



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE MESTRADO**

**ATRIBUTOS DE QUALIDADE FÍSICA, QUÍMICA E BIOLÓGICA DO  
SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE USO EM AMBIENTE  
SEMIÁRIDO DA BAHIA**

**JOSÉ RENATO CARNEIRO DE ALMEIDA**

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA  
JULHO – 2010**

**ATRIBUTOS DE QUALIDADE FÍSICA, QUÍMICA E BIOLÓGICA DO  
SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE USO EM AMBIENTE  
SEMIÁRIDO DA BAHIA.**

**JOSÉ RENATO CARNEIRO DE ALMEIDA**

Engenheiro Agrônomo

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2007.

Dissertação submetida ao Colegiado de Curso do Programa de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Ciência do Solo.

**Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. MARIA DE FÁTIMA DA SILVA PINTO PEIXOTO**  
**Co-orientador: Prof. Dr. JOSÉ FERNANDES DE MELO FILHO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA - 2010

## FICHA CATALOGRÁFICA

A447

Almeida, José Renato Carneiro de

Atributos de qualidade física, química e biológica do solo sob diferentes sistemas de uso em ambiente semiárido da Bahia / José Renato Carneiro de Almeida \_ Cruz das Almas, BA, 2010.

f. 66. ; il.

Orientador: Maria de Fátima da Silva Pinto Peixoto

Co-orientador: José Fernandes de Melo Filho

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Área de Concentração: Ciência do Solo.

1. Solo. 2. Análise do solo. 3. Manejo do Solo. I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II. Título.

CDD 631.4

## COMISSÃO EXAMINADORA

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Maria de Fátima da Silva Pinto Peixoto  
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da UFRB  
(Orientadora)

---

Prof. Dr. Washington Luiz Cotrim Duete.  
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da UFRB

---

Prof. Dr. Francisco de Sousa Lima  
Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia, Campus Crato-CE.

Dissertação homologada pelo Colegiado de Curso de Mestrado em Ciências  
Agrárias em .....  
Conferindo o Grau de Mestre em Ciências Agrárias em .....

## **DEDICO**

### **À minha esposa,**

Maria Aparecida Carneiro de Oliveira Almeida

### **Às minhas filhas**

Ruth Inês, Clara Letícia e Gabriela Maria

### **Aos meus pais**

Renato Carneiro de Almeida e Maria José Carneiro de Almeida

### **À minha Família,**

Representada pelos meus avós: Francisco José Carneiro (In memorian), Maria Augusta Carneiro (In memorian), João Carneiro de Almeida (In memorian) e Maria dos Santos Carneiro.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, presença constante em minha vida, dando-me força e coragem através da sua graça e misericórdia para enfrentar e superar as dificuldades;

.À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e ao Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, pela oportunidade de realização do curso;

Ao Instituto de Permacultura da Bahia, através da Engenheira Agrônoma Cínara Del Arco Sanches pelo apoio para o desenvolvimento deste trabalho;

Ao Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> Alex Leal de Oliveira, da EBDA/Cafarnaum, pela hospitalidade e apoio para realização do trabalho em campo;

A minha esposa Maria Aparecida, por me apoiar e compreender a minha ausência nos momentos que me dedicava à realização deste curso e as minhas filhas Ruth Inês, Clara Letícia e Gabriela Maria, pelos mesmos motivos;

Aos meus pais, Renato Carneiro de Almeida e Maria José Carneiro de Almeida, pelo exemplo de vida e por me ensinarem o valor do trabalho e da honestidade;

Aos meus irmãos (as), sobrinhos (as), cunhados (as), tios (as) e primos (as) que sempre torceram por mim e se alegram com a conclusão deste curso;

A Prof<sup>a</sup> Dra. Maria de Fátima da Silva Pinto Peixoto, pela orientação, incentivo, confiança e amizade;

Ao Prof. Dr. José Fernandes de Melo Filho, pela co-orientação, ensinamentos profissionais, confiança e amizade;

Ao colega e amigo Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> (doutorando) Marcelo Rocha dos Santos pela acolhida e apoio em sua residência durante estágio PROCAD na UFV em Viçosa-MG, no mesmo ensejo agradeço também a André, Danilo, João e Paulo;

Ao permacultor Jurandir Oliveira e sua esposa Oneide Oliveira, em Cafarnaum-BA, pela acolhida e ajuda na coleta de solo;

Ao permacultor Francisco de Assis Carlos Cardoso e sua esposa Odete Bispo Gonçalves, em Umburanas-BA, pela receptividade e ajuda na coleta de solo;

Ao agricultor Jonas Pereira Lima, em Cafarnaum-BA, por permitir a entrada em sua propriedade para coleta de solo e informações sobre o histórico da área;

A todos os professores do antigo Departamento de Química Agrícola e Solos da querida Escola de Agronomia, origem da UFRB;

Aos bolsistas PIBIC (graduandos em Agronomia) José Augusto Sacramento, Alide Watanade, Ademir Trindade, Karine Simões e Jair Rebouças Filho, pela ajuda nas análises de laboratório;

Aos funcionários dos Laboratórios de física e química do solo, Ailton Boa Sorte e José Bastos pela ajuda e amizade;

À geógrafa Dra. Rozilda Vieira Oliveira Sacramento pela sua ajuda e colaboração na confecção de mapas;

Ao Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> (doutorando) Rossini Daniel pela ajuda e incentivo;

Aos colegas de curso que fizeram parte desta história: Adriana, Aline, Ana Paula, Cácio, César, Erivaldo, Danívio, Dário, Genésio, Helder; Humberto; Jamile, Janete, Joctã, Jorge Almeida (doutorando), Jorge Luiz, José Augusto; José Moraes (doutorando), Júlio Wincher, Leandro, Lerciano, Lucimário, Marcela, Nelson Filho, Rodrigo, Ubiratan e Zinaldo, pela alegre convivência e amizade;

Aos meus primos (“sobrinhos”) Lucas Carneiro Oliveira e Jadson Miranda Oliveira pela ajuda e apoio na realização deste;

Ao amigo Emmanuel Folorunso Adebajo pela amizade e ajuda dispensada na realização deste trabalho;

Aos colegas de trabalho, pelo apoio nas permutas de plantão e substituições nos momentos que tive que me ausentar para assistir aula ou outra atividade sem prejuízo para o serviço público;

Enfim, muito obrigado a todos os amigos que de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO ABSTRACT INTRODUÇÃO.....	1
<b>Capítulo 1</b>	
ATRIBUTOS BIOLÓGICOS DE QUALIDADE DO SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE USO EM AMBIENTE SEMIÁRIDO DA BAHIA.....	10
<b>Capítulo 2</b>	
ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE QUALIDADE DO SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE USO EM AMBIENTE SEMIÁRIDO DA BAHIA.....	38
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66



# **ATRIBUTOS DE QUALIDADE FÍSICA, QUÍMICA E BIOLÓGICA DO SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE USO EM AMBIENTE SEMIÁRIDO DA BAHIA**

**Autor:** José Renato Carneiro de Almeida

**Orientadora:** Dra. Maria de Fátima da Silva Pinto Peixoto

**Co-Orientador:** Dr. José Fernandes de Melo Filho

**RESUMO:** Predomina no semiárido nordestino o cultivo tradicional itinerante, com desmatamento da caatinga, seguido de queimada e exploração agrícola até o depauperamento físico, químico e biológico do solo. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de diferentes sistemas de uso em alguns atributos físicos, químicos e biológicos da qualidade do solo em diferentes sistemas de uso do solo: plantio convencional de mamoneira e policultivo, em duas localidades distintas do semiárido baiano: uma no município de Cafarnaum e outra no município de Umburanas. O delineamento foi o inteiramente casualizado, com dois sistemas de uso do solo e cinco repetições (5 pontos). Concluiu-se que: nos dois locais estudados, comparando-se o sistema de uso policultivo com o sistema de uso convencional, o policultivo estimula a atividade microbiana do solo e ao mesmo tempo, mostra uma tendência em aumentar o carbono da biomassa microbiana; no local amostrado do município de Umburanas, o sistema de uso policultivo mostrou-se mais sustentável quanto ao fluxo de carbono; nos dois locais estudados, os valores de resistência à penetração não indicam impedimento físico para o crescimento radicular nos sistemas de uso do solo; nos locais estudados, há uma maior facilidade de movimentação de água no solo no sistema de uso policultivo e o sistema de uso do solo com o policultivo, foi eficiente no aumento do teor de matéria orgânica em ambos locais estudados, indicando melhoria na qualidade química do solo, no entanto, não contribuiu para aumentar o teor de fósforo no solo.

**Palavras-chaves:** permacultura, manejo do solo, sustentabilidade.

# **THE ATTRIBUTES OF PHYSICAL, CHEMICAL AND BIOLOGICAL QUALITY OF SOIL UNDER DIFFERENT SYSTEMS USE OF SEMI ARID ENVIRONMENTS OF BAHIA, BRAZIL.**

**Author: José Renato Carneiro de Almeida**

**Advisor: DSc. Maria de Fátima da Silva Pinto Peixoto**

**Co-Advisor: DSc. José Fernandes de Melo Filho**

**ABSTRACT:** In the northeast of semiarid predominately cultivate desflorestation of native plants, followed by burning and agricultural exploration to the extent of weacking the soil physically, chemically and biologically. The objective of this research was to evaluate the influence of different systems use of some attributes in physical, chemical and biological quality of the soil: conventional tillage and poly culture in two different regions in the semiarid Bahia: one in the municipal district of Cafarnaum and another in the municipal district of Umburanas. The delineation was a complete casualty, with two systems of soil used and five repetitions (five points). It was concluded that: in two sites studied, comparing the use system with the poly culture system for conventional use, the poly culture stimulates microbial soil activity and at the same time, it shows a tendency of increase in microbial biomass carbon ; the municipal district of Umburanas shows the use of poly culture system, when compared to conventional use system, it shows more sustainable as the flow of carbon; in both locations studied, the values of penetration resistance do not indicate no physical impediment to root growth in the two systems use; at the two sites studied, there is a greater ease of movement of water in the soil system poly culture and with the poly culture system of soil used, was effective in increasing the organic matter content in both locations studied, indicate improvement in the quality of the soil chemical, however, it did not contribute to increase of the level of phosphorus in the soil.

**Key words:** permaculture, soil management, sustainability.

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1. O Ambiente Semiárido**

Os ambientes áridos existentes no planeta terra são inteiramente diferentes quanto às formas de relevo, solo, fauna, flora e balanço hídrico. Talvez por esta razão e devido à falta de informações e critérios universais, as estimativas de abrangência mundial deste tipo de ambiente sejam muito variáveis. Em média, pode-se estimar a superfície semiárida, variando entre 10 e 13 % das terras do planeta (RAIA, 1996), as quais estão distribuídas em 49 nações nos cinco continentes.

No Brasil o semiárido ocupa uma vasta área, de aproximadamente, 48 % da área total da região nordeste e 10% do território nacional (AB'SABER, 1996; BARBOSA, 2000). Oficialmente equivale a 982.563 km<sup>2</sup>, onde estão localizados 1.133 municípios dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Norte de Minas Gerais, onde vivem 20.858.264 de pessoas, sendo 44% na zona rural (BRASIL, 2005). Esse ambiente equivale a área total dos territórios da França e Alemanha (NOGUEIRA, 1994).

A região Nordeste brasileira, em sua parte interiorana, caracteriza-se por apresentar um clima semiárido, com precipitações médias anuais, variando entre 280 e 800 mm e temperaturas médias elevadas, da ordem de 23-26°C, que resultam em fortes deficiências hídricas sazonais nos rios e nos solos (BARBOSA, 2000). A região dos sertões também como é conhecida o semiárido nordestino, possui clima classificado como megatérmico, seco, dividido em três tipos conforme a classificação de Koppen: BShw, com chuvas de verão, ocorrendo desde o sul do

Piauí ao oeste da Bahia e de Pernambuco; BShw' com chuvas de verão-outono, predominando no norte do Piauí, no Ceará e Rio Grande do Norte e oeste da Paraíba e, BShs' com chuvas de outono-inverno, ocorrendo na região costeira da Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia (ARAÚJO FILHO, 2002).

As chuvas no semiárido nordestino geralmente são de curta duração e elevada intensidade, o que contribui para o aumento da erosão do solo, somado ao fato dos solos, na maioria das vezes encontrar-se desprovidos de cobertura vegetal, devido aos longos períodos de estiagem. A distribuição das chuvas é muito influenciada pela presença das serras e há uma variação de até duas vezes na pluviosidade, variando de 350 mm nos locais mais secos (a sotavento) até 800 mm nos locais mais úmidos (a barlavento) (ARAÚJO FILHO, 2002).

Os solos da região semiárida nordestina são influenciados em suas formações em maior destaque pelo clima, a geologia e o material originário, principalmente pela variação da litologia, que de forma geral destacam-se as seguintes áreas: Áreas do cristalino, com predomínio de gnaisses, granitos, migmatitos, xistos, filitos e quartzitos; áreas do cristalino recobertas por outros materiais, com coberturas de materiais arenosos, areno-argilosos e argilo-arenosos, com espessuras que variam de menos de um a vários metros; e áreas sedimentares destacando-se os períodos: Holoceno com sedimentos recentes representados por depósitos aluviais e flúvio-marinhos; Terciário/quaternário e coberturas afins, com sedimentos arenosos, areno-argilosos e argilo-arenosos e capeamentos de materiais, que predominam no litoral norte, há também ocorrência de sedimentos calcários e, Cretáceo com predomínios de sedimentos arenosos da bacia de Tucano e outros menos abrangentes e de calcários das chapadas do Apodi, da região de Irecê e de outras menos extensas (JACOMINE, 2002).

Quanto à vegetação, a região semiárida é caracterizada por formações xerófilas, lenhosas e decíduais, denominada caatinga, bioma que por muitos é considerado e tratado como sinônimo de semiárido ou sertão. Todavia, esse é um bioma exclusivamente brasileiro, uma vez que há outros ambientes semiáridos no

planeta. O termo caatinga em tupi-guarani significa mata branca e foi assim denominada pelos indígenas, pelo fato das plantas que a compõem, perderem suas folhas no período de estiagem, como mecanismo de defesa fisiológica, diminuindo com isso, a perda de água pelo vegetal.

A caatinga é composta por grande diversidade de espécies vegetais, das quais, já foram registradas mais de 900, e destas, 380 são endêmicas. A formação vegetal da caatinga tem características bem definidas com árvores baixas, arbustos, cactáceas e bromeliáceas, agrupadas em três estratos: arbóreo, medindo de 8 a 12 metros; arbustivo de 2 a 5 metros e herbáceo com menos de 2 metros (ALVES, et al 2009).

Oficialmente 69,61% do território da Bahia encontram-se inserido na zona semiárida brasileira, correspondendo a 40% da área semiárida nacional. São 393.056 Km<sup>2</sup> de área, correspondentes a 265 municípios, cuja média de precipitação anual é inferior a 800 mm, valor muito superior a média da maioria das zonas áridas de outros países, cuja precipitação média anual varia de 80 a 250 mm (BRASIL, 2005).

#### **1.1.1. Sustentabilidade agrícola no semiárido nordestino**

O conceito de sustentabilidade para o uso dos recursos naturais define que sistemas sustentáveis são aqueles que “maximizam os benefícios sócio-econômicos da geração presente, preservando a qualidade ambiental e a capacidade de produção para as gerações futuras” (SAMPAIO & SALCEDO, 1997).

Os sistemas agroflorestais podem contribuir efetivamente para estabelecer modelos de produção mais estáveis, por condicionar o meio físico, melhorando a fertilidade dos solos e a eficiência hídrica, diminuindo o impacto da erosão, possibilitando assim, melhor aproveitamento da diversidade biológica e do meio físico, consolidando o desenvolvimento sustentável ao diminuir os efeitos das oscilações climáticas e econômicas (AGUIAR et al, 2006).

Diferentemente do que ocorre nos sistemas agroflorestais, a agricultura nos sistemas convencionais no Brasil e em particular, no semiárido nordestino, ainda é

praticada de forma itinerante, com o desmatamento da caatinga, seguido de queimada, exploração agrícola até o “esgotamento” do solo e “pousio” (abandono) por um período até a sucessão secundária (capoeira), quando ocorre novo desmatamento, geralmente em intervalo de 10 anos, sem nenhuma preocupação com a fertilidade do solo ou controle da erosão, ocasionando-se em áreas degradadas ou “terra velha” como são denominadas pelos agricultores.

O manejo inadequado de solos agrícolas tem proporcionado aumento significativo de terras degradadas. O desconhecimento de práticas conservacionistas e a ausência de planejamento do uso do solo aliada ao aumento da demanda de alimentos podem ser considerados como fatores decisivos para o estabelecimento desse cenário. (DIAS & GRIFFITH, 1998).

A ausência de um manejo ambientalmente correto nas extensas áreas ocupadas por cultivos agrícolas é preocupante. Contudo, as pesquisas desenvolvidas podem contribuir com uma produção, que contemple os valores éticos como forma de planejar e praticar o manejo responsável em qualquer agroecossistema (TOMÉ, 2004), Assim, cria-se a possibilidade de fornecer a esse sistema, parâmetros ou critérios, que possam promover a mínima alteração das características do solo e, conseqüentemente, fornecer uma sustentabilidade ao ambiente, é o que propõe o sistema policultivo para a região semiárida.

A agricultura é uma atividade com elevado grau de impacto ambiental, devido à remoção da vegetação nativa, queimadas, exposição do solo às forças erosivas da chuva e uso de insumos químicos, situação essa que se potencializa nas condições de semiaridez onde os ecossistemas são naturalmente mais frágeis. Nesse sentido a policultura torna-se uma ferramenta a ser utilizada para mitigar os problemas supra citados, pois, aumenta o aporte de matéria orgânica no solo, diminui a exposição do solo à insolação devido ao sombreamento e acúmulo de serrapilheira, conseqüentemente diminuindo a evaporação, mantendo a umidade do solo por mais tempo, o que é de suma importância para a região semiárida.

Um dos principais fatores que compromete a capacidade de manutenção dos sistemas agrícolas em longo prazo são o uso e manejo inadequado do solo. Nas grandes extensões de áreas agricultáveis no Brasil, principalmente na região semiárida, devido às suas condições edafoclimáticas, ocorrem sérios problemas de degradação do solo, muitas vezes, resultantes da falta de informação sobre as potencialidades e limitações de uso e um bom manejo desse recurso (CORREIA et al., 2004).

A deterioração do ambiente ou os impactos provocados a partir da produção, transformação, distribuição de alimentos e produtos agrícolas, tem sido historicamente considerada inerente ao desenvolvimento das atividades do setor primário. Atualmente, no contexto mundial, com o crescimento das atividades agrícolas, devem-se propor iniciativas e criar estruturas para que se possam considerar todas as dimensões de um manejo eficiente, a fim de garantir a manutenção dos recursos naturais e que também atenda as necessidades sociais no uso do ambiente (TOMÉ, 2004).

Nas últimas décadas as alterações dos atributos que ocasionam a degradação dos solos têm sido detectadas de forma intensa em áreas agrícolas, em razão de diversos processos que levam ao depauperamento das características físicas, químicas e biológicas, sendo apontados como responsáveis, as práticas agrícolas inadequadas como: o revolvimento excessivo do solo e o superpastejo. Esses processos são responsáveis por diversos fatores que têm contribuído para a diminuição do potencial produtivo do solo, o que tem afetado a sustentabilidade do sistema (AZEVEDO & SVERSUT, 2007).

A proteção do solo com coberturas vivas ou mortas é uma das alternativas mais efetivas no controle de sua degradação. Nesse sentido, sistemas de manejo que protejam o solo dos agentes climáticos e que proporcionem uma contínua contribuição de resíduos orgânicos, vêm sendo desenvolvidos e adaptados, dada a importância na formação de condições edáficas mais estáveis à produção. Em geral, mesmo utilizando diferentes práticas de manejo, esses podem influir de maneira diferenciada em um mesmo tipo de solo (SANTOS, 2007).

## 1.2. Permacultura

O termo Permacultura foi criado pelos australianos Bill Mollison e David Holmgren, nos anos 70. É uma reunião dos conhecimentos de sociedades tradicionais com técnicas inovadoras, com o objetivo de criar uma "cultura permanente", sustentável, baseada na cooperação entre os homens e a natureza. Um dos princípios fundamentais da permacultura é o respeito pela sabedoria da natureza, que desenvolveu um sistema perfeito para cada lugar. Do princípio vem a estratégia (observar e copiar a natureza), da qual surgirão as inúmeras técnicas, que podem ser copiadas de situações similares ou criadas no local, para planejar a sustentabilidade de quintais, sítios, fazendas ou comunidades (novas ou já existentes), como eco vilas, bairros e assentamentos. (Permacultura...2010).

### 1.2. Policultivo no Semiárido

O Instituto de Permacultura da Bahia (IPB) criou e implantou o projeto "Policultivo no Semiárido", que surgiu da necessidade de reverter o quadro de degradação ambiental e humana que assola a grande maioria dos municípios localizados na região do semiárido baiano. Atualmente, com a ampliação da área de atuação e partindo para o seu 10º ano de duração, nos municípios de Orolândia, Umburanas e Cafarnaum no estado da Bahia, o projeto atinge mais de 1500 famílias diretamente beneficiadas.

O projeto consiste em capacitar os pequenos agricultores para desenvolverem sua própria agricultura da forma mais próxima ao sustentável, permitindo segurança alimentar, um convívio harmônico com o meio ambiente, o combate à desertificação, aumento de renda e da qualidade de vida e fixação do homem no campo; no sistema policultivo são cultivadas de forma adensada as seguintes espécies vegetais: palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*); gliricídia (*Gliricídia sepium*) sisal (*Agave sisalana*); mamona (*Ricinus communis*), maniçoba (*Manihot glaziovii*), frutíferas como caju (*Anacardium occidentale*); pinha (*Anona squamosa*.), além de plantas de ocorrência na caatinga que emergem espontaneamente e são mantidas no sistema.



A região semi-árida nordestina é um exemplo vulnerável na Terra, sendo caracterizada por escassez de água e vulnerabilidade dos recursos naturais, pronunciada por variabilidade climática e situação de estresse social (SANTOS, 2008). Portanto, faz-se necessário a implantação de tecnologias, sobretudo sociais que venham minimizar tais problemas, possibilitando a convivência com esse ambiente, melhorando a qualidade de vida das pessoas, a exemplo do Projeto Policultivo no Semiárido, que apesar do reconhecimento, inclusive com premiação como melhor tecnologia social pela Fundação Banco do Brasil, ainda carece de maior divulgação e validação científica. Daí, a importância desta pesquisa. (Permacultura...2010).

## **2. Atributos de qualidade do solo**

Os atributos do solo devem ser avaliados conjuntamente, pois, sua qualidade não pode ser descrita e/ou quantificada, por um indicador individualmente (SANTOS, 2007). Os atributos indicadores da qualidade do solo são aqueles que medem ou refletem o status ambiental ou a condição de sustentabilidade do ecossistema, influenciando a capacidade do solo na produção vegetal ou no desempenho de funções ambientais.

Os indicadores de qualidade do solo podem ser classificados em três grupos: indicadores físicos, químicos e biológicos. Por tratar-se de uma região com características naturais complexas e altamente heterogêneas em relação à chuva, ao solo e à vegetação, a região semiárida representa um enorme desafio para o uso e manejo do solo e da água em sistemas agrícolas sustentáveis (MELO FILHO & SOUZA, 2006). Dessa forma, são de suma importância para a região, estudos que visem identificar técnicas de uso e manejo do solo que possam mitigar os problemas enfrentados por agricultores para produzir com sustentabilidade.

Assim, este estudo teve como objetivo avaliar a influência de alguns atributos físicos, químicos e biológicos de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso em ambiente semiárido do estado da Bahia.

## **3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AB'SABER, A. **Domínios morfoclimáticos e solos do Brasil**. In: ALVAREZ V.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F., ed. O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa, MG. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/UFV-Dept<sup>o</sup> de Solos, 1996. p. 1-18.

AGUIAR, M. I de; MAIA, S. M. F.; OLIVEIRA, T. S. de; MENDONÇA, E. S.; Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas agroflorestais no município de Sobral, CE. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 3, p. 270-278, 2006.

ALVES, J. J. A; ARAÚJO, M. A; NASCIMENTO, S. S. do; Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 126-135, 2009.

ARAÚJO FILHO, J. A. de. **Histórico de uso dos solos na caatinga**. In. ARAUJO, Q. R. de. 500 anos de uso do solo no Brasil. Ilhéus: Editus, 2002. p. 329-338.

AZEVEDO, E. C. de; SVERSUT, C. B.; Alterações dos atributos físicos e químicos do solo sob pastagem no sudoeste do estado de Mato Grosso. **Revista Agricultura Tropical**, v. 9, n. 1, p. 7-23, 2007.

BARBOSA, D. V. N. **Os impactos da seca de 1993 no Semiárido Baiano**: caso de Irecê. Salvador: SEI, 2000 (Séries estudos e pesquisas, 51).

CORREIA, J. R.; LIMA A. C. S.; ANJOS, L.H.C.dos. O trabalho do pedólogo e sua relação com comunidades rurais: observações com agricultores familiares no norte de Minas Gerais. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 21, n. 3, p. 447-467, 2004.

DIAS; L. E. GRIFFITH, J. J. **Recuperação de solos em sistemas agropastoris – Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV. Departamento de solos, Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. 251p.

JACOMINE, P.K.T. Caracterização do estágio atual do solo sob caatinga. In: Araújo, Q. R. de. **500 anos de uso do solo no Brasil**. Ed. Editus, UESC, 2002. 605 p.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL (MI). **Nova Delimitação do Semiárido**

**Brasileiro.** Brasília, 2005.

NOGUEIRA, M. **Redimensionamento da região semiárida do Nordeste do Brasil.** CONFERÊNCIA NACIONAL E SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DA DESERTIFICAÇÃO. Fortaleza: 1994. p.7.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. Diretrizes para o manejo sustentável dos solos brasileiros: região semi-árida. In. **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO**, 26., 1997. Anais... Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. CD-ROM.

RAIA, A. M. Degradacion de tierras em regiones semiáridas. In. **CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO**. 13; Água de Lindóia. Anais... Águas de Lindóia: EMBRAPA. 1996. CD-ROM.

SANTOS, A. S. **Vulnerabilidades socioambientais diante das mudanças climáticas projetadas para o semiárido da Bahia.** 2008. 153 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília.

SANTOS, J. D. **A influência de diferentes sistemas agrícolas nas propriedades físicas e químicas das camadas superficiais do solo – São José da Lapa/MG.** Belo Horizonte, 2007. 88 f. Dissertação (Mestrado em Geografia/Análise ambiental)- Universidade Federal de Minas Gerais.

TOMÉ, M.V. D. F. **Manejo responsável de Agroecossistema: Integração de variáveis ambientais, sociais e econômicas.** 2004. 202f. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Viçosa.

INSTITUTO DE PERMACULTURA DA BAHIA – IPB. **Projeto policultivo no semiárido.** Disponível em <HTTP:// [www.permacultura-bahia.org.br/interna.php?cod=41](http://www.permacultura-bahia.org.br/interna.php?cod=41)>. Acesso em 15 mai. 2010.

## **CAPÍTULO 1**

### **ATRIBUTOS BIOLÓGICOS DE QUALIDADE DO SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE USO EM AMBIENTE SEMIÁRIDO DA BAHIA**

## **ATRIBUTOS BIOLÓGICOS DE QUALIDADE DO SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE USO EM AMBIENTE SEMIÁRIDO DA BAHIA**

**ALMEIDA, J. R. C., PEIXOTO, M. F. S. P. & MELO FILHO, J. F.**

**Resumo:** A busca por alternativas tecnológicas que possibilitem o uso racional do solo tem sido muito discutida em torno do tema “manejo correto para uma agricultura sustentável”. Uma dessas alternativas é a utilização de sistemas agroecológicos, dentre eles, o policultivo - que é o cultivo de várias espécies vegetais em uma mesma área de forma simultânea. Dentro deste contexto, objetivou-se avaliar a influência de diferentes sistemas de uso em alguns atributos biológicos de qualidade do solo, em ambiente semiárido da Bahia. As avaliações foram realizadas em dois sistemas de uso do solo: plantio convencional de mamoneira e policultivo, em duas localidades distintas do semiárido baiano: uma no município de Cafarnaum e outra no município de Umburanas. As amostras foram coletadas em um transecto com 5 pontos, espaçados de 12 metros, à uma profundidade de 0 - 0,1 m. O delineamento foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos (uso do solo) e cinco repetições. Realizou-se a análise de variância e aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade, para comparação das médias entre os tratamentos, dentro de cada local. Os parâmetros avaliados foram: atividade microbiana (respiração basal), carbono da biomassa microbiana e quociente metabólico ( $qCO_2$ ). Concluiu-se que: nos dois locais estudados, o policultivo estimula a atividade microbiana do solo e ao mesmo tempo, mostra uma tendência em aumentar o carbono da biomassa microbiana e que no local amostrado do município de Umburanas, o sistema de uso policultivo, mostrou-se mais sustentável quanto ao fluxo de carbono.

**Palavras-chave:** sustentabilidade, manejo do solo, atividade microbiana

## **THE BIOLOGICAL ATTRIBUTES OF SOIL QUALITY UNDER DIFFERENT SYSTEMS USE IN SEMIARID ENVIRONMENTS OF BAHIA STATE IN BRAZIL.**

**ALMEIDA, J. R. C., PEIXOTO, M. F. S. P., MELO FILHO, J. F.**

**Abstract:** The search for technological alternatives that allow the rational use of soil has been much discussed around the topic “Correct management for sustainable agriculture.” One of this alternatives is the use of agroecological systems, among others the poly culture – that is the cultivation of various plant species in the same area simultaneously. Within this systems use in some biological attributes of soil quality in semiarid environment of Bahia Brazil. The evaluations which were used on two soil systems: conventional tillage and poly culture in two different regions in the semiarid Bahia in Brazil: one in the municipal district of Cafarnaum and another in the municipal district of Umburanas. The samples were collected in a transect with five points spaced of 12 meters, at a depth of 0 – 0,1 m. The delineation was complete casualty with two treatments (of soil use) and five repetitions. It was the analysis of variance and applied the Tukey test at 5% probability for comparison between treatments within each site. The parameters evaluated were: microbial activity (basal respiration), microbial biomass carbon and metabolic quotient ( $qCO_2$ ). It was concluded that: In the two sites studied the poly culture stimulates microbial activity and soil at the same time, shows a tendency to increase the microbial biomass carbon; at the sample of municipal district of Umburanas site, the use of poly cultures system, shows more sustainable as the flow of carbon.

**Key words:** sustainable, management of soil, microbial activity.

## 1. INTRODUÇÃO

A qualidade do solo é a capacidade que um determinado tipo de solo apresenta, em ecossistemas naturais ou agrícolas, para desempenhar funções relacionadas à sustentação da atividade, da produtividade e diversidade biológica, mantendo a qualidade do ambiente, promovendo a saúde das plantas e dos animais, além de dar sustentação às estruturas sócio-econômicas e de habitação humana (DORAN & PARKIN, 1994; KARLEN et al.,1997). Tal capacidade pode ser inferida através dos atributos físicos, químicos e biológicos, levando em consideração as funções desempenhadas por determinado solo em suprir nutrientes para as plantas, suportar o crescimento e desenvolvimento das raízes, proporcionando atividade biológica adequada, bem como mantendo sua estabilidade estrutural para resistir à erosão e reter água para as plantas.

A busca por alternativas tecnológicas que possibilitem o uso racional do solo tem sido muito discutida em torno do tema “manejo correto para uma agricultura sustentável” (VIEIRA, 2006). Uma dessas alternativas é a utilização de sistemas agroecológicos, entre eles, o policultivo que é o cultivo de várias espécies vegetais em uma mesma área de forma simultânea que possivelmente proporciona melhorias na qualidade do solo, principalmente por promover aumento nos teores de matéria orgânica, proporcionado pela maior cobertura do solo em função da deposição de restos vegetais.

Dentre várias correntes de pensamento ligadas aos sistemas de cultivo orgânico, encontra-se a agricultura natural preconizada pelo filósofo japonês Mokiti Okada, em meados dos anos 30 do século passado, sendo este, o precursor da permacultura, termo criado pelos australianos Bill Mollison e David Holmgren, nos anos 70 do mesmo século, que tem por princípio, reunir os conhecimentos de sociedades tradicionais com técnicas inovadoras, com o objetivo de criar uma "cultura permanente", sustentável, baseada na cooperação entre os homens e a natureza (Darolt, 2000...?).

Um dos princípios fundamentais da permacultura é o respeito pela sabedoria da natureza, favorecendo o ecossistema para que possa reproduzir suas cadeias alimentares e níveis tróficos mais naturais, manter e investir em seus clímax florestais, introduzindo parâmetros de maior cultivo e maior integração de espécies com maior valor e aproveitamento econômico, energético e alimentar (Permacultura ...2010).

A avaliação da qualidade do solo faz-se necessária para tomadas de decisões no manejo em qualquer sistema agrícola, tornando-se ainda mais importante quando o sistema é desenvolvido em ambientes mais vulneráveis como o semiárido nordestino, pela sua exposição às intempéries climáticas.

### **1.1. Atributos biológicos x sistema de uso do solo**

A diversidade microbiana tem sido relacionada com a qualidade do solo, no entanto, estudos recentes apontam para a necessidade de investigação das interações e atividades metabólicas dos microrganismos nos processos ecológicos do solo (TAYLOR, 2002).

Métodos para estimar a atividade microbiana em solos da região semiárida são fundamentais no monitoramento ambiental e recuperação de áreas degradadas. Entre esses métodos destacam-se a avaliação da respiração do solo, da estimativa do carbono da biomassa microbiana e do quociente metabólico ( $qCO_2$ ) (GARCIA et al., 1994; SARIG & STEINBERGER, 1994).

O carbono da biomassa microbiana, apesar de ser influenciado pelo clima e pela adição de resíduos, é considerado um possível indicador de qualidade do solo, porque representa a fração ativa e biodegradável da matéria orgânica e reflete tendências de mudanças que estão ocorrendo na mesma a médio e a longo prazo, nas frações de ciclagem mais lenta (FEIGL et al., 1998). A biomassa representa pequena parte da fração ativa da matéria orgânica, constituindo apenas 2% a 5% do C orgânico do solo (DE LUCA, 1998).

Caracterizando solos degradados pela atividade agrícola e alterações biológicas após reflorestamentos com diferentes associações de espécies da mata atlântica, Nogueira Júnior (2000) concluiu que o carbono da biomassa microbiana e



em menor escala, a liberação de CO<sub>2</sub> apresentaram-se como bons indicadores das alterações ocorridas após o reflorestamento com diferentes associações de espécies vegetais.

Mais importante que o valor absoluto da biomassa microbiana é o estudo das relações entre a biomassa e a atividade microbiana e atributos químicos para o melhor entendimento sobre a funcionalidade do sistema solo-serapilheira (MONTEIRO & GAMA-RODRIGUES, 2004). Esses mesmos autores avaliando carbono, nitrogênio e atividade da biomassa microbiana em diferentes estruturas de serrapilheira de uma floresta natural, concluíram que a qualidade nutricional e orgânica da serrapilheira influenciou a atividade da biomassa microbiana.

Avaliando o aproveitamento do resíduo de sisal (seco e fresco), para compostagem com esterco e farinha de rocha natural, com a finalidade de obter um composto/substrato orgânico a ser utilizado na agricultura, Oliveira (2010) encontrou maior teor de matéria orgânica no resíduo fresco (60,12%) que no resíduo seco (54,36%) e atribuiu essa diferença, provavelmente, à presença de maior quantidade de compostos orgânicos estáveis, a exemplo da celulose, hemicelulose e lignina no material ainda fresco.

Analisando os atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em pastagem cultivada e nativa no Pantanal, Cardoso et al. (2009) concluíram que a substituição da floresta nativa por pastagem cultivada reduz os teores de carbono orgânico total e carbono microbiano, bem como, eleva a respiração basal. Afirmaram também que o carbono microbiano é o atributo mais sensível às alterações no solo, promovidas pela substituição da floresta nativa por pastagem cultivada.

Estudando indicadores de qualidade para um Latossolo amarelo coeso sob dois sistemas de manejo do solo no cultivo de lima ácida “tahiti” ( T1 - sistema de manejo integrado com herbicida glifosate na linha + amendoim forrageiro na entrelinha e T2 – sistema convencional com aração e gradagem no plantio + capina nas linhas e gradagem nas entrelinhas), Machado (2008) atribuiu o menor valor de carbono da biomassa microbiana, possivelmente ao menor fornecimento de substrato, bem como a maior perturbação do solo.

Estudando modificações na fertilidade do solo causadas pelo aporte de vários tipos de material vegetal combinado com adubação, em cultivo de vários tipos de cereais. Schnuer et al. (1985) trabalharam com cinco tratamentos, assim distribuídos: pousio; cultivo sem adição de N ou C; cultivo com adubação nitrogenada ( $80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ); cultivo de capim de corte com a incorporação da palha ( $1800 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) + adubação nitrogenada ( $80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) e cultivo com adição de estrume ( $80 \text{ kg N}$ ). Houve um aumento que variou de 4,3% a 5,8% do teor de matéria orgânica do solo para os tratamentos em relação ao tratamento I (pousio). Concluíram que tanto a atividade microbiana, quanto o carbono da biomassa microbiana, teve uma correlação altamente significativa com o teor de matéria orgânica do solo.

No estudo da atividade microbiana do solo em sistemas agroflorestais, monocultivos, mata natural e área descartada, Assis Júnior et al. (2003) verificaram que o monocultivo diminuiu a atividade microbiana em relação à pastagem. Atribuíram entre outros fatores, a redução de macroagregados, os quais fornecem importantes microhabitats para a atividade microbiana. Afirmaram ainda, que a atividade microbiana do solo depende da disponibilidade de substrato.

Apesar do teor de carbono orgânico total ainda ser usado como indicador da qualidade do solo, esse atributo tem se mostrado pouco sensível às mudanças promovidas pelo sistema de uso e manejo do solo (XAVIER et al., 2006). Por este motivo, diversos autores (Souza et al., 2008; Souza et al., 2006; Bareta et al., 2005; Andrea et al., 2002) têm utilizado o quociente metabólico ( $q\text{CO}_2$ ) para avaliar essas mudanças, sendo este, um importante atributo na avaliação da perda da qualidade do solo. A observação de maiores valores do quociente metabólico indica condições ambientais estressantes que podem ser resultantes do manejo inadequado do solo (SOUZA et al., 2008).

O quociente metabólico é a razão entre a respiração basal por unidade de carbono da biomassa microbiana por unidade de tempo e, tem sido usado para estimar a eficiência do uso de substrato pelos microrganismos do solo (ANDERSON & DOMSCH, 1993). De acordo com Silva et al (2007), é um sensível indicador de estresse quando a biomassa microbiana do carbono é afetada, sendo ambas as

ferramentas importantes no entendimento das transformações e perdas nos compartimentos orgânicos do solo. Desta forma, permite discriminar os sistemas quanto à sustentabilidade do carbono no solo (BARETA et al., 2005).

Maiores valores de ( $qCO_2$ ) indicam maiores perdas de carbono do sistema na forma de  $CO_2$  por unidade de carbono microbiano (BARETA et al., 2005). Esses autores avaliaram o impacto da queima tradicional do campo nativo e do monocultivo de pinus comparado com uma área de campo nativo não submetido à queima e uma área de mata de araucária e encontraram menores valores de  $qCO_2$  na mata, atribuindo esse resultado ao fato de ser um sistema mais conservativo (sustentável), com menores perdas e maior sustentabilidade quanto ao fluxo de carbono.

Com a finalidade de verificar alterações em atributos biológicos indicadores da qualidade do solo, Andréa et al. (2002) compararam o cerrado nativo com pastagem, plantio direto e sistema convencional e concluíram que não houve diferença significativa do  $qCO_2$  entres estes sistemas e o cerrado nativo. Por outro lado, Souza et al. (2006) encontraram altos valores de  $qCO_2$  na área cultivada com sorgo em plantio direto quando comparada à vegetação nativa de cerrado e pastagem. Atribuíram tal fato à recente implantação do sistema de plantio direto.

Avaliando a biomassa microbiana e sua atividade em solo submetido às sucessões de cultura trigo/soja e trigo/milho preparado pelo sistema convencional e plantio direto Balota et al. (1998) verificaram que nas parcelas com plantio direto houve incremento de 118 e 101% no carbono e nitrogênio da biomassa microbiana, respectivamente e de 75% na respiração basal e um decréscimo de 28% no  $qCO_2$  evidenciando que a prática do plantio direto proporciona maior biomassa microbiana e menor perda relativa de carbono via respiração, podendo determinar assim, maior acúmulo de carbono no solo em longo prazo.

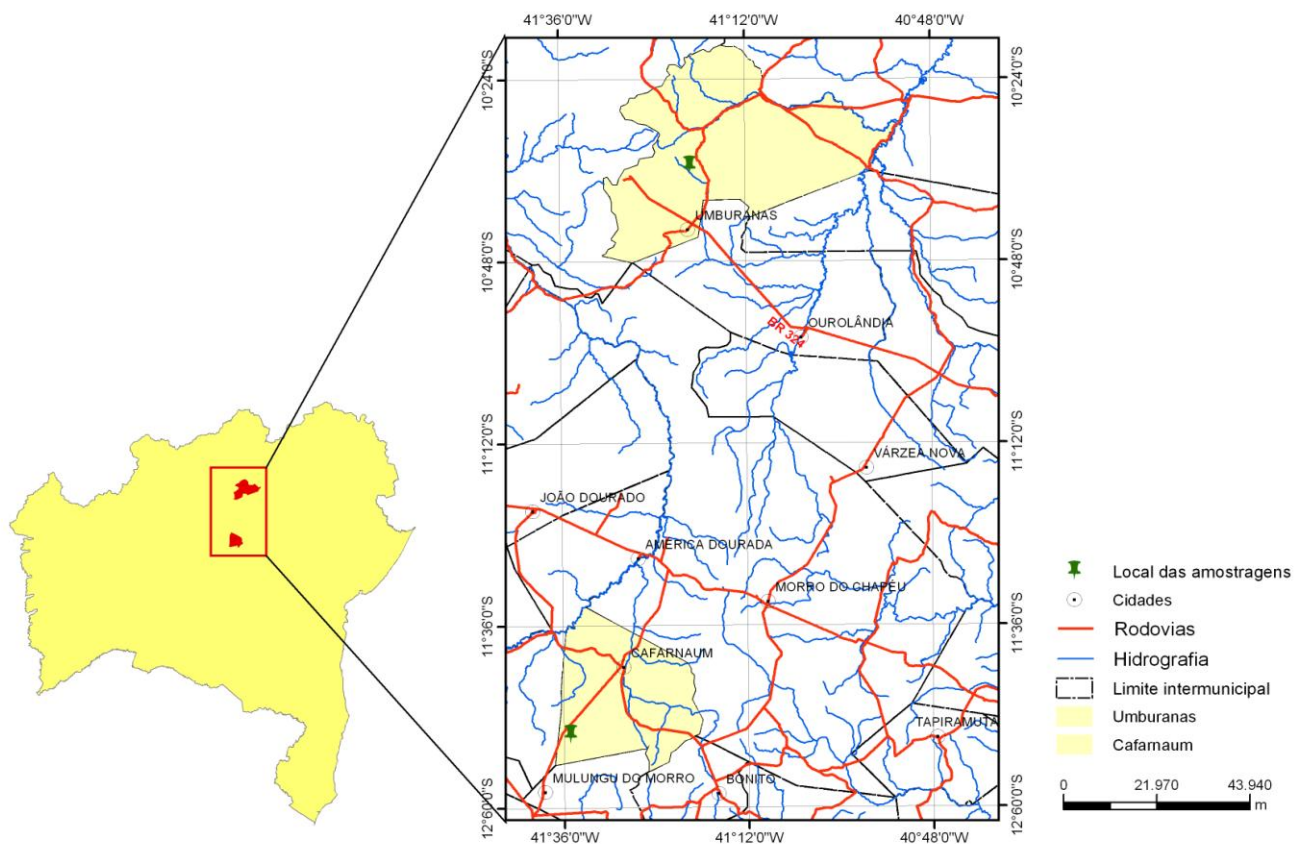
Verifica-se que existem algumas variações nos resultados de trabalhos quando se usa o  $qCO_2$  para avaliar perdas de carbono no solo. Deve-se tomar cuidado nas interpretações desses resultados, visto que, somente 15-30% da biomassa microbiana do solo é catabolicamente ativa e o restante está na forma inativa ou latentes com baixa atividade (MOREIRA & SIQUEIRA, 2003).

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de diferentes sistemas de uso em alguns atributos biológicos de qualidade do solo, em ambiente semiárido da Bahia.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 – Localização e caracterização das áreas de estudo.**

O estudo foi realizado nos municípios baianos de Cafarnaum e Umburanas, localizados na zona semiárida do estado nos meses de janeiro e outubro de 2009, respectivamente (Figura 1).



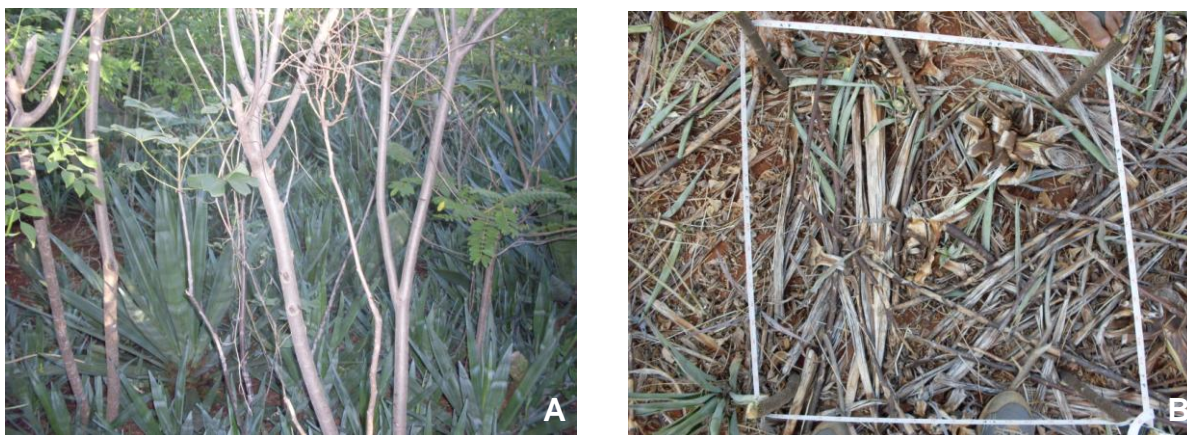
**Figura 1.** Localização dos locais de amostragem de solo nos municípios de Cafarnaum e Umburanas, localizados no semiárido baiano.

### Local 1. Município de Cafarnaum

A avaliação foi realizada na Fazenda Boa Vista do Canal, na Chapada Diamantina Setentrional, a 11°50'14" S e 41°35'05" W, altitude de 805 m de e temperatura média anual de 22°C. Neste município o clima é classificado como semiárido (BShw) conforme a classificação de Koppen. A precipitação nessa região está entre 250 e 500 mm ano<sup>-1</sup> distribuídas entre os meses de novembro e janeiro.

Neste local os sistemas de uso do solo avaliados, Policultivo (C1) e Convencional (C2) apresentam as seguintes características:

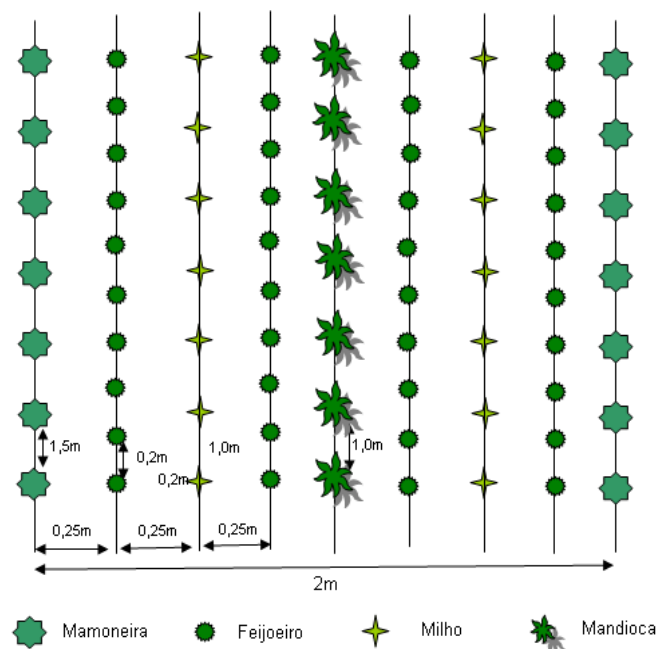
**C 1 – Sistema de policultivo:** Implantado desde 2002 em área anteriormente cultivada com sistema convencional de mamona consorciada com mandioca. O sistema consiste no plantio simultâneo de várias espécies vegetais em uma mesma área. Neste local a policultura é composta de palma forrageira (*Opuntia fícus-indica*); gliricídia (*Gliricídia sepium*); sisal (*Agave sisalana*); maniçoba (*Manihot glaziavii*); jurema preta (*Mimosa tenuiflora*) e outras plantas que surgem naturalmente e são mantidas no sistema, a exemplo da umburana de cheiro (*Amburana cearensis*), baraúna (*Schinopsis brasiliensis*), mandacaru (*Cereus giganteus*). São feitas duas podas anualmente. Na primeira, os restos vegetais são aproveitados como reserva de forragem para o rebanho e na segunda, os restos vegetais são mantidos sobre o solo (Figura 2). A estimativa de produção de massa depende das condições anuais de precipitação.



**Figura 2.** Policultivo em Cafarnaum. A - Disposição das plantas. B - Cobertura do solo.

**C 2 - Sistema convencional:** Utilizado desde 1992, com preparo do solo com uma aração e uma gradagem na profundidade média de 0,25 m a cada três anos, para o plantio de mamona (*Ricinus communis*), consorciada com feijão (*Phaseolus vulgaris*), milho (*Zea mays*) e mandioca (*Manihot esculenta*), em fileiras alternadas com os

seguintes espaçamentos: mamoneira 2 x 1,5 m; feijão 0,5 x 0,2 m; milho 1 x 1 m e mandioca 2 x 1 m (Figura 3).



**Figura 3.** Esquema ilustrativo do sistema de uso convencional para o município de Cafarnaum, BA.

O solo desta área é um Cambissolo Háplico Ta eutrófico, cujas características texturais estão no quadro 1.

**Quadro 1.** Caracterização textural para a camada superficial do solo (0 - 0,2 m) sob três sistemas de uso situados no município de Cafarnaum - BA

Sistema de uso	Areia	Silte	Argila	Classe Textural
	g kg <sup>-1</sup>			
Policultivo	269,4	265,6	465,0	Argilosa
Convencional	272,6	301,4	426,0	Argilosa

## Local 2. Município de Umburanas

A avaliação foi realizada na Fazenda Serra Azul, situada na região denominada Piemonte da Chapada Diamantina, a 10° 35' 24" S e 41° 19' 08" W, a 850 m de altitude com temperatura média anual de 23°C e clima semiárido BShw conforme Koppen. A precipitação nessa região está entre 250 e 500 mm ano<sup>-1</sup> distribuídas entre os meses de novembro e janeiro.

Neste local os sistemas de uso do solo avaliados, Policultivo (U1) e Convencional (U2) apresentam as seguintes características:

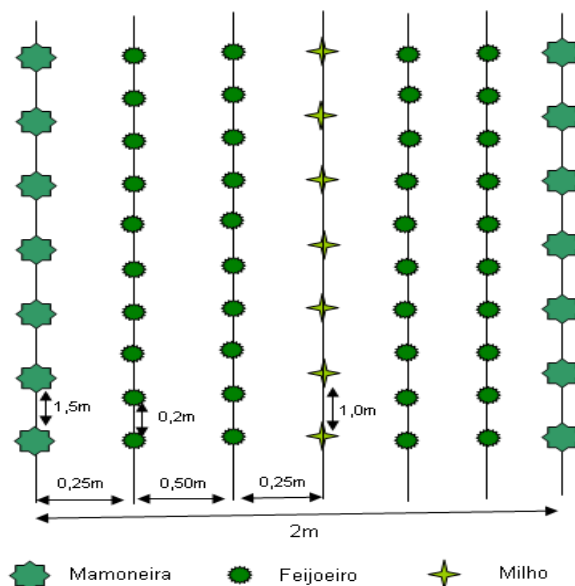
**U 1 – Sistema de policultivo:** Implantado no ano 2002, consorciando-se espécies perenes nativas da região e exóticas. Atualmente conta com as seguintes espécies: palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*), angico (*Anadenanthera macrocarpa*), sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*), leucena (*Leucaena leucocephala*), gliricídia (*Gliricídia sepium*), maniçoba (*Manihot glaziovii*), caju (*Anacardium occidentale*), pinha (*Annona squamosa L.*), manga (*Mangífera indica*) maracujá (*Passiflora sp.*) e mamão (*Carica papaya*). O manejo da área é feito podando-se as árvores duas vezes por ano, sendo a primeira, 60 dias após as primeiras chuvas e a segunda nos meses de maio a junho. Na primeira poda o material retirado é utilizado na preparação de forragem para alimentação animal. Na segunda, o material cortado é espalhado uniformemente sobre o solo como cobertura morta (Figura 4). A estimativa de produção de massa depende das condições anuais de precipitação. Antes da implantação do policultivo praticava-se o cultivo convencional de mamona.





**Figura 4.** Policultivo em Umburanas. A - Disposição das plantas. B - Cobertura do solo

**U 2 - Sistema convencional:** Esta área foi desmatada em 1998 e desde aquele ano é utilizada em sistema convencional de preparo do solo com uma aração e uma gradagem na profundidade média de 0,25 m a cada dois anos, para o plantio de mamona consorciada com feijão e milho no período das chuvas, de novembro a janeiro, com os seguintes espaçamentos: mamona 2 x 1,5 m; milho 2 x1 m e feijão 0,5 x 0,2 m, com fileiras alternadas (Figura 5).



**Figura 5.** Esquema ilustrativo do sistema de uso convencional para o município de Umburanas, BA.

O solo desta área é um Cambissolo Háplico Ta eutrófico. Suas características texturais estão no Quadro 2.

**Quadro 2.** Caracterização textural para a camada superficial do solo (0 - 0,2 m) sob três sistemas de uso situados no município de Umburanas - BA

Sistema de uso	Areia	Silte	Argila	Classe Textural
		g kg <sup>-1</sup>		
Policultivo	509,7	230,3	260,0	Média
Convencional	450,8	279,2	270,0	Média

### 2.3 – Coleta e amostragem de solo

Nas duas localidades, as coletas foram feitas no período chuvoso (novembro de 2008 a janeiro de 2009). As amostras foram coletadas em linha diagonal à área com cinco pontos distanciados em 12 m na profundidade de 0-10 cm, utilizando-se trado holandês. Em cada ponto, foram retiradas seis sub-amostras e colocadas em

balde de plástico para formação de uma amostra composta de aproximadamente 500g. Após a coleta, estas foram acondicionadas em caixa de isopor com gelo e transportadas para o laboratório de química e fertilidade do solo do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas da UFRB, onde foram conservadas em geladeira à temperatura de 4°C, até serem submetidas à quantificação da atividade microbiana e do carbono da biomassa microbiana.

#### **2.4 – Determinações analíticas**

A atividade microbiana (respiração basal) foi avaliada pela quantificação do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) liberado pelo processo de respiração microbiana durante três dias de incubação à temperatura ambiente (em torno de 25°C) (ALEF & NANNIPIERI, 1995).

A quantificação do carbono da biomassa microbiana (BM-C) foi realizada através do método fumigação-extração Vance et al. (1987), que tem como princípio básico, a extração do carbono microbiano após a morte dos microrganismos e lise celular pelo ataque do clorofórmio e liberação dos constituintes celulares.

O cálculo do quociente metabólico foi feito de acordo com Silva et al. (2007), e representa a razão entre a respiração basal do solo por unidade de carbono da biomassa microbiana do solo por unidade de tempo. Tem sido usado para estimar a eficiência do uso de substrato pelos microrganismos do solo (ANDERSON & DOMSCH, 1993).

#### **2.5 – Análise estatística**

A análise estatística foi realizada conforme delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram compostos por dois sistemas de uso do solo: sistema policultivo e sistema convencional de mamoneira, nos municípios de Cafarnaum e Umburanas. Os dados foram submetidos à análise de variância aplicando-se o teste de Tukey a 5% de

probabilidade, com uso do software SISVAR (Ferreira, 2007), comparando-se as médias dos tratamentos, dentro de cada local.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

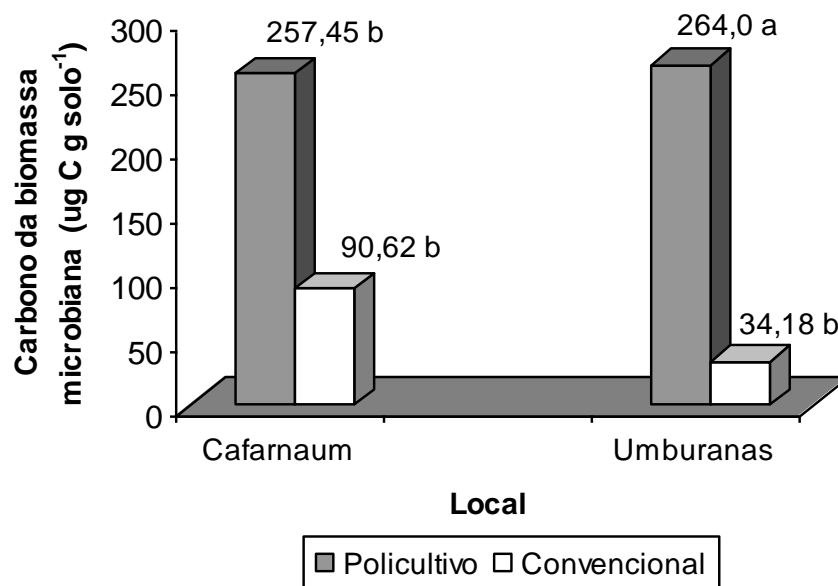
#### 3.1. Carbono da biomassa microbiana

Os resultados do carbono da biomassa microbiana nos dois locais estudados encontram-se na Figura 6. Verifica-se que na Fazenda Boa Vista do Canal, em Cafarnaum - BA, o sistema de uso policultivo apresentou maior valor de carbono da biomassa microbiana ( $257,45 \mu\text{g C g solo}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ), do que o convencional ( $90,62 \mu\text{g C g solo}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ). Embora não tenha ocorrido diferença estatística, no sistema de uso policultivo houve acréscimo de 184,09% de C da biomassa microbiana em relação ao sistema de uso com cultivo convencional mamoneira.

Na Fazenda Serra Azul, município de Umburanas - BA, houve diferença estatística a ( $p < 0,05$ ) de probabilidade, entre os sistemas policultivo e o convencional, com valores de  $264,0 \mu\text{g C g solo}^{-1}$  e  $34,18 \mu\text{g C g solo}^{-1}$ , respectivamente.

Verifica-se também que o sistema de uso policultivo favoreceu a um maior valor de carbono da biomassa microbiana, em relação ao sistema de uso convencional, nos dois locais estudados. Provavelmente este efeito está relacionado ao maior teor de matéria orgânica e ao não revolvimento do solo no sistema policultivo. Vale ressaltar que em geral, solos com maior teor de matéria orgânica podem apresentar maior biomassa microbiana e conseqüentemente maior concentração de carbono nesta biomassa. (RESENDE et al., 2004). A substituição da floresta nativa por áreas cultivadas reduz os teores de carbono orgânico total e carbono microbiano (CARDOSO et al. 2009). O menor fornecimento de substrato e maior perturbação do solo contribuem para menor valor de carbono da biomassa

microbiana (MACHADO, 2008), que também é influenciado pelo clima e adições de resíduos (FEIGL et al., 1998).



**Figura 6** - Carbono da biomassa microbiana ( $\mu\text{g C g solo}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) em diferentes sistemas de uso do solo (policultivo e convencional), em dois locais do semiárido baiano, situados nos municípios de Cafarnaum e Umburanas.

No local de estudo em Cafarnaum, o teor de carbono da biomassa microbiana no sistema policultivo não diferiu estatisticamente do sistema de cultivo convencional de mamoneira, apesar do maior valor absoluto. Este resultado pode ter ocorrido em função do predomínio do sisal (que possui uma alta relação C/N) no sistema policultivo deste local. A qualidade orgânica do material vegetal influencia diretamente seus atributos microbianos (BARRETO et al., 2008). De acordo com Monteiro & Gama-Rodrigues (2004), a qualidade nutricional e orgânica da serrapilheira influencia a atividade da biomassa microbiana. Souto et al. (2009), concluíram que serrapilheira da caatinga com altas relações C/N e C/P evidenciam

uma taxa de decomposição lenta comparada a outros biomas nacionais, o que conseqüentemente diminui a liberação do carbono para os microrganismos.

Considerando-se que os restos vegetais da planta do sisal deixados na superfície do solo, possuem substâncias de difícil decomposição, este fator pode ter contribuído para dificultar a incorporação de carbono nas células microbianas. De acordo com Gupta et al. (1999), a taxa de mineralização do carbono varia conforme o tipo de serrapilheira. Ainda segundo esses mesmos autores, existe um efeito fortemente negativo sobre a biomassa microbiana do solo quando a relação lignina/nitrogênio é alta. A lignina é um polímero altamente recalcitrante para a degradação química e biológica devido à arquitetura da molécula com diferentes unidades fenilpropenóides (RUIZ-DUENAS & MARTINEZ, 2004). Oliveira (2010) verificou em seu trabalho visando o aproveitamento do resíduo de sisal (seco e fresco), para compostagem com esterco e farinha de rocha natural e atribuiu o maior teor de matéria orgânica no resíduo fresco do sisal, à presença de maior quantidade de compostos orgânicos mais estáveis como a celulose, hemicelulose e lignina.

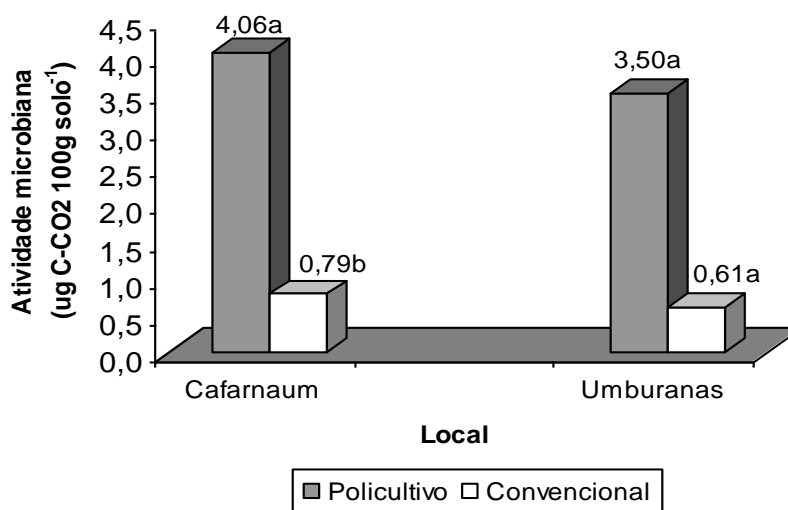
Apesar de não haver diferença estatística a ( $p < 0,05$ ) de probabilidade entre o sistema de uso policultivo e o convencional em Cafarnaum, houve um acréscimo de 184 % de carbono da biomassa microbiana, demonstrando benefícios proporcionados por este sistema na ciclagem de carbono em relação ao sistema convencional. Este fato foi comprovado na amostragem feita no município de Umburanas (264,0 e 34,18  $\mu\text{g C g solo}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , nos sistemas policultivo e convencional, respectivamente). De acordo com Paul & Clark (1989), a avaliação do carbono da biomassa microbiana fornece informações importantes para o entendimento da ciclagem deste elemento no ecossistema.

Na amostragem feita em Umburanas, o aporte de carbono da biomassa microbiana no sistema policultivo, superou o do sistema de uso convencional com cultivo de mamoneira. Neste local predominou no sistema policultivo, espécies leguminosas como gliricídia, leucena, angico, jurema preta, e sem a presença do sisal. Desta forma esperava-se também uma maior velocidade de decomposição e,

conseqüentemente, maior liberação de carbono para a biomassa microbiana, do sistema policultivo.

### 3.2. Atividade microbiana

Na Figura 7, encontra-se o resultado da atividade microbiana dos sistemas de uso do solo avaliados, na Fazenda Boa Vista do Canal, no município de Cafarnaum. O sistema policultivo apresentou valor superior ( $4,06 \text{ mg C-CO}_2 \text{ 100g solo}^{-1}$ ), quando comparado ao sistema convencional ( $0,79 \text{ mgC-CO}_2 \text{ 100g solo}^{-1}$ ), com aumento de 413,92%.



**Figura 7** - Atividade microbiana do solo ( $\text{mg C-CO}_2 \text{ 100g solo}^{-1}$ ) em diferentes sistemas de uso ( policultivo e convencional), em dois locais do semiárido baiano, situados nos municípios de Cafarnaum e Umburanas.

Verifica-se que houve um incremento da atividade microbiana no sistema policultivo, em relação ao convencional, nas duas localidades amostradas. Este

incremento na atividade microbiana do sistema policultivo, provavelmente está relacionado ao manejo dado ao sistema, com aportes de fragmentos de material vegetal ao solo, bem como ao não revolvimento deste. Assis Júnior et al. (2003), verificaram que o cultivo convencional, além de influenciar a química e estrutura do solo, diminuiu a atividade biológica, devido à redução de macroagregados, os quais fornecem importantes microhabitats para a atividade microbiana, e que a respiração do solo depende da disponibilidade de substrato.

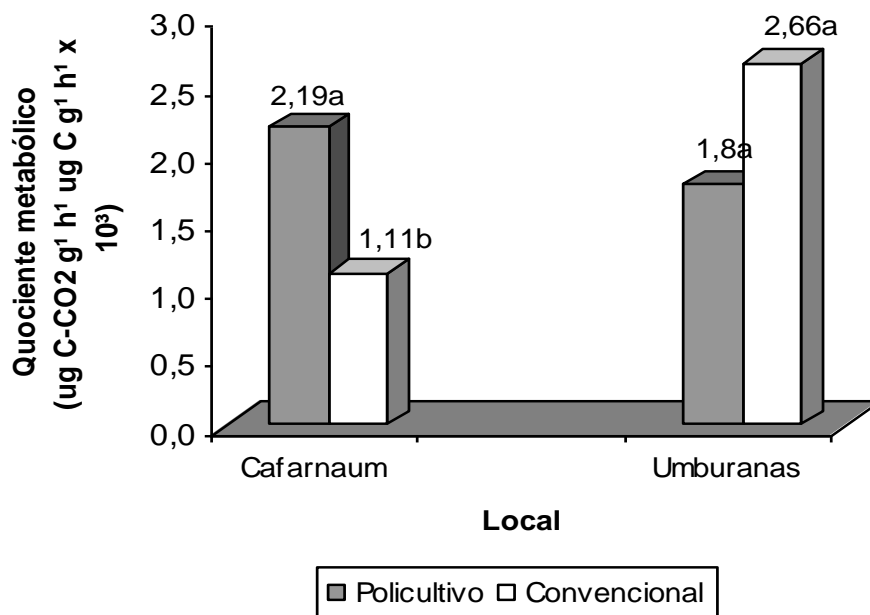
O estímulo à atividade e aumento da população microbiana heterotrófica do solo, em função de restos vegetais, é comparado por vários trabalhos. Machado (2008), afirma que o aporte de restos vegetais ao solo, favorece à diversidade microbiana; Schnuer et al. (1985), em experimento de campo de longa duração, cultivado com vários cereais, testam vários sistemas de manejo, inclusive incorporação de palha, verificam correlação altamente significativa entre o teor de matéria orgânica e a atividade microbiana do solo.

### 3.3. Quociente metabólico ( $qCO_2$ )

Analisando-se a Figura 8, nota-se que no local amostrado do município de Cafarnaum, o  $qCO_2$  foi maior no sistema policultivo ( $2,19 \mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1} / \mu\text{g C g}^{-1} \text{ h}^{-1} \times 10^{-3}$ ), seguido do convencional ( $1,11 \mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1} / \mu\text{g C g}^{-1} \text{ h}^{-1} \times 10^{-3}$ ). Já em Umburanas, os valores foram de 2,66 e 1,77  $\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1} / \mu\text{g C g}^{-1} \text{ h}^{-1} \times 10^{-3}$ , nos sistemas de uso convencional e policultivo, respectivamente.

Valores mais elevados de  $qCO_2$ , indicam maiores perdas de carbono do sistema na forma de  $CO_2$  por unidade de carbono microbiano (BARETA et al., 2005), refletindo condições ambientais mais estressantes para os microrganismos (SOUZA et al., 2008). Este resultado está de acordo com Bareta et al. (2005), onde encontraram menores valores de  $qCO_2$ , em mata nativa de araucária, atribuindo ao fato da mata ser um sistema mais conservativo (sustentável), com menores perdas e maior sustentabilidade quanto ao fluxo de carbono.





**Figura 8** - Quociente metabólico em diferentes sistemas de uso ( policultivo e convencional), em dois locais do semiárido baiano, situados nos municípios de Cafarnaum e Umburanas.

No local amostrado do município de Umburanas, verificou-se no policultivo valores mais baixos de  $qCO_2$ , que o sistema de uso convencional de mamoneira. Provavelmente, em função do aporte de material vegetal e ao não revolvimento do solo, revelando-se mais sustentável em relação ao fluxo de carbono. Balota et al. (1998), verificaram que a prática do plantio direto reduziu em 28% o  $qCO_2$  em relação ao sistema convencional, contribuindo para o maior acúmulo de carbono no solo em longo prazo. Neste caso, os maiores valores de  $qCO_2$  do sistema de uso convencional, refletem sua menor capacidade de incorporação de carbono na biomassa microbiana, menor eficiência de uso de substrato pelos microrganismos (ANDERSON & DOMSCH, 1993) e menor sustentabilidade de carbono no solo (BARETA et al., 2005), típico de sistemas menos estáveis e de maior ação antrópica.

Por outro lado, no local amostrado do município de Cafarnaum, verifica-se que o valor do quociente metabólico do sistema de uso policultivo foi superior ao convencional. Alto valor de  $qCO_2$ , já foi encontrado em sistema de plantio direto, comparado com vegetação nativa e pastagem (SOUZA et al., 2006), atribuindo este fato à recente implantação do sistema de plantio direto.

Deve-se ressaltar também, que as variações nos valores do  $qCO_2$  encontrados nos dois locais amostrados deste trabalho, seguiram a mesma tendência do que vem ocorrendo em outras pesquisas, que visam avaliar perdas de carbono no solo. Por este motivo, deve-se tomar cuidado nas interpretações desses resultados, visto que, somente 15-30% da biomassa microbiana do solo é catabolicamente ativa e o restante está na forma inativa ou latente, possuindo baixa atividade (MOREIRA & SIQUEIRA, 2003).

#### **4. CONCLUSÕES**

a) A quantidade de carbono da biomassa microbiana observada no solo sob policultivo indica que este sistema proporciona condições mais favoráveis à sobrevivência dos microrganismos;

b) Nos dois locais estudados, o incremento à atividade microbiana observada no solo sob policultivo, sugere que os restos vegetais apresentam moléculas orgânicas lábeis que favorecem a liberação de carbono e energia para os microrganismos do solo.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEF, K. Estimation of soil respiration. In: ALEF, K. & NANNIPIERI, P. **Métodos in applied soil microbiology and biochemistry**, Academic Press, 1995. 576p.

ANDERSON, T.H. & DOMSCH, K.H. The metabolic quotient for CO<sub>2</sub> as a specific activity parameter to assesses the effects of environmental conditions, such of pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 25, n. 3, p. 393-395, 1993.

ANDREA, A.F. d' ; SILVA, M. I. N ; CURI, N ; SIQUEIRA, J. O ; CARNEIRO, M. A. C. Atributos biológicos indicadores de qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado no sul do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 4, p. 913-923, 2002.

ASSIS JÚNIOR, S. L; ZANUNCIO, J. C; KASUYA, M. C. M; COUTO, L; MELIDO, R. C. N. Atividade microbiana do solo em sistemas agroflorestais, monocultura, mata natural e área descartada. **Revista Árvore**, v. 27, n. 1, p. 35-41, 2003.

BALOTA, E.L. COLOZZI-FILHO, A; ANDRADE, D. S; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 3, p. 641-649, 1998.

BARETA, A. D ; SANTOS, J. C. P ; FIGUEIREDO, S. R ; KLAUBERG-FILHO, O. Efeito do monocultivo de Pinus e da queima do campo nativo, em atributos biológicos do solo no Planalto Sul Catarinense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 5, p. 715-724, 2005.

BARRETO, P. A. B; GAMA-RODRIGUES, E. F. da; GAMA-RODRIGUES, A. C. da; BARROS, N. F. de; FONSECA, S. Atividade microbiana, carbono e nitrogênio da

biomassa microbiana em plantações de eucalipto, em seqüência de idades. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 2, p. 611-619, 2008.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia - **Mapa Exploratório de Solo**. Levantamento de Recursos Naturais. Folhas SC. 24/25. 1983. v. 30.

CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L. N.; MOREIRA, F. M. de S.; CURI, N. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em pastagem cultivada e nativa no Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 6, p. 631-637, 2009.

DAROLT, M. R. **As principais correntes do movimento orgânico e suas particularidades**. [s.l.: s. n.], [2000?].

DE LUCA, T.H. Relationship of 0,5 M K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> extractable anthrone-reactive carbon to indices of microbial activity in forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 30, n. 8, p. 1293-1299, 1998.

DORAN, J. W., PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W., COLEMAN, D. C., BEZDICEK, D. F., STEWARD, B. A(eds.).Defining soil quality for a sustainable environment. Madison: SSSA. **American Society of Agronomy**, 1994, p. 3-21. (Spec.Public,35).

FERREIRA, D. F. **Programa Sisvar – versão 5.0**. Lavras: UFLA, 2007

FEIGL, B.J.; SPARLING, G.P.; ROSS, D.J. et al. Soil microbial biomass in Amazonian soils: evaluation of methods and estimates of pool sizes. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 27, n. 11, p. 1467-1472, 1998.

GARCIA, C.; HERNANDEZ, T.; COSTA, F. Microbial activity soils under Mediterranean environmental conditions. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 26, n. 8, p. 1185-1191, 1994.

KARLEN, D. L.; MAUSBACH, M. J.; DORAN, J. W.; CLINE, R. G.; HARRIS, R. F. & SCHUMAN, G. E. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation. **Soil Science Society American Journal, Madison**. v. 61, n. 1, p. 4-10, 1997.

MACHADO, F. C. **Indicadores de qualidade para um Latossolo Amarelo Coeso submetido a dois sistemas de manejos do solo nas condições do recôncavo**

**baiano**. 2008. 67p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

MONTEIRO, M. T; GAMA-RODRIGUES, E. F. Carbono, nitrogênio e atividade da biomassa microbiana em diferentes estruturas de serapilheira de uma floresta natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 5, p. 819-826, 2004.

MOREIRA, F. M. S.; & SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2003. 626p.

NOGUEIRA JUNIOR, L. R. **Caracterização de solos degradados pela atividade agrícola e alterações biológicas após reflorestamentos com diferentes associações de espécies da mata atlântica**. 2000. 50 f. Dissertação (Mestrado) USP/ESALQ, Piracicaba.

OLIVEIRA, L. **Eficiência do resíduo de sisal para compostagem com esterco animal e farinha de rocha natural**. 2010. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas.

PAUL, E.A; CLARK, F.E. **Soil microbiology and biochemistry**. San Diego, Academic Press, 1989. 273p.

RESENDE, L. A.; ASSIS, L. C.; NAHAS, E. Carbon, nitrogen and phosphorous mineralization in two soils amended with distillary yeast. **Bioresource Technology**. v. 27, n. 3, p. 911-923, 2004.

RUIZ-DUENAS, F. J; MARTINEZ, A. T. Microbial degradation of lignin: how a bulky recalcitrant polymer is efficiently recycled in nature and how we can take advantage of this. **Microbial Biotechnology**. v. 2, n. 2, p. 164-177, 2009.

SARIG, S.; STEINBERGER, Y. Microbial biomass response to seasonal fluctuation in soil salinity under the canopy of desert halophytes. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 26, n. 9, p. 1405-1408, 1994.

SCHNUER, J; CLARHOLM, M.; ROSSWALL, T. Microbial biomass and activity in an agricultural soil with different organic matter contents. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 17, n. 5, p. 611-618, 1985.

SILVA, E.E. da.; AZEVEDO, P.H.S.; DE\_POLLI, H. Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico ( $qCO_2$ ) do solo. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007. 4p. (Embrapa Agrobiologia. Comunicado Técnico, 99).

SOUTO, P. C; SOUTO, J. S; SANTOS, R. V dos; BAKKE, I. A. Características químicas da serapilheira depositada em área de caatinga. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 264-272. 2009.

SOUZA, E.D. ; CARNEIRO, M. A. C. ; PAULINO, H. B. ; SILVA, C. A. & BUZETTI, S. Frações do carbono orgânico, biomassa e atividade microbiana, em um Latossolo Vermelho sob cerrado, submetido a diferentes sistemas de manejo e uso do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 3, p. 323-329, 2006.

SOUZA, E.D.; COSTA, S. E. V. G. de A.; LIMA, C. V. S.de.; ANGHINONI, I.; MEURER, E. J. & CARVALHO, P. C. de F. Carbono orgânico e fósforo microbiano em sistema integração agricultura-pecuária submetido a diferentes intensidades de pastejo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 3, p. 1273-1282, 2008.

TAYLOR, J.P.; WILSON, B.; MILLS, M.S. & BURNS, R.G. Comparison of microbial numbers and enzymatic activities in surface soils and subsoils using various techniques. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 34, n. 2, p. 387-401, 2002.

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

VIEIRA, M. L. **Propriedades físico-hídrico-mecânicas do solo e rendimento de milho submetido a diferentes sistemas de manejo**. 2006. Dissertação (Mestrado), Universidade de Passo Fundo.

XAVIER, F.A.S. ; MAIA, S. M. F. ; OLIVEIRA, T. S. de. & MENDONÇA, E. de S. Biomassa microbiana e matéria orgânica leve em solos sob sistemas agrícolas orgânico e convencional na Chapada de Ibiapaba-CE. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 2, p. 247-258, 2006.

INSTITUTO DE PERMACULTURA DA BAHIA – IPB. **Projeto policultivo no semiárido.** Disponível em: <<http://www.permacultura-bahia.org.br/interna.php?cod=41>>. Acesso em 15 mai. 2010.

## **CAPÍTULO 2**

### **ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE QUALIDADE DO SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE USO EM AMBIENTE SEMIÁRIDO DA BAHIA**



## **ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE QUALIDADE DO SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE USO EM AMBIENTE SEMIÁRIDO DA BAHIA**

**ALMEIDA, J. R. C., PEIXOTO, M. F. S. P., MELO FILHO, J. F.**

**Resumo:** O uso do solo em sistemas agrícolas provoca alterações nos atributos físicos e químicos. Diante disso, objetivou-se avaliar a influência de diferentes sistemas de uso em alguns desses atributos de qualidade do solo em ambiente semiárido da Bahia. As avaliações foram realizadas em dois sistemas de uso do solo: plantio convencional de mamoneira e policultivo, em duas localidades distintas do semiárido baiano: uma no município de Cafarnaum e outra no município de Umburanas. O delineamento foi inteiramente casualizado, com dois tratamentos (uso do solo) e cinco repetições. Realizou-se a análise de variância e aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade, para comparação das médias entre os tratamentos, dentro de cada local. Os parâmetros avaliados foram: porosidade total, macro e microporosidade, densidade do solo, condutividade hidráulica do solo saturado, resistência à penetração, pH, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, sódio, alumínio trocável, H+Al, soma de bases, capacidade de troca de cátions, saturação por bases e saturação por alumínio. Concluiu-se que: nos dois locais estudados, os valores de resistência à penetração não indicam impedimento físico para o crescimento radicular nos sistemas de uso policultivo e convencional; nos dois locais estudados, há uma maior facilidade de movimentação de água no solo no sistema de uso policultivo, em relação ao convencional e que o sistema de uso do solo com o policultivo, foi eficiente no aumento do teor de matéria orgânica em ambos locais estudados, indicando melhoria na qualidade química do solo, no entanto, não contribuiu para aumentar o teor de fósforo no solo.

**Palavras-chave:** Porosidade, permacultura, agricultura familiar.

## PHYSICAL AND CHEMICAL ATTRIBUTES OF SOIL QUALITY UNDER DIFFERENT SYSTEMS USE IN ENVIRONMENTS OF SEMIARID OF BAHIA, BRAZIL.

ALMEIDA, J. R. C., PEIXOTO, M. F. S. P., MELO FILHO, J. F.

**Abstract:** The use of soil in agriculture systems provoke various alterations in physical and chemical attribute for this reason, the objective was to evaluate the influence of different systems use in some of these attributes of soil quality in semiarid environment of Bahia, Brazil. The evaluations were performed in two systems of soil use: conventional tillage and poly culture in two different regions in the semiarid region of Bahia: one in the municipal district of Cafarnaum and another in the municipal district of Umburanas. The delineation was complete casualty, with two treatments (use of soil) and five repetitions. Analyses of variance were used and applied the Tukey test at 5% probability for comparison measurement between treatments within each site. The parameters evaluated were: total porosity, macro and micro porosity, density of soil, saturated hydraulic conductivity of soil, penetration resistance, pH, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sodium, and changeable aluminum,  $H + Al$ , sum of bases, capacity cation exchange, base saturation and aluminum saturation. It was concluded that: in two locations studied, the values of penetration resistance indicate no physical impediment to root growth in the use systems conventional and poly culture; in two sites studied, there is a greater penetration of water in the soil poly culture system use in relation to conventional; the system of soil use with the poly culture, was effective in increasing the organic matter content in both locations studied, indicating improvement in the quality of the soil chemical, however, it did not contribute to the increase level of phosphorus in the soil.

Key words: Porosity, permaculture, agriculture family.

## 1. INTRODUÇÃO

O solo é um recurso natural vital para o funcionamento do ecossistema terrestre, atuando como meio de crescimento para as plantas, regulador dos fluxos de água, reciclador dos materiais *in natura* e dos produtos de descarte, habitat para os organismos do solo e meio para as obras de engenharia humana (BRADY & WEIL, 2002). Esse conjunto de funções confere ao solo importância fundamental para a existência da vida no planeta terra. Não obstante, ainda utilizamos esse recurso natural sem considerar suas limitações determinadas pelas condições e interações que determinaram sua formação. Por isso, os problemas ambientais e degradação do solo no meio rural, associados a aplicação de técnicas intensivas de uso e manejo, fundamentadas na supressão radical da vegetação nativa, no emprego de adubos químicos, agrotóxicos e mecanização são cada vez mais graves. No semiárido nordestino, onde o equilíbrio dos ecossistemas apresenta alta fragilidade esse modelo de agricultura é muito mais danoso ao ambiente, especialmente quando associados às tradicionais queimadas (MELO FILHO & SOUZA, 2006; CARNEIRO NETO et al., 2008).

Registros de literatura indicam que o modelo de exploração agrícola predominante no semiárido está fortemente associado ao extrativismo da cobertura vegetal, o superpastejo sobre pastagens nativas e a exploração agrícola sem preocupações conservacionistas e sustentabilidade (OLIVEIRA et al., 2000; MELO FILHO & SOUZA, 2006). Neste sentido, alguns autores (Tiessen et al., 1992; Fraga & Salcedo, 2004) observaram que a remoção da vegetação nativa da Caatinga para o uso agrícola resultou em redução de até 50% nos teores de carbono orgânico do solo. Verificaram também diminuição de nitrogênio e fósforo. Assim como no trabalho de Tiessen et al. (1992), Maia et al. (2008) também observaram significativa redução no teores de N total e frações húmicas do solo em relação a mata nativa provocadas pelo sistema de manejo convencional do solo em condições de aridez, evidenciando a falta de sustentabilidade deste tipo de sistema agrícola para as condições do

semiárido nordestino. Especialmente dependente da fertilidade natural do solo, os sistemas de agricultura de subsistência promovem a diminuição da fertilidade do solo uma das principais causas de abandono das terras cultivadas.

Por isso, a busca por alternativas tecnológicas que possibilitem o uso racional do solo tem sido muito discutida em torno do tema “manejo correto para uma agricultura sustentável” (VIEIRA, 2006). Mas, independente do conceito ou filosofia adotado, a sustentabilidade da agricultura só poderá ser alcançada se os modelos propostos forem adaptados as especificidades de cada ambiente (OLIVEIRA et al., 1998). Dentre as alternativas propostas para o uso do solo no semiárido, os sistemas agroecológicos apresentam bom potencial, podendo-se registrar o policultivo como uma das mais promissoras. Desenvolvido e adaptado pelo Instituto de Permacultura da Bahia o policultivo, também chamado de policultura, é um projeto destinado à capacitação de pequenos agricultores familiares para a implementação de agricultura sustentável na região semiárida do Estado da Bahia.

A policultura é uma filosofia técnica de produção agrícola baseada na diversificação biológica em que são utilizadas diversas espécies vegetais simultaneamente em uma mesma área, cujos resultados em termos de potencial para produção de biomassa para consumo humano, cobertura do solo e produção de biodiesel são promissores (Permacultura, 2010). No entanto, ainda precisa de estudos sistemáticos para que seus efeitos no solo e no ambiente possam ser adequadamente avaliados e quantificados não só para as funções acima, mas também como sistema potencial de seqüestro de carbono, o que introduziria um novo e importante enfoque para a agricultura no semiárido (MELO FILHO & SOUZA, 2006).

O uso do solo em sistemas agrícolas provoca alterações nos atributos físicos e químicos e essas alterações podem ser benéficas ou não, em função do manejo dispensado ao mesmo. As alterações provocadas pelos diferentes usos do solo na região semiárida, que apresenta características de solos e clima peculiares, devem ser estudadas para a proposição de modelos sustentáveis maximizando a produção e evitando degradação dos recursos naturais.

Após a retirada da vegetação natural, o solo tem freqüentemente mostrado alterações em seus atributos químicos, que são dependentes do clima, do tipo de cultura e das práticas culturais adotadas. A interação desses fatores estabelece uma nova condição de equilíbrio no sistema solo (MARCHIORI JÚNIOR & MELO, 2000). Uma nova condição de equilíbrio é alcançada ou não, em função do manejo dado ao sistema de uso do solo. Arco-Verde et al. (2009), estudando o aporte de nutrientes e a produtividade de espécies arbóreas e de cultivos agrícolas em sistemas agroflorestais na Amazônia, concluíram que a poda de *Gliricídia sepium* contribuiu com a biomassa para a manutenção da fertilidade do solo nos sistemas agroflorestais, principalmente o aporte de N, C e Na.

Avaliando alguns atributos químicos do solo sob diferentes usos em perímetro irrigado no semiárido de Pernambuco, Corrêa (2009) observou que as práticas agrícolas (culturas de ciclo curto, fruticultura, pastagem) modificaram os atributos químicos do solo, apresentando maiores teores de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  e P, maiores valores de pH, maior condutividade elétrica, maior soma de bases e saturação por bases, quando comparados ao uso do solo com vegetação natural (caatinga).

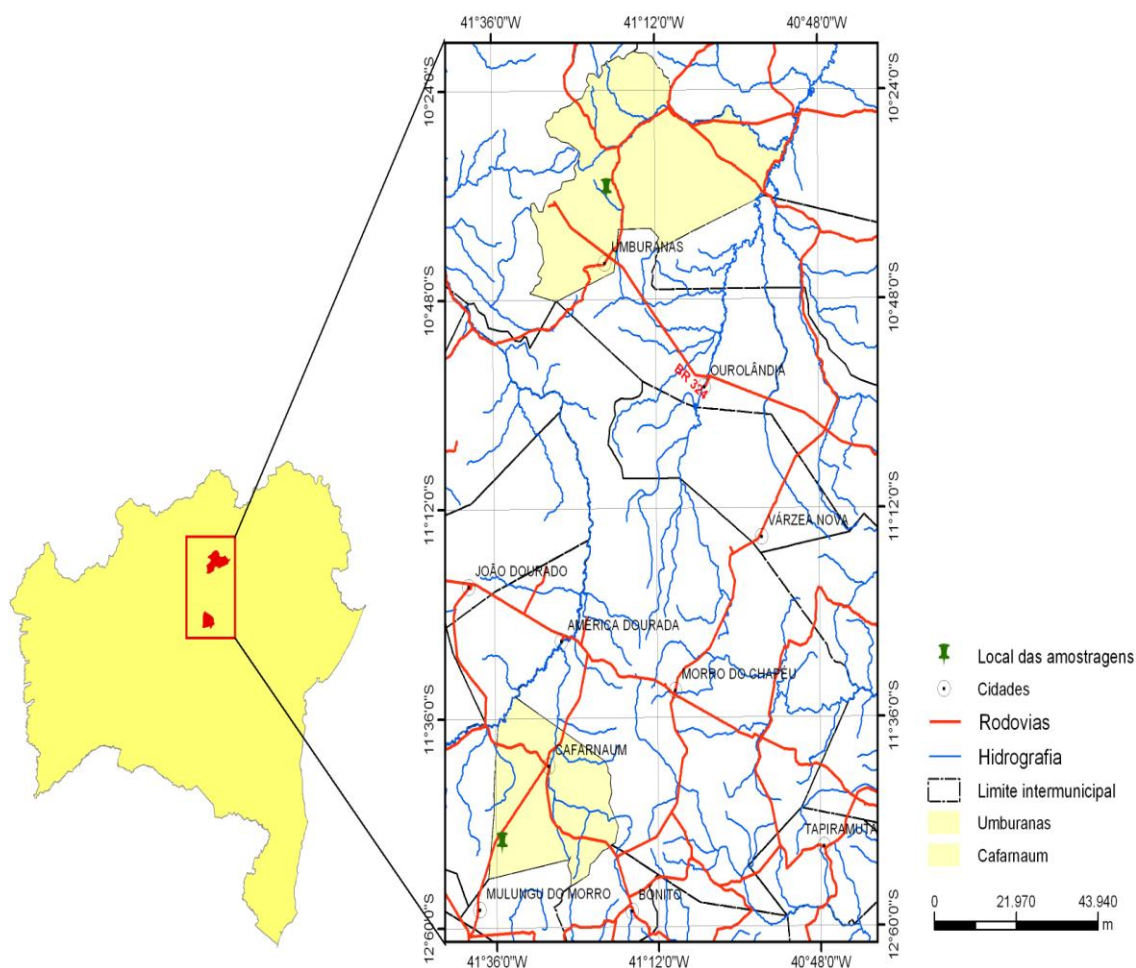
Analisando atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo Carneiro et al. (2009) verificaram que os atributos químicos mostraram pequena variação entre as áreas estudadas e estas áreas. Quando estavam sob vegetação natural do cerrado apresentaram maior  $\text{H}^+$  e  $\text{Al}^{3+}$  e menor concentração de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e P em relação às manejadas. Os autores atribuíram esse resultado, ao fato de que nas áreas do cerrado não houve correção e adubação do solo e se tratavam de solos originalmente distróficos.

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de diferentes sistemas de uso do solo sobre os atributos físicos e químicos de qualidade do solo, em ambiente semiárido da Bahia.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 – Localização e caracterização das áreas de estudo.

O estudo foi realizado nos municípios baianos de Cafarnaum e Umburanas, localizados na zona semiárida do estado, nos meses de janeiro e outubro de 2009, respectivamente.



**Figura 1.** Localização dos locais de amostragem de solo nos municípios de Cafarnaum e Umburanas, localizados no semiárido baiano.

## Local 1. Município de Cafarnaum

A avaliação foi realizada na Fazenda Boa Vista do Canal, na Chapada Diamantina Setentrional, a 11°50'14" S e 41°35'05" W, altitude de 805 m de e temperatura média anual de 22°C. Neste município o clima é classificado como semiárido (BShw) conforme a classificação de Koppen. A precipitação nessa região varia de 250 a 500 mm ano<sup>-1</sup> distribuídas entre os meses de novembro e janeiro.

Neste local, foram avaliados os seguintes sistemas de uso do solo: Policultivo (C1) e Cultivo convencional de mamoneira (C2). Os quais apresentam as seguintes características:

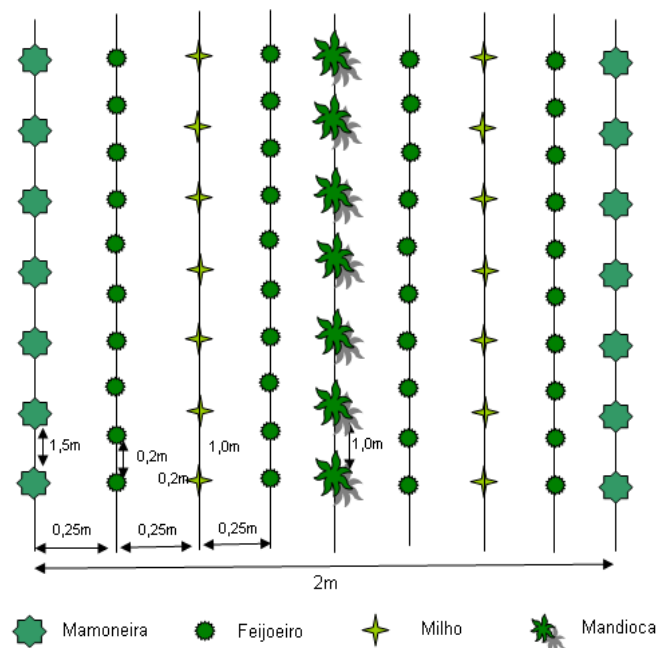
**C 1 – Sistema de policultivo:** Implantado desde 2002 em área anteriormente cultivada com sistema convencional de mamona consorciada com mandioca. Este sistema consiste no plantio simultâneo de várias espécies vegetais em uma mesma área. Neste local, a policultura é composta de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*); gliricídia (*Gliricídia sepium*), sisal (*Agave sisalana*); maniçoba (*Manihot glaziovii*), jurema preta (*Mimosa tenuiflora*) e outras plantas que surgem naturalmente, tais como: umburana de cheiro (*Amburana cearensis*), baraúna (*Schinopsis brasiliensis*), mandacaru (*Cereus giganteus*). São feitas duas podas anualmente. Na primeira, os restos vegetais são aproveitados como reserva de forragem para o rebanho e na segunda poda os restos vegetais são mantidos sobre o solo. (Figura 2) A estimativa de produção de massa depende das condições anuais de precipitação.



**Figura 2.** Policultivo em Cafarnaum. A - Disposição das plantas. B - Cobertura do solo.

**C 2 - Sistema de cultivo convencional de mamoneira:** Utilizado desde 1992. Neste, o sistema de preparo do solo consiste de uma aração e uma gradagem realizadas na profundidade média de 0,25 m a cada três anos, para o plantio de mamona (*Ricinus communis*), consorciada com feijão (*Phaseolus vulgaris*), milho (*Zea mays*) e mandioca (*Manihot esculenta*), em fileiras alternadas com os seguintes espaçamentos: mamona 2 x 1,5 m; feijão 0,5 x 0,2 m; milho 1 x 1 m e mandioca 2 x 1 m (Figura 3).





**Figura 3.** Esquema ilustrativo do sistema de uso convencional para o município de Cafarnaum, BA.

O solo desta área é um Cambissolo Háplico Ta eutrófico, cujas características granulométricas estão no quadro 1.

**Quadro 1.** Caracterização textural para a camada superficial do solo (0 - 0,2 m) sob três sistemas de uso situados no município de Cafarnaum - BA

Sistema de uso	Areia	Silte	Argila	Classe Textural
	g kg <sup>-1</sup>			
Policultivo	269,4	265,6	465,0	Argilosa
Convencional	272,6	301,4	426,0	Argilosa

## Local 2. Município de Umburanas

A avaliação foi realizada na Fazenda Serra Azul, situada na região denominada Piemonte da Chapada Diamantina, a 10° 35' 24" S e 41° 19' 08" W, a 850 m de altitude com temperatura média anual de 23°C e clima semiárido BShw conforme Koppen. A precipitação nessa região está entre 250 e 500 mm ano<sup>-1</sup> distribuídas entre os meses de novembro e janeiro.

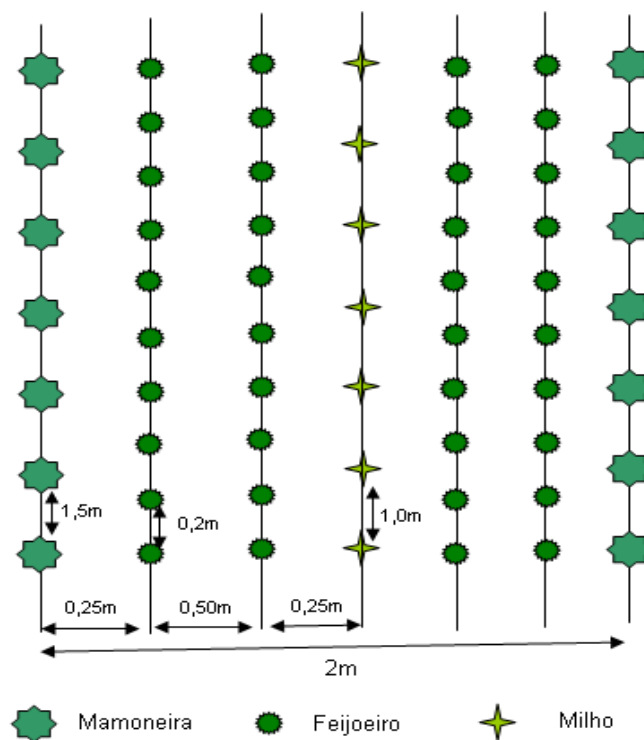
Os sistemas de uso do solo avaliados, Policultivo (U1) e Convencional (U2) apresentam as seguintes características:

**U 1 – Sistema de policultivo:** Implantado no ano 2002, consorciando-se espécies perenes nativas da região e exóticas Atualmente é composto pelas seguintes espécies: palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*), angico (*Anadenanthera macrocarpa*), sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*), leucena (*Leucaena leucocephala*), gliricídia (*Gliricídia sepium*), maniçoba (*Manihot glaziovii*), caju (*Anacardium occidentale*), pinha (*Annona squamosa L.*), manga (*Mangífera indica*) maracujá (*Passiflora sp.*) e mamão (*Carica papaya*). O manejo da área é feito através de podas das árvores duas vezes por ano, sendo a primeira, 60 dias após as primeiras chuvas e a segunda, realizada nos meses de maio a junho. Na primeira poda o material retirado é utilizado na preparação de forragem para alimentação animal. Na segunda, o material cortado é espalhado uniformemente sobre o solo como cobertura morta (Figura 4). A estimativa de produção de massa depende das condições anuais de precipitação. Antes da implantação do policultivo praticava-se o cultivo convencional de mamoneira.



**Figura 4.** Policultivo em Umburanas. A-Disposição das plantas. B-Cobertura do solo.

**U 2 - Sistema convencional:** Esta área foi desmatada em 1998 e desde então é utilizada em sistema convencional de preparo do solo com uma aração e uma gradagem na profundidade média de 0,25 m a cada dois anos, plantio de mamona consorciada com feijão e milho é realizado no período das chuvas, de novembro a janeiro. Conforme os seguintes espaçamentos: mamona 2 x 1,5 m; milho 2 x1 m e feijão 0,5 x 0,2 m, com fileiras alternadas (Figura 5).



**Figura 5.** Esquema ilustrativo do sistema de uso convencional para o município de Umburanas, BA.

O solo desta área é um Cambissolo Háplico Ta eutrófico. Suas características texturais estão no quadro 2.

**Quadro 2.** Caracterização textural para a camada superficial do solo (0 - 0,2 m) sob três sistemas de uso situados no município de Umburanas - BA

Sistema de uso	Areia	Silte	Argila	Classe Textural
		$g\ kg^{-1}$		
Policultivo	509,7	230,3	260,0	Média
Convencional	450,8	279,2	270,0	Média

### **2.3 – Coleta e amostragem de solo**

Nas duas localidades, as coletas foram feitas no período chuvoso (novembro a janeiro). As amostras foram coletadas em linha diagonal à área com cinco pontos distanciados em 12 m. Para as análises de atributos físicos foram coletadas amostras indeformadas de solo no centro da camada de 0 - 0,15 cm, utilizando anéis metálicos de 100 cm<sup>3</sup> (5 cm de altura e diâmetro) e transportadas para o laboratório de física do solo do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas da UFRB, onde foram realizadas as análises.

As amostras para análises químicas foram coletadas na mesma linha diagonal à área, também com cinco pontos distanciados em 12 m, na profundidade de 0-20 cm, utilizando-se trado holandês. Em cada ponto, foram retiradas seis sub-amostras e colocadas em balde de plástico para formação de uma amostra composta de aproximadamente 500g, colocadas em sacos de plástico e transportadas para o laboratório de química e fertilidade do solo do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas da UFRB, onde foram deixadas ao ar para secagem. As mesmas foram peneiradas em malha de 2 mm e posteriormente foram submetidas às análises.

### **2.4 – Determinações analíticas**

#### **2.4.1 - Análises físicas**

As análises de porosidade total, macro e microporos e densidade do solo foram feitas de acordo com (EMBRAPA, 1997). A condutividade hidráulica no solo saturado em permeâmetro de carga decrescente, seguiu a metodologia descrita por (LIBARDI, 2000) e a resistência do solo à penetração de raízes foi determinada pelo método do penetrógrafo com umidade do solo, mantida sobre pressão de 100 kPa.

### 2.4.2 - Análises químicas

As determinações do pH, P disponível,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{Al}^{3+}$  trocáveis e  $\text{H}^+$  +  $\text{Al}^{3+}$ , foram feitas de acordo com EMBRAPA (1999) e a matéria orgânica pelo método descrito por Raij & Quaggio (1983). A partir destas determinações, foram calculados os valores de soma de bases trocáveis (S), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m%).

### 2.5 – Comparações estatísticas

A comparação estatística foi realizada conforme um delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram os sistemas de uso do solo: sistema policultivo e sistema de cultivo convencional de mamoneira. Os dados foram submetidos à análise de variância aplicando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade, com uso do software SISVAR (Ferreira, 2007), comparando-se as médias dos tratamentos dentro de cada local.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Atributos físicos

Os efeitos dos sistemas de uso do solo sobre os atributos de qualidade física, nos dois locais estudados, encontram-se no Quadro 3. Verifica-se que em Umburanas, para todos os atributos avaliados, exceto microporosidade, não houve diferença significativa entre eles e que os valores de densidade do solo ( $D_s$ ) nos dois sistemas estão abaixo do limite crítico para este tipo de solo ( $1,4 \text{ kg dm}^{-3}$ ) de acordo com Reichert et al. (2003).

Não houve diferença estatística entre os valores de condutividade hidráulica do solo saturado, no local amostrado do município de Umburanas, e nos dois sistemas (policultivo e convencional) a condutividade é considerada como lenta a moderada, de acordo com as classes de permeabilidade do solo à água, descrita por Beutler et al. (2001).

Outro aspecto a ser considerado, é que o volume total de poros, no local amostrado do município de Umburanas, ficou abaixo de 50% ( 0,45 e 0,44 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, nos sistemas de uso policultivo e convencional). Segundo Kiehl (1979), o solo ideal tem sido referido como aquele que apresenta 50% de porosidade total e destas, um terço de macro para dois terços de microporos. Esta afirmação advém do fato de que as raízes podem se desenvolver com porosidade de aeração acima de 10% e que o conteúdo de água armazenada deve ser em maiores quantidades que o ar.

**Quadro 3.** Atributos físicos do solo em dois sistemas de uso da terra em dois locais do semiárido da Bahia

Uso do solo	Macro	Micro	VTP	Ds	K <sub>0</sub>	RP
	m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>			kg dm <sup>-3</sup>	cm h <sup>-1</sup>	MPa
<b>Cafarnaum</b>						
Policultivo	0,16a	0,35a	0,51a	1,11a	32,98a	1,06a
Convencional	0,18a	0,32b	0,50a	1,08a	13,93b	1,15a
<b>Umburanas</b>						
Policultivo	0,24a	0,21a	0,45a	1,31a	44,02a	1,05a
Convencional	0,20a	0,24b	0,44a	1,35a	34,05a	1,36a

Macro = macroporos; Micro = microporos; VTP = volume total de poros; Ds = densidade do solo; K<sub>0</sub> = condutividade hidráulica saturada e RP = resistência do solo à penetração.

Médias seguidas da mesma letra na vertical, dentro de cada local e atributo avaliado, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em Cafarnaum, em relação à macroporosidade o policultivo (0,16 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>) e o sistema de uso convencional (0,18 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>), não diferiram entre si. Este resultado deve estar associado ao uso e trânsito de máquinas para o preparo convencional do solo e seus efeitos ainda não totalmente eliminados pelo sistema policultivo. Souza & Alves (2003), encontraram maior valor de macroporosidade na condição natural de

cerrado nativo, em comparação com sistemas agrícolas de uso do solo com máquinas. Entretanto, resultados diferentes foram observados por Tormena et al. (2004), Secco et al. (2005) e Carneiro et al. (2009), os quais registram redução da macroporosidade para tratamentos que sofreram menor mobilização do solo. Já a microporosidade foi estatisticamente diferente nos dois sistemas de uso do solo, com menor valor para o convencional ( $0,32 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ), e maior para o policultivo ( $0,35 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ).

A condutividade hidráulica do solo traduz a facilidade com que a água se movimenta no perfil. Neste mesmo local (Cafarnaum), a condutividade hidráulica do solo saturado ( $K_0$ ) foi muito superior no sistema de uso policultivo ( $32,98 \text{ cm h}^{-1}$ ) enquanto no sistema de cultivo convencional ( $13,93 \text{ cm h}^{-1}$ ). É importante ressaltar que a  $K_0$  foi lenta a moderada para o policultivo e lenta para o cultivo convencional (BEUTLER et al., 2001). Essas diferenças, provavelmente, estão associadas às alterações ocorridas na porosidade, especialmente na faixa dos microporos, cujo incremento contribui para reduzir a permeabilidade do solo, conforme também observaram Assis & Lanças (2005).

Assim como no local amostrado do município de Umburanas, em Cafarnaum, também não se observaram diferenças significativas entre os sistemas de uso do solo para densidade do solo ( $D_s$ ), volume total de poros (VTP) e resistência à penetração (RP). A densidade do solo ( $D_s$ ) apresenta-se abaixo do limite crítico ( $1,27 \text{ kg dm}^{-3}$ ) definido por Alvarenga et al. (1996), como impeditivo ao desenvolvimento do sistema radicular, em solos de textura argilosa, bem como os valores de porosidade total observados nos solos dos dois sistemas de uso da terra, apresentam-se adequados para o desenvolvimento do sistema radicular dos vegetais (KIEHL, 1979).

Outro aspecto a ser ressaltado, é que os valores observados de resistência à penetração, nos locais estudados, estão bem abaixo do limite crítico de 2 MPa, podendo ser considerados como resistência moderada conforme a classificação proposta por Arshad et al. (1996).



### 3.2. Atributos químicos

Em Cafarnaum, tanto para o  $\text{Ca}^{2+}$  como para o  $\text{Mg}^{2+}$ , não houve diferença estatística ( $p < 0,05$ ), entre os tratamentos. Com relação ao teor de  $\text{K}^+$  observou-se maior concentração deste elemento no sistema de uso convencional em relação ao policultivo. Quanto ao  $\text{Na}^+$  não houve diferença estatística entre os tratamentos a ( $p < 0,05$ ). Quanto ao  $\text{Al}^{3+}$ , o policultivo e convencional não diferiram entre si. Constatou-se maior acidez potencial no sistema policultivo, havendo diferença estatística entre os dois sistemas de uso do solo.

Em Umburanas, no sistema de uso convencional, assim como em Cafarnaum, verificou-se maior valor de  $\text{Ca}^{2+}$ , em relação ao policultivo com diferença estatística ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey entre os dois sistemas. Já em relação ao  $\text{Mg}^{2+}$ , não houve diferença entre os mesmos. Para os valores de  $\text{K}^+$  houve diferença estatística ( $p < 0,05$ ), do sistema de uso convencional em relação ao policultivo. Com relação ao  $\text{Na}^+$ , não houve diferença estatística entre os tratamentos. O  $\text{Al}^{3+}$  nos dois sistemas de uso da terra (policultivo e convencional) não diferiu entre si. A maior acidez potencial foi apresentada pelo sistema de uso policultivo.

**Quadro 4.** Bases trocáveis, acidez trocável e acidez potencial em diferentes sistemas de uso (caatinga, policultivo e convencional), situados nos municípios de Cafarnaum e Umburanas

Tratamentos	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>
_____ cmolc Kg <sup>-1</sup> _____						
Cafarnaum						
Policultivo	4,66a	1,58a	1,46b	0,06a	0,09a	4,72a
Convencional	6,20a	1,68a	2,46a	0,05a	0,00a	2,70b
Umburanas						
Policultivo	2,80b	0,89a	1,26b	3,36a	0,03a	3,03a
Convencional	4,22a	0,89a	1,88a	3,96a	0,00a	0,43b

Ca<sup>2+</sup> = cálcio trocável; Mg<sup>2+</sup> = magnésio trocável; K<sup>+</sup> = potássio trocável; Na<sup>+</sup> = sódio trocável; Al<sup>3+</sup> = alumínio trocável e H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup> = hidrogênio + alumínio (acidez potencial).

Médias seguidas da mesma letra na vertical, dentro de cada local e atributo avaliado, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Provavelmente, esses resultados estão relacionados ao manejo praticado no policultivo de ambos locais, com podas anuais, deixando os restos das culturas (folhas, cascas e galhos) sobre o solo, contribuindo assim, para elevar o teor de Ca<sup>2+</sup> devido ao fato de cascas e galhos ter maior quantidade deste elemento do que as folhas. No sistema convencional de mamoneira, apesar do solo ficar mais tempo descoberto devido a pouca abscisão das folhas das culturas, há a incorporação a cada aração e gradagem, dos restos vegetais como caule da mamoneira, manivas de mandioca, colmos e palhas de milho e palhas de feijão, o que provavelmente aumenta o teor de Ca<sup>2+</sup>. Souto et al. (2009), analisando as características químicas da serrapilheira depositada em área de caatinga, observaram que a maior concentração de Ca foi na estação chuvosa, quando a deposição de galhos foi maior do que a de folhas. Mesma observação foi feita por Santana (2005) quando estudou

o aporte de nutrientes via deposição de serrapilheira na caatinga da estação ecológica do Seridó, no semiárido potiguar. e verificou que as cascas e galhos foram as frações vegetais que mais contribuíram para o aporte de cálcio.

Observando-se o Quadro 5, verifica-se que em Cafarnaum houve diferença estatística ( $p < 0,05$ ), pelo teste de Tukey entre os dois sistemas de uso nos atributos pH, percentagem de saturação por base e percentagem de saturação por alumínio. Comparando-se o sistema de uso policultivo e o convencional houve diferença estatística a ( $p < 0,05$ ), nos atributos carbono orgânico e matéria orgânica

Não ocorreram diferença significativa no teor de P; na soma de bases, capacidade de troca catiônica e percentagem de sódio trocável, pelo teste de Tukey, entre o policultivo e o convencional.

**Quadro 5.** Atributos químicos de qualidade do solo em diferentes sistemas de uso (caatinga, policultivo e convencional), em dois locais do semiárido baiano, situados nos municípios de Cafarnaum e Umburanas

Tratamentos	pH	P	SB	CTC	V	m	PST	COT	MO
		mg dm <sup>-3</sup>	cmolc kg <sup>-1</sup>			%			g kg <sup>-1</sup>
<b>Cafarnaum</b>									
Policultivo	5,43b	1,0a	7,76a	12,48a	62,18b	1,14b	0,48a	14,60a	25,1a
Convencional	6,39a	1,0a	10,39a	13,10a	79,31a	0,00c	0,38a	10,06b	17,3b
<b>Umburanas</b>									
Policultivo	5,35b	1,4a	8,31a	11,34a	73,28b	0,35a	29,62a	21,5a	37,1a
Convencional	6,38a	2,0a	10,95a	11,38a	96,22a	0,00b	37,79a	13,3b	23,0b

pH = potencial hidrogeniônico; P = fósforo; SB = soma de bases; CTC = capacidade de troca catiônica; V = percentagem de saturação por base; m = percentagem de saturação por alumínio; PST = percentagem de sódio trocável; COT = carbono orgânico total e MO = matéria orgânica.

Médias seguidas da mesma letra na vertical, dentro de cada local e atributo avaliado, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em Umburanas, observa-se diferença significativa entre os dois sistemas de uso nos atributos pH, percentagem de saturação por base; percentagem de saturação por alumínio e matéria orgânica. Não houve diferença estatística ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey, entre os dois sistemas de uso do solo nos atributos: fósforo (P), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC); percentagem de sódio trocável (PST) e carbono orgânico total (COT).

Verifica-se que em Cafarnaum, no sistema de uso policultivo, quando comparado ao sistema convencional, houve maior teor de carbono orgânico com incremento de 46% e matéria orgânica com 45,08%. Na localidade de Umburanas este resultado foi confirmado, ou seja, ocorreu aumento no teor de carbono orgânico de 61,65 % no sistema de uso policultivo comparado ao sistema de uso convencional e com relação à matéria orgânica, o aumento foi 61,3% no policultivo. Esse resultado provavelmente está relacionado ao maior aporte de material vegetal no sistema de uso policultivo, devido ao plantio adensado e as podas feitas anualmente com restos vegetais deixados sobre o solo. Souza & Alves (2003) observaram maiores teores de matéria orgânica nos sistemas de uso do solo no cerrado, cultivo mínimo e semeadura direta do que no sistema de preparo convencional, cultivo de seringueira e pastagem e atribuíram o resultado ao manejo inadequado nos três últimos sistemas e à maior deposição superficial de resíduos vegetais e animais nos três primeiros. Da mesma forma, Araújo et al. (2007) avaliando a matéria orgânica do solo em áreas de cerrado, pastagens (natural e plantada), florestamento de pinus e cultivo convencional de culturas anuais, observaram maiores valores nas pastagens e cerrado, valores intermediários para o florestamento de pinus e menores para o cultivo convencional, creditando o resultado ao maior aporte de biomassa ao solo por parte das pastagens e do cerrado nativo.

A CTC em ambos locais e entre os tratamentos tiveram valores muito próximos. Em Cafarnaum, os valores de CTC se devem possivelmente ao fato do solo ser de textura argilosa e em Umburanas apesar de textura franco-argilo-arenosa, apresentou maior teor de matéria orgânica compensando a desvantagem

da textura do solo em relação a esse atributo. Corrêa (2009) atribuiu os baixos valores de CTC nos solos estudados por ele, ao baixo teor de matéria orgânica e à textura arenosa.

Os baixos teores de fósforo nos solos da região semiárida nordestina, coloca este nutriente na condição limitante na prática da agricultura (SAMPAIO et al., 1995). O teor de fósforo quantificado neste estudo confirma as observações desses autores, que de acordo com a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1999), os valores encontrados são classificados como muito baixo.

Quanto aos demais atributos estudados (pH, SB, V e m), nos dois locais, não houve efeito benéfico do sistema de uso policultivo em relação ao sistema convencional. Possivelmente, estes resultados estejam relacionados ao fato de que, no sistema de uso convencional, que recebe aração e gradagem a cada três anos em Cafarnaum e a cada dois anos em Umburanas, incorporando restos vegetais (milho, feijão, mandioca, mamoneira e plantas invasoras) ao solo e no policultivo, embora não haja incorporação dos restos vegetais com o revolvimento do solo, mantém o teor de matéria orgânica superior, devido ao acúmulo de restos vegetais deixados sobre o solo, quando são feitas as podas das espécies cultivadas. Segundo Fallheiro et al. (2003), o maior revolvimento do solo e a incorporação de restos de cultura promovem modificações nos teores de matéria orgânica, capacidade de troca catiônica e pH.

No que se refere ao pH, em Cafarnaum, embora havendo diferença significativa entre os sistemas de uso do solo, o potencial hidrogeniônico é considerado moderadamente ácido, conforme EMBRAPA, (1999). Já em Umburanas, o policultivo ainda se enquadra no grau de acidez classificado como fortemente ácido, e o convencional moderadamente ácido. Resultados semelhantes também foram alcançados por Almeida (2005) e Corrêa (2009), quando estudaram sistemas agrícolas comparando-os à vegetação natural e campo nativo, respectivamente.

A baixa saturação por alumínio (m%) nos sistemas de uso policultivo e cultivo convencional possivelmente está relacionado ao manejo dispensado aos mesmos,

contribuindo para aumentar o pH de ambos, no primeiro está próximo de 5,5 e no segundo acima desse valor, o que foi observado no solo dos dois locais estudados. O alumínio em concentrações elevadas é fator limitante para desenvolvimento das culturas. Corrêa (2009) estudando atributos químicos do solo sob diferentes usos no semiárido pernambucano, não realizou análise para quantificar o Al trocável, por considerar que em solos de clima semiárido, este cátion não é expressivo, o que ficou evidenciado neste trabalho.

Por tratar-se de solos de região semiárida é importante verificar a tendência dos mesmos em relação à sodicidade. No Quadro 5, ficou evidente que o solo de Cafarnaum tem baixo teor de sódio e conseqüentemente valor de porcentagem de sódio trocável (PST) (0,48 e 0,38%) para policultivo e convencional, respectivamente, valores muito distante dos 15% preconizado por (Richards, 1954), citado por Corrêa (2009), como valor limite para considerar solos sódicos. Entretanto, em Umburanas, o valor da PST superou o valor limite para a sodicidade (29,62 e 34,79%), para policultivo e convencional, respectivamente. Esses resultados possivelmente estejam correlacionados com a profundidade efetiva do solo, pois em Cafarnaum são solos profundos e em Umburanas solos mais rasos, o que pode dificultar a drenagem do solo, a lixiviação dos sais e estabelece aproximação do lençol freático com a superfície, aumentando a ascensão capilar de sais (Corrêa, 2009).

#### 4. CONCLUSÕES

Nos dois locais estudados e na profundidade avaliada (0-15cm), os valores de resistência à penetração não indicam impedimento físico para o crescimento radicular nos sistemas de uso policultivo e cultivo convencional de mamoneira;

No local e profundidade avaliada (0 – 0,15 m), nos municípios de Cafarnaum e Umburanas, há uma maior facilidade de movimentação de água no solo, no sistema de uso policultivo, em relação ao sistema cultivo convencional de mamoneira;

O sistema de uso do solo com o policultivo foi eficiente no aumento do teor de matéria orgânica em ambos locais estudados, indicando melhoria na qualidade química do solo, no entanto, não contribuiu para aumentar o teor de fósforo no solo.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. A; et al. Propriedades químicas de um Cambissolo Húmico sob preparo convencional e semeadura direta após seis anos de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 3, p. 437-445, 2005.

ALVARENGA, R. C; et. al. Crescimento de raízes de leguminosas em camadas de solo compactadas artificialmente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, n. 3, p. 319-326, 1996.

ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J.; LACERDA, M. P. C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 5, p. 1099-1108, 2007.

ARCO-VERDE, M. F; SILVA, I. C; MOURÃO JÚNIOR, M. Aporte de nutrientes e produtividade de espécies arbóreas e de cultivos agrícolas em sistemas agroflorestais na Amazônia. **Floresta**, v. 39, n. 1, p. 11-12, 2009.

ARSHAD, M.A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J., eds. Methods for assessing soil quality. Madison, **Soil Science Society of America**, 1996. p. 123-141. (SSSA Special Publication, 49).

ASSIS, R. L. de; LANÇAS, K. P. Avaliação dos atributos físicos de um Nitossolo Vermelho distroférico sob sistema plantio direto, preparo convencional e mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 4, p. 515-522, 2005.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia - **Mapa Exploratório de Solo**. Levantamento de Recursos Naturais. Folhas SC. 24/25. 1983. v. 30.

BEUTLER, A. N.; et al. Resistência à penetração e permeabilidade de Latossolo Vermelho distrófico típico sob sistemas de manejo na região dos cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 1, p. 168-177, 2001.

BRADY, N.C. & WEIL, R.R. **The nature and properties of soils**. 13.ed. New Jersey, Pearson Education, 2002. 960p.



CARNEIRO, M. A. C; et al. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 1, p. 147-157, 2009.

CARNEIRO NETO, J. A. et al. Índice de sustentabilidade agroambiental para o perímetro irrigado Ayres de Souza. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 4, p. 1272-1279, 2008.

CORRÊA, R. M; et al. Atributos físicos de solos sob diferentes usos com irrigação no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 4, p. 358-365, 2009.

CORRÊA, R. M; et al. Atributos químicos de solos sob diferentes usos em perímetro irrigado no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 2, p. 305-314, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1999. 212p.

FERREIRA, D. F. **Programa Sisvar** – versão 5.0. Lavras: UFLA. 2007.

FALLEIRO, R. M.; et al. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 6, p. 1097-1104, 2003.

FRAGA, V.S. & SALCEDO, I.H. Declines of organic nutrient pools in tropical semi-arid soils under subsistence farming. **Soil Science Society of America Journal**, v. 68, n. 2, p. 215-224, 2004.

- KIEHL, E. J. **Manual de edafologia: relações solo-planta**. São Paulo: CERES, 1979. 262p.
- LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. 2. ed. Piracicaba, Edição do Autor, 2000. 509p.
- MAIA, S. M. F. et al. Frações de nitrogênio em Luvisolo sob sistemas agroflorestais e convencional no semi-árido cearense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 381-392, 2008.
- MARCHIORI JÚNIOR, M.; MELO, W.J. Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 6, p.1177-1182, 2000.
- MELO FILHO, J. F. de; SOUZA, A. L. V. O manejo e a conservação do solo no semi-árido baiano: desafios para a sustentabilidade. **Bahia Agrícola**, v. 7, n. 3, p. 50-60, 2006.
- OLIVEIRA, C. V; et al. Química e mineralogia de solos derivados de rochas do grupo Bambuí no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 2, p. 583-593, 1998.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas, Instituto Agrônômico,1983. 31p. (Boletim técnico, 81)
- REICHERT, J. M; REINERT, D. J; BRAIDA, J. A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. Agricultura sustentável. **Ciência e Ambiente**, v. 27, n. 2, 2003. 168 p.
- RIBEIRO, A. C. et al. Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais – CFSEMG – **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes de Minas Gerais** – 5ª aprox. Viçosa, 359 p. 1999.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H.; SILVA, F. B. R. **Fertilidade de solos do semiárido do Nordeste**. In: PEREIRA, J. R. & FARIA, C. M. B., eds. Fertilizantes: Insumos básicos para a agricultura e combate à fome. Petrolina, EMBRAPA, 1995. p. 51-71.

SANTANA, J. A. da S. **Estrutura fitossociológica, produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes em uma área de caatinga no seridó do Rio Grande Do Norte**. 2005. 206 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba.

SECCO, D; et al. Atributos físicos e produtividade de culturas em um Latossolo Vermelho argiloso sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 3 p. 407-414, 2005.

SOUTO, P. C.; et al. Características químicas da serapilheira depositada em área de caatinga. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 264-272, 2009.

SOUZA, Z. M.; ALVES, M.C. Propriedades físicas e teor de matéria orgânica em um Latossolo Vermelho de cerrado sob diferentes usos e manejos. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 25, n. 1, p. 27-34, 2003.

SOUZA, Z. M.; ALVES, M.C. Movimento de água e resistência à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico de Cerrado, sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 18-23, 2003.

TIESSEN, H.; SALCEDO, I.H. & SAMPAIO, E.V.S.B. Nutrient and soil organic matter dynamics under shifting cultivation in semi-arid Northeastern Brazil. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v. 38, n. 1, p. 139-151, 1992.

TORMENA, C. A.; et al. Influências de diferentes sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 65-71, 2004.

VIEIRA, M. L. **Propriedades físico-hídrico-mecânicas do solo e rendimento de milho submetido a diferentes sistemas de manejo**. 2006. 104 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A agricultura é uma atividade com elevado grau de impacto ambiental, devido à remoção da vegetação nativa, queimadas, exposição do solo às forças erosivas da chuva e uso de insumos químicos, situação essa que potencializa-se nas condições de semiaridez. Nesse sentido, a policultura é uma ferramenta a ser utilizada para mitigar os problemas supracitados, pois, aumenta o aporte de matéria orgânica no solo, diminui a exposição do solo à insolação devido ao sombreamento e acúmulo de serrapilheira, conseqüentemente diminuindo a evaporação, mantendo a umidade do solo por mais tempo, o que é de suma importância para a região semiárida. Dentro deste contexto, o Instituto de Permacultura da Bahia já vem implantando este sistema, em alguns municípios do semiárido baiano, mais especificamente Cafarnaum e Umburanas, no entanto, até o momento não existem dados científicos que comprovem os benefícios do policultivo nestes locais. Levando-se em consideração estes aspectos, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito deste sistema de uso em alguns atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Os resultados encontrados indicaram que o sistema de policultivo, em relação ao convencional, propicia uma melhoria nas condições biológicas do solo, mais especificamente quanto à sustentabilidade do fluxo de carbono, estímulo à atividade microbiana e aumento do carbono da biomassa microbiana. Com relação atributos químicos, o sistema de uso do solo com o policultivo foi eficiente no aumento do teor de matéria orgânica em ambos locais estudados indicando melhoria na qualidade química do solo, no entanto não contribuiu para aumentar o teor de fósforo. Quanto aos atributos físicos, os resultados não permitiram conclusões mais abrangentes. No geral, consideramos de grande importância os resultados gerados por este trabalho, primeiro, pelo pioneirismo e segundo, servirá para nortear pesquisas futuras. Assim, sugerimos que se estude o efeito do policultivo na região semiárida, em maior número de localidades, em duas épocas do ano e que a amostragem para análises seja feita em diferentes camadas do solo.