasileira de Ciências Sociais** - RBCS vol. 18, nº. 51 fev. 2003.
- SCHNÜRER, J. *et al.* Effects of moisture on soil microorganisms and nematodes: a field experiment. **FEMS Microbiolog y Ecology**, v.12, p.217- 30, 1986.
- SEAGRI - Secretaria do Desenvolvimento Agrário do Ceará (SEAGRI). **Agricultura Familiar**, 2004 .Disponível em <http://www.seagri.ce.gov.br>. Acesso em: 10 mar. 2014.
- SEVERINO, L. S. *et al.* Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 5, n. 1, 2004.
- SILVA, C. A. *et al.*. Estoques de carbono e nitrogênio de Latossolo do Paraná sob diferentes sistemas de cultivo. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS, 4., 2001, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, 2001. p.68-70.
- SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa, 1999. 370p.
- SILVA, L. G. *et al.* Atributos físicos, químicos e biológicos de um Latossolo de cerrado sob plantio de espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.613-620, 2009.
- SILVEIRA, M. D. C. **Agricultura Orgânica**. 2004. Banco do Nordeste do Brasil S. A. – BNB. 82 Slides. 21 jun. 2005.
- SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**. 2º ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2006. 843p.
- SOUZA, M. J. N.de. **Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do Estado do Ceará**. In: Souza, M.N.de. Moraes, J. O. de e Lima, L.C. Compartimentação Territorial e gestão regional do Ceará. Parte I. Fortaleza: Editora FUNECE. 2000, p. 13-98.

SOUZA, P. M. de; NEY, M. G.; PONCIANO, N. J. Evolução da Distribuição dos Financiamentos do PRONAF entre as Unidades da Federação, no Período de 1999 a 2009. **RBE**. Rio de Janeiro, v. 65, n. 3/p. 303-313, jul-set 2011.

SPARLING, G. P. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic matter. **Australian Journal of Soil Research**, v. 30, p. 195-207, 1992.

TAKATSUKA, Y. *et al.* Using stated preference techniques to value four key ecosystem services on New Zealand arable land. **Journal of Agricultural Sustainability**, v. 7, p.1-13, 2009.

TEMPLER, P.; FINDLAY, S.; LOVETT, G. Soil microbial biomass and nitrogen transformations among five tree species of the Catskill Mountains, New York, USA. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 35, n. 4, p. 607-613, 2003.

VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa. 1.ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2005. 256 p.

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

VEIGA, J. E. da. Agricultura familiar e sustentabilidade. In: **Caderno de Ciência e Tecnologia**. Caxambu: Embrapa. v.13, n° 3, p.383-404. Set./Dez. 1996.

VERONA, L. A. F. **Avaliação de sustentabilidade em agroecossistemas de base familiar e em transição agroecológica na região sul do Rio Grande do Sul**. 2008. 192p. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS – Brasil.

VIEIRA, R. F. Microbiological parameters indicators of the effect of diuron on soil microflora. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 5, p. 897-902, mai. 1999.

WARDLE, D. A. Metodologia para a quantificação da biomassa microbiana do solo. In: HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R. S. (Ed.). **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília: Embrapa/SPI, 1994. p. 419-436.

WILLER, H.; YUSSEFI, M. (Ed.). **The world of organic agriculture**: statistics and emerging trends 2007. Berlin, Frick: IFOAM, FiBL, 2007. 250 p.

WINDING, A.; HUND-RINKE, K.; RUTGERS, M. The use of microorganisms in ecological soil classification and assessment concepts. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 62, n. 2, p. 230–248, out. 2005.

YALE CENTER FOR ENVIRONMENTAL LAW AND POLICY & COLUMBIA UNIVERSITY CENTER FOR INTERNATIONAL EARTH SCIENCE INFORMATION NETWORK. **The Environmental Sustainability Index (ESI)** [online]. 2002. Disponível em: <<http://www.yale.edu/envirocenter>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

APÊNDICE A – VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO DA FAZENDA CARCARÁ NO ANO DE 2013.

Cultivares	Valor Bruto da Produção (R\$)												VBP anual/cultivar	VBP (%)	
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez			
1	Abóbora de Leite	0	0	0	0	0	0	0	90	0	0	0	RS 90,00	0,17	
2	Abóbora Jacaré	0	0	0	0	0	0	0	292,8	0	0	0	RS 292,80	0,55	
3	Abóbora Menina	0	0	0	0	0	0	54	26,4	0	0	0	RS 80,40	0,15	
4	Abobrinha	0	0	0	0	0	0	0	119,6	66,3	10,4	0	RS 196,30	0,37	
5	Acelga	172,9	132,6	59,8	583,7	267,8	91	265,2	87,1	52	0	111,8	RS 1.835,60	3,45	
6	Agrão da Terra	0	0	0	0	600,6	0	96,5	68	7,5	30,5	22	0	RS 825,10	1,55
7	Alcirim	0	0	0	0	504	0	0	2	663,3	4	0	0	RS 1.173,30	2,21
8	Alface Americana	880	726	594	704	56	429	817,3	674,3	423,9	515,9	534,6	0	RS 6.355,00	11,96
9	Alface Crespa	684	472,5	306	463,5	248	423	506,7	488,7	70	386,1	473,4	0	RS 4.521,90	8,51
10	Alface Lisa	195,3	270,2	143,5	140	243	74,9	154,7	77,7	90,4	156,1	129,5	0	RS 1.675,30	3,15
11	Alface Roxa	164	168	208	180	11,7	176	276,8	113,6	78	251,2	168	0	RS 1.795,30	3,38
12	Alho Poró	108	0	0	30	0	99	0	0	0	168	171	0	RS 576,00	1,08
13	Banana Prata	0	0	0	0	0	27,3	20,8	0	0	0	62,4	0	RS 110,50	0,21
14	Batata Doce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	194,4	0	RS 194,40	0,37
15	Batata Yacon	0	0	0	70	38,5	0	0	0	0	0	248	0	RS 356,50	0,67
16	Beringela	192	24	0	9,6	0	0	294	192	43,2	33,6	219,6	37,2	RS 1.045,20	1,97
17	Beterraba	294	190	20	94	176	0	40	44	152	78	94	58	RS 1.240,00	2,33
18	Brócolos Cabeça	0	192,5	101,5	24,5	238	609	504	58	105	3,5	119	49	RS 2.004,00	3,77
19	Brócolos Ramoso	0	0	0	90	0	0	201	0	0	0	0	0	RS 291,00	0,55
20	Cebola Pera	75	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	RS 125,00	0,24
21	Cebolinha	575	10	40	0	40	208	154,4	115,2	126,8	40,4	127,2	0	RS 1.437,00	2,70
22	Cenoura	94	663	75	285	283,5	94,5	800,7	486	139,5	505,5	0	0	RS 3.426,70	6,45
23	Chicória	672	68	93,6	40	16	0	0	51,2	52,8	48,8	51,2	0	RS 1.093,60	2,06
24	Coentro	88	113,6	124	168	40	164	149,6	260,4	149,6	40,4	66	0	RS 1.363,60	2,57
25	Couve Flor	326	167,31	221,1	234,3	877,8	561	970,2	442,2	250,8	141,9	135,3	0	RS 4.327,91	8,14
26	Couve Folha	188,1	123,2	112	146,3	192,5	119	200,2	108,5	49,7	148,4	259,7	574,2	RS 2.221,80	4,18
27	Escarola	0	0	0	0	56	0	0	0	0	0	0	0	RS 56,00	0,11
28	Espinafre	217	140	0	0	234,5	133	107,8	114,1	163,1	92,4	104,3	0	RS 1.306,20	2,46
29	Folha de couve-flor	0	0	0	0	0	0	0	0	11,9	0	0	0	RS 11,90	0,02
30	Hortelã	130	76	4	78	50	34	51,2	40,8	61,2	64,8	78,4	0	RS 668,40	1,26
31	Limão Tahiti	177,6	175,2	119,2	103,2	76,8	97,6	162,4	80	19,2	33,6	17,6	41,6	RS 1.104,00	2,08
32	Milho verde	0	0	42	306	0	0	0	292,5	0	106,5	18	0	RS 765,00	1,44
33	Mocho Comprido Redondo	79,5	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	RS 133,50	0,25
34	Pepino Comum	0	0	26,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	RS 26,40	0,05
35	Pepino Japonês	440,3	173,4	23,8	42,5	62,9	0	0	0	0	0	0	0	RS 742,90	1,40
36	Pimenta Arida	0	0	0	0	0	0	0	0	13,8	6	0	0	RS 19,80	0,04
37	Pimenta Dedo de Mocho	0	0	0	10,5	0	0	0	0	0	0	0	0	RS 10,50	0,02
38	Pimentão Verde	178	74	88	84	30	18	0	0	0	0	0	152,5	RS 624,50	1,18
39	Quiabo	0	0	0	0	0	0	0	0	14,76	43,2	52,2	0	RS 110,16	0,21
40	Rabanete	28	46,2	174,3	26,6	78,4	72,1	103,6	60,2	0	25,2	37,8	0	RS 652,40	1,23
41	Repolho Roxo	161,2	0	106,6	0	0	52	150,8	0	62,4	117	31,2	26	RS 707,20	1,33
42	Repolho Verde	302,4	17,6	252,8	11,2	116,8	364,8	928	489,6	176	0	0	507,2	RS 3.166,40	5,96
43	Romã	0	4	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	RS 44,00	0,08
44	Rúcula	98	59,5	119	39,9	78,4	59,5	68,6	97,3	77	18,9	11,9	0	RS 728,00	1,37
45	Salsa Lisa	171,5	168	140	238	98	28	49,7	73,5	93,8	93,8	104,3	0	RS 1.258,60	2,37
46	Salsão	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	RS 87,00	0,16
47	Tangerina	0	0	0	0	0	0	130	172	0	0	28	0	RS 330,00	0,62
48	Tomate Cereja	0	0	65	472,5	0	0	21	565	582,5	197,5	12,5	0	RS 1.916,00	3,61
49	Vagem Comum	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	RS 14,00	0,03
VBP mensal/cultivar		RS 6.766,80	RS 4.358,81	RS 3.259,60	RS 4.689,30	RS 4.715,20	RS 3.934,70	RS 7.225,20	RS 5.307,90	RS 4.258,96	RS 3.457,50	RS 3.151,20	RS 2.011,90	RS 53.137,07	100,00