



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**ESTOQUE DE CARBONO E QUALIDADE DO SOLO EM
CAMBISSOLO DO SEMIÁRIDO BAIANO**

ADRIANA MARTINS DA SILVA BASTOS CONCEIÇÃO

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
OUTUBRO- 2010

ESTOQUE DE CARBONO E QUALIDADE DO SOLO EM CAMBISSOLO DO SEMIÁRIDO BAIANO

ADRIANA MARTINS DA SILVA BASTOS CONCEIÇÃO

Engenheira Agrônoma

Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, 2000

Dissertação submetida ao Colegiado de Curso do Programa de Pós-Graduação em Ciência Agrárias 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.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Antonio Gonzaga Santos

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA - 2010

Ficha Catalográfica

C744 Conceição, Adriana Martins da Silva Bastos
Estoque de carbono e qualidade do solo em cambissolo do Semiárido
baiano/ Adriana Martins da Silva Bastos._ Cruz das Almas - Ba, 2010.
59f.; il.

Orientador: Jorge Antônio Gonzaga Santos
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.
Área de Concentração: Agronomia.

I. Solos - manejo. 2. Solo - qualidade I. Universidade Federal do
Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.
II. Título.

CDD: 631.4

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. PhD. Jorge Antonio Gonzaga dos Santos
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB
(Orientador)

Prof. Dr Luciano da Silva Souza
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB

Prof^a. Dr^a Emanuele Mercês Barros Soares
Universidade Federal de Viçosa - UFV

Dissertação homologada pelo colegiado de curso de Mestrado em Ciências Agrárias

Conferindo o grau de Mestre em Ciências Agrárias em

***Um homem não pode fazer o certo numa
área da vida, enquanto está ocupado em
fazer o errado em outra. A vida é um todo
indivisível.***

Mahatma Gandhi

A minha avó **Antônia** (in memória),
que me fez aprender as primeiras letras, passo inicial para chegar até aqui,
e por suas lições de vida, a minha mãe **Ezelvi**, por tudo que ela abdicou na vida
para que suas filhas estudassem e a meu esposo **Romoaldo**, pelo
companheirismo de todas as horas pelo apoio e incentivo sempre.

DEDICO

Ao meu filho que, mesmo quando ainda por nascer, se tornou a maior fonte
de inspiração fazendo com que eu superasse os obstáculos encontrados no
caminho até aqui.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Deus por tudo: pelos momentos bons que me deram alegria e serenidade para prosseguir e pelos difíceis que me fizeram refletir e amadurecer voltando atrás quando preciso, ambos me fizeram ser um ser humano melhor .

À minha família, mãe Ezelvi, irmã Andréia e sobrinha Lavinia, por sempre acreditarem em minha vitória de forma incondicional.

Ao meu esposo Romoaldo, companheiro, amigo e cúmplice em todos os momentos, por ter tirado, sempre que possível, as pedras do caminho tornando a caminhada menos árdua e principalmente pelo seu amor.

À toda a minha família genética, pelo incentivo, carinho e torcida, especialmente à minha tia Isis e meu avô Olíndio, e também à minha segunda família, a de matrimônio, constante presença que proporciona momentos de alegria.

Ao prof. Dr. Jorge Antonio Gonzaga dos Santos, pela orientação e ensinamentos, mas também pela parceria de trabalho pelo saber ouvir e aconselhar e com isso ter se tornado um grande amigo.

Ao Professor Dr Luciano da Silva Souza, pela paciência em ouvir, pela sabedoria em acalmar e pela dedicação e ensinamentos tão preciosos.

Aos professores do curso de Pós-graduação do Projeto Minter por terem aceitado o desafio, em especial ao professor Washington Luiz Cotrim Duete pela amizade antes construída e aqui consolidada.

Ao prof. Ivo Ribeiro da Silva, coordenador do Laboratório de Isótopos Estáveis da UFV, pelas contribuições científicas que em muito enriqueceram este trabalho e pela liberação para o estágio naquele laboratório.

Ao programa PROCAD Programa Nacional de Cooperação Acadêmica, (PROCAD) CAPES que financiou a viagem para realização do estágio no Laboratorio de Isótopos Estáveis da UFV.

Ao Biólogo, laboratorista do Laboratório de Microbiologia do Solo da EMBRAPA-CNPMP, Luciano Braga pelo apoio na amostragem e nas análises biológicas.

Ao Campus de Santa Inês do IF Baiano, através de sua direção, pela liberação para participar do projeto MINTER e pela cessão do veículo para realização da amostragem.

À direção do Campus Catu do IF Baiano, antiga Escola Agrotécnica Federal de Catu, por ter permitido a participação no projeto MINTER, oportunizando não só a mim como a outros colegas de diferentes campus a capacitação necessária para uma melhor atuação profissional.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia em especial ao programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela oportunidade concedida e pelo apoio financeiro.

Às funcionárias da Secretaria de Pós-Graduação, Amália, Renata e Reijane por sua torcida e colaboração.

Ao colega Eliezer, motorista do Campus Santa Inês do IF Baiano, que mesmo lhe custando estar ausente de sua família por mais um fim de semana, se dispôs a conduzir o veículo até o local da amostragem.

Aos colegas do programa MINTER, em especial aos companheiros Genésio, Marcão e Nelson, que estiveram lado a lado comigo em momentos cruciais dessa jornada e foram o apoio necessário para alcançar a linha de chegada, vocês são os caras.

Aos colegas de mestrado Marcela, Erivaldo, Cácio, Joctan, Ana Paula e “Zé” Renato, pelos momentos de discussão científica muito enriquecedores, de descontração e de desabafo nas dificuldades encontradas e também a Danívio pela colaboração nas coletas. Em especial ao companheiro José Augusto que caminhou lado a lado nesta jornada sem limite de dia ou de horário por ter compartilhado seu saber científico de forma tão solidária.

Aos graduandos em agronomia da UFRB, Adriana, Alide, Fábio e Half pelos momentos de descontração no laboratório que tornaram a jornada mais leve.

À doutoranda e amiga Maria Iraildes por segurar na minha mão e ajudar a dar os últimos passos em direção a esta vitória.

Ao Dr. Arlicélio pelas colaborações científicas e a boa vontade em cooperar com o desenvolvimento dos trabalhos.

Aos ex-alunos, atuais amigos e futuros colegas agrônomos Sara Ramos, Devison Peixoto e Edmar da Silva, por sua ajuda fundamental na realização das análises laboratoriais, sem limite de horário ou dia da semana sem vocês eu não chegaria à reta final. Aqui incluo “Belal”.

Aos colegas da antiga Escola Agrotécnica Federal de Santa Inês que estimularam, incentivaram e apoiaram a minha decisão de iniciar o curso de mestrado.

Às minhas amigas-irmãs Miralva, Marly, Dora, Jacyra e Genilda fiéis necessárias e insubstituíveis, por estarem presentes, mesmo quando longe, em todos os momentos de minha vida apoiando, alertando e aconselhando vocês são meu porto seguro.

A minha sogra Benedita por sempre atender meus pedidos de socorro para os almoços de domingo nos laboratórios da UFRB.

Aos estudantes de graduação e Pós-graduação do laboratório de Isótopos Estáveis da Universidade Federal de Viçosa, que me ajudaram durante o período de estágio em especial ao Dr. Fabrício, sempre disponível para tirar dúvidas e dar conselhos na realização das análises compartilhando sua grande experiência com muito boa vontade e a Dr^a. Emanuele Mercedes Soares, por ter me adotado como orientada e estado lado a lado compartilhando seus conhecimentos que em muito contribuíram para o cumprimento das metas, pela companhia em dias de ausência e pela amizade que certamente levarei pela vida.

À mestranda do curso de Ciências do Solo da UFV, Aline, por ter se tronado uma guardiã durante minha estada em Viçosa-MG e uma amiga para toda a vida.

Ao agrônomo e laboratorista do laboratório de Isótopos Estáveis da UFV, João Milagres pela simpatia cooperação e atenção.

À Sr^a. Sônia e seu filho Matheus por terem me recebido tão agradavelmente em sua casa, pelos cuidados e atenção vocês serão pessoas que levarei no coração sempre.

Ao Sr Arai e demais colaboradores, do distrito de Tanquinho, que em muito contribuíram com a realização das coletas.

E mais uma vez a DUES por ter posto todos estes anjos no meu caminho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
SUMMARY	
INTRODUÇÃO.....	1
Capítulo 1	
ESTOQUE DE CARBONO E NITROGÊNIO EM DIFERENTES SISTEMAS DE USO E MANEJO DE CAMBISSOLO DO SEMI-ÁRIDO BAIANO.....	9
Capítulo 2	
QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMAS DE MANEJO AVALIADA PELA DINÂMICA DE CARBONO E ATRIBUTOS CORRELATOS DE UM CAMBISSOLO DO SEMI-ÁRIDO BAIANO.....	29
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58

ESTOQUE DE CARBONO E QUALIDADE DO SOLO EM CAMBISSOLO DO SEMIÁRIDO BAIANO

Autora: Adriana Martins da Silva Bastos Conceição

Orientador: Jorge Antonio Gonzaga Santos

RESUMO: No Semi-árido baiano a adoção de práticas inadequadas do uso e manejo do solo tem contribuído para a degradação do solo e perda da qualidade do solo. O presente estudo avaliou a mudança do uso de um Cambissolo sob Caatinga para agroecossistemas. O estudo foi desenvolvido no município de Lapão, região Centro Norte do Estado da Bahia. O experimento foi estabelecido em blocos ao acaso em esquema fatorial 2 X 2 X 4 sendo duas culturas milho e mamona, cultivadas em regime de sequeiro e irrigação e amostradas em 4 profundidades 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm, e três repetições. Dois tratamentos adicionais, caatinga, tomada como tratamento referência (controle) e milho cultivado em pivô central (grande grau de distúrbio). Atributos químicos e microbiológicos do solo foram avaliados. Baseado nas informações obtidas determinou-se o Índice de Compartimento de Carbono (ICC), o Índice de Manejo de Carbono (IMC), o Índice de deterioração do solo (IDS) e o Índice de qualidade do solo. Os resultados obtidos indicam que os diferentes sistemas de cultivo do solo tiveram um grande impacto no teor de carbono orgânico do solo (COS), sendo que a agricultura em sequeiro foi a que mais afetou os teores de COS. os tratamentos promoveram redução do Índice de Manejo de Carbono na camada de 0-0,10 m indicando uma redução nos estoques de Carbono em relação ao ambiente natural Caatinga Todos os solos sob cultivo agrícola apresentaram IDS negativo em relação ao solo de referência (caatinga), mostrando a ação negativa do manejo intensivo sobre a qualidade do solo. O sistema milho de sequeiro foi o que apresentou menores valores de deterioração para as profundidades 0-0,10, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m, sendo -47,13 %, -50,41 % e -49,01%, respectivamente, indicando que este sistema foi o que mais reduziu o IDS nas profundidades estudadas.

Palavras-chave: solo, índice de qualidade do solo, carbono, uso e manejo

STOC CARBON SOIL AND QUALITY OF SOIL OF A CAMBISOIL OF SAVANNA IN BAHIA

Autora: Adriana Martins da Silva bastos Conceição

Orientador: Jorge Antonio Gonzaga santos

SUMMARY: The soil adequate use and management are fundamentals for maintenance of fragile ecosystems sustainability, as savanna in the semi-arid region of Bahia state . An early stage identification of soil degradation and the land use according to support capacity associated with management practices that no affect the ecosystem are key-factors for achieving soil sustainability. The study was developed close of Lapão city, localized in northeast region of the Brazil. This study quantified cultivation effects on the soil use with castor bean and maize in a rainfed and irrigated system on the total stock of C, N find based on total organic carbon (TOC) and total nitrogen (TN); labile carbon, microbial biomass carbon (MBC), basal respiration and microbial activity in a Cambissoil. The Carbon Compartment Index (CCI) was calculated through of COT's change in the agroecosystems and in savanna according to the equation: $CCI = \frac{COT-agro\ ecosystem}{COT-savanna}$. The Carbon Management Index (CMI), and the Soil Deterioration Index (SDI) were also evaluated. Soils agroecosystems had negative IDS comparated to reference system (savanna), showing degrading action of the intensive handling in the soil quality. The index of handling of carbon (IMC) increased on depth in all studied treatments. The rainfed maize presented the highest deterioration values on depths 0-0.10, 0.20-0.40, 0.40-0.60 m, being 47.13, 50.41, 49.01% respectively, while the system under center pivot presented lowest SDI.

Key-words: soil, soil quality index, carbon, soil use and management

INTRODUÇÃO GERAL

A Terra é um organismo em pleno funcionamento; seus componentes bióticos e abióticos interagem constantemente. Dessa forma, cada elemento é extremamente necessário, por fazer parte de uma cadeia complexa de troca de energia e matéria, que permite a manutenção da vida. As variações climáticas e geográficas possibilitam a estratificação desse sistema em vários ambientes, cada um com características específicas que formam os diversos biomas da Terra. Dentre estes, a Caatinga brasileira, com área total de 844.453 km², que corresponde a 9,92% do território nacional (IBGE, 2010), possui grande diversidade biológica e ocorre exclusivamente no Brasil, o que a torna ainda mais importante; apesar disso, é proporcionalmente a menos estudada e, também, a menos protegida, apenas 2% do seu território (Leal et al., 2003).

O ambiente de Caatinga caracteriza-se por seu clima semiárido, com valores de evapotranspiração superiores em até três vezes a precipitação anual, com temperaturas anuais oscilando de 25 a 29°C; os solos são rasos a pouco profundos, desenvolvidos em sua maior parte a partir de rochas do embasamento cristalino. A Caatinga é dominada por tipos de vegetação com características xerofíticas – formações vegetais secas, que compõem uma paisagem cálida e espinhosa, com estratos compostos por gramíneas, arbustos e árvores de porte baixo ou médio (3 a 7 metros de altura), caducifólias, com grande quantidade de plantas espinhosas (exemplo: leguminosas), entremeadas de outras espécies como as cactáceas e as bromeliáceas. Essa estratificação e as características adaptativas permitem que a vegetação imprima proteção ao solo no período das águas, reduzindo os riscos de erosão.

A exploração desordenada sobre a Caatinga, onde aproximadamente 80% dos ecossistemas originais já foram antropizados (IBAMA, 2010), tem levado à extinção de espécies de fauna e flora endêmicas, e ao desgaste de outros recursos naturais, a exemplo o solo. Este último é de grande importância ímpar,

por ser um sistema aberto que realiza trocas de energia e matéria com a litosfera, atmosfera e hidrosfera, além de ser meio para suprir as necessidades antrópicas em alimentos, energia e fibras. Porém, o manejo adotado muitas vezes está em desacordo com a capacidade do solo em retornar ao estado de equilíbrio ou manter o potencial produtivo, levando à abertura de novas áreas para o cultivo.

Garantir a biodiversidade desse ecossistema não é o único fator positivo da conservação da Caatinga uma vez que as mudanças no uso da terra podem acelerar a decomposição da matéria orgânica do solo (MOS), promovendo a liberação do CO₂ intensificando o efeito estufa. Nas últimas décadas tem-se observado alteração no clima global, o que tem sido atribuído às emissões de gases de efeito estufa (GEE): CO₂, N₂O, CH₄, CFC's, dentre outros.

Os GEE tiveram sua concentração aumentada na atmosfera desde o final do século XVIII para os dias atuais, de 280 ppm para 360 ppm (CO₂), de 0,7 ppm para 1,7 ppm (CH₄), e de 280 ppb para 360 ppb (N₂O) (UNIVERSITY OF OREGON, 2010). Reduzir a liberação dos GEE para a atmosfera é uma das principais questões discutidas pela ONU - Organização das Nações Unidas nas últimas décadas.

No passado, as liberações de GEE para a atmosfera eram geradas principalmente pelas atividades agrícolas; mas, a partir do século XVIII, passou a ter maior incremento devido à queima dos combustíveis fósseis e transportes que, segundo Schindler (1999), concorrem com uma emissão de 6,5 Pg ano⁻¹, agravando ainda mais o problema e levando à busca por práticas que reduzam essas emissões em todos os setores. Globalmente, a queima de combustíveis fósseis e a produção de cimento são responsáveis por 66% da emissão de GEE, a agricultura por 20% e a mudança do uso da terra por 14% (Mello, 2007).

De modo geral, a agricultura concorre com 21-25 % do total das emissões de CO₂; 55-60% de CH₄ e 65-80% do N₂O (Houghton et al., 2001); entretanto, ela pode concorrer para a redução das emissões. O solo representa o importante compartimento terrestre de C, em torno de 1500 Pg C até a profundidade de 1 m, enquanto o compartimento atmosférico de C é de 750 Pg, e na vegetação 650 Pg (Roma, 2001). Por tanto, torna-se necessário manejar o solo de modo que o balanço de carbono entre atmosfera e solo seja positivo, seqüestro, e não negativo, emissão. A necessidade de avaliar o manejo agrícola tem demandado da comunidade científica a identificação de atributos que possam avaliar a

capacidade do solo em desempenhar diversas funções ambientais e sócio-produtivas, em médio e longo prazo. Dentre esses atributos do solo, a MOS e componentes microbiológicos têm se revelado bastantes sensíveis a mudanças de uso e manejo agrícola.

A manutenção da MOS está relacionada a diversos aspectos que determinam o fluxo de entrada e saída da MOS: características bioquímicas e quantidade dos restos vegetais que são incorporados ao solo; fatores climáticos, temperatura e umidade; bem como das propriedades do solo, textura, mineralogia e acidez. A humificação da MOS consiste em transformações ocorridas desde a incorporação do material orgânico fresco até a formação de frações mais estáveis, por meio de dois processos: degradação ou mineralização e humificação. Este último ocorre por diferentes rotas; no entanto, os autores ressaltam que a ocorrência de uma rota não exclui a outra, dependendo principalmente do tipo de substrato e condições ambientais (Silva e Mendonça, 2007; Stevenson, 1994).

Sob vegetação natural, o teor de MOS encontra-se estável. Quando a vegetação nativa é substituída por sistemas agrícolas, os estoques de carbono orgânico (CO) podem ser drasticamente reduzidos, com perdas da ordem de 50 % nos primeiros 20 cm de profundidade do solo e de até 20 % na profundidade de um metro (Estados Unidos, 1999). A substituição da cobertura vegetal e práticas de preparo do solo influenciam o estoque de C por alterar a taxa de adição e de decomposição da MOS (Post & Kwon, 2000).

Em regiões de clima tropical e subtropical úmido, o rápido declínio na MOS ocorre principalmente em sistemas de manejo convencional, que envolvem intensa perturbação do solo (Tiessen et al., 1992; Parfitt et al., 1997), e sistemas de culturas com baixa adição de resíduos vegetais. Segundo Zinn et al. (2005), as maiores taxas de decomposição da MOS observadas em áreas sob cultivo ocorrem devido às perturbações físicas do solo, que implicam rompimento dos macroagregados (reduz a proteção física da MOS), expondo a MO protegida aos processos microbianos, contribuindo, dessa forma, para aumentar as taxas de emissão de CO₂ para a atmosfera. Nessa situação, é estabelecido um processo de degradação das condições químicas, físicas e biológicas do solo, além da perda da produtividade das culturas (Bayer & Mielniczuk, 2008). Perdas de aproximadamente 50 % dos estoques de carbono orgânico total (COT) em

apenas 10 a 15 anos de cultivo com preparo convencional foram observadas por Bayer & Mielniczuk (1999) em solos do Sul do Brasil. O tipo de manejo empregado tem sido condição decisiva na alteração dos estoques de COT no solo. Quando se altera a vegetação natural de uma área para adoção de um sistema agrícola, o aporte orgânico é prontamente modificado em qualidade e quantidade (Silva e Mendonça, 2007).

O C está presente na matéria orgânica viva, que corresponde a menos de 4% do carbono orgânico total do solo, e na matéria orgânica morta, que corresponde à maior parte do C do solo (cerca de 98%) (Theng, 1997 citado por Belizário, 2008). O carbono da matéria orgânica viva (CMOV) subdivide-se no carbono presente nos microrganismos (60-80% do CMOV), consistido principalmente de fungos e bactérias, nos macrorganismos (15-30% do CMOV), consistido, por exemplo, por minhocas, ácaros e térmitas terrestres, e, nas raízes (5-10% do CMOV). Quanto ao carbono da matéria orgânica morta (CMOM), o carbono se subdivide na matéria macrorrgânica, ou seja, resíduos vegetais recém-adicionados ao solo, e no húmus (80-90% do CMOM), que consiste de substâncias não-húmicas (30% do carbono do húmus) representadas pelos ácidos orgânicos de baixo peso molecular (ex. ácido cítrico, ácido ftálico, ácido malônico) e substâncias húmicas (70% do carbono do húmus) representadas pelos ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e huminas. Quanto ao carbono inorgânico, representado pelos carbonatos no solo, devido à grande maioria dos solos brasileiros apresentarem reação ácida ($\text{pH}_{\text{água}} < 6,0$), sua participação é insignificante, estando presente em ambientes restritos como os solos da região semiárida do Brasil. Apesar de o CMOV estar presente em proporção bem menor que o CMOM, a importância se iguala, pois os micro e macrorganismos, pelas suas atividades no solo, se constituem num dos principais fatores responsáveis pelas transformações do CMOM, resultando em acúmulo ou perdas (na forma de CO_2) de carbono orgânico do solo (Machado, 2005).

Os microrganismos do solo têm um papel importante no funcionamento e na sustentabilidade do agrossistema, por atuarem na gênese e morfologia dos solos, na troca de nutrientes solo-planta e, principalmente, na ciclagem de compostos orgânicos. Os microrganismos promovem a decomposição de resíduos, a mineralização e a absorção de determinados nutrientes pelas plantas, melhorando sua nutrição, resistência a doenças e a estresses abióticos (Colozzi

Filho et al., 1999). As populações microbianas do solo sofrem acentuada influência do ambiente, podendo os microrganismos ou seus processos serem inibidos em até 100% por diversos fatores estressantes. Devido à sensibilidade às variações bióticas e abióticas, atributos biológicos tais como atividade enzimática, taxa de respiração, quociente metabólico e diversidade e biomassa microbiana tem sido utilizados como indicadores de qualidade do solo.

Indicadores de qualidade do solo são características mensuráveis (quantitativas ou qualitativas) do solo ou da planta acerca de um processo ou atividade e que permitem caracterizar, avaliar e acompanhar as alterações ocorridas num dado ecossistema (Karlen et al., 1994). Os indicadores de qualidade/degradação do solo são classificados em físicos, químicos e biológicos (Doran & Parkin, 1996). Os indicadores químicos são normalmente agrupados em variáveis relacionadas com o teor de matéria orgânica do solo, a acidez do solo, o conteúdo de nutrientes, elementos fitotóxicos (Al^{3+} , por exemplo) e determinadas relações como a saturação por bases (V%) e por alumínio (m). A MOS é frequentemente referida como indicadora da qualidade do solo, em virtude de sua suscetibilidade de alteração em relação às práticas de manejo e por correlacionar-se com a maioria das propriedades do solo (Mielnickzuk, 1999). Apesar da pouca contribuição em termos de massa total em solos minerais (em torno de 5%), a fração orgânica pode exercer grande influência nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, bem como nos processos de funcionamento do ecossistema (Stevenson, 1994).

No semiárido baiano, a adoção de diferentes práticas de uso e manejo do solo em descordo com a capacidade edafoclimática tem promovido o desgaste do solo e a perda da qualidade dos mesmos. Nesse sentido, os indicadores mais sensíveis a estas alterações podem expressar as ações antropogênicas que corroboram para degradar ou preservar as características originais desse ambiente, auxiliando a propor alternativas de uso, manejo e recuperação dos ecossistemas degradados, de forma a reincorporá-las ao processo produtivo.

Neste contexto, este estudo teve como objetivo avaliar impactos na qualidade do solo decorrentes da conversão de ecossistemas de caatinga nativa em agroecossistemas. Para isso, foram determinadas características e calculados indicadores de qualidade do solo para que sejam direcionadas ações de manejo que possibilitem seu monitoramento ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.). **Matéria orgânica do solo: fundamentos e caracterização**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p.9-26.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo. Ecossistemas tropicias e subtropicais**. 2 ed. Porto Alegre-RS: Metrópole, 2008, p.9-26.

BELIZÁRIO, M. H. Mudança no estoque de carbono do solo devido ao uso agrícola da terra no sudoeste da Amazônia. Piracicaba, 2008. 93 p.: il. **Dissertação (Mestrado)** - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.

COLOZZI FILHO, A.; BALOTA, E. L.; ANDRADE, D. de S. Microrganismos e processos biológicos no sistema plantio direto. In: SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G.; FANQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E. & CARVALHO, J. G. eds. **Inter-Relação Fertilidade, Biologia do solo e Nutrição de Plantas**. Viçosa: SBCS, Lavras: UFLA/DCS, 1999, p. 487-508.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. (Eds.). **Methods for assessing soil quality**. Wisconsin, USA: Soil Science Society American, 1996. p. 25-37. (Special Publication, 49).

EIVAZI, F.; TABATABAI, M.A. Phosphatases in soil. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.9, p.167-172, 1977.

ESTADOS UNIDOS. Department of Energy. **Sequestration of carbon**: State of the science. Washington, 1999. Não Paginado.

HOUGHTON, Y.; DING, D. J.; GRIGGS, M.; NOGUER, P. J.; VAN DER LINDEN; J. T.; D. XIAOSU (Ed.). **Climate Change 2001**: The Scientific Basis. Cambridge : IPCC, 2001.881 p

IBAMA. **Ecossistemas brasileiros: caatinga**. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/caatinga.htm> acesso em: 04.03.2010

IBGE. **Cidades@**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em 16 ago 2010.

KARLEN, D.L.; WOLENHAUPT, N.C.; ERBACH, D.C.; BERRY, E.C.; BERRY, E.C.; SWAN, J.B.; EASH, N.S.; JORDAHL, J.L. Crop residue effects on soil quality following 10 years of no-till corn. **Soil Tillage Research**, v. 31, n. 1, p. 149-167, 1994.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. da. **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: UFPE, 2003. 804p.

MELLO, F. F. C. Estimativas dos estoques de carbono dos solos nos Estados de Rondônia e Mato Grosso anteriores à intervenção antrópica. 2007. 89 p. **Dissertação** (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

MIELNICZUCK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, 1999. Cap.1, p. 1- 6.

PARFITT, R.L.; THENG, J.S.; WHITTON, J.S. & SHEPHERD, T.G. Effects of clay minerals and land use on organic matter pools. **Geoderma**, 75:1-12, 1997.

POST, W.M. & KWON, K.C. Soil Carbon sequestration and land-use change: Processes and potential. **Global Change Biol.**, 6: 317-327, 2000.

SCHINDLER, D W. Carbon cycling: The mysterious missing sink **Nature** v. 398, p. 105-107, 1999.

SILVA, I. R.; SÁ MENDONÇA, E. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F. et al. Fertilidade do solo, Viçosa –MG. **Soc Bras de Ciencia do Solo**, 2007

STEVENSON, F.J. **Humus chemistry**: genesis, composition, reactions. New York: John Wiley, 1994. 496 p.

THENG, B. K. G. **Soil structure and Aggregate Stability**. RENGASMY, P. (Ed) In SEMIARIDY, 1987. Tatura Proceedings ... Tartura: Institute of Irrigation and Salinity Reserch, 1987

TIESSEN, H.; SALCEDO, I.H. & SAMPAIO, E.V.S.B. Nutrient and soil organic matter dynamics under shifting cultivation in semiarid northeastern Brazil. **Agric. Ecosyst. Environ.**, 38:139-151, 1992.

UNIVERSITY OF OREGON. **Greenhouse effect**. Disponível em: <http://zebu.uoregon.edu/1998/es202/l13.html> acesso em: 04.09.2010

ZINN, Y.L.; LAL, R. & RESCK, D.V.S. Changes in soil organic carbon stocks under agriculture in Brazil. **Soil Till. Res.**, 84:28-40, 2005.

CAPÍTULO 1

ESTOQUE DE CARBONO E NITROGÊNIO EM DIFERENTES SISTEMAS DE USO E MANEJO DE CAMBISSOLO DO SEMI-ÁRIDO BAIANO¹

¹Artigo a ser ajustado para submissão ao Comitê Editorial do periódico científico: Pesquisa Agropecuária Brasileira

ESTOQUE DE CARBONO E NITROGÊNIO EM DIFERENTES SISTEMAS DE USO E MANEJO DE CAMBISSOLO DO SEMI-ÁRIDO BAIANO

Autora: Adriana Martins da Silva Bastos Conceição

Orientador: Jorge Antonio Gonzaga Santos

RESUMO: O uso e manejo adequado do solo são fundamentais para manutenção da sustentabilidade de ecossistemas frágeis como da caatinga do semi-árido baiano. O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito de sistemas de produção sob irrigação e de sequeiro nos estoques totais no solo de C e N e dos compartimentos de C orgânico em Cambissolo do Município de Lapão-BA situado no semiárido baiano. Os tratamentos foram disposto em delineamento experimental em bloco ao acaso em esquema fatorial 2 X 2 X 4 sendo duas culturas milho e mamona, cultivadas em regime de sequeiro e irrigado (gotejamento) amostradas em quatro camadas 0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m com três repetições. Utilizou-se um tratamento adicional Caatinga como referência. O índice de manejo de carbono (IMC) aumentou com a profundidade nos tratamentos estudados. Na camada de 0-0,10 m, os valores IMC foram inferiores a 100 em todos os sistemas estudados, indicativos de impacto negativo das práticas de manejo sobre os teores da matéria orgânica e qualidade do solo. Em geral, houve poucas alterações nos estoques de NT do solo na camada de 0-0,10 m, e para o somatório dos estoques de NT nas diferentes profundidades do solo (0–60 cm) o sistema Milho Sequeiro foi o que apresentou maior aumento no estoque de NT.

.

Palavras-chave: solo, uso e manejo, estoque de carbono, nitrogênio total,

STOC CARBON AND NITROGEN AT DIFFERENT SYSTEMS OF USE AND MANAGEMENT OF CAMBISSOLO OF THE SEMI-ARID BAIANO

Author: Adriana Martins da Silva Bastos Conceição

Adviser: Jorge Antonio Gonzaga Santos

ABSTRACT: The soil adequate use and management are fundamentals for maintenance of fragile ecosystems sustainability, as savanna in the semi-arid region of Bahia state. The aim of this study was to evaluate the effect of production systems under irrigation and dryland in the organic C compartments and total stocks of soil C and N in a Cambissoil in the Lapão city located in the Brazil northeast. Treatments were arranged in randomized complete block in a factorial 2 X 2 X 4, being two crops maize and castor bean, grown under rainfed and irrigated (drip) sampled in four layers from 0 to 0.10, 0.10 - 0.20, 0.20 to 0.40 and 0.40-0.60 m with three replications. It was used as an additional treatment Savanna reference. The carbon management index (BMI) increased with depth in the treatments. In the 0-0.10 m layer, the BMI values were below 100 in all systems studied, indicating the negative impact of management practices on the levels of organic matter and soil quality. In general, there was little change in ventories of NT soil layer 0-0.10 m, and for the sum of TN in the different soil depths (0-60 cm). System Dryland maize showed the highest increase in supply of NT.

Key-words: soil, stocks carbon, stocks nitrogen, soil use and management

INTRODUÇÃO

O Platô de Irecê-BA, região em que se insere o Município de Lapão, constitui-se em importante pólo de economia agrícola com cultivo de feijão, milho e mamona, preferencialmente. Morfologicamente, caracteriza-se por uma área de interflúvios de topos planos, constituindo um tabuleiro irregular, com altitudes variando entre 600 e 800 m onde ocorrem calcários e dolomitos pertencentes ao Grupo Bambuí, originando predominantemente solos do tipo Cambissolos, com argila de atividade alta e baixa, eutróficos, em relevo plano e suave ondulado, cuja vegetação característica é Estepe (Caatinga) Arbórea Aberta (BRASIL, 1983). Nessa região, a adoção de sistema de cultivo irrigado tem sido uma estratégia dos agricultores para mitigar os efeitos dos longos períodos de estiagem, utilizando para tanto água subterrânea. Essa ação resultou em impactos ambientais como a compactação dos solos, a ocorrência de erosão laminar e eólica e a redução do teor de matéria orgânica dos solos (MOS)(CAR, 2002).

A MOS é uma propriedade do ecossistema que regula diversas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo tais como a retenção de cátions, complexação de elementos tóxicos e de micronutrientes, estabilidade da estrutura, infiltração e retenção de água, aeração, e fonte de C e energia aos microorganismos heterotróficos,(Dick et al., 2009; Doran & Parkin, 1994; e Mielniczuk, 2008).constituindo-se, assim, num componente fundamental do potencial produtivo, principalmente de solos de ambientes tropical e subtropical (Bayer & Mielniczuk, 2008).

A MOS é uma complexa combinação de materiais, diferindo em origem, composição e dinâmica (Christensen, 2000; Carter, 2001). A MOS é uma substância dinâmica e heterogênea que varia no teor de C e N, estrutura molecular e taxa de decomposição (Oades, 1988). É composta de diversos pools com relação inversa entre o tamanho do pool e a taxa de degradação, os pools menores degradam mais rapidamente (Smith et al 1997). Devido a importância da MOS na qualidade química, física e biológica do solo , manter o nível de MOS em

nível satisfatório deve ser um componente importante em qualquer estratégia de manejo do solo.

Conceitualmente e para fins de modelagem da dinâmica da MOS têm-se particionado o teor de carbono do solo em diferentes pools (Jenkinson, 1990). Em modelos de dois pools, o pool menor é denominado lábil e se caracteriza pela facilidade com que é degradado pelos microorganismos devido a pequena recalcitrância química e não estar protegido fisicamente; o pool maior é denominado recalcitrante e se caracteriza por se degradar com taxa mais lenta devido ao alto peso molecular do composto e por estar fisicamente protegido (Krull et al. 2003). Logo as diferentes formas de MOS respondem e forma diferente ao manejo. Por exemplo, preparo do solo reduz a MOS lábil enquanto a eliminação do preparo do solo aumenta o teor de MOS lábil (Six et al. 2000).

A atividades agrícolas degradadoras do solo (ex. preparo do solo, remoção de resíduos agrícolas, algumas práticas culturais que deixam o solo descoberto) reduz o pool de carbono orgânico do solo, reduz o carbono da biomassa, quebra o ciclo elementar, reduz a resiliência do solo e aumenta a emissão de gases do efeito estufa para a atmosfera (Lal, 2009).

O carbono lábil (CL) é constituído de compostos orgânicos mais facilmente mineralizados em reações catalisadas por enzimas do solo, de origem microbiana, e, portanto, diretamente associado à liberação de CO₂ para a atmosfera (Rangel et al., 2008). Esse compartimento tem sido considerado uma alternativa interessante para avaliar ações antrópicas sobre os agroecossistemas, devido à sua alta sensibilidade às mudanças causadas pelo uso e manejo do solo (Rangel & Silva, 2007). O acúmulo de C nas frações lábeis da MOS apresenta grande dinamismo, sendo influenciado pela composição química do resíduo retornado ao solo, pela disponibilidade do substrato, por aspectos climáticos e, principalmente, pelo manejo adotado (Silva & Mendonça, 2007). Em sistemas de manejo sob plantio direto (PD) tem sido observado que o incremento de C no solo ocorre preferencialmente na matéria orgânica particulada, a qual é mais sensível ao manejo do que o carbono orgânico total (COT) (Bayer et al., 2004).

O objetivo desse estudo foi o de avaliar o efeito de longo tempo do uso de sistemas de produção sob irrigação e de sequeiro na sustentabilidade de um ecossistema sob ambiente de caatinga como avaliado pelo estoque e compartimentação de C e N total em Cambissolo do Município de Lapão-BA.

MATERIAL E MÉTODOS

Características do local

O estudo foi desenvolvido no Município de Lapão, região Centro Norte do Estado da Bahia. O município apresenta temperatura média anual de 21,3 °C e pluviosidade anual variando de 600 a 800 mm, concentrada em 3 a 4 meses seguidos de longo período de estiagem. A população do município é de 26.616 habitantes (IBGE, 2010).

. As áreas em estudo estão situadas nas proximidades do povoado de Tanquinho, entre as coordenadas UTM de 8.736.469/8.739.897 e 181.358/183.971, zona 24S. O solo da área é classificado como Cambissolo Háplico Ta eutrófico léptico. A amostragem ocorreu em setembro de 2009, na época de estiagem.

Uso e manejo da área

As áreas amostradas vêm sendo cultivadas com milho e mamona de forma contínua por mais de dois anos, de acordo com a seguinte sequência feijão – milho – mamona. A área controle está sob cobertura de caatinga, sem interferência antrópica, Quadro 1.

Amostragens e delineamento experimental

Para a amostragem foram selecionadas duas áreas sob cultivo de sequeiro, três sob cultivo irrigado e uma área controle, sem a interferência antrópica. Os tratamentos foram estabelecidos disposto em delineamento experimental em bloco ao acaso em esquema fatorial 2 X 2 X 4 sendo duas culturas, milho e mamona, cultivadas em regime de sequeiro e irrigado (gotejamento) amostrados em quatro camadas 0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m, com três repetições. Dois tratamentos adicionais, caatinga, tomada como tratamento referência (controle), e milho cultivado em pivô central (grande grau de distúrbio), foram também avaliados nas profundidades descritas. Em cada área experimental foram feitas 3 amostra composta, formada por 5 amostras simples.

Carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT)

O COT foi quantificado por oxidação da matéria orgânica via úmida, empregando solução de dicromato de potássio em meio ácido, com fonte externa de calor adaptado por Yeomans e Bremner (1988); O NT foi obtido pelo método de Kjeldhal, após digestão sulfúrica adaptado por Bremner & Mulvaney (1982) e Tedesco et al (1995).

Carbono lábil (CL) e carbono não lábil (CNL)

O C lábil (CL) é considerado como o C oxidável por solução de KMnO_4 , conforme Blair et al. (1995) e Shang & Tiessen (1997). Para determinação do teor de C oxidado por KMnO_4 (CL), sub-amostras de 1 g de solo, triturado e passado em peneira de 0,210 mm, foram acondicionadas em tubo de centrífuga de 50 mL, juntamente com 25 mL de solução de KMnO_4 ($0,033 \text{ mol L}^{-1}$) (Shang & Tiessen, 1997). Os tubos de centrífuga enrolados em papel alumínio, para proteção da luz, foram colocados em agitador horizontal a 170 rpm por 1 h, e centrifugados a 2.500 rpm por 10 min.. Após centrifugação, pipetou-se 0,5 mL do sobrenadante em balões volumétricos de 25 mL, completando seu volume com água deionizada. As dosagens foram realizadas em espectrofotômetro em comprimento de onda de 565 nm. Enquanto o C não lábil (CNL) equivalente ao C não oxidado pelo KMnO_4 , foi determinado pela diferença (CNL = COT – CL).

Índice de manejo de carbono (IMC)

O Índice de Compartimento de Carbono (ICC) foi calculado como: $\text{ICC} = \text{COT}_{\text{cultivado}}/\text{COT}_{\text{referência}}$, ou seja a relação entre o COT do COT cultivado e COT do sistema referência, caatinga.. Com base nas mudanças na proporção de C_L (i.e. $L = C_L/C_{NL}$) no solo, um Índice de Labilidade (IL) foi determinado como: $\text{IL} = \text{CL}_{\text{cultivado}}/\text{CL}_{\text{referência}}$. Esses dois índices foram usados para calcular o Índice de Manejo de Carbono (IMC), obtido pela seguinte expressão: $\text{IMC} = \text{ICC} \times \text{IL} \times 100$ (Blair et al., 1995). Também a partir dos dados de C_L e COT obteve a relação CL/COT .

Estoque de carbono e nitrogênio

Nos diferentes sistemas em estudo o estoque de carbono orgânico (CO) e nitrogênio total (NT) foram calculado pela seguinte fórmula:

$$CO/NT \text{ (t ha}^{-1}\text{)} = CO/NT \text{ (g kg}^{-1}\text{)} \times Ds \times E/10,$$

onde: Ds é a densidade do solo em (Kg dm⁻³) ; E é a espessura da camada de solo (cm). Para verificar o acúmulo ou a perda de CO, foi calculada, de acordo com Rangel & Silva (2007), a variação do estoque de CO em relação ao sistema referência (MTN) (DEstC, t ha⁻¹ cm⁻¹), pela diferença entre os valores médios de estoque de CO neste sistema e em cada um dos demais, dividida pela espessura (cm) da camada de solo avaliada.

Análise estatística

Os dados dos estoques de CO e NT e das frações de C foram submetidos à análise de variância, para verificação, em cada profundidade, dos efeitos dos sistemas de uso e manejo do solo. As comparações das médias foram feitas pelo teste de Ducam a 5 %, utilizando-se o aplicativo computacional SAS (SAS INSTITUT CORPORATION, 1983).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A dinâmica do C do solo tem um papel importante na manutenção da qualidade do solo. A retenção de carbono em solos agrícolas é geralmente alcançado pelo uso de rotação de culturas e técnicas manejo que mobilize o mínimo ou não mobilize o solo. A redução de distúrbio do solo diminuirá a oxidação do C do solo pelos microorganismos, resultando no aumento da retenção do C (McConkey et al 2003). As amostras coletadas nos diferentes sistemas de manejo apresentaram uma grande variação de COT 4,1 (milho saquiado) a 68,3 g kg⁻¹ (caatinga). O uso de diferentes sistemas e manejo resultou na redução de COT de 58 a 82%, na camada de 0 a 0,10m, 50 a 86% na camada de 0,10 a 0,20m e 60 a 91% na camada de 0,40 a 0,60m com relação as amostras coletadas na caatinga, Quadro 2. Ou seja, independente do sistema de manejo avaliado, a mudança do uso do solo do sistema nativo, caatinga para agroecossistema resultou em substancial perda de COT, como avaliado pelo ICC, Quadro 2 também Maia (2006) ao avaliar o impacto de quatro SAFs e um

convencional sobre a qualidade do solo, comparativamente à condição natural (caatinga nativa), após cinco anos de uso observou perdas em torno de 40% em relação a caatinga em todos os agroecossistemas estudados. O sistema de preparo ou manejo do solo, Quadro 1, com o uso de grade aradora, queima, aração e gradagem, são fatores que determinam a oxidação mais rápida do carbono nativo pelos microorganismos e a redução da quantidade de resíduo retornado ao solo. A distribuição de carbono nas diferentes frações do solo é influenciada pelo cultivo do solo, fertilização, preparo do solo, rotação de culturas e práticas de manejo (McConkey et al. 2003; Wu et al., 2003). Dos agroecossistemas avaliados as menores perdas de COT, como avaliado pelo ICC, ocorreram no sistema de pivô central e as maiores no sistema milho sequeiro 315,28 e 178,08 t.ha⁻¹ respectivamente (Quadro 3). A manutenção do solo com a umidade relativamente constante durante todo ano e a quantidade de resíduo de culturas mantida no solo reduziram as perdas de COT do sistema milho pivô quando comparado com os demais, apesar da intensa mobilização do solo requerido nos sistemas que utilizam pivô central. Estas perdas podem comprometer toda estabilidade produtiva e ambiental uma vez que a região semi-árida no Nordeste brasileiro configura-se em um ambiente extremamente frágil, tanto do ponto de vista ambiental quanto socioeconômico (Breman e Kessler, 1997; Sánchez, 2001).

Quadro 1. Histórico de uso e manejo das áreas de Cambissolo amostradas em Lapão-BA.

Uso do Solo	Cultivo anterior			Desmatamento	Preparo do solo	Manejo de resíduos
	< 2002	2003/07	2008/09			
1-Vegetação Nativa	-----Caatinga-----			-	-	
2-Mamona Irrigada	cenoura-beterraba-tomate*	feijão	Milho	>20 anos	Grade aradora	Grade aradora
3-Mamona Sequeiro	feijão-milho-mamona	milho	Milho	>20 anos	Queima	
4-Milho Irrigado	cenoura-beterraba-tomate*	milho-mamona	Milho-feijão	>70 anos	-	Retirado
5-Milho Sequeiro	feijão-milho-mamona	cenoura-beterraba	Milho	>20 anos	Aração e gradagem	Animais pastejam
6-Milho Pivô	cenoura-beterraba-tomate*	milho	Milho	>20 anos	-	-

*Manejo com adubação, irrigação e uso de agrotóxicos

A redução do ICC foi influenciada pela cultura, manejo de água e profundidade. Por exemplo, a redução de COT para mamona não diferiu na profundidade de 0,10m, Quadro 2. Entretanto, nos sistemas irrigados a perda de COT foi semelhante a de sequeiro na camada de 0 a 0,10 m mais foi cerca de 70% menor na camada de 0,10 a 0,20 m. Já a redução de COT no milho irrigado foi 48,7 e 55,8% menor do que do milho de sequeiro e semelhante nas demais profundidades avaliadas. De acordo com o Quadro 2 a redução de COT do tratamento com pivô central foi pelo menos duas vezes menor do que o milho irrigado nas profundidades de 0 a 0,40 m, cerca de 67 t.ha⁻¹ (Quadro 3), e 3 vezes na profundidade de 0,40 a 0,60 m, cerca de 105 t.ha⁻¹ (Quadro3)..

A alteração da razão entre o carbono lábil (CL) e o carbono orgânico total (COT) , ou seja fração do carbono total que se encontra na forma mineralizável é uma das principais conseqüências do manejo dos agroecossistemas quando comparado com o sistema de caatinga, Quadro 2. O sistema Caatinga foi o que apresentou menor relação C_L/COT quando comparado aos demais sistemas de uso do solo. Entre os agroecossistemas estudados o de Milho Sequeiro foi o que apresentou maior relação C_L/COT nas camadas superficiais (0-0,10 e 0,10-0,20 m). O preparo do solo por aração e gradagem e os períodos de umidade seguidos de períodos secos aceleram o processo de degradação da matéria orgânica nativa (REFERENCIA). A qualidade do material aportado ao solo interfere na dinâmica da matéria orgânica. Sistemas de manejo que favorecem adições freqüentes de material orgânico ao solo, tendem a apresentar maior proporção de carbono na fração lábil em detrimento das frações mais resistentes à oxidação (Blair et al., 1995). Em geral os valores percentuais do C_L em relação ao COT foram baixos comparados a outros estudos em que estes valores variam 25% (Shang & Tiessen, 1997) a 50% (Blair et al., 1995). No presente estudo os valores variaram de 3,19 a 10,41% na camada de 0 a 0,10m e de 2,32 a 35,12% na camada de 0,10 a 0,20m.

. O IMC é um índice que integra a variação de COT de um agroecossistema quando comparado com o controle e a variação de carbono lábil do agroecossistema. Quanto mais próximo de 100 menos impactante é o sistema e manejo. Todos os agroecossistemas reduziram o IMC principalmente devido a redução do COT. Resultado semelhante foi observado por Leite et al. (2003) que também relataram redução do IMC na camada superficial do solo (0-0,10 m) para

os sistemas agrícolas, contribuindo para redução do estoque de C. Nas condições experimentais desse estudo Os maiores valores de IMC nas profundidades de 0 a 0,40m foram obtidos com uso do pivô central; a mamona irrigada na profundidade de 0,10m foi menos eficiente do que a mamona de sequeiro, com uma perda na ordem de 3,53 t. há⁻¹(Quadro 3), enquanto o milho irrigado foi mais eficiente do que o milho de sequeiro, com aumento de 8,58 t.ha⁻¹, (quadro 3).

Estoque de carbono orgânico e nitrogênio total do solo

O estoque de CO e NT nos diferentes tratamentos são apresentados no quadro 3. O estoque de CO no solo variou de 56,04 a 352,97 t ha⁻¹ (Quadro 3). Considerando a caatinga como referência, verifica-se uma redução de aproximadamente 80% nos estoques de C em todas as camadas nos solos submetidos ao cultivo de sequeiro e irrigado por gotejamento, com exceção do sistema sob pivô central, que apresentou uma perda variando de 39 a 57% nas diferentes camadas. Diversos trabalhos apontam que há uma redução no estoque de CO quando a vegetação nativa é substituída por agroecossistemas (Leite et al., 2003; Madeira et al., 1989; Fonseca et al., 1993)

Nas camadas superficiais, 0-0,10 e 0,10-0,20 m, que correspondem, camada arável, o estoque de C é responsável por cerca de 42% do carbono estocado no sistema caatinga até 0,60 m de profundidade, chegando a 52% em solos que estão submetidos a cultivos com espécies anuais. A presença de plantas com sistema radicular mais profundo no ambiente natural, característica e sobrevivência a longos períodos de estiagem, favorecem a um maior estoque de CO em profundidade. A supressão da vegetação nativa para introdução dos agroecossistemas deve ter promovido a redução do percentual de estoque de CO em profundidade.

Em geral, houve poucas alterações nos estoques de NT do solo (Quadro 4). Na camada de 0-0,10 m o estoque de NT foi maior em todos os agroecossistemas estudados quando comparado a referência (Caatinga), sendo que o sistema Milho Irrigado, nesta camada, apresentou 160 % de aumento no estoque de N. Era esperado o contrário, pois nesta camada o maior valor de estoque de CO foi observado no sistema Caatinga já que (Camargo et al., 1999) o maior armazenamento de CO implica em maior disponibilidade de NT, pois 95% do NT

do solo está presente na forma orgânica. A natureza do material orgânico da área de Caatinga pode explicar o menor valor de N encontrado nesta área.

Quadro 2. Proporção de carbono lábil no carbono orgânico total (CL/COT) e índice de manejo de carbono (IMC) nas camadas de 0-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m, em um Cambissolo Ta eutrófico léptico, de acordo com diferentes sistemas de uso e manejo e em vegetação de Caatinga.

TRAT	COT	Clabil	CNL	Índice ⁽¹⁾					
				CL/COT	ICC	L	IL	IMC	
		dag kg ⁻¹		%					
0-0,10 m									
Caatinga	6.83 A	0.22 A	6.61	3.19		0.03			
Mamona Irrigada	1.21 B	0.10 CB	1.12	7.99	0.18	0.09	0.45	7.93	
Mamona Sequeiro	1.39 C	0.12 B	1.28	8.56	0.20	0.09	0.55	11.21	
Milho Irrigado	1.43 C	0.08 CB	1.34	5.96	0.21	0.06	0.39	8.15	
Milho Sequeiro	0.70 C	0.07 C	0.62	10.41	0.10	0.12	0.33	3.39	
Milho Pivô	2.87 C	0.13 B	2.74	4.43	0.42	0.05	0.58	24.48	
0,10-0,20 m									
Caatinga	5.91 A	0.14 A	5.77	2.32		0.02			
Mamona Irrigada	1.19 C	0.10 A	1.09	8.75	0.20	0.10	0.76	15.29	
Mamona Sequeiro	0.82 C	0.12 A	0.71	14.44	0.14	0.17	0.87	12.11	
Milho Irrigado	1.38 C	0.15 A	1.23	11.01	0.23	0.12	1.11	25.83	
Milho Sequeiro	0.77 C	0.27 A	0.50	35.12	0.13	0.54	1.96	25.42	
Milho Pivô	2.96 C	0.13 A	2.83	4.29	0.50	0.04	0.93	46.36	
0,20-0,40 m									
Caatinga	4.54 A	0.07 BC	4.47	1.55		0.02			
Mamona Irrigada	0.80 B	0.07 BC	0.73	8.89	0.18	0.10	1.01	17.89	
Mamona Sequeiro	0.95 B	0.11 BA	0.84	11.73	0.21	0.13	1.59	33.31	
Milho Irrigado	0.96 B	0.13 A	0.83	13.52	0.21	0.16	1.85	39.09	
Milho Sequeiro	0.97 B	0.06 C	0.91	5.70	0.21	0.06	0.78	16.67	
Milho Pivô	2.08 B	0.06 C	2.03	2.84	0.46	0.03	0.84	38.71	
0,40-0,60 m									
Caatinga	4.69 A	0.07 A	4.62	1.46		0.01			
Mamona Irrigada	0.41 C	0.04 BC	0.37	10.06	0.09	0.11	0.60	5.32	
Mamona Sequeiro	0.58 C	0.06 BA	0.52	10.99	0.12	0.12	0.93	11.59	
Milho Irrigado	0.59 C	0.05 BAC	0.54	8.94	0.13	0.10	0.77	9.64	
Milho Sequeiro	0.48 C	0.03 C	0.45	6.58	0.10	0.07	0.46	4.77	
Milho Pivô	1.86 B	0.03 C	1.82	1.81	0.40	0.02	0.49	19.43	

¹ICC-Índice de compartimento de carbono; L-Labilidade; IL - Índice de Labilidade.

²Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Adições de materiais orgânicos ao solo, tais como restos de culturas, adubos verdes e orgânicos, afetam o equilíbrio entre mineralização e imobilização do N no solo pois estes processos dependem da relação C/N (Cantarela, 2007).

Quadro 3. Estoque de carbono orgânico total de Cambissolo Háplico Ta eutrófico léptico submetido a diferentes sistemas de uso e manejo

Sistema de uso e manejo ⁽¹⁾	Profundidade (m)				
	0-0,10	0,10-0,20	0,20-0,40	0,40-0,60	0-60
	Estoque de carbono (t ha ⁻¹)				
Caatinga	76,33	59,59	96,30	120,75	352,97
Mamona Irrigada	15,30	14,64	21,11	10,54	61,59
Mamona Sequeiro	18,83	10,73	24,11	14,71	68,39
Milho Irrigado	17,97	16,96	25,30	15,05	75,29
Milho Sequeiro	9,39	9,97	12,24	6,10	37,70
Milho Pivô	36,13	36,41	54,94	47,42	174,90

O estoque de NT na camada de 0-0,60 m foi aproximadamente 26% maior no sistema Mamona Sequeiro e 16 % no sistema Milho Pivô em relação à referência (Caatinga), o que equivale a um aumento de 1,76 e 1,1 t.ha⁻¹ respectivamente, não sendo também compatível com o resultado do estoque de carbono nesta camada, pois a referência (Caatinga) foi a que apresentou o maior valor de estoque de CO.

Quadro 4. Estoque de nitrogênio total de Cambissolo Háplico Ta eutrófico léptico submetido a diferentes sistemas de uso e manejo

Sistema de uso e manejo ⁽¹⁾	Profundidade (m)				
	0-0,10	0,10-0,20	0,20-0,40	0,40-0,60	0-60
	Estoque de nitrogênio (t ha ⁻¹)				
Caatinga	0,93	2,25	1,76	1,77	6,72
Mamona Irrigada	1,42	1,22	1,09	1,35	5,09
Mamona Sequeiro	1,57	1,97	2,47	2,48	8,48
Milho Irrigado	2,42	1,40	1,09	1,42	6,33
Milho Sequeiro	1,33	0,85	1,00	1,09	4,27
Milho Pivô	1,95	1,75	1,90	2,22	7,82

Mais informativo que os valores absolutos dos estoques de CO é a variação destes em relação ao sistema referência (Caatinga) (DEstC) (Figura 1), sendo esses valores uma estimativa do incremento ou da redução do estoque de

CO do solo. Todos os sistemas de uso e manejo do solo resultaram em redução nos estoques de CO, em relação ao sistema Caatinga, o que indica a susceptibilidade da oxidação do CO das camadas superficiais dos solos quando estes são submetidos a diferentes sistemas de uso e manejo. Resultado muito próximo ao descrito por Rangel & Silva (2007) que observaram redução nos estoques de CO na profundidade de 0–10 cm, em relação ao sistema natural para todos os sistemas de uso e manejo do solo.

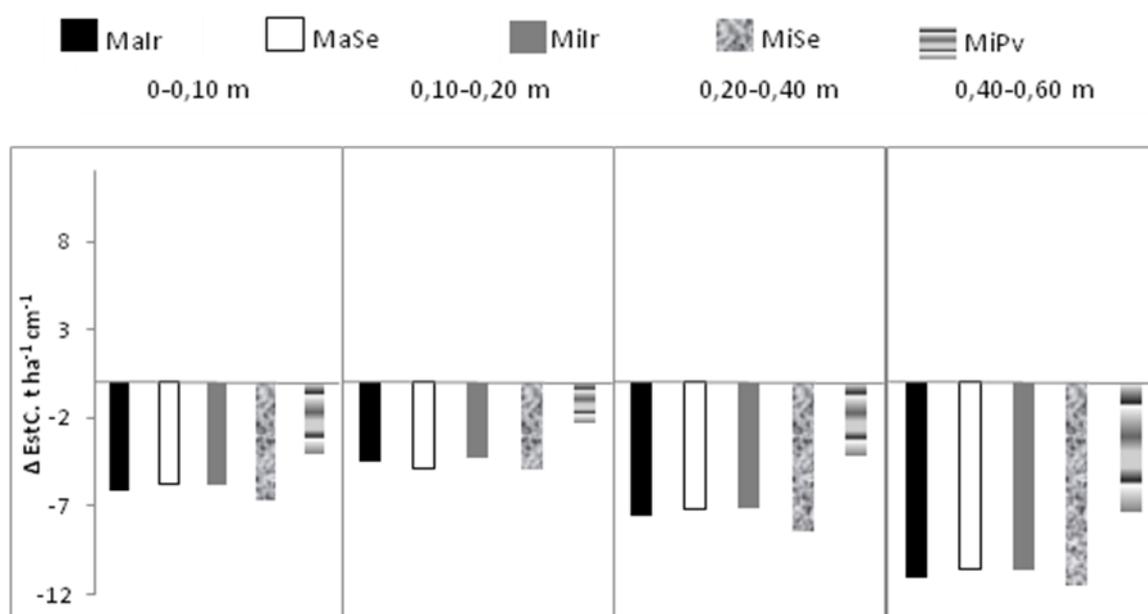


Figura 1. Variação do estoque de carbono orgânico (ΔEstC) nas profundidades de 0-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,40, 0,40-0,60 m em relação ao sistema Caatinga num Cambissolo Háplico Ta eutrófico léptico submetido a diferentes sistemas de uso e manejo: Malr: Mamona Irrigada; MaSe: Mamona Sequeiro; Milr: Milho Irrigado; MiSe: Milho Sequeiro; MiPv: Milho Pivô. Valores negativos indicam redução no estoque de CO em relação ao sistema

CONCLUSÕES

- 1- Todos os tratamentos promoveram redução do Índice de Manejo de Carbono na camada de 0-0,10 m indicando uma redução nos estoques de Carbono em relação ao ambiente natural Caatinga.
- 2- Os índices de compartimento de carbono (ICC), apresentados no Quadro 2, indicam que, em relação á referência (Caatinga), os teores de CO foram reduzidos, sendo o sistema Milho Pivô o que apresentou os melhores resultados entre os agroecossistemas porém se manteve inferior aos valores médios observados para o ambiente natural.
- 3- Os agroecossistemas estudados apresentaram maior valor de estoque de N do solo em comparação com o controle (Caatinga) na camada de 0-0,10 m, e para o somatório dos estoques de NT nas diferentes profundidades do solo (0–60 cm) o sistema Milho Sequeiro foi o que apresentou maior aumento no estoque de NT.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAYER, C., MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A., CAMARGO, F.A.O. (Ed.), **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre : Genesis, 2008. p.9-26.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L. M.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 39, n. 7, p. 677-683, 2004.

BLAIR. G.J.; LEFROY, R.D.B. e LISLE, L. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and development of a carbon management index for agricultural systems. **Aust. J. Agric. Res.**, v. 46 p.1459-1466, 1995.

BRASIL, Ministério das Minas e Energia. Projeto **RADAMBRASIL**: Levantamento de recursos naturais – folhas SC. 24/25 Aracaju / Recife: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: 1983. 856p. (Série Levantamento de Recursos Naturais, 30).

BREMAN, H. & KESSLER, J.J. The potential benefits of agroforestry in the Sahel and other semi-arid regions, **Eur. J. Agron.** v.7 (1997), p. 25–33, 1997

BREMER, J. M.; MULVANEY, C. S. Nitrogen total In: PAGE, A. L.; MILLER, L. H. KEENEY, D. R. (Ed.) *Methods of soil analysis: chemical and microbiological properties*. v.2, p. 595-624, 1982.

CAMARGO, F.A.C.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M.J. & VIDOR, C. Nitrogênio orgânico do solo. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo. Porto Alegre, Genesis, 1999. p.117-137.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. Coord. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F. de.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. Editores. **Fertilidade do Solo** - Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa-MG, 1017p, 2007.

CAR. Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional (Salvador, BA). **Irecê: perfil regional**; Programa de Desenvolvimento Regional Sustentável - PDRS. Salvador: 2002. 61 p. (Série Cadernos CAR, 29).

CARTER, M. R. Organic matter and sustainability. In REES, R. M. BALL, B. C. CAMPBELL, C. D. & WATSON, C. eds. Sustainable management of soil organic matter. New York: CABI, 2001. P. 9-22

CHRISTENSEN, B.T. **Organic matter in soil** - Structure, function and turnover. Copenhagen, 2000. 95p.

DICK, D.P.; NOVOTNY, E.H.; DIECKOW, J.; BAYER, C. 2009. Química da matéria orgânica do solo. Capítulo XI, páginas 1 a 72. In: MELO, V.F. & ALLEONI, L.R. (Ed.) **Química e mineralogia do solo. Parte II: aplicações**. SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, Viçosa.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: **Defining soil quality for a sustainable environment**. Doran, J. W. et al. Madison, Wisconsin, USA, Soil Science Society of America (SSSA), 1994, p. 3 – 21, (Special publication, 35).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: 1997. 212 p.

IBGE. **Cidades@**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em 16 ago 2010.

JENKINSON, D.S. The turnover of organic carbon and nitrogen. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, London v.329, p.361-368, 1990.

KRULL, E.S., BALDOCK, J.A., SKJEMSTAD, J.O.,2003. Importance of mechanisms and processes of the stabilization of soil organic matter for Modelling carbon turnover. **Functional Plant Biology**, Coolingwood, v. 30, n.2, p. 207-222, 2003

LAL, R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. **Science**, Washington, v. 304, p. 1623-1626, 2004

LAL, R. Soil carbon sequestration impacts on climate change and food security. **Science**, 304: 1623 – 1627. 2004

LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L.; MACHADO, P. L. O. A.; GALVÃO, J. C. C. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 27, p. 821-832, 2003.

MADEIRA, M.A.V.; ANDREUX, P.P. & PORTAL, J.M. Changes in soil organic matter characteristics due reforestation with *Eucalyptus globules*, in **Portugal. Sci. Total Environ.**, 81/82:481-488, 1989.

MAIA, S. M. F. et al . Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semi-árido cearense. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 5, Oct. 2006 .

McCONKEY , B.G.; LIANG, B.C.; CAMPBELL, C.A.; CURTIN, D.; MOULIN, A.; BRANDT, S.A. & LAFOND, G.P. Crop rotation and tillage impact on carbon sequestration in Canadian prairie soils, **Soil and Tillage Research**, pp. 81–90, 2003.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.de A.; SILVA, L.S. da; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. Porto Alegre: Metrópole, 2008, p.1-5.

MOTTA, A. C. V. & MELO, V. de F. Química dos solos ácidos. In: ALEONI, L.R.F. & MELO, V. de F., Química e mineralogia de solos. Viçosa: SBCS, v. 2, 2009. 685 p.

OADES, J.M. The retention of organic matter in soils. **Biogeochemistry**, v.5, p.35-70. 1988.

RANGEL, O. J .P. & SILVA, C. A. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **R. Bras. Ci. Solo**, V. 31, N.6, P.1609-1623, 2007.

RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A.; GUIMARÃES, P. T.; GUILHERME, L. R. G. Frações oxidáveis do carbono orgânico de latossolo cultivado com cafeeiro em diferentes espaçamentos de plantio. **Ciênc. Agrotec.** v. 32 n. 2, p. 429-437, 2008.

SÁNCHEZ, M.D. Panorama dos sistemas agroflorestais pecuários na América Latina. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; CARNEIRO, J.C. **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: 2001. p. 9-17.

SAS INSTITUTE INCORPORATION. **The SAS-System for Windows release 6.11 (software)**. Cary, North Carolina: SAS Institute Incorporation, 1983.

SHANG, C.; TIESSEN, H. Organic matter lability in a tropical oxisol: evidence from shifting cultivation, chemical oxidation, particle size, density and magnetic fractionations. *Soil Science*, Baltimore, v. 162, n. 11, p. 795-807, 1997.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria Orgânica do Solo. Coord. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F. de.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.;

NEVES, J. C. L. Editores. **Fertilidade do Solo** - Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa- MG, 1017p, 2007.

SIX, J., PAULISTIAN, K., ELLIOTT, E.T. & COMBRINK, C. Soil structure and soil organic matter: I. Distribution of aggregate size classes and aggregate associated carbon. **Soil Science Society of America Journal** v. 64, p. 681–689, 2000

SMITH, C.W. et al. Assessing the compaction susceptibility of South African forestry soils. II. Soil properties affecting compactibility and compressibility. **Soil and Tillage Research**, v.43, p.335-354, 1997.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.

USSIRI, D. A. N. & JOHNSON, C. E. Characterization of organic matter in a Northern hardwood forest soil by ^{13}C NMR spectroscopy and chemical methods, **Geoderma**, v. 111, p. 123-149, 2003.

WU H.B.; GUO, Z.T.; PENG, C.H. Land use induced changes of organic carbon storage in soils of China. **Global Change Biology**, v. 9, p. 305–315, 2003.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis** v. 19, p.1467-1476, 1988.

CAPITULO 2

QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMAS DE MANEJO AVALIADA PELA DINÂMICA DE CARBONO E ATRIBUTOS CORRELATOS DE UM CAMBISSOLO DO SEMI-ÁRIDO BAIANO¹

¹ Artigo a ser ajustado para submissão ao Comitê Editorial do periódico científico: Revista Brasileira de Ciência do Solo

QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMAS DE MANEJO AVALIADA PELA DINÂMICA DE CARBONO E ATRIBUTOS CORRELATOS DE UM CAMBISSOLO DO SEMI-ÁRIDO BAIANO.

Autor: Adriana Martins da Silva Bastos Conceição

Orientador: Jorge Antonio Gonzaga Santos

RESUMO: A Caatinga brasileira é um dos ecossistemas de maior vulnerabilidade ambiental. A substituição da vegetação nativa por sistemas agrícolas causa grandes impactos neste ecossistema. Um das conseqüências resultantes da substituição da vegetação nativa é a redução da qualidade de atributos químicos, físicos e biológicos do solo. O presente estudo avaliou o impacto de diferentes sistemas de cultivo em alguns atributos químicos e biológicos de um Cambissolo na região semi-árida da Bahia. O experimento foi estabelecido em blocos ao acaso em esquema fatorial 2 X 2 X 4 sendo duas culturas milho e mamona, cultivadas em regime de sequeiro e irrigação e amostradas em quatro profundidades 0 -10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm, e três repetições. Os resultados das análises químicas, físicas e biológicas foram integrados em um índice de qualidade. A mudança do uso da terra para agroecossistemas teve um grande impacto na função do solo de armazenar e suprir água. Esse resultado foi em grande parte atribuído a redução do teor de matéria orgânica dos agroecossistemas. A mudança do uso da terra de caatinga para agroecossistemas, na camada de 0 a 10 cm, reduziu o teor de MOS de 40 a 80%, na camada de 10 a 20 cm de 27 a 89%, na camada de 20 a 40% de 34 a 89% e de 36 a 100% na camada de 40 a 60 cm de profundidade. O cultivo da mamona e milho em sequeiro e mamona irrigada provocou as maiores reduções no IQS na proximidade de 0 a 10 cm. O cultivo de milho irrigado com pivô central foi aquele que menos impactou as funções do solo.

Palavras chave: solo, uso e manejo do solo, matéria orgânica, índice de qualidade do solo

IMPACTS OF SYSTEMS OF CULTIVATION IN THE QUALITY OF A CAMBISSOIL OF THE BAHIA SEMI-ARID.

Author: Adriana Martins Da Silva Bastos Conceição

Adviser : Jorge Antonio Gonzaga Santos

ABSTRACT: The Brazilian Savana is one of ecosystems of larger environmental vulnerability. The substitution of the native vegetation for agricultural systems causes great impacts in this ecosystem. One of consequences of the substitution of the native vegetation is the reduction of the of chemical, physical and biological soil qualities. The present study evaluated the impact of different systems of soil use and crop management in selected chemical and biological attributes of a Cambissolo in the semi-arid area of Bahia. The experiment was established in a randomized block design in a 2 X 2 X 4 factorial scheme with two soil uses corn and castor bean, cultivated in rainfed and irrigated regimen and evaluated in 4 depths 0 -10, 10-20, 20-40 and 40-60 cm, and three repetitions. The results of the chemical, physical and biological analyses were integrated in a quality index. The change of the use of the land to agroecossistemas had a great impact in the soil function of to store and to supply water. That result was greatly attributed to the reduction of the soil organic matter of the agroecossistemas. The change of the use of the land from savanna to agroecossistemas, reduced the SOM from 40 to 80%, in the layer 0- 10 cm, from 27 to 89%, in the layer 20-40 cm from 34 to 89% and in the layer of 40 the 60 cm of depth from 36 to 100%. Rainfed castor oil plant and corn and irrigated castor oil plant resulted in the IQS reductions in the proximity from 0 to 10 cm. Corn cultivation under central pivot irrigation was the system that less impacted the soil functions.

Key words: soil, soil use and management, organic matter, quality index

INTRODUÇÃO

A mudança do uso da terra de biomas naturais para agroecossistemas tem resultado em degradação física, química e biológica do solo, essenciais para a produção de alimentos. Segundo Lal e Pierce (1991), a degradação do solo tornou-se uma das principais ameaças para a capacidade de suprimento de alimentos do Mundo. Processos de degradação por erosão do solo, redução de nutrientes, acidificação e compactação do solo são causados ou agravados por práticas inadequadas de manejo agrícola. As várias combinações desses processos contribuem para substancial redução da capacidade produtiva do solo e, conseqüentemente, da produtividade das culturas. O controle de processos que reduzem as funções do solo e a sua capacidade de oferecer serviços, inclusive de produção de alimentos, deve ser avaliado com prioridade para que se evitem dificuldades para as populações nas próximas décadas, principalmente em ecossistemas mais frágeis.

A região semiárida do Nordeste do Brasil estende-se por quase um milhão de km² e tem uma vegetação nativa de floresta decídua denominada caatinga (Sampaio, 1995). A Caatinga brasileira encontra-se entre os ecossistemas de maior vulnerabilidade ambiental do Planeta. A substituição da vegetação nativa por agricultura é um dos aspectos que mais impactam esse ecossistema. Dentre os recursos naturais afetados está o solo que, ao ser submetido a manejos inadequados, tem redução na sua capacidade de suportar a produção vegetal.

Um dos problemas resultantes da retirada da vegetação nativa tem sido o desgaste químico e físico do solo. Apesar de a caatinga não ter a mesma pujança de uma floresta de Mata Atlântica, a extraordinária capacidade de rebrota da caatinga por ocasião das primeiras chuvas, formando um dossel semelhante a uma floresta baixa, torna-a capaz de atenuar os efeitos do impacto das gotas de chuva sobre o solo. Por outro lado, durante a estação seca a caatinga hiperxerófila, por ser decídua, contribui para a formação de uma camada de

folhas sobre a superfície do solo, atenuando o impacto das gotas de chuva e diminuindo o escoamento superficial sobre o solo (Albuquerque et al., 2002).

A preocupação com a conservação e restauração da Caatinga vem crescendo nos últimos anos, em virtude da ameaça de extinção das áreas desse ecossistema.

Na busca da manutenção da qualidade ambiental dos ecossistemas terrestres ou atenuação dos efeitos da ação antrópica sobre os ambientes tem-se envidado esforços objetivando estabelecer metodologias que permitam avaliar os efeitos positivos e negativos que atuam sobre os aspectos ambientais. Dentre as metodologias sugeridas, tem sido adotada a avaliação da qualidade ambiental, por meio de indicadores que compõem as funções desempenhadas pelo ar, água ou solo, a exemplo o índice de qualidade da água (IQA). No entanto, o índice de qualidade do solo (IQS), definido por Souza (2005) como uma avaliação sistêmica do recurso que permite compreender a capacidade de um determinado solo desenvolver múltiplas funções no ambiente, mantendo a sustentabilidade do ecossistema, ainda requer ajustes que permitam definir explicitamente as funções do solo, identificando os atributos de cada função e, então, selecionar um conjunto mínimo de indicadores para a medição de cada atributo (Doran & Parkin, 1994; Karlen & Stott, 1994; Larson & Pierce, 1994).

O estabelecimento de um índice de qualidade do solo é necessário e importante para identificar problemas de produção nas áreas agrícolas, fazer estimativas realísticas da produção de alimentos, monitorar mudanças na sustentabilidade e qualidade ambiental em relação ao manejo agrícola e orientar políticas governamentais voltadas para o uso sustentável do solo (Doran & Parkin, 1994).

Dentre os métodos mais utilizados, destaca-se o proposto por Karlen & Stott (1994). Esses autores sugerem um modelo aditivo, baseado nos conceitos para sistemas de engenharia, desenvolvidos por Wymore (1993) para suporte à decisão nas investigações de problemas ambientais. Chaer (2001), ao avaliar o efeito de diferentes métodos de preparo da área e do solo, adotados durante a reforma de um povoamento de eucalipto, concluiu que este método para obtenção de índice de qualidade do solo empregado mostrou-se uma ferramenta efetiva para avaliar o efeito global de diferentes técnicas de preparo do solo sobre a sua qualidade, bem como da mudança da vegetação nativa para a cultura do

eucalipto, além de ser um método de baixo custo por permitir o estabelecimento da média do índice com poucas amostras de solo e baixa variação (Souza, 2005). Islan e Weil (2000) propuseram um método que mensura a qualidade do solo por meio de uma avaliação indireta do Índice de Deterioração do Solo, pelo qual é possível identificar se o manejo está afetando positiva ou negativamente a qualidade do solo, tendo um ambiente natural como referência.

A matéria orgânica do solo (MOS) tem-se destacado como indicador chave da qualidade do solo, por indicar os efeitos do manejo sobre o solo (Doran & Parkin, 1994; Mielniczuk, 2008) e pela sua influência direta nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo. Masto et al (2008) apontaram o C org, N total e carbono da biomassa microbiana como os primeiros a serem selecionados pela análise de componentes principais, como os mais sensíveis para avaliar a qualidade do solo.

A biomassa microbiana do solo é definida como o componente microbiano vivo do solo, composto por bactérias (incluindo actinomicetos), fungos, microfauna e algas. Representa, em média, de 2 % a 5 % do C (Jenkinson & Ladd, 1981) e de 1 % a 5 % do N total (Smith & Paul, 1990) do solo. O conceito de que, para determinados estudos, todas as populações microbianas poderiam ser consideradas como um todo foi inicialmente proposto por Jenkinson (1966). Desde então, o papel relevante da biomassa microbiana do solo como componente crítico de vários ecossistemas naturais ou manipulados pelo homem tem sido confirmado, pois, dentre outras funções, é o agente regulador da taxa de decomposição da matéria orgânica e da ciclagem dos elementos (Jenkinson & Ladd, 1981), atuando, portanto, como fonte e dreno dos nutrientes necessários ao crescimento das plantas (Ladd et al., 1985).

A região do semi-árido baiano destaca-se pela sua importância econômica. O Município de Lapão-BA está inserido na Chapada de Irecê e caracteriza-se agricolamente por intensa utilização do solo com cultivos de feijão, milho, mamona e agave, constituindo-se em importante pólo da economia agrícola do Estado da Bahia; a vegetação nativa é Estepe (Caatinga) Arbórea Aberta, com predominância de Cambissolos (BRASIL, 1983). O avanço das áreas agrícolas com feijão, milho e mamona resultaram na diminuição da vegetação de Caatinga (Pedreira et al., 1985; CAR, 2002). Essa ação resultou em impactos ambientais como a compactação dos solos, a ocorrência de erosão laminar e eólica e a

redução do teor de matéria orgânica dos solos (CAR, 2002). Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o impacto de diferentes sistemas de cultivo na capacidade de um solo da região semiárida da Bahia em realizar as suas funções.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Município de Lapão, região Centro Norte do Estado da Bahia. O município apresenta temperatura média anual de 21,3°C e pluviosidade anual variando de 600 a 800 mm, concentrada em 3 a 4 meses seguidos por longo período de estiagem. A população do município é de 26.616 habitantes (IBGE, 2010).

Foram selecionadas duas áreas sob cultivo de sequeiro, três sob cultivo irrigado e uma área controle, sem a interferência antrópica. As áreas em estudo estão situadas nas proximidades do povoado de Tanquinho, entre as coordenadas UTM de 8.736.469/8.739.897 e 181.358/183.971, zona 24S. O solo da área está classificado como Cambissolo Háplico Ta eutrófico léptico. A amostragem ocorreu em setembro de 2009, sob estiagem.

Uso e manejo da área

As áreas vêm sendo cultivadas com milho e mamona de forma contínua por mais de dois anos, de acordo com a seguinte seqüência: feijão – milho – mamona. A área controle está sob cobertura de caatinga, sem interferência antrópica. O histórico das áreas está detalhado no quadro 1.

Delineamento experimental

Os tratamentos foram estabelecidos dispostos em delineamento experimental em blocos ao acaso em esquema fatorial 2 X 2 X 4 x 3, sendo duas culturas milho e mamona, cultivadas em regime de sequeiro e irrigação por gotejamento, sendo o solo amostrado em quatro camadas 0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-40 e 0,40-0,60 com o uso do trado holandês e em três repetições. Dois tratamentos adicionais, caatinga, tomada como tratamento referência (controle), e milho cultivado em pivô central (grande grau de distúrbio), foram também avaliados nas profundidades descritas. Em cada área experimental foram feitas três amostras compostas, formadas por cinco amostras simples. A amostragem

ocorreu em setembro de 2009. O solo da área do estudo foi classificado como Cambissolo Háptico Ta eutrófico léptico .

Quadro 1. Histórico de uso e manejo das áreas de Cambissolo amostradas em Lapão-BA.

Uso do Solo	Cultivo anterior			Desmatamento	Preparo do solo	Manejo de resíduos
	< 2002	2003/07	2008/09			
1-Vegetação nativa	-----Caatinga-----			-	-	-
2-Mamona irrigada	cenoura-beterraba- tomate*	feijão	milho	>20 anos	Grade aradora	Grade aradora
3-Mamona sequeiro	feijão-milho- mamona	milho	milho	>20 anos	Queima	Queima
4-Milho irrigado	cenoura-beterraba- tomate*	milho- feijão- mamona	milho- feijão	>70 anos	-	Retirado
5-Milho sequeiro	feijão-milho- mamona	cenoura- beterraba	milho	>20 anos	Aração e gradagem	Animais pastejo
6-Milho pivô	cenoura-beterraba- tomate*	milho	milho	>20 anos	-	-

*Manejo com adubação, irrigação e uso de agrotóxicos

Caracterização química e biológica do Solo

As amostras de solos para fins de fertilidade, depois de beneficiadas, foram analisadas para $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ e $\text{pH}_{\text{KCl } 1\text{N } (1:2,5)}$; Ca, Mg e Al em extrato de KCl mol L^{-1} ; P, K e Na no extrator Mehlich 1; H+Al em acetato de cálcio tamponado a pH 7,0, conforme Embrapa (1997). Os valores de CTC a pH 7,0, soma de bases, saturação por bases e saturação por alumínio foram calculados.

O C-orgânico total (COT) foi determinado pelo método adaptado de Yeomans e Bremner (1988); o teor de matéria orgânica foi calculado multiplicando o teor de COT versus o fator 1,72. O N total (NT) foi obtido pelo método de Kjeldhal, após digestão sulfúrica, adaptado de Bremner & Mulvaney (1982) e Tedesco et al (1995).

Para determinação do CBM, o teor de C das amostras foi determinado por meio da oxidação do C com a utilização de permanganato e pirofosfato, segundo Bartlett & Ross (1988). Dos extratos filtrados foram retiradas alíquotas de 0,5 mL e transferidas para tubos de ensaio, adicionando-se 0,5 mL da solução extratora (K_2SO_4 0,5 mol L^{-1}), 1 mL da solução de Mn (III) - pirofosfato e 1 mL de H_2SO_4 concentrado. Preparou-se uma curva-padrão de 0 (K_2SO_4 0,5 mol L^{-1}) a 120 mg L^{-1} de C, utilizando-se ácido oxálico como padrão; pipetaram-se 1 mL de cada padrão, 1 mL de Mn (III) - pirofosfato e 1 mL de H_2SO_4 concentrado.

Homogeneizou-se o conjunto por agitação, deixando-o em repouso por 16 h e, depois, efetuou-se a leitura da absorbância a 495 nm em espectrofotômetro. A partir dos valores do CBM e do conteúdo de matéria orgânica, foi determinado o quociente microbiano ($qMIC$), $CBM/COT \times 100$, que representa a percentagem do carbono orgânico do solo que está na biomassa microbiana

A respiração basal foi obtida pela incubação das amostras com reação de $CO_2 + NaOH$, 1 mol/L, durante 5 dias, por meio da adaptação do método de fumigação-incubação, elaborado por Jenkinson & Powlson (1976). Com os dados de respiração e biomassa microbiana foi determinado o quociente metabólico (qCO_2), calculado pela razão entre a atividade microbiana e o CBM.

A atividade microbiológica foi determinada pelo método de hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA), descrito por Schuner & Rosswall (1982). Para tanto, foram utilizadas 8g de solo de cada amostra e colocadas em erlenmeyers com capacidade de 250ml, nos quais foram adicionados 50ml de solução tampão de fosfato de potássio, pH 7,5, e agitados por 40 minutos. Em seguida, foi adicionada uma alíquota de 250ml de solução estoque de FDA nos erlenmeyers, os quais foram agitados durante 60 minutos a 125rpm. Foram então retirados 2ml da suspensão sobrenadante, aos quais foram adicionados 2ml de acetona para paralisar a reação de hidrólise. A suspensão foi centrifugada durante 10 minutos e, em seguida, foi observada a densidade ótica em espectrofotômetro no comprimento de onda de 490nm, para a determinação da quantidade de fluoresceína hidrolisada. Com os dados obtidos foi elaborada uma curva padrão e calculada a quantidade de fluoresceína hidrolisada em 8g de solo por 60 minutos.

A mensuração da atividade da fosfatase foi baseada na leitura em espectrofotômetro, do *p*-nitrofenol resultante da atividade enzimática da fosfatase alcalina, conforme descrito em Dick et al. (1996). Em 1 g de solo foram adicionadas as seguintes soluções: 0,2 mL de tolueno, 4 mL de tampão glicina 0,3 M (pH 9,0) e 1 mL de *p*-nitrofenil-fosfato (PNF: 0,05 mol L⁻¹; Sigma 104). Após uma hora em banho-maria (37°C), interrompeu-se a reação adicionando 1 mL de CaCl₂ (0,5 mol L⁻¹) e 4 mL de NaOH (0,5 mol L⁻¹), agitando a solução por alguns minutos e filtrando em papel de filtro (Whatman nº 42). Após filtrar, tomou-se uma alíquota de 5 ml, acrescentaram-se 45 ml de água destilada e a leitura foi feita em espectrofotômetro a 407 nm.

Índice de deterioração do solo (IDS)

Baseando-se na pressuposição de que o estado das propriedades individuais do solo das áreas modificadas era originalmente semelhante ao do ambiente Caatinga, cada índice de deterioração foi calculado por meio da soma da percentagem dos desvios de C e N-total, qCO_2 , $qMIC$, C-lábil e CTC a partir dos seus respectivos valores obtidos para a Caatinga. A diferença desses percentuais foi considerada como sendo o percentual negativo para alcançar o valor da caatinga (valor de referência), de acordo com Islan & Weil (2000).

Índice de qualidade de solo (IQS)

A influência da mudança do uso do solo (milho e mamona) sob dois sistema de manejo (sequeiro e irrigado) foi avaliada usando a metodologia de Karlen & Stott (1994). Valores críticos dos atributos do solo foram estabelecidos na faixa dos valores medidos em ecossistemas naturais. Baseado nos valores limites, os valores dos atributos do solo foram transformados em escores variando de 0 a 1.

O carregamento (Quadro 2) indica como cada indicador influencia no IQS. Esse valor foi determinado obtendo-se o peso do indicador dentro de cada função a que ele foi associado multiplicando-o pelo peso da função; em caso de indicador de nível 2, multiplicou-se o peso deste pelo peso do indicador de nível 1 que ele compõe e em seguida pelo peso da função; estes produtos foram somados, obtendo-se o carregamento de cada um dos indicadores que constitui o IQS, os quais aparecem no quadro 2 em ordem decrescente.

A padronização dos valores dos indicadores foi feita por meio de curvas de pontuação padronizada de acordo com Wymore (1993), a partir da função:

$$PP = \frac{1}{1 + \left(\frac{B - L}{x - L} \right)^{2S(B+x-2L)}} ,$$

onde PP é a pontuação padronizada; B é o valor na linha-base do atributo do solo, onde a pontuação equivale a 0,5; L é o limite inferior (valor da pontuação igual a zero quando a curva é do tipo “mais é melhor” ou igual a um quando a curva é do tipo “menos é melhor”); S é a inclinação da tangente da curva na linha-base e x é o valor do atributo do solo.

Quadro 2 – Carregamento dos indicadores no índice de qualidade do solo.

Indicador	Carregamento	Função
MO	0,340	Promover a atividade biológica Armazenar, suprir e ciclar nutrientes
P	0,024	Promover o crescimento das raízes Promover a atividade biológica
K	0,021	Promover o crescimento das raízes Promover a atividade biológica
Mg	0,015	Receber, armazenar e suprir água Promover o crescimento das raízes
Ca	0,015	Promover a atividade biológica Promover o crescimento das raízes
pH	0,090	Promover a atividade biológica Promover o crescimento das raízes
Fosfatase alcalina	0,020	Promover a atividade biológica
CBM	0,080	Promover a atividade biológica Armazenar, suprir e ciclar nutrientes
Al	0,017	Promover o crescimento das raízes
Al+H	0,017	Promover o crescimento das raízes
Densidade do solo	0,070	Promover o crescimento das raízes Receber, armazenar e suprir água
CTC	0,040	Armazenar, suprir e ciclar nutrientes
M	0,030	Armazenar, suprir e ciclar nutrientes
V	0,030	Armazenar, suprir e ciclar nutrientes
qCO ₂	0,100	Manter a homeostase
qMIC	0,100	Manter a homeostase
Atividade de enzimas ativas	0,020	Promover a atividade biológica
N	0,015	Promover o crescimento das raízes

Dessa forma, os valores determinados para cada função foram transformados em escores (EI's). A distribuição dos pesos dos indicadores (PI) mostrados no Quadro 3 foi calculada com base na importância relativa atribuída ao indicador dentro da função do solo a que ele foi relacionado. Para facilitar a distribuição dos pesos, alguns indicadores, denominados “indicadores nível 1”, foram compostos pela estratificação em “indicadores nível 2” (Quadro 3). O indicador nível 1 “atividade da biomassa microbiana” foi estratificado nas atividades de enzimas e na atividade de fosfatase (indicadores nível 2). Da mesma forma, o indicador nível 1 “nutrientes” foi estratificado nos teores de P, K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ e N (indicadores nível 2) e o indicador “acidez/toxidez de Al” foi

estratificado em pH, H+Al e Al³⁺. O pesos de todas as funções bem como os pesos de todos os indicadores dentro de uma mesma função é igual a 1.

Quadro 3 - Pesos numéricos associados aos indicadores e às funções do solo para determinação do índice de qualidade do solo

Função	Peso	Indicadores Nível 1	Peso	Indicadores Nível 2	Peso
1 - Receber, armazenar e suprir água	0,20	Densidade do solo	0,20		
		MO	0,80		
2 - Promover o crescimento das raízes	0,20	Densidade do solo	0,15		
		MO	0,30		
		Acidez/Toxidez de Al	0,25	pH(H ₂ O)	0,34
				H + Al	0,33
				Al	0,33
		Nutrientes	0,30	P	0,25
				K	0,20
				Ca	0,15
				Mg	0,15
				N	0,25
3 - Armazenar, suprir e ciclar nutrientes	0,20	MO	0,30		
		CTC	0,20		
		V	0,15		
		m	0,15		
		CBM	0,20		
4 - Promover a atividade biológica	0,20	pH (H ₂ O)	0,15		
		Nutrientes	0,15	P	0,30
				K	0,30
				Ca	0,20
				Mg	0,20
		MO	0,30		
		CBM	0,20		
		Atividade BM	0,20	Fosfatase alcalina	0,50
				Atividade de enzimas ativas	0,50
		5 - Manter a homeostase	0,20	qCO ₂	0,50
qMIC	0,50				

Os escores de qualidade do solo foram integrados em um índice de qualidade:

$$IQS = \sum_{i=1}^n W_i \times S_i / n ,$$

onde S e W denotam o escore e o peso da qualidade do indicador do solo observado, respectivamente, e n é o número de indicadores incluso no índice.

Análise estatística

A análise de variância (ANOVA) e o teste de comparação de médias Duncan a 5% foram usados para separar os efeitos dos diferentes usos da terra e do sistema de manejo e IQS, utilizando-se o programa estatístico SAS (1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Atributos químicos do solo

Áreas sob diferentes cultivos e sob caatinga hiperxerófila mostraram-se relativamente homogêneas quanto aos atributos químicos do solo (Quadro 4). Os solos apresentaram acidez ativa classificada como acidez fraca a alcalinidade (Alvarez V. et al., 1999), com pH em KCl variando de 6,03 a 7,46, sendo os maiores valores (>7,0) encontrados para o solo de caatinga em todas as profundidades amostradas. O pH é uma medida útil por fornecer indicações sobre atividade microbológica (Souza et al., 2007). Os valores mais baixos de pH para os solos sob cultivo agrícola, de acordo com Motta & Melo (2009), devem estar associados à intensificação do intemperismo e à remoção pela colheita, com perda de bases e aumento da atividade do H⁺. A região semiárida da Bahia é caracterizada pela limitação de chuvas, alta temperatura e alta radiação solar, características climáticas que favorecem a preservação de cátions básicos pouco móveis no solo, como o cálcio. Os baixos teores de Mg devem ser atribuídos à gênese calcítica da rocha que originou o solo (Quadro 4).

Os diferentes tipos de uso e manejo do solo influenciaram negativamente a CTC do solo em todas as profundidades avaliadas (Quadro 4). A redução da CTC do solo nos diferentes sistemas de uso e manejo deve ser atribuída à redução dos teores de MOS dos diferentes tratamentos, o que resulta no aumento da porcentagem de saturação por bases e baixo teor de saturação de alumínio.

Os teores de Na são baixos e não indicam nenhum perigo imediato de sodificação do solo. O incremento de P nos agroecossistemas, quando comparados com a caatinga, deve ser resultado de adições antropogênicas.

Atributos biológicos do solo

Os microorganismos do solo são os principais participantes da ciclagem de nutrientes. A biomassa microbiana, o componente vivo da matéria orgânica,

representa de 1% a 5% do teor da matéria orgânica do solo (Zang & Zang, 2003; Gil-Stores et al., 2005). Devido à alta taxa de transformação, o C da biomassa microbiana responde mais rapidamente às mudanças do solo do que a matéria orgânica do solo.

A atividade microbiana inclui a respiração basal e a atividade de enzimas como fosfatase e urease. A fosfatase está envolvida na transformação de compostos de fósforo orgânico e inorgânico do solo (Amador et al., 1997) e a urease está envolvida na liberação de N inorgânico no ciclo do nitrogênio (Bandick & Dick, 1999). A respiração do solo, o coeficiente metabólico e as enzimas do solo são indicadores da atividade microbiana e respondem a modificações ocorridas no solo devido à adição de resíduos orgânicos e inorgânicos. A biomassa microbiana, o coeficiente metabólico e a atividade enzimática do solo podem ser utilizados como indicadores das mudanças, em termos de qualidade do solo, produzidas pelas práticas de manejo agrícola.

A retenção de água no solo é a propriedade hidráulica mais importante que governa o funcionamento do solo no ecossistema e afeta grandemente o manejo do solo. Para uma mesma classe de textura, a capacidade do solo em receber, armazenar e suprir água é altamente dependente do seu teor de matéria orgânica, devido ao seu efeito na estrutura do solo e à redução do risco de erosão e degradação; a densidade do solo também influencia nessa função do solo.

Os diferentes sistemas de cultivo do solo tiveram grande impacto no teor de matéria orgânica do solo. A agricultura de sequeiro foi a que mais reduziu os teores de carbono orgânico do solo (COS)(Quadro 5). Acredita-se que diversos fatores podem contribuir para as baixas concentrações de COS no sistema de sequeiro, comparado com o sistema natural caatinga, dentre eles os ciclos de umedecimento e secagem em um solo com menor cobertura vegetal, processos de preparo do solo que aumentam o nível de oxigenação do solo e a maior temperatura do solo. Todos esses fatores, agindo em conjunto, aceleram o processo de mineralização da matéria orgânica do solo; o menor retorno de biomassa nesses sistemas de cultivo também contribui para um menor teor de COS, quando comparados com o sistema de caatinga.

Quadro 4. Efeito de diferentes sistemas de uso e manejo nos atributos químicos de um Cambissolo Háplico Ta eutrófico léptico.

Taramento	pH H ₂ O	pH KCl	Ca	Mg	Al+H	K	Na	P	S	CTC	V											
	2:1		cmol _c kg ⁻¹			mg kg ⁻¹			cmol _c kg ⁻¹		%											
0-0,10 m																						
Caatinga	7.29	c	6.46	d	20.3	a	2.0	a	0.9	a	29	a	0.8	c	34	b	22.3	a	23.2	A	95.8	b
Mamona Irrigada	7.96	a	7.26	b	16.5	bcd	2.0	a	0,1	c	12	b	7.5	b	16	cd	18.5	ba	18.5	bc	100.1	a
Mamona Sequeiro	7.54	b	6.85	c	15.6	bcd	2.4	a	0.5	c	38	a	0.7	c	11	cd	18.1	b	18.6	bc	97.2	b
Milho Irrigado	7.77	a	6.98	c	18.1	ba	1.6	a	0,2	c	9	b	9.0	ab	24	cb	19.8	ba	19.9	ba	99.3	a
Milho Sequeiro	7.47	cb	6.56	d	12.6	d	1.0	a	0.8	ab	27	a	0.8	c	68	a	13.7	c	14.5	dc	94.8	c
Milho Pivô	7.91	a	7.46	a	14.3	cd	1.6	a	0.0	c	14	b	11.0	a	5	d	16.0	bc	16.0	dc	100.1	a
0,10-0,20 m																						
Caatinga	6.94	d	6.03	c	21.8	a	1.5	a	1.4	a	9	c	0.9	d	25	b	23.4	a	24.8	A	94.2	a
Mamona Irrigada	7.96	a	7.24	a	15.9	cb	1.7	a	0,4	b	9	c	9.3	b	12	b	17.7	cb	17.8	C	99.8	b
Mamona Sequeiro	7.56	bc	6.69	b	15.5	c	1.2	a	0.6	b	29	a	0.6	d	11	b	16.7	cd	17.3	C	96.8	b
Milho Irrigado	7.66	bac	6.86	b	18.2	b	1.6	a	0.2	c	7	bc	5.6	c	21	b	19.8	b	20.0	B	99.2	b
Milho Sequeiro	7.35	c	6.58	b	13.9	c	0.9	a	0.6	cd	19	b	0.9	d	62	a	14.8	d	15.4	C	96.2	b
Milho Pivô	7.83	ba	7.43	a	15.3	c	1.4	a	0.0	d	11	bc	13.3	a	9	b	16.8	cd	16.8	C	100.0	b
0,20-0,40 m																						
Caatinga	7.09	c	6.16	c	26.0	a	1.5	ba	1.0	a	7	b	1.3	c	7	b	27.6	a	28.6	a	96.3	b
Mamona Irrigada	7.79	a	7.05	ba	16.2	b	1.4	ba	0.1	c	9	ab	10.9	a	3	b	17.6	cb	17.8	cb	99.2	a
Mamona Sequeiro	7.52	ba	6.59	bc	15.5	b	0.9	b	0.7	ab	18	a	0.6	c	4	b	16.5	cb	17.2	cb	96.2	b
Milho Irrigado	7.60	ba	6.81	ba	17.4	b	1.3	b	0.2	bc	6	b	5.4	a	11	b	18.7	b	18.9	b	98.7	a
Milho Sequeiro	7.35	bc	6.66	bac	12.4	b	1.2	b	0.6	ab	10	ab	0.7	c	17	a	13.6	c	14.2	c	95.8	b
Milho Pivô	7.65	ba	7.17	a	13.4	b	2.6	a	0.0	c	5	b	12.3	a	2	b	16.1	cb	16.1	cb	100.1	a
0,40-0,60 m																						
Caatinga	7.28	a	6.25	b	25.3	a	1.9	ba	0.8	ab	6	a	1.3	d	5	cb	27.2	a	28.0	a	96.9	b
Mamona Irrigada	7.31	a	6.60	ba	14.0	cd	1.3	bc	0.3	b	14	a	9.3	b	2	cd	15.4	c	15.7	c	98.0	ba
Mamona Sequeiro	7.56	a	6.80	ba	18.7	b	0.5	c	0.3	b	12	a	1.0	d	1	d	19.3	b	19.5	b	98.7	ba
Milho Irrigado	7.32	a	6.51	ba	16.4	cb	0.7	c	0.4	ab	4	a	4.5	c	6	b	17.1	cb	17.5	cb	97.5	ba
Milho Sequeiro	7.16	a	6.41	ba	12.9	d	0.9	bc	0.9	a	7	a	0.9	d	9	a	13.8	c	14.7	c	94.0	c
Milho Pivô	7.46	a	7.02	a	12.4	d	2.9	a	0.0	b	4	a	12.3	a	1	d	15.4	c	15.4	c	99.7	a

¹Tratamentos: 1 = Vegetação nativa (Caatinga); 2 = Mamona irrigada; 3 = Mamona sequeiro; 4 = Milho irrigado; 5 = Milho sequeiro; e 6 = Milho pivô.

²Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

A redução do teor de COS em condições de sequeiro foi maior em áreas cultivadas com mamona, mesmo em profundidade, do que nos solos cultivados com milho nas mesmas condições. Em contraste, a perda de COS nas áreas cultivadas com mamona e milho irrigado foi menor do que na área de sequeiro. A manutenção de temperaturas mais baixas e maior produção de biomassa são os fatores que devem ter contribuído para esse resultado (Quadro 5).

O milho irrigado em pivô central foi o tratamento que proporcionou maior conservação do COS, em comparação com os demais sistemas de cultivo e manejo. A produção de biomassa maior do que nos sistemas anteriores deve explicar esse resultado.

Quadro 5. Efeito de diferentes sistemas de uso e manejo no COS, C lábil, N org, fosfatase alcalina e FDA, em um Cambissolo Háplico Ta eutrófico léptico..

TRAT ¹	COS	Clabil -----dag kg ⁻¹ -----	N org	Fosf Alc µg de p-nitrofenol g ⁻¹ h ⁻¹	FDA µg Fluoresceína g ⁻¹ h ⁻¹
0-0,10 m					
1	6,82 A ²	0,126 B	0,139 A	256,58 BA	2,87 A
2	1,21 B	0,096 CB	0,104 A	361,64 BA	2,71 A
3	1,39 C	0,084 CB	0,117 A	500,99 BA	2,40 A
4	1,42 C	0,119 B	0,147 A	324,04 BA	2,75 A
5	0,69 C	0,217 A	0,121 A	632,60 A	4,14 A
6	2,86 C	0,072 C	0,079 A	181,92 B	2,81 A
0,10-0,20 m					
1	5,91 A	0,126 A	0,172 A	305,79 CD	2,39 A
2	1,18 C	0,104 A	0,103 BA	489,93 CB	2,70 A
3	0,82 C	0,151 A	0,100 BA	542,46 B	2,50 A
4	1,37 C	0,119 A	0,100 BA	352,79 CBD	2,49 A
5	0,76 C	0,137 A	0,133 BA	747,06 A	3,99 A
6	2,95 C	0,268 A	0,080 B	275,38 D	2,84 A
0,20-0,40 m					
1	4,53 A	0,0592 C	0,07 BA	290,86 BC	2,47 A
2	0,80 B	0,071 BC	0,05 B	332,33 BC	2,40 A
3	0,95 B	0,129 A	0,09 BA	570,11 A	2,05 A
4	0,96 B	0,111 BA	0,11 A	326,25 BC	2,37 A
5	0,96 B	0,070 BC	0,09 BA	463,39 BA	2,97 A
6	2,08 B	0,055 C	0,05 B	219,53 C	2,56 A
0,40-0,60 m					
1	4,69 B	0,033 C	0,07 BAC	279,80 B	2,57 A
2	0,41 C	0,041 BC	0,03 BC	416,39 BA	2,38 A
3	0,58 C	0,052 BAC	0,04 BAC	404,77 BA	1,91 A
4	0,58 C	0,063 BA	0,09 A	350,58 BA	2,37 A
5	0,48 A	0,068 A	0,08 BA	445,69 A	2,97 A
6	1,85 C	0,031 C	0,03 C	283,12 B	2,09 A

¹ 1 = Vegetação nativa (Caatinga); 2 = Mamona irrigada; 3 = Mamona sequeiro; 4 = Milho irrigado; 5 = Milho sequeiro; e 6 = Milho pivô.

² Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Independente do sistema de cultivo ou manejo, a mudança do uso da terra de caatinga para agroecossistemas, na camada de 0 a 0,10 m reduziu o teor de COS em 58% a 90%, na camada de 0,10 a 0,20 m em 50% a 87%, na camada de 0,20 a 0,40 m em 54% a 82% e em 60% a 91% na camada de 0,40 a 0,60 m de profundidade. Os maiores valores de redução ocorreram nos sistemas de sequeiro e os menores no sistema de pivô central. O menor crescimento do sistema radicular das plantas em sequeiro contribuiu para que as maiores diferenças do teor de matéria orgânica daqueles agroecossistemas comparados com a caatinga ocorressem com o aumento de profundidade.

Índice de deterioração do Solo (IDS)

Todos os solos sob cultivo agrícola apresentaram menor IDS em relação ao solo de referência (caatinga), mostrando a ação negativa do manejo intensivo sobre a qualidade do solo (Figura 1), corroborando o que também foi observado por Islan & Weil (2000), que determinaram o IDS em diferentes manejos e sob vegetação nativa e concluíram que os sistemas de manejo intensivo promoveram ação negativa (-44%) sobre a qualidade do solo. O sistema milho sequeiro foi o que apresentou maior valor absoluto de deterioração para as profundidades 0-0,10, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m, sendo -47,2%, -50,4% e -49,0%, respectivamente, indicando que este sistema foi o que mais promoveu o desgaste das características originais do solo consideradas para o cálculo do IDS nas profundidades citadas. Para a profundidade 0,10-0,20 m o sistema mamona sequeiro foi o que apresentou maior valor absoluto de IDS (38,4%), juntamente com o sistema milho sequeiro (38,2%).

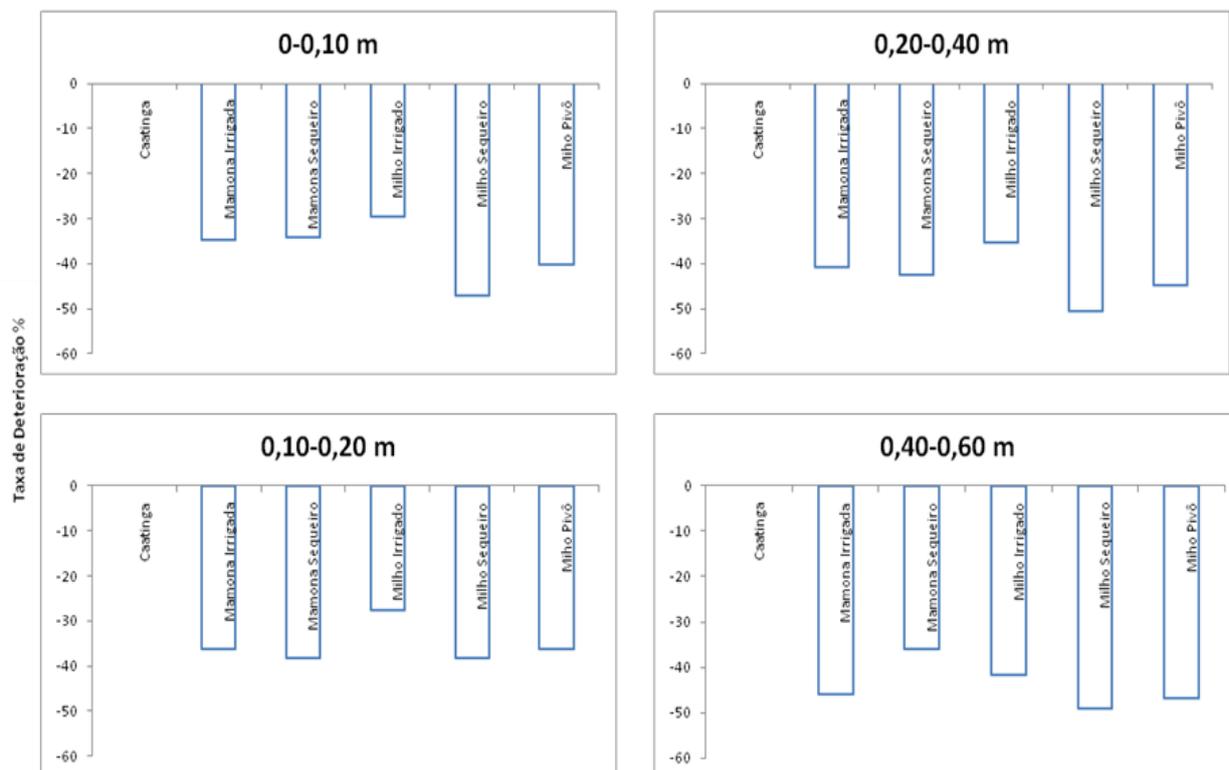


Figura 1. Índice de deterioração para diferentes usos do Cambissolo Háplico Ta eutrófico léptico, tendo a caatinga como referência.

Índice de qualidade do solo (IQS)

A proteção do solo sob uso intensivo e o rápido crescimento econômico são os maiores desafios para o uso dos recursos naturais de forma sustentável, nas nações em desenvolvimento (Doran et al., 1996).

O efeito do sistema de manejo sobre a qualidade do solo é frequentemente avaliado pela comparação de uma área cultivada com uma área contígua de vegetação nativa. O criticismo a essa metodologia é o da presunção de que a área com a vegetação nativa não sofre erosão (Ellert & Gregorich, 1996). Entretanto, essa limitação é mitigada pela comparação da capacidade dos sistemas natural e agroecossistemas, em realizar as suas funções, avaliada por índices de qualidade. Dessa forma, o aumento ou redução dos índices de cada função reflete o impacto positivo ou negativo do sistema avaliado, subtraído do impacto natural do sistema nativo. No presente estudo avaliou-se o efeito do cultivo da mamona e do milho irrigados e em sequeiro na capacidade do solo em

receber, armazenar e suprir água, promover o crescimento das raízes, armazenar e suprir e ciclar nutrientes, promover a atividade biológica e manter a homeostase do solo nas profundidades de 0-0,10, 0,10-0,20, 0,20 a 0,40 e 0,40 a 0,60 m (Quadro 6).

Quadro 6. Influência de diferentes sistemas de uso e manejo na qualidade do Cambissolo Háplico Ta eutrófico léptico, avaliada pelo IQS.

Função do solo	Tratamento ¹ (0 a 10 cm)					
	1	2	3	4	5	6
1 - Receber, armazenar e suprir água	0,198	0,069	0,051	0,086	0,046	0,158
2 - Promover o crescimento de raízes	0,199	0,141	0,131	0,144	0,124	0,170
3 - Armazenar, suprir e ciclar nutrientes	0,182	0,113	0,128	0,139	0,133	0,155
4 - Promover atividade biológica	0,182	0,110	0,123	0,134	0,132	0,151
5 - Manter a homeostase	0,199	0,069	0,199	0,198	0,102	0,200
IQS	0,960	0,501	0,633	0,702	0,537	0,835
	Tratamento (10 a 20 cm)					
	1	2	3	4	5	6
1 - Receber, armazenar e suprir água	0,199	0,082	0,041	0,104	0,051	0,186
2 - Promover o crescimento de raízes	0,182	0,154	0,137	0,162	0,134	0,185
3 - Armazenar suprir e ciclar nutrientes	0,199	0,142	0,135	0,163	0,137	0,189
4 - Promover atividade biológica	0,199	0,145	0,138	0,163	0,138	0,193
5 - Manter a homeostase	0,199	0,102	0,200	0,200	0,110	0,200
IQS	0,978	0,625	0,652	0,793	0,569	0,953
	Tratamento (20 a 40 cm)					
	1	2	3	4	5	6
1 - Receber, armazenar e suprir água	0,199	0,040	0,040	0,040	0,040	0,056
2 - Promover o crescimento de raízes	0,190	0,130	0,137	0,137	0,132	0,140
3 - Armazenar, suprir e ciclar nutrientes	0,199	0,122	0,126	0,131	0,109	0,126
4 - Promover atividade biológica	0,199	0,130	0,137	0,138	0,130	0,140
5 - Manter a homeostase	0,199	0,200	0,200	0,200	0,108	0,200
IQS	0,986	0,622	0,640	0,646	0,518	0,662
	Tratamento (40 a 60 cm)					
	1	2	3	4	5	6
1 - Receber, armazenar e suprir água	0,199	0,044	0,040	0,051	0,046	0,169
2 - Promover o crescimento de raízes	0,198	0,134	0,113	0,130	0,128	0,181
3 - Armazenar, suprir e ciclar nutrientes	0,199	0,115	0,127	0,132	0,118	0,167
4 - Promover atividade biológica	0,199	0,129	0,125	0,136	0,132	0,183
5 - Manter a homeostase	0,193	0,181	0,198	0,200	0,102	0,200
IQS	0,988	0,603	0,604	0,648	0,527	0,900

¹1 = Vegetação nativa (Caatinga); 2 = Mamona irrigada; 3 = Mamona sequeiro; 4 = Milho irrigado; 5 = Milho sequeiro; e 6 = Milho pivô.

Os cultivos da mamona e milho em sequeiro e mamona irrigada provocaram as maiores reduções no IQS na profundidade de 0 a 0,10 m. O uso do pivô central foi o que menos impactou as funções do solo. A capacidade de receber, armazenar e suprir água, isoladamente, foi a função mais influenciada pelo sistema de uso e manejo do solo. Esse impacto é muito importante já que a disponibilidade da água é um dos fatores mais limitantes para o crescimento das plantas do semiárido (Risser, 1988). Esse resultado é atribuído à redução no teor de COS observado no estudo.

A redução da função promover o crescimento das raízes, de 15% a 38%, 0% a 26%, 26% a 32% e 9% a 43% respectivamente nas profundidades de 0 a 0,10, 0,10 a 0,20, 0,20 a 0,40 e 0,40 a 0,60 m, foi mais em função do efeito dos sistemas de manejo do solo na matéria orgânica do que pela variação de nutrientes ou efeito do pH e acidez do solo.

A capacidade do solo em armazenar, suprir e ciclar nutrientes é em grande parte determinada pela quantidade e qualidade da matéria orgânica presente no solo. Na maioria dos solos, a matéria orgânica é responsável por mais de 80% da CTC. O ciclo de nutrientes descreve como eles se movem do ambiente físico para os organismos vivos e, subseqüentemente, são reciclados para o ambiente físico. Nesse processo contínuo de biologia-geologia-transformação química, os microorganismos têm um papel importante, daí ser fundamental a determinação da biomassa microbiana. Os valores de IQS para a função de armazenar, suprir e ciclar nutrientes foi reduzido em 15% a 38% na profundidade de 0 a 0,10 m, em 5% a 32% de 0,10 a 0,20 m, em 34% a 44% de 0,20 a 0,40 e em 16% a 42% de 0,40 a 0,60 m.

Nos anos recentes, atributos microbiológicos e bioquímicos têm sido considerados como indicadores mais sensíveis a mudanças do solo e podem ser utilizados como preditores da tendência da qualidade do solo (Saviozzi et al., 2002; Ros et al., 2003). A biomassa microbiana do solo (BMS) é a fração viva da matéria orgânica, responsável por processos bioquímicos e biológicos no solo, sendo sensivelmente alterada pelas condições impostas pelo meio (Balota et al., 2008). A BMS é influenciada pelo clima, pela aeração, pela disponibilidade de nutrientes minerais e pelo C orgânico do solo. A quantidade de biomassa microbiana é governada por várias práticas de manejo, como rotações de cultura, cultivo e uso de resíduos orgânicos, adubação e manejo de resíduos de culturas

(Masto et al., 2006). A biomassa microbiana é considerada mais responsiva aos tratamentos culturais do que as mudanças da matéria orgânica do solo (Powlson & Jenkinson, 1981; McGill et al., 1986). A boa atividade biológica é um componente vital da fertilidade do solo. A biota do solo influencia direta e indiretamente a dinâmica de nutrientes do solo e também pode influenciar o desenvolvimento e a diversidade da comunidade de plantas (Kardol et al., 2005).

A biomassa microbiana também representa o compartimento central do ciclo do C, do N, do P e do S no solo e pode funcionar como compartimento de reserva desses nutrientes ou como catalisador na decomposição da matéria orgânica.

Existem evidências que as propriedades biológicas são altamente afetadas por fatores ambientais e podem ser potenciais indicadores do estresse ecológico. Neste estudo, o indicador biomassa microbiana mostrou-se sensível à mudança do ambiente natural para todos os agroecossistemas estudados (Quadro 7).

Quadro 7. Efeito de diferentes sistemas de uso e manejo no Carbono da Biomassa Microbiana (CBM), Atividade Microbiana (Respiração), Quociente Microbiano (qMic) e Quociente Metabólico (qCO₂), em um Cambissolo Háplico Ta eutrófico léptico.

TRAT. ¹	CBM mg kg ⁻¹	Respiração µg CO ₂ g ⁻¹ d ⁻¹	qMic %	qCO ₂ µg CO ₂ µgbiomassa ⁻¹ d ⁻¹
0-0,10 m				
1	157,1937 A ²	6,8 C	6,81983 B	0,048298171 C
2	44,26197 B	26 BA	3,93497 B	0,614319788 A
3	87,57532 B	28,2 BA	6,19761 B	0,329583677 B
4	83,08955 B	25,2 BA	6,12089 B	0,304361631 BC
5	72,54999 B	17,6 BC	1,0859 B	0,286856266 BC
6	82,65905 B	33,6 A	14,6673 A	0,407029993 A
0,10-0,20 m				
1	127,6442 A	13,6 B	4,16669 A	0,187029902 B
2	47,16483 B	24 BA	3,94079 A	0,56641266 A
3	66,42505 BA	14,6 B	4,64901 A	0,211890365 B
4	98,19238 BA	16 BA	28,5215 A	0,160269296 B
5	69,92742 BA	16,4 BA	1,18522 A	0,239354425 B
6	77,65149 BA	28,4 A	11,1208 A	0,363585534 BA
0,20-0,40 m				
1	66,01876 A	16,4 A	6,22871 A	0,327243 A
2	74,82579 A	20,4 A	9,74005 A	0,283125045 A
3	66,01877 A	19,6 A	8,5007 A	0,32724316 A
4	96,0206 A	20,8 A	11,4771 A	0,211858791 A
5	75,25496 A	14 A	1,66164 A	0,202688528 A
6	86,64266 A	29,2 A	15,2709 A	0,3413845 A
0,40-0,60 m				
1	80,08853 BA	2,4 B	11,4228 BA	0,02947619 B
2	58,83776 B	18 BA	17,9822 BA	0,345594468 A
3	60,84438 B	15,2 BA	12,395 BA	0,243802232 BA
4	100,8136 A	12,8 BA	17,9298 BA	0,124754949 BA
5	81,72565 BA	8,4 B	1,74037 B	0,118387753 BA
6	91,96647 A	28 A	24,011 A	0,301234258 A

¹1 = Vegetação nativa (Caatinga); 2 = Mamona irrigada; 3 = Mamona sequeiro; 4 = Milho irrigado; 5 = Milho sequeiro; e 6 = Milho pivô.

²Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

- 1- Dentre os agroecossistemas avaliados, o sistema de milho pivô foi o que apresentou melhores índices em todas as camadas estudadas.
- 2- A capacidade do solo em receber, armazenar e suprir água, isoladamente, foi a função mais influenciada pelos sistemas de uso e manejo do solo.
- 3- Os atributos microbiológicos do solo mostraram-se sensíveis no cálculo do índice de qualidade do solo, na avaliação da supressão do ambiente natural por agroecossistemas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, A. W.; LOMBARDI NETO, F.; SRINIVASAN, V. S.; SANTOS, J. R. Manejo da cobertura do solo e de práticas conservacionistas nas perdas de solo e água em Sumé, PB. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v.6, n.1, p.136-141, 2002.

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

AMADOR, J.A.A.; GLUCKSMAN, M.; LYONS, J.B.; GOREES, H.H. Spatial distribution of soil phosphatase activity within a riparian forest. **Soil Sci.** Baltimore, v.16, p.808-825, 1997.

ANDERSON, T.H.; DOMSCH, K.H. Ratios of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils. **Soil Biol. Biochem.**, v.21, p.471-479, 1989.

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. **R. bras. Ci. Solo**, Viçosa, v.22, p.641-649, 1998.

BANDICK, A. K.; DICK, R.P. Field management effects on soil enzyme activities. **Soil Biol. Biochem**, v.31, p.1471-1479, 1999.

BARTLETT, R.J. & ROSS, D.N. Colorimetric determination of oxidizable carbon in acid soil solutions. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 52 1191-1192

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL: **Levantamento de recursos naturais – folhas SC. 24/25 Aracaju / Recife**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: 1983. 856p. (Série Levantamento de Recursos Naturais, 30).

BREMER, J. M.; MULVANEY, C.S. Nitrogen total. In: PAGE, A. L.; MILLER, L. H.; KEENEY, D.R. (Ed.). **Methods of soil analysis**: chemical and microbiological properties. v.2, p. 595-624, 1982.

CAR. Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional (Salvador, BA). **Irecê**: perfil regional; Programa de Desenvolvimento Regional Sustentável - PDRS. Salvador: 2002. 61p. (Série Cadernos CAR, 29).

CHAER, G. M. **Modelo para determinação de índice de qualidade do solo baseado em indicadores físicos, químicos e microbiológicos**. 2001. 90 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

DICK, R.P.; BREAKWELL, D.P.; TURCO, R.F. Soil enzyme activities and biodiversity measurements as integrative microbiological indicators. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. (Ed). **Methods for assessing soil quality**. Madison: Soil Science Society of America, 1996. p.247-272.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (Ed.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison; Soil Science Society of America/American Society of Agronomy, 1994. p.3-21. (SSSA Special Publication, 35).

DORAN, J.W.; SARRANTONIO, M.; LIEBIG, M. Soil health and sustainability. In: SPARKS, D.L. (Ed.). **Advances in agronomy**. San Diego: Academic Press, 1996. v.56, p.1-54.

ELLERT, B.H. & GREGORICH, E.G.. Storage of carbon, nitrogen and phosphorus in cultivated and adjacent forested soils of Ontario. **Soil Sci**. v. 161, p. 1–17, 1996.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: 1997. 212p.

GILI-SOTRES, F.; TRASAR-CEPEDA, C.; LEIRÓS, M.C.; SEOANE, S. Different approaches to evaluating soil quality using biochemical properties. **Soil Biol. Biochem.**, 37:877-887, 2005..

IBGE. **Cidades@**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 16 ago 2010.

ISLAM, K.R. & WEIL, R.R. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. **Agric. Ecosys. Environ.**, v. 79, p.9-16, 2000.

ISLAM, K.R. & WEIL, R.R. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. **Agric. Ecosys. Environ.**, v. 79, p.9-16, 2000.

JENKINSON, D.S. & LADD, J.N. Microbial biomass in soils: Measurement and turnover. In: PAUL, E.A. & LADD, J.N., eds. **Soil biochemistry**. New York, Marcel Decker, 1981. v.5. p.415-471.

JENKINSON, D.S. & POWLSON, D.S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. V. A method for measuring soil biomass. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v.8, p.209-213, 1976.

KARDOL, P.; BEZEMER, T.M.; VAN DER WAL, A.;VAN DER PUTTEN, W.H. Successional trajectories of soil nematode and plant communities in a

chronosequence of ex-arable lands. **Biological Conservation** v.12, p.317-327, 2005..

KARLEN, D.L.; STOTT, D.E. A framework for evaluating physical and chemical indicators of soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (Ed.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison:, Soil Science Society of America/American Society of Agronomy, 1994, p.53-72. (SSSA Special Publication, 35).

LADD, J.N.; AMATO, M. & OADES, J.M. Decomposition of plant material in Australian soils. III. Residual organic and microbial biomass C and N from isotope-labeled legume material and soil organic matter, decomposing under field conditions. **Austr. J. Soil Res.**, v. 23, p. 603-611, 1985

LAL, R.; PIERCE, F.J.. Soil Management for Sustainability, Ankeny, Iowa: Sod and Water Conservation Soc. In: **Coop. with World Assoc. of Soil and Water Conservation and Soil Sci. Soc. of Amer**, 1991

LARSON, W.E.; PIERCE, F.J. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (Ed.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: Soil Science Society of America/American Society of Agronomy, 1994. p.37-51. (SSSA Special Publication, 35).

MASTO, R.E.; CHHONKAR P.K.; SINGH D.; PATRA A.K. Changes in soil biological and biochemical characteristics in a long-term field trial on a sub-tropical Inceptisol. **Soil Biology & Biochemistry**, v.38, p.1577-1582, 2006..

MASTO, R.E.; CHHONKAR, P.K.; SINGH, D.; PATRA, A.K. Change in soil quality indicators under long-term sewage irrigation a sub-tropical environment. 2008
McGill, W.B.; Cannon, K.R.; Robertson, J.A. Cook, F.D. Dynamics of soil microbial biomass and water soluble organic C in Breton L after 50 years of cropping to two rotations. **Canadian Journal of Soil Science**, v.66 p.1-9, 1986.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L.S. da; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.1-5.

PEDREIRA, A.J. et al. **Projeto Bacia de Irecê – relatório da etapa I**. Salvador: CPRM, 1985. 93p.

POWLSON, D.S.; JENKINSON, D.S. A comparison of the organic matter, biomass, adenosine triphosphate and mineralisable nitrogen contents of ploughed and direct drilled soils. **Journal of Agriculture Science**, v.97, p.713-721, 1981.

RISSER, P.G. Abiotic controls on primary productivity and nutrient cycles in North American grasslands. In: POMEROY, L.R.; ALBERTS, J.J. (Ed.). **Concepts of ecosystem ecology**. New York: Springer, 1988. p.115-129.

ROS, M.; HERNANDEZ, M.T.; GARCIA, C. Soil microbial activity after restoration of a semiarid soil by organic amendments. **Soil Biology and Biochemistry**, v.35, p.463-469, 2003.

SAMPAIO, E.V.S.B. Overview of the Brazilian caatinga. In: S.H. Bullock; H.A. Mooney & E. Medina (Ed.). **Seasonally dry tropical forest**. Cambridge, Cambridge University Press, 1995. p. 36-63.

SAS INSTITUTE INCORPORATION. **The SAS-System for Windows release 6.11 (software)**. Cary, North Carolina: SAS Institute Incorporation, 1985.

SAVIOZZI, A.; BUFALINO, P.; LEVI-MINZI, R.; RIFFALDI, R. Biochemical activities in a degraded soil restored by two amendments. **Biology and Fertility of Soils**, v.35, p.96-101, 2002.

SCHNÜRER, J.; ROSSWALL, T. Fluorescein diacetate hydrolysis as a measure of total microbial activity in soil and litter. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.43, n.6, p.1256-1261, 1982.

SMITH, J.L. & PAUL, E.A. The significance of soil microbial biomass estimations. In: BOLLAG, J. & STOTZKY, D.G., eds. **Soil biochemistry**. New York, M. Dekker, v.6. p.357-396, 1990.

SOUZA, A.L.V. **Avaliação da qualidade de um LATOSSOLO AMARELO Coeso argissólico dos Tabuleiros Costeiros, sob floresta natural Cruz das Almas, BA**. 2005. 95f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Agronomia. Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, Bahia.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.

WYMORE, A.W. **Model-based systems engineering**: An introduction to the mathematical theory of discrete systems and to the tricategory theory of system design. Boca Raton: CRC Press, 1993.

YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.19, p.1467-1476, 1988.

ZHANG, H.; ZHANG, G.L. Microbial biomass carbon and total organic carbon of soils as affected by rubber cultivation. **Pedosphere**, v.13, p.353-357, 2003.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado confirmou a hipótese de que os diferentes usos agrícolas promovem redução no estoque de carbono e, conseqüentemente, o desgaste da qualidade do solo. Porém, o sistema milho pivô, ainda que as evidências o apontassem como o mais intensivo dentre os sistemas estudados, foi aquele que menos se distanciou do sistema natural (Caatinga), de acordo com os atributos avaliados.

As experiências vividas durante todas as fases experimentais contribuíram de forma eficaz para aprimorar o senso investigativo e didático exigido para o bom desenvolvimento da pesquisa, gerando amadurecimento, entusiasmo e esperanças.