

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS PROFESSORA CINOBELINA ELVAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
MESTRADO EM SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

ATRIBUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DE UM NEOSSOLO LITÓLICO
EUTRÓFICO COM EXPOSIÇÃO DO HORIZONTE “C”, CULTIVADO COM
PINHÃO MANSO E GRAMÍNEAS, EM ÁREA DEGRADADA NO MUNICÍPIO DE
GILBUÉS, PI

MARCELO DUARTE DA SILVA

BOM JESUS - PI
2012

MARCELO DUARTE DA SILVA

ATRIBUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DE UM NEOSSOLO LITÓLICO
EUTRÓFICO COM EXPOSIÇÃO DO HORIZONTE “C”, CULTIVADO COM
PINHÃO MANSO E GRAMÍNEAS, EM ÁREA DEGRADADA NO MUNICÍPIO DE
GILBUÉS, PI

Dissertação apresentada à Universidade
Federal do Piauí, Campus Professora
Cinobelina Elvas, para obtenção do título
de “Mestre” em Agronomia, na área de
concentração em Solos e Nutrição de
Plantas.

Orientador: Prof. Dr. Milton Marques Fernandes

Co-orientador: Pesq. Dr. Marcos Emanuel da Costa Veloso

BOM JESUS - PI
2012

ATRIBUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DE UM NEOSSOLO LITÓLICO
EUTRÓFICO COM EXPOSIÇÃO DO HORIZONTE “C”, CULTIVADO COM
PINHÃO MANSO E GRAMÍNEAS, EM ÁREA DEGRADADA NO MUNICÍPIO DE
GILBUÉS, PI

MARCELO DUARTE DA SILVA

Engenheiro Agrônomo

Aprovada em ____/____/____

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Fabricio Tello de Menezes Sampaio (CPCE / UFPI)

Pesq. Dr. Marcos Emanuel da Costa Veloso (EMBRAPA MEIO-NORTE)
(Co-orientador)

Prof. Dr. Milton Marques Fernandes (CPCE / UFPI)
(Orientador)

BOM JESUS - PI
2012

BIOGRAFIA

Marcelo Duarte da Silva, nascido em 18 de outubro de 1980, em Floriano, estado do Piauí, filho de Osvaldo Vieira da Silva e Maria das Mercês Duarte da Silva. Ingressou na Universidade Estadual do Piauí – Campus avançado de Corrente, no primeiro semestre do ano de 1999, no curso de Agronomia, com conclusão em Setembro de 2003. Foi Extensionista do EMATER-PI durante os anos de 2005 a 2011 e Professor substituto do Departamento de Solos da UFPI, Campus Professora Cinobelina Elvas, no ano de 2008. Em março de 2010, ingressou no curso de Pós-Graduação em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas.

FICHA CATALOGRÁFICA

Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí Biblioteca Setorial
Campus Professora Cinobelina Elvas

SXXX Silva, Marcelo Duarte da

Atributos químicos e biológicos de um Neossolo Litólico eutrófico com exposição do horizonte “c”, cultivado com pinhão manso e gramíneas, em área degradada no município de Gilbués, PI / Marcelo Duarte da Silva – Bom Jesus: UFPI, 2012.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí.

Orientador: Prof. Dr. Milton Marques fernandes

Co-Orientador: Marcos Emanuel da Costa Veloso

1. Recuperação de áreas degradadas
2. Indicadores biológicos
3. Matéria orgânica leve. I. Título

CDD XXXX

A boa vontade não é uma garantia, nem a boa consciência uma desculpa

André Comte-Sponville

A todos os meus familiares e amigos que me apoiaram
nessa jornada e acreditaram na minha capacidade, e
a todos que gostam da ciência do solo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao criador do universo, Deus, pela grandiosidade da vida e eterna compaixão.

A minha família, pelo apoio incondicional.

À Universidade Federal do Piauí (UFPI) e ao colegiado de professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Solos e Nutrição de Plantas (PGPN), pela oportunidade de realização do Mestrado.

À EMBRAPA Meio Norte pela parceria na realização do trabalho.

Ao Dr. Marcos Gervásio Pereira da UFRJ pela parceria na realização das análises.

Ao Prof^o. Dr. Milton Marques Fernandes pela Orientação, companheirismo e ensinamentos que têm nos concedido.

Aos colegas Jawanda e Prof. Dr. Samy (UESPI) pela parceria na realização dos trabalhos.

Ao Pesq. Dr. Marcos Emanuel da Costa Veloso pela Co-orientação, amizade e apoio na realização da pesquisa.

Aos professores Diêgo, Ernandes, Fabrício, Júlio Cesar, Ítalo, Josy, Márkila, Milton, Rafaela, Romero, Fabiano.

A Prof^a. Kelly pela supervisão na monitoria, amizade e incentivo.

Aos membros da banca examinadora, Drs. Marcos Emanuel da Costa Veloso, Fabrício Tello de Menezes Sampaio e Milton Marques Fernandes pelas correções e sugestões.

À minha esposa Edith

A toda minha família

À equipe da UFPI: Ademar, Márcia Marla, João de Deus, Ludovico Danilo, Sebastião (*in memorian*), Elaine, Alessandro, Fabriciano, Larissa, João Irene, Thiago e demais colaboradores.

SUMÁRIO

	Página
Resumo Geral.....	i
General Abstract.....	ii
Lista de tabelas.....	iii
Lista de figuras.....	v
CAPÍTULO I:	1
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1 Objetivo geral.....	2
1.2 Objetivos específicos.....	3
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
2.1 O núcleo de desertificação de Gilbués.....	4
2.2 O pinhão manso.....	6
2.3 Capim Andropogon.....	8
2.4 Recuperação de áreas em processo desertificação e/ou degradadas.....	8
2.5 Indicadores de qualidade do solo e de recuperação de áreas em processo de 9 desertificação e/ou degradadas.	
2.5.1 Carbono e nitrogênio do solo e da biomassa microbiana.....	9
2.5.2 Fauna do solo ou edáfica.....	10
2.5.3 Matéria orgânica leve.....	12
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15
CAPÍTULO 2: ATRIBUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS EM ÁREAS DE 22 PINHÃO MANSO, PINHÃO MANSO CONSORCIADO COM PASTAGENS E EM DESERTIFICAÇÃO NO SUDOESTE DO PIAUÍ.	
Resumo.....	22
Abstract.....	23
1 INTRODUÇÃO.....	24
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
2.1 Localização e descrição das áreas de estudo.....	27
2.2 Métodos analíticos.....	29
2.2.1 Carbono orgânico e nitrogênio total do solo.....	29
2.2.2 Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana.....	29
2.2.3 Determinação da fauna do solo.....	31

2.2.4 Matéria orgânica leve em água.....	32
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
3.1 Carbono orgânico total e nitrogênio total do solo.....	33
3.2 Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana.....	35
3.3 Fauna do solo.....	38
3.3.1 Grupos taxonômicos.....	38
3.3.2 Grupos funcionais.....	42
3.3.3 Índices de diversidade, uniformidade e riqueza.....	45
3.3.4 Atividade da fauna do solo.....	48
3.4 Matéria orgânica leve em água.....	49
4. CONCLUSÕES.....	51
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

RESUMO GERAL

SILVA, Marcelo Duarte da. **Atributos químicos e biológicos de um Neossolo Litólico eutrófico com exposição do horizonte “C”, cultivado com pinhão manso e gramíneas, em área degradada no município de Gilbués, PI.** 2012. 65 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal do Piauí, PI.

O município de Gilbués está localizado no Sudoeste do estado do Piauí, na região dos cerrados piauienses e destaca-se por apresentar litologias extremamente vulneráveis à erosão. Na região há poucos trabalhos de pesquisa, especialmente quanto ao manejo e uso dos solos. O pinhão manso é apontado como uma planta que apresenta bons resultados na recuperação de áreas degradadas. O estudo objetivou avaliar os efeitos do manejo do cultivo de pinhão manso em cultivo solteiro e consorciado com capim *Andropogon gayanos* L, em diferentes profundidades de solo, em área degradada, no município de Gilbués, PI, sobre: i) os atributos químicos do solo; ii) na biomassa microbiana; iii) na atividade e diversidade da fauna do solo; e iv) matéria orgânica leve. O estudo foi realizado no ano de 2010, em uma área experimental da EMBRAPA Meio Norte, com um ano de intalação, em um Neossolo Litólico eutrófico com exposição do horizonte “C”. Para o estudo foram selecionadas três áreas, a saber: (1) plantio de pinhão manso solteiro, (2) pinhão manso consorciado com capim *Andropogon gayanus* e (3) uma área de testemunha em processo de desertificação localizada ao lado dos plantios. Avaliou-se, nas profundidades de 0-0,10 m e 0,10-0,20 m, o carbono orgânico e nitrogênio total do solo e da biomassa microbiana e a matéria orgânica leve em água. A fauna do solo foi avaliada utilizando-se armadilhas tipo “pitt fall”, no período seco e chuvoso, com quantificação do número total de indivíduos, grupos funcionais, atividade e cálculo dos índices de diversidade de Shannon, Pielou e Riqueza de grupos. A revegetação com pinhão manso e o consorcio do pinhão manso com capim aumentou significativamente o COT comparado a área degradada. Para o nitrogênio total o aumento foi significativo no plantio de pinhão manso e no consorcio do pinhão com capim somente na camada de 0,0-0,10 m em comparação a área degradada. O carbono da biomassa microbiana apresentou um aumento significativo nas áreas de pinhão manso solteiro e consorciado com gramíneas em comparação a área degradada. Este comportamento foi semelhante para o nitrogênio da biomassa microbiana. Os índices de Shannon, Pielou e Riqueza de grupos foram maiores na área degradada, no entanto, o número de indivíduos e a atividade da fauna do solo foram maiores na área de pinhão manso solteiro e consorciado com gramíneas. Em relação a área degrada, a revegetação com pinhão manso promoveu o aumento significativo da matéria orgânica leve nas duas profundidades avaliadas, já no consórcio de pinhão manso com gramíneas, esse aumento ocorreu apenas na camada de 0,10-0,20 m.

Palavras-chave: Recuperação de áreas degradadas, indicadores biológicos, matéria orgânica leve.

¹Orientador: Milton Marques Fernandes – UFPI/Bom Jesus

¹ Co-orientador: Marcos Emanuel da Costa Veloso – EMBRAPA Meio Norte

GENERAL ABSTRACT

SILVA, Marcelo Duarte da. **Chemical and biological attributes of a eutrophic Udorthent exposing the horizon "C", cultivated with jatropha and grasses in degraded areas in the municipality of Gilberton, PI.** 2012. 65 p. Dissertation (MSc in Soils and Plant Nutrition) - Federal University of Piauí, PI ¹.

The municipality of Gilbues is located in the southwest of the state of Piauí, Piauí in the cerrado region and stands out for presenting lithologies extremely vulnerable to erosion. In the region there are few research studies, particularly with regard to management and land use. *Jatropha* is considered as a plant that yields good results in the recovery of degraded areas. The study aimed to evaluate the effects of crop management *Jatropha* crop and intercropped with grass *Andropogon gayanus* L at different soil depths, in degraded areas in the municipality of Gilberton, PI, on: i) the chemical soil ii) the microbial biomass, iii) the activity and diversity of soil fauna, and iv) light organic matter. The study was conducted in 2010 in an experimental area of Embrapa Meio Norte, with a year of network installation, in a eutrophic Udorthent exposing the horizon "C". For the study we selected three areas, namely: (1) planting of *Jatropha* single, (2) *Jatropha* intercropped with grass *Andropogon* (*Andropogon gayanus*) and (3) an area of control in the process of desertification is located next to the plantation. We evaluated, at 0-0.10 0.10-0.20 m me, organic carbon and total nitrogen and soil microbial biomass and light organic matter in water. The soil fauna was assessed using traps "pitt fall" during the dry and rainy, with quantification of the total number of individuals, functional groups, activity and calculation of Shannon diversity index, evenness and richness groups. Revegetation with *Jatropha* and *Jatropha* consortium of grass-COT increased significantly compared to the degraded area. For total nitrogen the increase was significant in the planting of *Jatropha* and the consortium of the pinion with grass only the layer of 0.0-0.10 m compared to the degraded area. The microbial biomass carbon increased significantly in the areas of *Jatropha* single and intercropped with grasses compared to degraded areas. This behavior was similar to the microbial biomass nitrogen. The Shannon index, evenness and richness were higher in the groups degraded, however, the number of individuals and the activity of soil fauna were greatest in the *Jatropha* single and intercropped with grasses. Regarding the area degrades, revegetation with *Jatropha* promoted a significant increase in light organic matter in depth were evaluated, as the consortium of *Jatropha* with grasses, this increase occurred only in the 0.10-0.20 m layer.

Keywords: Recovery of degraded areas, biological indicators, light organic matter.

¹Orientador: Dr. Milton Marques Fernandes – UFPI/Bom Jesus

¹ Co-orientador: Dr. Marcos Emanuel da Costa Veloso – EMBRAPA Meio Norte

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

- Tabela 1. Grupos taxonômicos, número de indivíduos coletados e porcentagem total, coletados na área degradada, no período chuvoso do ano de 2011, no município de Gilbués, PI.....39
- Tabela 2. Grupos taxonômicos, número de indivíduos coletados e porcentagem total, coletados na área de pinhão manso solteiro, no período chuvoso do ano de 2011, no município de Gilbués, PI.....39
- Tabela 3. Grupos taxonômicos, número de indivíduos coletados e porcentagem total, coletados na área de pinhão manso consorciado com capim *Andropogon*, no período chuvoso do ano de 2011, no município de Gilbués, PI.....40
- Tabela 4. Grupos taxonômicos, número de indivíduos coletados e porcentagem total, coletados na área degradada, no período seco do ano de 2011, no município de Gilbués, PI.....40
- Tabela 5. Grupos taxonômicos, número de indivíduos coletados e porcentagem total, coletados na área de pinhão-manso solteiro, no período seco do ano de 2011, no município de Gilbués, PI.....41
- Tabela 6. Grupos taxonômicos, número de indivíduos coletados e porcentagem total, Coletados na área de pinhão-manso consorciado com capim *Andropogon*, no período seco do ano de 2011, no município de Gilbués, PI.....41
- Tabela 7. Número e porcentagem de indivíduos coletados nas áreas de plantio de pinhão manso (Pi), pinhão manso consorciado com capim *Andropogon* (Pi/Ca) e a área degradada (AD) para os diferentes grupos funcionais no período chuvoso do ano de 2011, município de Gilbués, PI.....43
- Tabela 8. Número e porcentagem de indivíduos coletados nas áreas de plantio de pinhão manso solteiro, pinhão manso consorciado com capim *Andropogon* e a área degradada (AD) para os diferentes grupos funcionais no período seco, do ano de 2011, município de Gilbués, PI.....44
- Tabela 9. Matéria orgânica leve do solo das áreas de pinhão solteiro, pinhão manso consorciado com capim *Andropogon* e área degradada nas profundidades de 0-0,10 e 0,10-0,20 m, no município de Gilbués, PI.....49

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2

- Figura 1. Fotos da parte central e laterais da área experimental.....27
- Figura 2. Vista frontal da armadilha do tipo “pitt fall”, antes da instalação.....31
- Figura 3. Carbono orgânico total do solo das áreas de plantio de pinhão manso, consórcio pinhão manso com capim e a área degradada (AD). Letras minúsculas iguais não apresentam diferença estatística na mesma profundidade ao nível de 5 % pelo teste Tukey.....34
- Figura 4. Carbono orgânico total do solo das áreas de plantio de pinhão manso, consórcio pinhão manso com capim *Andropogon* e a área degradada (AD). Letras minúsculas iguais não apresentam diferença estatística na mesma profundidade ao nível de 5 % pelo teste Tukey.....35
- Figura 5. Carbono da biomassa microbiana das áreas de plantio de pinhão manso, consórcio pinhão manso com capim e a área degradada (AD). Letras minúsculas iguais não apresentam diferença estatística na mesma profundidade ao nível de 5 % pelo teste Tukey.....36
- Figura 6. Nitrogênio da biomassa microbiana das áreas de plantio de pinhão manso, consórcio pinhão manso com capim e a área degradada (AD). Letras minúsculas iguais não apresentam diferença estatística na mesma profundidade ao nível de 5 % pelo teste Tukey.....37
- Figura 7. Índices de diversidade Shannon (H) nas áreas de plantio de pinhão manso solteiro, pinhão manso consorciado com capim *Andropogon* e a área degradada (AD), nos períodos chuvoso e seco do ano de 2011, município de Gilbués, PI.....45
- Figura 8. Índices de Pielou (U) nas áreas de plantio de pinhão manso solteiro, pinhão manso consorciado com capim *Andropogon* e a área degradada (AD), no período chuvoso e seco, 2011, município de Gilbués, PI.....46
- Figura 9. Índices de Riqueza de Grupos (R) nas áreas de plantio de pinhão manso solteiro, pinhão manso consorciado com capim *Andropogon* e a área degradada (AD), nos períodos chuvoso e seco, 2011, município de Gilbués, PI.....46
- Figura 10. Atividade da fauna (Indivíduo/armadilha/dia) nas áreas de plantio de pinhão manso solteiro, pinhão manso consorciado com capim *Andropogon* e a área degradada (AD), no ano de 2011, município de Gilbués, PI.....48

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO GERAL

A demanda crescente pelos recursos naturais tem agravado a degradação das terras em todo o planeta, particularmente no Nordeste Brasileiro onde, além da condição de semi-aridez, o histórico de ocupação de suas terras mostra uma forte pressão de ocupação, desde os tempos coloniais; outrossim, o uso indiscriminado de madeira, lenha e carvão; o pastejo intensivo de animais; o fogo; o uso e o manejo irracional das terras pela agricultura, com e sem irrigação; a mineração; a ocupação desordenada das cidades, além do baixo nível de renda e cultural da população, são fatores que têm contribuído para a aceleração do processo de desequilíbrio ambiental (Moreira & Targino, 1997).

O município de Gilbués está localizado no Sudoeste do estado do Piauí, na região dos cerrados piauienses e destaca-se por apresentar litologias extremamente vulneráveis à erosão. Nessa região ocorre um tipo de degradação ambiental que, há décadas, vem despertando o interesse da comunidade acadêmica e de ambientalistas. Frequentemente os problemas ambientais de Gilbués são destaques em noticiários de abrangência nacional, sendo comum a referência à região como área desertificada.

De acordo com Belensiefer (1998), áreas degradadas são aquelas que perderam sua capacidade de produção, sendo difícil retornar a um uso econômico. A recuperação de áreas degradadas é um processo de reconversão do recurso degradado à sua condição anterior ou a outro uso, ou, ainda: o processo de reconversão de terras perturbadas aos usos iniciais ou a outros usos produtivos (Down & Stokes, 1978). As principais características afetadas com a degradação do solo são a perda da camada superficial, a alteração da estrutura e perda da matéria orgânica (Dedecek, 1993).

A vegetação é um fator importante na formação dos agregados e no acúmulo de matéria orgânica do solo, mediante a ação mecânica das raízes ou pela liberação de substâncias com ação cimentante. Ademais, plantas de cobertura vegetal podem reduzir as perdas de água, infestação de ervas invasoras e temperatura do solo, além de conservar a umidade do solo, promover a ciclagem de nutrientes e aumentar o aproveitamento dos fertilizantes (Calegari et al., 1993).

O Pinhão manso (*Jatropha curca L.*), espécie nativa do Brasil, da família das Euforbiáceas, exigente em insolação e com forte resistência a seca, é uma cultura viável para pequenas propriedades rurais, com mão-de-obra familiar, sendo mais uma fonte de renda e emprego para a região. Configura-se uma alternativa atraente para produção de óleo para fins energéticos. As principais vantagens do cultivo racional do pinhão manso são o baixo custo de produção e sua capacidade de produzir em solos pouco férteis e arenosos, além da alta produtividade, da facilidade de cultivo e de colheita das sementes (Arruda et al., 2004).

A presença de organismos do solo (fauna, raízes e a microflora por estes estimulados) regula o acúmulo e a reciclagem da matéria orgânica, manutenção da estrutura física e das propriedades hidráulicas do solo, sendo favorecidos pela cobertura do solo. Assim, permite-se a manutenção do equilíbrio no solo e sua permanente proteção contra a degradação, impedindo a perda da diversidade da macrofauna (Bolger et al., 2000; Lavelle & Spain, 2001; Barros et al., 2003). A população da biomassa microbiana do solo, que engloba fungos, bactérias, algas e a microfauna, atua como um catalisador de importantes transformações químicas no solo e, conseqüentemente, desempenha um papel essencial no funcionamento dos ecossistemas (Bonde et al., 1988).

Na região há poucos trabalhos de pesquisa, especialmente quanto ao manejo e uso dos solos, considerando especialmente a sua gênese para contribuir para a minimização dos problemas ambientais e socioeconômicos na região. O clima seco e úmido, com fortes chuvas intercaladas por fortes ventos contribui também para o aumento da desertificação nessa região, assoreando os rios e mananciais, deixando terras produtivas em improdutivas. Os rios Gurguéia e Uruçuí Preto, grandes afluentes do rio Parnaíba, maior rio genuinamente nordestino, estão ameaçados em função do assoreamento com solos carregados da região (Silva et. al., 2009).

Assim, estudos de indicadores ambientais que demonstrem o grau de degradação e/ou sustentabilidade de um ecossistema e avaliem os efeitos das práticas de revegetação sobre os organismos do solo são muito importantes para a busca de soluções para o problema da desertificação na região.

1.1. Objetivo geral

Gerar conhecimentos e tecnologias dos atributos químicos e biológicos do solo que possam contribuir para a paralisação do processo de degradação ambiental em áreas

degradadas e/ou em desertificação, utilizando pinhão-manso solteiro e consorciado com gramíneas, na região do Sudoeste piauiense.

1.2. Objetivos específicos

Avaliar os efeitos do manejo do cultivo de pinhão manso em cultivo solteiro e consorciado com capim *Andropogon gayanos L*, em diferentes profundidades de solo, em área degradada, no município de Gilbués, sobre:

- (1) os atributos químicos do solo;
- (2) na biomassa microbiana;
- (3) na atividade e diversidade da fauna do solo; e
- (4) matéria orgânica leve.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. O núcleo de desertificação de Gilbués

A região de Gilbués é conhecida como núcleo de desertificação por apresentar degradação intensa dos seus solos decorrentes principalmente da erosão hídrica, sendo a principal área degradada no estado do Piauí (Sales, 2003). No entanto, o índice de aridez de Gilbués que se encontra entre 0,71 e 0,96, resultado da razão entre precipitação e evapotranspiração não corresponde aos índices propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU) e United Nations Environment Programme (UNEP) às áreas degradadas, que variam entre 0,05 e 0,65. (Sales, 2003).

O município de Gilbués compreende uma área irregular de 3.475,18 km² e está localizado na microrregião do Alto Médio Gurguéia, a 797 km de Teresina, apresentando na sede do município as coordenadas geográficas de 09°49'55'' de latitude sul e 45°20'38'' de longitude oeste de Greenwich (CPRM, 2004).

A desertificação é definida como a degradação dos solos, dos recursos hídricos e da biodiversidade, nas zonas áridas, semi - áridas e sub - úmidas secas, resultante de fatores climáticos e atividades humanas (United Nations, 1994). Vasconcelos Sobrinho (2002) denominou de Núcleo de Desertificação como sendo “aquelas áreas nas quais, pelas condições do solo caracteristicamente inóspito, o processo de degradação é mais rapidamente e mais plenamente alcançado”. Esses núcleos de desertificação têm em

comum o desmatamento indiscriminado, as queimadas e o pastoreio de caprinos e ovinos acima da capacidade de suporte do ambiente (Accioly, 2000).

O conceito de “desertificação” ainda se mostra complexo em virtude da amplitude conceitual e da falta de uma metodologia de estudo universalmente aceita, pois há vários componentes que compõem a degradação, como a degradação de solos, dos recursos hídricos, e da vegetação tendo como consequência à diminuição da qualidade de vida da população. A falta de um objeto de estudo único leva diversos profissionais a trabalharem de acordo com os interesses de suas respectivas áreas (Matallo Junior, 2001).

Pelo fato da desertificação ser um processo dinâmico, torna-se difícil compreender as causas que levam à mesma, tendo em vista que ela geralmente resulta de um emaranhado de causas e efeitos que se entrelaçam, formando um quadro complexo (Sampaio & Sampaio, 2002). Quanto à intensidade, o fenômeno encontra-se concentrado em pontos específicos do bioma Caatinga, como um todo, resulta de um conjunto de procedimentos exploratórios ecologicamente incorretos e sua gravidade se expressa por meio da degradação conjunta de ativos ambientais, como solo, biodiversidade e recursos hídricos (CNRBC, 2004).

O uso e o manejo inadequado dos solos são apontados como as principais causas de origem antrópica relacionadas com a desertificação. No Nordeste semi-árido, várias formas de uso podem acarretar diferentes processos que resultam em degradação. O extrativismo vegetal e mineral, bem como o sobrepastoreio das pastagens nativas ou cultivadas, e o uso agrícola por culturas que expõem os solos aos agentes erosivos são as principais causas dos processos de desertificação que atingem a região. Quanto à intensidade, o fenômeno encontra-se concentrado em pontos específicos do bioma Caatinga, como um todo, resulta de um conjunto de procedimentos exploratórios ecologicamente incorretos e sua gravidade se expressa por meio da degradação conjunta de ativos ambientais, como solo, biodiversidade e recursos hídricos (CNRBC, 2004).

Segundo Pruski (2006) o processo erosivo compreende três etapas distintas que ocorre na seguinte seqüência: a ruptura dos agregados, o transporte de partículas e a deposição dos sedimentos. Os processos de ruptura dos agregados e de transporte são mais extensos nas áreas agrícolas intensamente mecanizadas. A erosão hídrica é um processo natural relacionado à formação do relevo e dos solos, cuja intensidade pode ser aumentada a ponto de causar degradação ambiental, principalmente em função do uso agrícola com práticas inadequadas (Lombardi Neto et al., 1989).

Segundo Sales (2003), o processo de desertificação na região de Gilbués, iniciou-se com a exploração desordenada do garimpo de diamante, na década de 40, acompanhada de outros fatores, dentre esses se destacam: gêneses do solo, superpastoreio, uso do fogo desordenado, desmatamento generalizado, agricultura inadequada e as altas taxas de precipitações pluviais no período chuvoso. Podem-se distinguir, quanto às precipitações pluviais, duas estações bem definidas – seca e chuvosa, característica das regiões tropicais, apresentando alta variabilidade inter - anual, típica das regiões semi-áridas.

De acordo com pesquisas estatísticas do IBGE (2004) apenas nos municípios Monte Alegre do Piauí, Gilbués e Barreiras do Piauí a área degradada é da ordem de 7.694 km², o que equivale a 769.400 ha. A erosão, inclusive do tipo voçoroca, ameaça cidades, povoados, estradas, propriedades rurais e urbanas, assim como, é uma das maiores fontes de sedimentos para o assoreamento de baixões, riachos, rios, lagoas e barragens que ficam a jusante do processo de degradação. Levando ao assoreamento dos principais cursos d'água da região - os rios Gurguéia e Uruçui Vermelho, e, por extensão, o rio Parnaíba (Carneiro, 2005).

Os danos ambientais produzidos resultam em erosão dos solos, empobrecimento da caatinga e degradação dos recursos hídricos, com efeitos diretos sobre a qualidade de vida da população (Suertgary, 1996). De acordo com a SEMAR (2010), A erosão do tipo voçoroca, predominante no processo de degradação do solo no Núcleo de Desertificação de Gilbués, é uma ameaça a cidades, povoados, estradas, propriedades rurais e urbanas, constituindo-se, também, numa das maiores fontes de sedimentos para o assoreamento de rios, riachos, e demais corpos d'água a jusante das áreas degradadas.

2.2. O pinhão manso

O pinhão manso (*Jatropha curcas*) é uma planta oleaginosa de alto potencial produtivo e bem adaptado ao semi-árido que está sendo apontado como uma importante alternativa para fornecimento de óleo para fabricação de biodiesel (Arruda et al., 2004). É apontado também, como uma planta capaz de se desenvolver e produzir em terrenos marginais e apresentar bons resultados na recuperação de áreas degradadas. Apresenta porte arbóreo e, além de resistente à seca, pode se desenvolver em vários tipos de solos, inclusive naqueles arenosos, pedregosos, salinos, alcalinos e rochosos, os quais, sob o ponto de vista nutricional e físico, são restritivos ao pleno desenvolvimento de raízes. Assim, seu plantio tem sido utilizado com sucesso visando o controle de erosão, a

contenção de encostas e dunas, e ao longo de canais, rodovias, ferrovias, e como cerca viva em divisões internas ou limites de propriedades rurais (Saturnino et al., 2005).

De acordo com Peixoto (1973), além de produzir óleo, o pinhão manso também pode ser utilizado para outros fins, tais como: a) substituição parcial do arame em cercas vivas, já que os animais evitam tocá-lo devido ao látex cáustico que escorre das folhas arrancadas ou feridas; b) pode ser usado como suporte para plantas trepadeiras como a baunilha (*Vanilla aromática*), visto que o tronco possui casca lisa e macia e c) atua como fixador de dunas na orla marítima.

Com a crise do petróleo nos anos 70 do século passado, intensificaram-se os estudos sobre combustíveis alternativos aos derivados de petróleo, e houve uma conscientização do alto grau de poluição causado pelos combustíveis fósseis (petróleo e carvão mineral). Com isto, o uso de óleos vegetais para fins combustíveis reapareceu como uma das soluções imediatas frente a tal demanda, sendo o pinhão manso, considerado uma das mais promissoras fontes (Saturnino et al., 2005). Segundo Ackon e Ertel (2005), o óleo de pinhão reduz as emissões de CO₂, não emite gases de efeito estufa e contém enxofre em valores inexpressivos (não formando dióxido de enxofre que causa a chuva ácida), sendo, portanto, uma alternativa que atende aos fatores ambientais.

A região de origem do pinhão-manso é indeterminada, porém, as Américas do Sul e Central, são citadas na maioria dos relatos e estudos, como centros de origem prováveis, sendo encontrada de forma espontânea em quase todas as regiões intertropicais, ocorrendo em maior escala nas regiões tropicais e em número bastante reduzido nas regiões temperadas (Arruda et al., 2004; Saturnino, 2006). No Brasil, segundo Arruda et al. (2004) e Saturnino et al. (2005), sua distribuição geográfica é bastante vasta, devido à sua rusticidade, resistência a longas estiagens, sendo adaptável a condições edafoclimáticas muito variáveis, desde a região Nordeste, Sudeste e o estado do Paraná.

Desenvolve-se bem tanto nas regiões tropicais secas como nas zonas equatoriais úmidas, assim como nos terrenos áridos e pedregosos, podendo, sem perigo, suportar longos períodos de secas. Encontra-se desde a orla marítima, ao nível do mar, até 1.000 m de altitude, sendo o seu cultivo mais indicado em regiões que apresentem entre 500 e 800 m de altitude. Nos terrenos de encosta, áridos e expostos ao vento, desenvolve-se pouco, não ultrapassando os 2 m de altura (Cortesão, 1956; Peixoto, 1973; Brasil, 1985).

O pinhão manso, família das Euforbiáceas (a mesma da mamona e da mandioca), gênero *Jatropha*, espécie *Jatropha curcas* L. é uma árvore suculenta, de crescimento rápido, e sua altura normal é dois a três metros, podendo alcançar até cinco metros em condições especiais. O diâmetro do tronco é de aproximadamente 20 cm; possui raízes curtas e pouco ramificadas, caule liso, de lenho mole e medula desenvolvida, mas pouco resistente; floema com longos canais que se estende até as raízes, nos quais circula o látex, suco leitoso que corre com abundância de qualquer ferimento. O tronco ou fuste é dividido desde a base, em compridos ramos, com numerosas cicatrizes produzidas pela queda das folhas na estação seca, as quais ressurgem logo após as primeiras chuvas (Cortesão, 1956; Brasil, 1985; Brruda et al., 2004; Baturmino et al., 2005). Para Carnielli (2003), o pinhão manso produz, no mínimo, duas toneladas de óleo por hectare ano⁻¹, para o Brasil (1985) o rendimento anual do óleo é de 3,0 a 4,0 t. ha⁻¹.

2.3. Capim Andropogon

Originária de Rodésia do Sul e Nigéria o Andropogon (*Andropogon gayanus*), também conhecido como Gamba, é uma gramínea perene que atinge 2 a 3m de altura, possui notável resistência às secas, bastante palatável e resistente à cigarrinha e que resiste bem ao fogo. Prefere solos bem drenados e vegeta bem em regiões de solos pobres de pH ácido, com pluviosidade de 400 a 1500 mm anuais (Pereira, 2006).

Possui ótima estacionalidade e uma boa produção de inverno, produzindo em torno de 20 t de matéria seca por hectare. Presta-se para o pastejo (tendo boa aceitação pelos bovinos), fenação, revegetação de áreas degradadas e áreas de baixa fertilidade natural (Pereira, 2006).

2.4. Recuperação de áreas em processo de desertificação e/ou degradadas

Os processos de degradação do solo são dinâmicos e responsáveis pela queda na qualidade e produtividade, causadas por deslocamento de solo e por deterioração provocando arraste de material com perda da camada superficial e deformação da área influenciando as características químicas, físicas e/ou biológicas do solo (TAMANINI, 2004).

Segundo Tamanini (2004), a meta a ser alcançada em qualquer plano de recuperação de um terreno consiste no estabelecimento de um horizonte A, de modo que, a partir daí, o processo seja catalisado pela biosfera, podendo assim surgir outros horizontes do solo e o retorno de sua sustentabilidade. Em síntese, o interesse

primordial de qualquer estratégia de recuperação é interferir em um ou mais fatores de formação do solo e acelerar sua gênese. Devem-se estabelecer condições mínimas para reduzir o processo erosivo e recompor a paisagem com a revegetação.

Em áreas degradadas pela remoção da vegetação e do solo ou de parte de suas camadas e se levando à exposição do horizonte C ou, ainda, do subsolo, tem-se buscado a recuperação por meio da revegetação, pois é de amplo conhecimento a inter-relação da vegetação com a morfologia, a química e a biologia do solo (Resende et al., 2002)

Para recuperar a área degradada, a atividade de revegetação é fundamental para o início de um processo de recuperação. A vegetação permite maior infiltração de água, menor escoamento superficial e proteção contra erosão laminar. Na revegetação de áreas degradadas, é necessário selecionar espécies adequadas a se estabelecerem e crescerem em condições limitantes de solo. As gramíneas podem ser descritas como espécies que apresentam crescimento rápido, baixa exigência em fertilidade, alta capacidade de perfilhamento e sistema radicular que proporciona melhor suporte mecânico para o solo, além do perfilhamento contribuir para a sustentabilidade do sistema, por meio do fornecimento de matéria orgânica, devido à grande capacidade de produção de biomassa (Pereira, 2006).

Muller et. al (2001), avaliando o potencial de recuperação de pastagens degradadas de colômbio com a introdução de capim andropógon, apontou o mesmo como alternativa para recuperar essas pastagens degradadas, por ser uma espécie rústica que mostrou-se capaz de crescer e desenvolver-se numa condição de solo onde o colômbio já se havia degradado. Além disso, segundo o mesmo autor, dois anos após a instalação do andropógon, o grau de flocculação, a macroporosidade e a porosidade total do solo mostraram-se maiores que no solo das pastagens degradadas, e a densidade do solo foi menor na camada superficial, o que pode representar uma recuperação não só da pastagem, mas também do solo. Segundo Sousa et al. (2004) as gramíneas *Brachiaria decumbens* e *Andropogon gayanus* possuem alto grau de adaptação às condições de solos com saturação de base entre 30 a 35 % e apresentam também baixa exigência em fertilidade do solo.

Portanto, o carbono e nitrogênio do solo e da biomassa microbiana, a fauna do solo, e a matéria orgânica leve são indicadores ambientais que demonstram o grau de degradação e/ou sustentabilidade de um ecossistema. Portanto, o uso desses parâmetros fornecem informações sobre o uso da revegetação com pinhão manso, pinhão manso consorciado com capim Andropogon, comparados à área degradada, contribuindo para

um manejo mais adequado e sustentável de áreas em processo de desertificação no Sudoeste do Piauí.

2.5. Indicadores de qualidade do solo e de recuperação de áreas em processo de desertificação e/ou degradadas

2.5.1. Carbono e nitrogênio do solo e da biomassa microbiana

Em áreas que não sofreram ação antrópica o carbono orgânico encontra-se estável, porém, quando esses solos são submetidos ao manejo intensivo sofrem perdas na sua qualidade e quantidade (Addiscot, 1992). Segundo Srisvastava e Singh, (1991), entre os processos vitais à funcionalidade do ecossistema, destacam-se as formas e os ciclos dos elementos no sistema solo-planta, em especial do C, que exerce função reguladora sobre as transformações e ciclagem dos demais elementos no solo.

A biomassa microbiana do solo (BMS) é definida como a parte da matéria orgânica do solo constituída por organismos vivos com volume menor que 5 a 10 mm³. Por constituir a fração viva da matéria orgânica, a biomassa microbiana, é responsável por diversos processos biológicos e bioquímicos no solo, possuindo relação direta com as condições do solo (Moreira & Siqueira, 2002).

A biomassa microbiana pode ser enquadrada como o compartimento central do ciclo do carbono, sendo mais sensível que o resultado quantitativo do C orgânico e do N total para aferir alterações na matéria orgânica do solo (Gama-Rodrigues, 1999). Por este motivo, a biomassa microbiana pode ser utilizada como indicador de qualidade do solo, pois é grandemente influenciada pelo manejo do solo, em que, qualquer estresse no sistema afetará a densidade, diversidade e a atividade das populações microbiana do solo (Pankhurst et al., 1995).

Tanto o carbono orgânico do solo quanto o carbono da biomassa microbiana têm sido utilizados como indicadores de alterações e de qualidade do ecossistema, uma vez que estão associados às funções ecológicas do ambiente e são capazes de refletir as mudanças de uso do solo (Jackson et al., 2003).

O nitrogênio é o nutriente mais exigido pelas plantas. Este elemento, porém, encontra-se quase totalmente complexado na forma orgânica (98%), dependendo da biomassa microbiana do solo, para a sua transformação e, conseqüente, absorção pelas plantas. A biomassa microbiana do solo representa a menor porcentagem de nitrogênio total (1 a 5%) do solo, mas é responsável pela reserva lábil e ciclagem de nutrientes, decomposição da matéria orgânica, fluxo de energia e é sensível às mudanças que

ocorrem no solo, sendo, portanto uma boa indicadora de qualidade do solo em conjunto ao nitrogênio do solo (Jackson et al., 2003).

Considerando o papel da biota microbiana do solo na formação do solo, no estabelecimento da vegetação e na transformação da matéria orgânica do solo, uma avaliação da saúde da comunidade microbiana do solo pode ser um indicador do progresso da restauração (Mummey et al., 2002), uma vez que o sucesso de projetos de revegetação depende fortemente da regeneração da diversidade microbiana (Degroot et al., 2005).

2.5.2. Fauna do solo ou edáfica

Os organismos do solo podem habitar na superfície, na serrapilheira ou em horizontes mais profundos do solo, movendo-se através do perfil. De uma maneira geral, a biota do solo pode ser dividida de acordo com seu tamanho em microflora, microfauna, mesofauna, macrofauna e megafauna. Cada grupo exerce uma função bem definida na decomposição da matéria orgânica, constituindo o que conhecemos como cadeia alimentar (Assad, 1997). A biota do solo, especialmente os representantes da meso e macrofauna, tem papel determinante em processos edáficos, tais como: ciclagem de nutrientes, decomposição da matéria orgânica, melhoria de atributos físicos como agregação, porosidade, infiltração de água, e no funcionamento biológico do solo (Sanginga et al., 1992).

Existem diferentes critérios de classificação dos organismos do solo, sendo que o mais citado é considerando o tamanho dos organismos (Correia & Oliveira, 2000). Nesse sentido, Correia e Oliveira (2000), cita Swift et al. (1979), e classificam a biota do solo da seguinte forma: a) microfauna (4 μm – 100 μm) tendo como principais organismos nematoda, protozoários e rotífera; b) mesofauna (100 μm - 2mm) que são os acari, collembola, protura, diplura, isoptera. c) macrofauna (2 mm – 20 mm) que possuem como principais representantes os aracnídeos, oligoquetas, coleóptera, chilópodes e diplópodes.

A mesofauna, animais de diâmetro corporal entre 100 μm e 2 mm, é constituída pelos grupos Araneida, Acari, Collembola, Hymenoptera, Diptera, Protura, Diplura, Symphyla, Enchytraeidae, Isoptera, Chilopoda, Diplopoda e Mollusca; podendo incluir pequenos indivíduos do grupo Coleoptera. Estes animais, extremamente dependentes de umidade, movimentam-se nos poros do solo e na interface entre a serrapilheira e o solo. Dentre as atividades tróficas deste grupo, destaca-se sua contribuição significativa na

regulação da população microbiana, mas sua contribuição é insignificante na fragmentação do resíduo vegetal (Swift et al., 1979).

Os animais da macrofauna do solo apresentam diâmetro corporal entre 2 e 20 mm e podem pertencer a quase todas as ordens encontradas na mesofauna, excetuando-se Acari, Collembola, Protura e Diplura e incluindo Annelida e Coleoptera. São animais de grande mobilidade que exercem importante papel no transporte de materiais, tanto para confecção de ninhos e tocas, quanto para construção de galerias que alcançam profundidades variáveis no solo. Suas principais funções são: a fragmentação do resíduo vegetal e sua redistribuição, a predação de outros invertebrados e a contribuição direta na estruturação do solo (Swift et al., 1979).

Segundo Topp et al (2001) a fauna do solo melhora significativamente as propriedades físicas e químicas do solo em áreas submetidas a processos de recuperação. A intensidade desta melhoria depende de como a fauna do solo coloniza o substrato, sua taxa de sobrevivência e sua capacidade de manter altas densidades no solo.

Para Benedetti et al. (2002), a determinação da população e diversidade da mesofauna é de fundamental importância para avaliação das interações biológicas no sistema solo/planta, contribuindo para avaliação global da qualidade biológica do solo.

Nesse sentido, observa-se que a influência do manejo do solo sobre esses componentes biológicos apresenta normalmente, resposta mais rápida do que outros atributos pedológicos, servindo como indicadores das alterações ecológicas nos agroecossistemas. Desse modo, o conhecimento da fauna e do seu comportamento ecológico é importante, tanto para a avaliação da qualidade do solo, quanto para a o conhecimento da dinâmica dos sistemas de produção (Paoletti & Bressan, 1996).

2.5.3. Matéria orgânica leve

Em alguns solos brasileiros, estudos tem mostrado que as perdas acentuadas de carbono com o desmatamento e cultivo dos solos são acompanhadas pelo consumo de frações orgânicas de maior labilidade, o que implica em aumento do já elevado grau de aromaticidade da matéria orgânica do solo (Silva et al., 1999). A matéria orgânica do solo (MOS) refere-se a todos os compostos que contém carbono orgânico no solo, incluindo os microorganismos vivos e mortos, resíduos de plantas e animais parcialmente decompostos, produtos de sua decomposição e substâncias orgânicas microbiologicamente e/ou quimicamente alteradas (Roscoe & Machado, 2002; Silva et

al., 2004; Mielniczuk, 2008). Os benefícios da MOS sobre os processos edáficos (incluem desde o intemperismo e formação do solo) até a estabilização de agregados (Mielniczuk et al., 2003).

A MOS é um grande reservatório de nutrientes vegetais e de carbono, afetando diretamente os atributos físicos, químicos, biológicos e morfológicos do solo. Assim, o estudo e a compreensão de sua dinâmica são fundamentais para a manutenção da sustentabilidade dos diferentes sistemas agrícolas. Dentre os diversos fatores que controlam os teores de MOS, tais como a textura, o clima, o tipo de vegetação, o manejo empregado no solo, destaca-se, principalmente, a quantidade e qualidade dos resíduos vegetais (Silva et al., 2004; Carvalho et al., 2009; Cardozo et al., 2010).

Universalmente, a matéria orgânica do solo (MOS) é listada como a componente chave da qualidade do solo, principalmente nos solos tropicais, pois além de satisfazer o requisito básico de ser sensível frente a modificações impostas pelo manejo do solo, é ainda fonte primária de nutrientes às plantas, influenciando na infiltração, retenção de água e suscetibilidade à erosão (Karlen et al., 1992; Gregorich et al., 1994). Resumidamente, a MOS serve para dar vida ao solo, pois na sua ausência, o solo não tem como manter qualquer tipo de cobertura vegetal (Doran & Parkin, 1994; Mendonça & Rowell, 1994; Vezzani, 2001; Carter, 2002; Conceição et al., 2005; Vezzani & Mielniczuk, 2009).

Estudos como os de Conceição et al. (2005), Xavier et al. (2006), Maia et al. (2007); Rangel et al. (2008), Loss et al. (2009a,b; 2010) e Pereira et al. (2010) tem demonstrado que determinados compartimentos da MOS são capazes de detectar, mais rapidamente, as mudanças nos conteúdos de carbono no solo associadas ao manejo. As reduções nestes compartimentos são, de modo geral, maiores que as observadas, quando se considera apenas o conteúdo de carbono orgânico total do solo (Janzen et al., 1992; Loss et al., 2009b). Numa escala crescente de sensibilidade, obtém-se, em primeira ordem, a biomassa microbiana do solo, bastante variável e sensível, considerada como compartimento ativo na dinâmica da MOS (Lundquist et al., 1999); em seguida, representando uma medida de sensibilidade intermediária, teria-se a matéria orgânica leve (Freixo et al., 2002; Pinheiro et al., 2004).

A matéria orgânica leve (MOL) é uma fração ativa no solo, sendo constituída por resíduos orgânicos parcialmente humificados em vários estádios de decomposição e apresenta um tempo de residência no solo que varia de 1 a 5 anos (Janzen et al., 1992). A MOL é uma fração delimitada por tamanho compreendido entre 0,25 e 2,0 mm,

podendo ser quantificada por meio de flotação do material leve em líquido de densidade variando de 1,6 a 2,0 kg L⁻¹ (Sohi et al., 2001) ou em água (Anderson & Ingran, 1989).

Avaliando a MOL em solos sob sistemas agrícolas, orgânico e convencional, na chapada da Ibiapaba (CE), Xavier et al. (2006) verificaram maiores teores de MOL e carbono da MOL nas áreas com manejo orgânico e atribuíram este resultado a maior aporte de matéria orgânica. Segundo Pereira et al. (2010), que avaliaram os teores de COT e MOL em água, em áreas de Cerrado (MG) sob sistema de plantio direto com diferentes cultivos e plantas de coberturas do solo, a MOL é um indicador mais responsivo à interação dos efeitos dos sistemas de manejo e culturas agrícolas avaliadas, em comparação ao COT.

Portanto, esse estudo teve como hipótese que os atributos químicos do solo, a fauna do solo e a biomassa microbiana são indicadores ambientais que demonstram o grau de degradação e/ou sustentabilidade de um ecossistema. O uso desses parâmetros fornecerá informações sobre o uso e manejo de áreas degradadas com o cultivo de pinhão manso, em regime de sequeiro, em plantio solteiro e consorciado com capim *Andropogon gayanos* L, contribuindo para um manejo mais adequado e sustentável de áreas em processo de desertificação na região do Sudoeste do Piauí, no município de Gilbués, PI.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCIOLY, L. J. O. Degradação do solo e desertificação no Nordeste do Brasil. Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa-MG, v. 25, n. 1, p.23-25, 2000.

ACKOM, E. K., ERTEL, J. An alternative energy approach to combating desertification and promotion of sustainable development in drought regions. In: FORUM DER FORSCHUNG, 18, 2005, Eigenverlag. Anais... Eigenverlag: BTU Cottbus, 2005, p. 74-78.

ADDISCOT, T. M. Entropy and sustainability. *Eur. J. Soil Sci.*, Dordrecht, v. 46, p. 161-168, 1992.

ANDERSON, J. M.; INGRAN, J. S. I. Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods. CAB Internacional, Wallingford, Estados Unidos 171p. 1989.

ARRUDA, F. P.; BELTRÃO, N. E. M.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo de Pinhão Manso (*Jatropha curcas*) como alternativa para o

semi-árido nordestino. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, v. 8, n. 1, p. 789-799, 2004.

ASSAD, M. L. L. Papel da macrofauna edáfica de invertebrados no comportamento de solos tropicais. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Rio de Janeiro, conferências, (cd-rom), 1997.

BARROS, E.; NEVES, A.; BLANCHART, E.; FERNANDES, E. C. M.; WANDELLI, E.; LAVELLE, P. Development of the soil macrofauna community under silvopastoral and agrosilvicultural systems in Amazonia. *Pedobiologia*, Jena, v. 47, n. 3, p. 273-280, 2003.

BENEDETTI, E. L.; LASTA, E. F.; ANTONIOLLI, Z. I.; GIRACCA, M. N.; MATIELO, F. L.; WEBER, M.A. Meso e Macrofauna do solo na microbacia de Arroio Lino, Agudo/RS. IV Reunião Sul Brasileira de ciência do Solo: Solos e Qualidade Ambiental. Resumo expandido. Porto Alegre-RS, 2002.

BELENSIEFER, M. Estado da arte em recuperação e manejo de áreas frágeis e/ou degradadas. In: WORKSHOP RECUPERAÇÃO E MANEJO DE ÁREAS DEGRADADAS.; 1998, Campinas, Memória... Jaguariúna: EMBRAPA, CNPMA, 1998. p15-18. (EMBRAPA – CNPMA. Documentos, 13).

BOLGER, D. T.; SUAREZ, A. V.; CROOKS, K. R.; MORRISON, S. A.; CASE, T. J. Arthropods in urban habitat fragments in southern California: Area, age, and edge effects. *Ecological Applications*, v. 10, n. 4, p. 1230-1248, 2000.

BONDE, T. A.; SCHNURER, J.; ROSSWAL, T. Microbial biomass as a fraction of potentially mineralizable nitrogen in soils from long-term field experiments. *Soil Biology & Biochemistry*, 20: 447-452, 1988.

BRASIL. Ministério da Indústria e do Comércio. Secretária de Tecnologia Industrial. Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais. Brasília: STI/CIT, 1985. 364p. (Documentos, 16).

CALEGARI, A.; ALCÂNTARA, P. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. Caracterização das principais espécies de adubos verde. In: COSTA, M. B. B. (Ed.). Adubação verde no Sul do Brasil. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. p. 206-319.

CARDOZO, E. L.; SILVA, M. I. N.; SILVA, C. A.; CURI, N.; FREITAS, D. A. F. Estoques de carbono e nitrogênio em solo sob florestas nativas e pastagens no bioma Pantanal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.45, p.1028-1035, 2010.

CARNEIRO, L. G. Panorama da desertificação no Piauí. Projeto Fundo Nacional do Meio Ambiente. Fundação - ESQUEL – BRASIL / Fundação AGENTE para o Desenvolvimento do Agronegócio e Meio Ambiente. p. 38, 2005.

CARNIELLI, F. O combustível do futuro. 2003. Disponível em: <www.ufmg.br/boletim/bul1413>. Acesso em: 26 set. 2008.

- CARTER, M. R. Soil quality for sustainable land management: organic matter and aggregation interactions that maintain soil functions. *Agronomy Journal*, v.94, p.38-47, 2002.
- CARVALHO, J. L. N.; CERRI, C. E. P.; FEIGL, B. J.; PÍCCOLO, M. C.; GODINHO, V. P.; CERRI, C. C. Carbon sequestration in agricultural soils in the Cerrado region of the Brazilian Amazon. *Soil Tillage Research*, v.103, p.342-349, 2009.
- CONCEIÇÃO, P. C.; AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, p.777-788, 2005.
- CONSELHO NACIONAL DA RESERVA DA BIOSFERA DA CAATINGA – CNRBC. Cenários para o Bioma Caatinga. Recife, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, 2004. 283p.
- CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. Fauna de solo: aspetos gerais e metodológicos. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2000. 46p. (Documentos, 112).
- CORTESÃO, M. Culturas tropicais: plantas oleaginosas. Lisboa: Clássica, 1956. 231p.
- CPRM. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea: Estado do Piauí – Diagnóstico do Município de Gilbués, mar. 2004.
- DEDECEK, R. A. Manejo e preparo do solo. In: Curso de recuperação de área degradada. Curitiba, Universidade Federal do Paraná; FUPEF; APEF, 1993. v.1. 300p.
- DEGROOD, S. H.; CLAASSEN, V. P.; SCOW, K. M.. Microbial community composition on native and drastically disturbed serpentine soils. *Soil Biology & Biochemistry*, 37: 1427-1435, 2005.
- DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (eds). *Defining soil quality for a sustainable environment*. Soil Science Society of America, p.3-22, 1994. (Publication Number 35).
- DOW, C. G.; STOKES, J. Environmental impact of mining. London: Applied Science Publishers, 1978. 371p.
- FREIXO, A. A.; CANELLAS, L. P.; MACHADO, P. L. O. A. Propriedades espectrais da matéria orgânica leve-livre e leve intra-agregados de dois Latossolos sob plantio direto e preparo convencional. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.26, p.445-453, 2002.
- GAMA-RODRIGUES, E. F. da. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. de A.; CAMARGO, F.A. de O. (Eds.). *Fundamentos da Matéria Orgânica*. Porto Alegre: Gênese, 1999. p.228-243.
- GREGORICH, E. G.; CARTER, M. R.; ANGERS, D. A.; MONREAL, C. M.; ELLERT, B. H. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Canadian Journal of Soil Science*, v.74, p.367-375, 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável Brasil 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/terra.pdf>. Acesso em 30 de Abril de 2011.

JACKSON, L. E.; CALDERON, F. J.; STEENWERTH, K. L.; SCOW, K. M.; ROLSTON, D. E. Responses of soil microbial processes and community structure to tillage events and implications for soil quality. *Geoderma*, 114: 305-317, 2003.

JANZEN, H. H.; CAMPBELL, C. A.; BRANDT, S. A.; LAFOND, G. P.; TOWNLEY-SMITH, L. Light-fraction organic matter in soils from long-term crop rotations. *Soil Science Society of America Journal*, v.56, p.1799-1806, 1992.

KARLEN, D. L.; EASH, N. S.; UNGER, P. W. Soil and crop management effects on soil quality indicators. *American Journal of Alternative Agriculture*, v.7, p.48-55, 1992.

LAVELLE, P.; SPAIN, A. V. *Soil ecology*. Amsterdam: Kluwer Scientific Publications, 2001. 654p.

LOMBARDI NETO, F.; BELLINAZZI JR., R.; GALETI, P. A.; LEPSCH, I. F.; OLIVEIRA, J. B. de. Nova abordagem para cálculo de espaçamento entre terraços. In: LOMBARDI NETO, F.; BELLINAZZI JÚNIOR, R. *Simpósio sobre terraceamento agrícola*. Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 99-124.

LOSS, A.; MORAES, A. G. L.; PEREIRA, M. G.; SILVA, E. M. R.; ANJOS, L. H. C. Carbono, matéria orgânica leve e frações oxidáveis do carbono orgânico sob diferentes sistemas de produção orgânica. *Comunicata Scietiae*, v.1, p.57-64, 2010.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; FERREIRA, E. P.; SANTOS, L. L.; BEUTLER, S. J.; FERRAZ-JUNIOR, A. S. L. Frações oxidáveis do carbono orgânico do solo em sistema de aléias sob Argissolo Vermelho-Amarelo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, p.867-874, 2009a.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L. H. C.; SILVA, E. M. R. Carbono e frações granulométricas da matéria orgânica do solo sob sistemas de produção. *Ciência Rural*, v.39, p.1067-1072, 2009b.

LUNDQUIST, E. J.; JACKSON, L. E.; SCOW, K. M.; HSU, C. Changes in microbial biomass and community composition, and soil carbon and nitrogen pools after incorporation of Rye into California agricultural soils. *Soil Biology and Biochemistry*, v.31, p.221-236, 1999.

MAIA, S. M. F. XAVIER, F. A. S.; SENNA, O. T.; MENDONÇA, E. S.; ARAUJO, J. A. Organic carbon pools in a Luvisol under agroforestry and conventional farming systems in the semi-arid region of Ceará, Brazil, *Agroforestry Systems*, v.71-138, 2007.

MATALLO JUNIOR, Heitor. *Indicadores de desertificação: histórico e perspectivas*. Brasília: UNESCO, 2001.

MENDONÇA, E. S.; ROWELL, D. L. Influence of organic matter on the charges of soils from the cerrado Region Brazil. In: SENESI, N.; MIANO, T. M., (Ed) Humic substances in the global environment and implications on human health. Amsterdam: Elsevier, 1994. P.661-666.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Org.) Fundamentos da matéria orgânica do solo – ecossistemas topicais e subtropicais. 2ª ed. Porto Alegre, 2008, p.1-5.

MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F.; LOVATO, T.; FERNANDES, F. F.; DEBARBA, L. Manejo de solo e culturas e sua relação com estoques de carbono e nitrogênio do solo. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S. S.; ALVAREZ, V. V. H. eds. Tópicos em ciência do solo, Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003, v.3, p.209-248.

MOREIRA, E.; TARGINO, I. Capítulos de Geografia Agrária da Paraíba. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 1997. 187p.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e Bioquímica do Solo. Editora UFLA, Lavras. 2002. 626p.

MULLER, M. M. L.; GUIMARÃES, M. de F.; DESJARDINS, T.; MARTINS, P. F. da S. Degradação de pastagens na Região Amazônica: propriedades físicas do solo e crescimento de raízes. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1409-1418, nov. 2001.

MUMMEY, D. L.; STAHL, P. D.; BUYER, J. S. Microbial biomarkers as an indicator of ecosystem recovery following surface mine reclamation. *Applied Soil Ecology*, 21: 251-259. 2002.

PANKHURT, C. E. *et al.* Evaluation of soil biological properties as potential bioindicators of soil health. *Aust. J.Exp. Agric.*, Collingwood, v. 35, p. 1015-1028, 1995.

PAOLETTI, M. G., BRESSAN, M. Soil invertebrates as bioindicators of human disturbance. *Critical Review in Plant Sciences*, v.15, p.21-62, 1996.

PEIXOTO, A. R. Plantas oleaginosas arbóreas. São Paulo: Nobel, 1973. 284p.

PEREIRA, A. R. Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão. Belo Horizonte: FAPI, 2006. 70 p.

PEREIRA, M. G.; LOSS, A.; BEUTLER, S. J.; TORRES, J. L. R. Carbono, matéria orgânica leve e fósforo remanescente em áreas de Cerrado sob plantio direto, MG. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.45, p.1-6, 2010.

PINHEIRO, E. F. M.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C.; MACHADO, P. L. O. A. Fracionamento densimétrico da matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo e cobertura vegetal em Paty do Alferes (RJ). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, p.731-737, 2004.

- PRUSKI, F. F. Escoamento superficial. In: PRUSKI, F. F. (Ed). Conservação de Solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica. Viçosa: Editora UFV, 2006c. p. 107-132.
- RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; GUILHERME, L. R. G. Frações oxidáveis do carbono orgânico de Latossolo cultivado com café em diferentes espaçamentos de plantio. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, p.429-437, 2008.
- RESENDE, M.; CURI, N.; Rezende, S. B.; CÔRREA, G. F. Pedologia: base para distinção de ambientes. 4.ed. Viçosa: Neput, 2002. p.237-257.
- ROSCOE, R.; MACHADO, P. L. O. A. Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica. Embrapa: Dourados, 86p. 2002.
- SALES, M. C. L. Degradação ambiental em Gilbués, PI. *Mercator – Revista de Geografia da UFC*, ano 02, n. 04, 2003, p. 115-124.
- SAMPAIO, E.V.S.B.; SAMPAIO, Y. Desertificação: conceitos, causas, conseqüências e mensuração. Recife, Universidade Federal de Pernambuco, 2002. 85p.
- SANGINGA, N., MULONGOY, K., SWIFT, M. J. Contribution of soil organisms to the sustainability and productivity cropping systems in the tropics. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, v.41, p.135-152, 1992.
- SATURNINO, H. M. et al. Implantação de unidades de validação de tecnologia pinhão-manso. Nova Porteirinha, 2006. 5 p. Projeto de Pesquisa, Centro Tecnológico do Norte de Minas Gerais, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Nova Porteirinha, 2006.
- SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). Informe Agropecuário, Belo Horizonte: EPAMIG, v.26, n.229, p.44-73, 2005.
- SEMAR (Secretaria Estadual do Meio Ambiente). Combate à desertificação no Piauí microbacia do riacho sucruíú “vaqueta/ gavião” em Gilbués- PI. Teresina-PI, 2010.
- SILVA, C. A.; ANDERSON, S. J.; VALE, F. R.. Carbono, nitrogênio e enxofre em frações granulométricas de dois Latossolos submetidos à calagem e adubação fosfatada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, p.593-602, 1999.
- SILVA, L. S.; CAMARGO, F. A. O.; CERRETA, C. A. Composição da fase sólida orgânica do solo. In: MEURER, E. J. (2ª Ed.) Fundamentos de química do solo. Porto Alegre: Genesis, 2004, p.73-99.
- SILVA, M. T., SILVA, V. P. R., PATRÍCIO, M. C. M., MARIANO, E. B. Análise dinâmica do processo de desertificação na região de Gilbués-PI, utilizando imagens do TM/Landsat 5. Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 6265-6272.

SOHI, S.; MAHIEU, N.; ARAH, J. R. M.; POLWSON, D. S. P.; MADARI, B.; GAUNT, J. L. A procedure for isolating soil organic matter fractions suitable for modeling. *Soil Science Society of America Journal*, v.65, p.1121-1128. 2001.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. 2ª ed. Brasília: Embrapa Informática Tecnológica, 2004.

SRIVASTAVA, S. C.; JHA, A. K.; SINGH, J. S. Changes with time in soil biomass C, N and P of mine spoils in a dry tropical environment. *Can. J. Soil Sci.*, 69:849-855, 1989.

SUERTEGARY, D. M. A. Desertificação: Recuperação e Desenvolvimento Sustentável. In: Cunha, S.B. & Guerra, A.J.T. Geomorfologia e Meio Ambiente. RJ: Bertrand Brasil, 1996.

SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. Decomposition in terrestrial ecosystems. Berkeley, University of California Press, 1979. p.66-117.

TAMANINI, C. R. Recuperação Áreas Degradadas com a Utilização de Biossólido e Gramínea Forrageira. 2004. 181f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

TOPP, W.; GEMESI, O.; GRÜNING, C.; TASCH, P.; ZHOU, P. Forstliche Rekultivierung mit Altwaldboden Rheinischen Braunkohlenrevier. Die Sukzession der Bodenfauna. *Zool. Jb. Syst.* 119: 505-533, 1992.

UNITED NATIONS. Agenda 21, Brasília: Senado Federal, p. 360, 1994.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. Desertificação no nordeste do Brasil. ORG. SAMPAIO, E. V. B.; ARAÚJO, M. S. B.; VITAL, T.; SAMPAIO, I. Recife. FABURPE. 2002. 127p.

VEZZANI, F. M. Qualidade do sistema solo na produção agrícola. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia, 2001. 184f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, p.743-755, 2009.

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

CAPÍTULO 2

ATRIBUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS EM ÁREAS DE PINHÃO MANSO, PINHÃO MANSO CONSORCIADO COM PASTAGENS E EM DESERTIFICAÇÃO NO SUDOESTE DO PIAUÍ.

RESUMO

SILVA, Marcelo Duarte da. **Atributos químicos e biológicos de um Neossolo Litólico eutrófico com exposição do horizonte “C”, cultivado com pinhão manso e gramíneas, em área degradada no município de Gilbués, PI.** 2012. 72p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal do Piauí, PI.

Objetivou-se com o estudo gerar conhecimentos e tecnologias dos atributos químicos e biológicos do solo que possam contribuir para a paralisação do processo de degradação ambiental em áreas degradadas e/ou em desertificação, utilizando pinhão-manso solteiro e consorciado com gramíneas, na região do Sudoeste piauiense. O estudo foi realizado no município de Gilbués, PI, em um Neossolo Litólico eutrófico com exposição do horizonte “C”. Avaliou-se nas profundidades de 0-0,10 m e 0,10-0,20 m as áreas de plantio de pinhão manso solteiro, pinhão manso consorciado com capim *Andropogon* (*Andropogon gayanus*) e área em processo de desertificação (testemunha), o carbono orgânico e nitrogênio total do solo e da biomassa microbiana e a matéria orgânica leve em água. Para o levantamento da fauna, utilizou-se armadilhas tipo “pitt fall”, no período seco e chuvoso, com quantificação do número total de indivíduos, grupos funcionais, atividade e cálculo dos índices de diversidade de Shannon, Pielou e Riqueza de grupos. A revegetação com pinhão manso e o consórcio do pinhão manso com capim aumentou significativamente o COT comparado a área degradada. Para o nitrogênio total o aumento foi significativo no plantio de pinhão manso e no consórcio do pinhão com capim somente na camada de 0,0-0,10 m em comparação a área degradada. O carbono da biomassa microbiana apresentou um aumento significativo nas áreas de pinhão manso solteiro e consorciado com gramíneas em comparação a área degradada. Este comportamento foi semelhante para o nitrogênio da biomassa microbiana. Os índices de Shannon, Pielou e Riqueza de grupos foram maiores na área degradada, no entanto, o número de indivíduos e a atividade da fauna do solo foram maiores na área de pinhão manso solteiro e consorciado com gramíneas. Em relação a área degrada, a revegetação com pinhão manso promoveu o aumento significativo da matéria orgânica leve nas duas profundidades avaliadas, já no consórcio de pinhão manso com gramíneas, esse aumento ocorreu apenas na camada de 0,10-0,20 m.

Palavras-chave: Carbono total do solo, nitrogênio total do solo, biomassa microbiana, fauna do solo, matéria orgânica leve.

¹Orientador: Milton Marques Fernandes – UFPI/Bom Jesus

¹ Co-orientador: Marcos Emanuel da Costa Veloso – EMBRAPA Meio Norte

ABSTRACT

SILVA, Marcelo Duarte da. **Chemical and biological attributes of a eutrophic Udorthent exposing the horizon "C", cultivated with jatropha and grasses in degraded areas in the municipality of Gilberton, PI.** 2012. 72p. Dissertation (MSc in Soils and Plant Nutrition) - Federal University of Piauí, PI ¹.

The objective of the study to generate knowledge and technologies of chemical and biological attributes of the soil may contribute to the stoppage of environmental degradation in degraded areas and / or desertification, jatropha using single and intercropped with grasses in the region of Southwest Piauí. The study was conducted at Gilberton, PI, in a eutrophic Udorthent exposing the horizon "C". Was evaluated at 0-0.10 0.10-0.20 m me the areas of planting jatropha single, Jatropha intercropped with grass *Andropogon* (*Andropogon gayanus*), and on desertification process (control), the organic carbon and total nitrogen and soil microbial biomass and light organic matter in water. For the fauna survey, we used traps "pitt fall" during the dry and rainy, with quantification of the total number of individuals, functional groups, activity and calculation of Shannon diversity index, evenness and richness groups. Revegetation with Jatropha and Jatropha consortium of grass-COT increased significantly compared to the degraded area. For total nitrogen the increase was significant in the planting of jatropha and the consortium of the pinion with grass only the layer of 0.0-0.10 m compared to the degraded area. The microbial biomass carbon increased significantly in the areas of jatropha single and intercropped with grasses compared to degraded areas. This behavior was similar to the microbial biomass nitrogen. The Shannon index, evenness and richness were higher in the groups degraded, however, the number of individuals and the activity of soil fauna were greatest in the Jatropha single and intercropped with grasses. Regarding the area degrades, revegetation with jatropha promoted a significant increase in light organic matter in depth were evaluated, as the consortium of jatropha with grasses, this increase occurred only in the 0.10-0.20 m layer.

Keywords: soil total carbon, total nitrogen, microbial biomass, soil fauna, light organic matter.

¹Orientador: Dr. Milton Marques Fernandes – UFPI/Bom Jesus

¹ Co-orientador: Dr. Marcos Emanuel da Costa Veloso – EMBRAPA Meio Norte

1. INTRODUÇÃO

O uso e o manejo inadequado dos solos se destacam como as principais causas de origem antrópica relacionadas com as áreas degradadas na região Sudoeste do estado do Piauí, que possui a maior área degradada do estado, abrangendo sete municípios, com uma área com cerca de 7.694 km² (Sales, 1998). A região é um dos quatros núcleos em grande processo de desertificação na região Nordeste do Brasil (Gilbués-PI, Cabrobó-PE, Seridó-RN e Irauçuba-CE) (Silva et al., 2009).

Nestas áreas, predominam os solos Neossolos Litólicos eutróficos, via de regra, apresentando voçorocas e outras formas de erosão. Estes solos são pouco evoluídos, desprovidos de horizonte “B” diagnóstico, rasos que ocorrem, geralmente, afloramentos de rocha, em áreas com relevo que varia desde suave-ondulado até montanhoso, sob diversos tipos de vegetação, tais como, cerrado caatinga, floresta e suas transições (Leite et al., 2006). Pelo atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), os Neossolos englobam os antigos Solos Aluviais, Solos Litólicos, Regossolos e Areais Quartzosas (Siqueira, 2007). A qualidade do solo, pode ser caracterizada pela sua produtividade biológica, a qualidade ambiental e a vida animal saudável na face da terra.

Segundo Saturnino et al. (2005) o pinhão manso surge como uma alternativa interessante para trazer rentabilidade para a área degradada a ser reflorestada e recuperada, pois é uma planta com características econômicas muito vantajosas e que também apresenta características ecológicas, principalmente em terrenos de conservação do solo e consorciamento. Outro aspecto que determina o potencial do pinhão manso na recuperação de áreas degradada é a sua resistência ao ataque de pragas e doenças, sendo a ocorrência destas dependentes da idade da planta, seu estágio nutricional, época do ano e proximidade de plantas hospedeiras (Peixoto, 1973; Drummond et al., 1984).

As gramíneas apresentam características que as destacam como um grupo evoluído e diversificado de plantas. Possuem desempenho fotossintético eficiente em diversas condições, são eficientes na produção e dispersão de diásporos, possuem sistema radicular fasciculado, além de produzirem estolhos e rizomas. O conjunto desses atributos faz com que as gramíneas sejam apropriadas para a recuperação de áreas degradadas, atuando como pioneiras na sucessão ecológica (Pereira, 2006).

Atualmente existe um conjunto mínimo de atributos químicos, físicos e biológicos do solo que, se acompanhados ao longo do tempo, são capazes de indicar as alterações da qualidade do solo em função do manejo. Um desses atributos é o carbono orgânico, que atua nos atributos químicos, físicos e biológicos (Larson & Pierce, 1994; Toledo, 2003; Lejon et al., 2005). Outro atributo importante do solo é a biomassa microbiana, que representa a parte viva da matéria orgânica e que regula as transformações bioquímicas, o estoque e o fluxo de C e outros nutrientes, os quais são liberados durante a sua reciclagem, o que ocorre em tempo relativamente rápido em comparação ao C orgânico do solo: menos de um ano (Siqueira et al., 1994).

De acordo com Wardle (1993) as transformações dos materiais orgânicos são catalisadas pela atividade microbiana do solo, que, por isso, desempenha papel essencial na reabilitação de solos degradados. Em solos com adição de resíduo vegetal de baixa qualidade nutricional, os microrganismos encontram-se sob estresse, tornando-se incapazes de utilizar totalmente o N e o C orgânico.

A ciclagem dos nutrientes depende intensamente da atividade dos microrganismos do solo, com participação em cerca de 95% da decomposição, e dos invertebrados que vivem na serrapilheira acumulada e nas camadas superiores do solo, sendo estes responsáveis pelo rearranjo dos detritos e sua desintegração. Esses grupos realizam a degradação e decomposição do material orgânico mantendo o fornecimento eficiente dos nutrientes no ambiente (Souto, 2006).

A matéria orgânica leve (MOL), nos solos, constitui-se, principalmente, de partes de plantas, resíduos de animais e microorganismos presentes em diversos estádios de decomposição (Ruivo et al., 2005). A manutenção desse compartimento (MOL), portanto, torna-se fundamental para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, uma vez que este representa, em curto e médio prazo, potencial para ciclagem de nutrientes (Compton & Boone, 2002).

Nesta região, são poucas as informações científicas e/ou técnicas sobre ações relativas aos atributos químicos, a fauna e a biomassa microbiana do solo, em diferentes profundidades, com a finalidade de buscar alternativas de controle do processo de degradação, tampouco, de recuperação das áreas já degradadas e/ou estacionar a expansão do processo de degradação. O conhecimento das quantidades de nutrientes disponíveis no solo é indispensável para orientar práticas conservacionistas de correção e adubação, especialmente nas ações de fixação de carbono por meio da revegetação da região utilizando-se pinhão-manso e gramíneas.

Assim, estudos de indicadores ambientais que demonstrem o grau de degradação e/ou sustentabilidade de um ecossistema e avaliem os efeitos das práticas de manejo sobre os organismos do solo são muito importantes para a busca de soluções para o problema de áreas degradadas e/ou em desertificação na região. O presente trabalho objetivou gerar conhecimentos e tecnologias dos atributos químicos e biológicos do solo que possam contribuir para a paralisação do processo de degradação ambiental em áreas degradadas e/ou em desertificação, utilizando pinhão-manso solteiro e consorciado com gramíneas, na região do Sudoeste piauiense.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização e descrição das áreas de estudo

O estudo foi realizado no município de Gilbués-PI, no ano de 2010, localizada nas coordenadas geográficas 9°45'55'' latitude Sul e 45°21'00'' longitude Oeste, em uma área experimental da EMBRAPA Meio Norte, instalada em novembro de 2009, em um solo Neossolos Litólicos eutróficos com exposição do horizonte "C", conhecido na região como área de "malhada", bem característico da região, próximo a uma estrada vicinal que liga a cidade de Gilbués a comunidade Vaqueta, cerca de 5 km da rodovia. Na parte superior desta área, encontra-se uma pequena área praticamente virgem. Logo em seguida iniciava-se a área de malhada contendo duas grandes voçorocas, nos seus lados, uma com a profundidade de mais de seis metros (Figura 1).



Figura 1. Fotos da parte central e laterais da área experimental

Essa área consistia de dois plantios: pinhão-manso solteiro e pinhão-manso consorciado com capim *Andropogon (Andropogon gayanus L.)*, com um hectare cada área, aproximadamente. Esta área anteriormente era utilizada para pastejo de bovinos, especialmente, no período chuvoso.

Ainda em relação ao solo da área do experimento, a análise da granulometria, permite concluir que a textura do solo é predominante franco arenosa (Veloso et al., 2011a). Ademais, a análise química do solo analisado na área, mostra que o solo tem boa qualidade química e apresenta como principal problema o baixo teor de matéria orgânica (Veloso et al., 2011b).

O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, megatérmico, com moderada deficiência hídrica no inverno. A temperatura oscila entre a mínima de 25° e máxima de 35° e o mês mais frio apresenta média superior a 18°. A precipitação média anual varia de 800 a 1200 mm. O período chuvoso se estende de outubro a maio e os meses mais úmidos são novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março (Vieira et al., 2007).

O preparo das mudas de pinhão-manso iniciou-se em no mês de setembro de 2009, em tubetes de 300 mL. As sementes de pinhão-manso foram oriundas de uma vitrine viva, instalada em 2005, na área experimental da Embrapa Meio-Norte em Teresina-PI, com materiais oriundos das cidades Janaúba e Araçuaí, Minas Gerais, doados pela Epamig. O substrato utilizado consistiu da mistura de palha de arroz carbonizada mais terriço, na proporção de 3:1, aproximadamente. Foi utilizada a infraestrutura do viveiro da Embrapa Meio-Norte, localizado na cidade de Teresina, PI.

Antes do plantio foi realizada a limpeza da área e levantamento topográfico altimétrico, utilizando nível a laser, Nikon, pertencente a UFPI. Com o valor da maior declividade do terreno e a textura do solo, estimou-se o espaçamento entre os terraços, segundo a metodologia de Paraná (Paraná, 1994), citada por Pruski et. al (2005). Em seguida fez-se as construções dos terraços e sulcamentos, obedecendo as curvas de níveis dos terraços, cerca de um metro entre sulcos, profundidade média de 0,10m, para os plantios do pinhão-manso e sementeiras das gramíneas.

Para o estudo foram selecionadas três áreas, a saber: (1) plantio de pinhão manso solteiro, (2) pinhão manso consorciado com capim *Andropogon (Andropogon gayanus)* e (3) uma área de testemunha em processo de desertificação localizada ao lado dos plantios. O plantio do pinhão manso foi realizado em filas simples utilizando um

espaçamento de 4,0 x 3,0m, com uma população de plantas de 1667 plantas por hectare, em ambas as áreas. .

As adubações do solo na área experimental foram realizadas com base na análise de fertilidade do solo considerando a profundidade de 0-0,20 m. Utilizou-se a recomendação de adubação para a cultura da mamona para a aplicação de fertilizantes na área com pinhão-mansão. As gramíneas receberam adubação de acordo com Sousa & Lobato (2004) e Martha Júnior et al. (2007).

Os tratos culturais e fitossanitários foram realizados sempre que houve necessidade durante o período de condução do experimento. As ervas daninhas foram controladas por roçadas mecanizadas e, pequeno coroamento, feitos com enxadas das plantas do pinhão-mansão especialmente nos primeiros seis meses.

2.2. Métodos analíticos

2.2.1. Carbono orgânico e nitrogênio total do solo

Para a avaliação do carbono, C, e nitrogênio total do solo, NTS, em cada uma das áreas de estudo, foi delimitado um talhão de aproximadamente 0,1 hectare, onde foram coletadas amostras de solo deformadas, sendo três amostras compostas formadas a partir de dez amostras simples, nas profundidades de 0-0,10 e 0,10-0,20 m para cada unidade de estudo: plantio de pinhão manso, plantio consorciado pinhão manso com capim *Andropogon* e área em processo de desertificação.

Após serem secas ao ar, as amostras deformadas foram destorroadas e passadas por peneira de dois milímetros, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA), a qual foi utilizada para a realização das seguintes análises: carbono orgânico total e nitrogênio total do solo.

O conteúdo de carbono orgânico do solo foi determinado por oxidação da matéria orgânica via úmida com dicromato de potássio em meio sulfúrico (EMBRAPA, 1997). Para determinação de N total, as amostras foram submetidas à digestão sulfúrica e N dosado por meio de destilação Kjeldahl (Bremner & Mulvaney, 1982).

Os dados referentes ao carbono orgânico total e o nitrogênio total do solo, em cada profundidade, foram submetidos à análise de variância com utilização do teste F e ao teste de normalidade (teste de Lilliefors), sendo os valores médios comparados entre si pelo teste Tukey a cinco por cento de probabilidade. Os testes foram realizados com auxílio do “software” SAEG-5.0 (Sistema de Análises Estatística e Genéticas – Universidade Federal de Viçosa).

2.2.2. Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana

Para determinação do carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo, foram coletadas três amostras compostas por tratamento, sendo que cada composta foi constituída de 10 amostras simples, coletadas no mês de fevereiro de 2011. A amostragem foi realizada ao acaso nas profundidades de 0–0,10 e 0,10-0,20 m. Em seguida essas amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e mantido em refrigeração constante (4 °C) por cerca de cinco dias. Um dia antes da realização das análises, as amostras foram retiradas do refrigerador e deixadas em temperatura ambiente por 24 h. As amostras de solo foram destorroadas, passadas em peneira de dois milímetros de malha e homogeneizadas, retirando-se as raízes e os resíduos visíveis de plantas e animais do solo.

O método de irradiação-extração foi utilizado para estimar o carbono e o nitrogênio da biomassa microbiana de acordo com Mendonça e Matos (2005) o qual consiste no uso de energia eletromagnética (micro-ondas), causando efeito na transferência de energia e temperatura, levando a um rompimento celular com liberação dos compostos intracelulares.

Segundo o método proposto por Islam e Weil (1998), a energia necessária para provocar a lise bacteriana é de $800 \text{ J s}^{-1} \text{ g}^{-1}$ solo em base seca. Para isso, aqueles autores sugerem a fórmula para cálculo do tempo de irradiação, que é $T = RW/P$, em que T é o tempo de irradiação (s); R, a energia incidente pretendida sobre a amostra; W, a massa de solo (base seca); e P, a potência do micro-ondas. Contudo, os autores enfatizam que a temperatura da massa de solo úmido deve ficar acima de 80 °C, e não deve ultrapassar 88 °C para não provocar a liberação de carbono não microbiano durante a irradiação. Antes da realização da extração, a calibração do aparelho de micro-ondas foi feita utilizando um volume conhecido de água e, em seguida, foi preestabelecido o tempo de irradiação para a elevação da temperatura no interior do micro-ondas.

De cada unidade área estudada, foram pesadas seis sub-amostras de 20 g de solo (três irradiadas e três não irradiadas); as amostras foram irradiadas em forno de microondas por três minutos. Posteriormente, a extração foi realizada com sulfato de potássio $0,5 \text{ mol L}^{-1}$; a determinação do carbono da biomassa microbiana foi feita por oxidação, com dicromato de potássio $0,066 \text{ mol L}^{-1}$; e a titulação, com sulfato ferroso amoniacal $0,033 \text{ mol L}^{-1}$. O cálculo do carbono da biomassa microbiana ($\text{mg kg}^{-1} \text{ C}_{\text{microbiano}}$ no solo) foi realizado por meio das formulas: $\text{C}_{\text{microbiano}} = FC \text{ kC}^{-1}$, em

que $FC = CI - CNI$, sendo CI o teor de carbono extraído do solo irradiado, CNI o teor de carbono extraído do solo não irradiado e kc – fator de correção (utilizado valor de 0,33).

Para determinação do nitrogênio da biomassa microbiana foi utilizado mesmo processo de irradiação e extração do carbono da biomassa microbiana. Em seguida foi realizada uma digestão sulfúrica em bloco digestor e feita uma destilação em destilador kjeldahl, e a titulação com ácido clorídrico $0,005 \text{ mol L}^{-1}$. O cálculo do nitrogênio da biomassa microbiana ($\text{mg kg}^{-1} N_{\text{microbiano}}$ no solo) foi realizado por meio das formulas: $N_{\text{microbiano}} = FC \cdot kc^{-1}$, em que $FC = NI - NNI$, sendo NI o teor de nitrogênio extraído do solo irradiado, NNI o teor de nitrogênio extraído do solo não irradiado e kc – fator de correção (utilizado valor de 0,54)

Os dados foram submetidos à análise de variância, segundo em delineamento inteiramente casualizado com três repetições nas análises dos atributos microbianos. Adotou-se o teste F a 5 %. De forma complementar, utilizou-se para comparação de médias o teste de Tukey a 5 %.

2.2.3. Determinação da fauna do solo

Em cada área foram instaladas armadilhas do tipo “pitt fall” (Figura 2) utilizadas para a avaliação da atividade da fauna epígea. Na confecção dos “pitt fall” foi utilizado um pote plástico com 0,11 m de diâmetro e 0,075 m de profundidade. Também se utilizou um prato plástico com 0,15 m de diâmetro para cobrir os potes plásticos e proteger contra a ação da chuva sendo que foi fixado no solo com auxílio de palitos de madeira de forma que estes não impedissem que a mesofauna fossem capturadas. Dentro de cada pote foi colocada uma solução de formol de quatro por cento para preservação da fauna no período de uso do “pitt fall”. As armadilhas foram colocadas na interface solo-serrapilheira e permaneceram durante sete dias no campo. Foi monitorada a temperatura, através de geotermômetro, e a umidade do solo, pelo método gravimétrico (EMBRAPA, 1997), no dia da instalação e no dia da coleta das armadilhas (“pitt fall”). Decorrido este tempo fez-se a triagem com auxílio de lupa e chaves taxonômicas, com quantificação do número total de indivíduos, grupos funcionais, atividade (indivíduos/armadilhas/dia) e cálculo dos índices de diversidade de Shannon, Pielou e Riqueza de grupos.



Figura 2. Vista frontal da armadilha do tipo “pitt fall”, antes da instalação.

As coletas da fauna do solo foram realizadas no período chuvoso (Fevereiro) e no período seco (Setembro) de 2011.

2.2.4. Matéria orgânica leve em água

Foram quantificados os teores de matéria orgânica leve (MOL) em água, segundo Anderson e Ingram (1989). Para tanto, pesou-se 50 g de terra fina seca ao ar (TFSA) em becker de 250 mL, em seguida adicionou-se 100 mL de solução de NaOH 0,1 mol L⁻¹, este material permaneceu em repouso por uma noite. Decorrido o tempo, a suspensão foi agitada com bastão de vidro e todo o material passado por peneira de 0,25 mm, eliminando-se toda a fração argila. Posteriormente o material retido na peneira (MOL e areia) foi transferido novamente para o becker, completando-se o volume com água. A porção sobrenadante foi passada por peneira de 0,25 mm, tomando-se cuidado para separar a MOL da fração areia. Novamente adicionou-se água ao becker, seguido de agitação manual para ressuspender a MOL restante e verter este material vagarosamente em peneira de 0,25 mm. Essa operação foi repetida até a completa remoção do material flotante. Após a separação, a MOL foi seca em estufa a 65 °C até peso constante e posteriormente pesada em balança de precisão.

Os dados foram submetidos à análise de variância, segundo em delineamento inteiramente casualizado com três repetições nas análises da matéria orgânica leve em água. Adotou-se o teste F a 5 % e utilizou-se para comparação de médias o teste de Tukey a 5 %.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Carbono orgânico total e nitrogênio total do solo

Os valores do carbono orgânica total (COT), em duas profundidades – 0-0,5 e 0,5 a 0,10m, das áreas de pinhão-manso solteiro, pinhão-manso consorciado com capim *Andropogon* e área degradada, encontram-se na Figura 3. Verificou-se que não houve diferença estatísticamente, ao nível de cinco por cento de probabilidade, pelo teste de Tukey, para as diferentes profundidades dentro das áreas avaliadas. Também não houve diferença estatística entre as áreas de plantio de pinhão manso e de pinhão manso consorciado com capim *Andropogon*, nas duas profundidades, sendo estes superiores ao da áreas em desertificação (AD), em ambas profundidades. Isto mostra que o consórcio pinhão manso com a pastagem e o pinhão manso puro, após um ano de implantação, influenciou no teor do COT, onde houve diferença entre os teores observados na área de pinhão solteiro e em consórcio com pastagens em relação à área degradada. Isso possivelmente ocorreu por causa do tempo de implantação do consórcio pinhão manso com a pastagem e o pinhão manso puro ter sido suficiente para um efeito desta no teor de COT. De acordo com Carneiro et al. (2008) os benefícios da revegetação de uma área degradada são diferenciados em função do atributo e tempo de reabilitação, ou seja, o tempo de reabilitação da área é o fator-chave na recuperação dos teores de COT do solo.

De acordo com Resende & Roselen (2011) avaliando o teor de carbono orgânico em dois tipos de cobertura vegetal, sendo uma área remanescente de cerrado arbóreo e outra uma pastagem degradada, observou-se que a pastagem degradada apresentou níveis mais baixos no teor de carbono orgânico no solo em todas as profundidades avaliadas comparado ao cerrado arbóreo devido ao menor aporte de fitomassa.

Santos et al. (2001), avaliando a influencia de diferentes coberturas vegetais em áreas degradadas, observaram que não houve diferença no conteúdo do COT entre as coberturas avaliadas, sendo o conteúdo destas superior ao observado na área degradada (testemunha). Os sistemas menos perturbados apresentam uma tendência em armazenar maiores quantidades de C orgânico no solo, principalmente nas camadas 0-20 e 0-40 cm (D'Andrea et al., 2004).

Fávero et al. (2008), ao avaliar os efeitos na recuperação do solo de um sistema agroflorestal, com quatro anos de implantação, em área degradada, no Vale do Rio Doce, MG, e de uma pastagem de capim colômbio, observou que não houve diferença

entre os teores de COT da área com pastagem e da área degradada. O mesmo ocorreu com o sistema agroflorestal na camada de 0-0,05 m, no entanto, nas camadas de 0,05-0,15 m e de 0,15-0,25 m o conteúdo de COT do sistema agroflorestal foi superior às demais áreas.

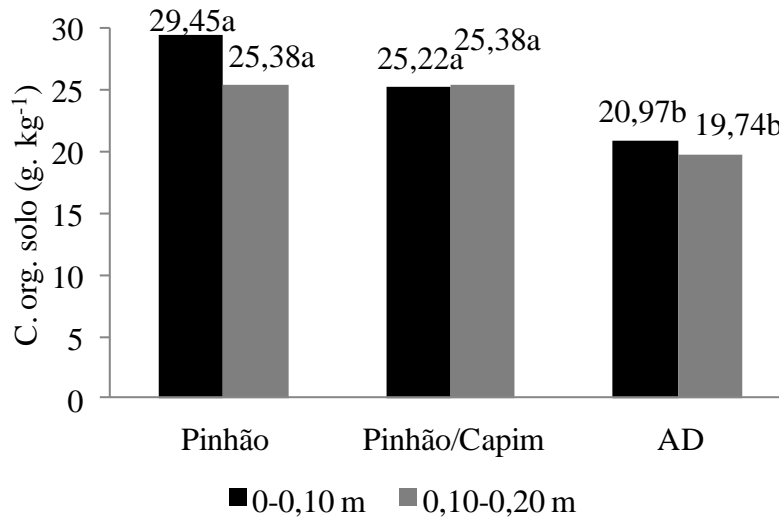


Figura 3. Carbono orgânico total do solo das áreas de plantio de pinhão manso, consórcio pinhão manso com capim e a área degradada (AD). Letras minúsculas iguais não apresentam diferença estatística na mesma profundidade ao nível de 5 % pelo teste Tukey.

O teor de nitrogênio total do solo das áreas de plantio de pinhão manso solteiro, pinhão manso consórcio com capim *Andropogon* e a área degradada (AD), em duas profundidades 0–0-10 m e 0,10-0,20 m encontram-se na Figura 4. Observa-se que o teor de nitrogênio total do solo na área de pinhão manso consorciado com capim *Andropogon*, na profundidade de 0-0,10 m, foi superior ao as demais áreas, estatisticamente. Nesta mesma profundidade, a área de pinhão solteiro foi superior a área degradada. Isto mostra que a presença da pastagem no consórcio influenciou positivamente no NT do solo nesta camada do solo. Quanto à profundidade de 0,10-0,20 m, o teor de nitrogênio total do solo não diferiu entre a área de pinhão manso solteiro e a área de pinhão manso consorciado com capim *Andropogon*, entretanto foram superiores ao da área degradada.

Os resultados obtidos mostram, provavelmente, que as espécies vegetais utilizadas promoveram a entrada de N no sistema pelos processos de decomposição da fitomassa, especialmente ao do sistema radicular e superficial existente. Segundo

Santos et al. (2004) os sistemas com menor cobertura do solo reduzem relevantemente os teores de NT do solo (Figura 4).

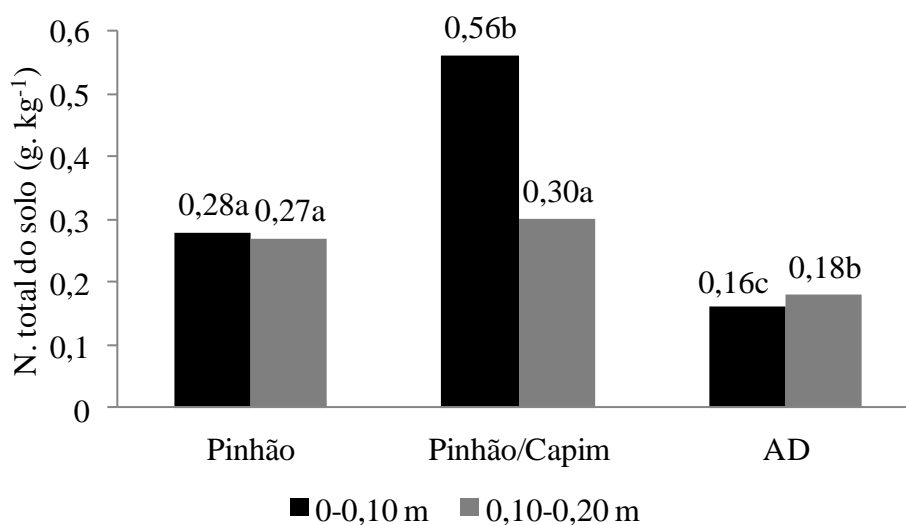


Figura 4. Carbono orgânico total do solo das áreas de plantio de pinhão manso, consórcio pinhão manso com capim Andropogon e a área degradada (AD). Letras minúsculas iguais não apresentam diferença estatística na mesma profundidade ao nível de 5 % pelo teste Tukey.

3.2. Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana

O teor do carbono da biomassa microbiana (C-BM) das áreas de plantio de pinhão manso solteiro, pinhão manso consórcio com capim Andropogon e a área degradada (AD), nas profundidades de 0-0,10 m e 0,10-0,20 m, encontra-se na figura 5. Verifica-se que dentro dos tratamentos não houve diferença estatística, exceto para o tratamento de área degradada. Na profundidade de 0-0,10 m, o teor do C-BM na área de plantio de pinhão manso solteiro superou, estatisticamente, os demais tratamentos avaliados. Nesta mesma profundidade não houve diferença estatística entre o C-BM da área de pinhão manso consórcio com capim Andropogon e o C-BM da área degradada. No entanto, na profundidade de 0,10-0,20 m, o conteúdo do C-BM na área de pinhão manso consorciado com capim Andropogon foi superior ao das demais áreas avaliadas.

O fato do C-BM ter se comportado de maneira diferente na comparação entre as duas áreas de coberturas, em relação às profundidades avaliadas, pode se dever ao fato de que na área de consórcio de pinhão manso com capim, a biomassa microbiana tenha se concentrado na camada de 0,10-0,20 m, favorecida pela renovação constante do sistema radicular da gramínea. Segundo Alvarenga et al. (1999), observa-se que, quando

bem manejadas, as pastagens apresentam alto conteúdo de matéria orgânica e densa massa radicular, favorecendo a existência de grande biomassa microbiana na rizosfera.

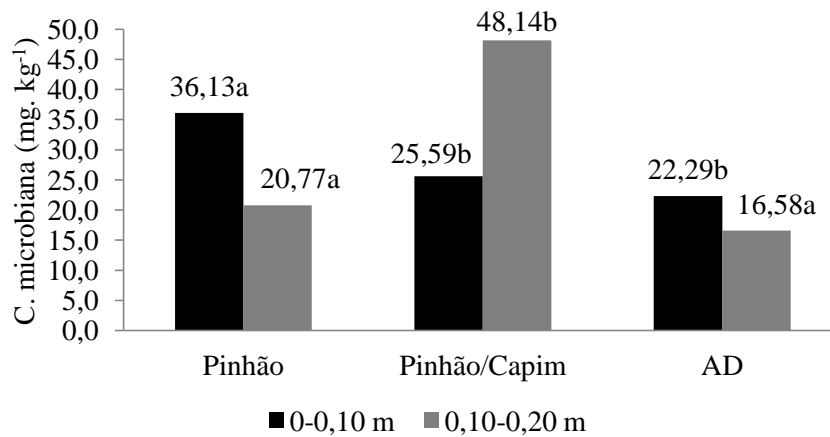


Figura 5. Carbono da biomassa microbiana das áreas de plantio de pinhão manso, consórcio pinhão manso com capim e a área degradada (AD). Letras minúsculas iguais não apresentam diferença estatística na mesma profundidade ao nível de 5 % pelo teste Tukey.

O teor do nitrogênio da biomassa microbiana das áreas de plantio de pinhão manso solteiro, pinhão manso consórcio com capim *Andropogon* e a área degradada (AD), nas profundidades de 0-0,10 m e 0,10-0,20 m, encontra-se na Figura 6. Observa-se que o teor do N-BM na profundidade de 0-0,10 m, a área de pinhão manso consorciado com capim *Andropogon* foi superior aos tratamentos de pinhão manso solteiro e o de área degradada. Nesta mesma profundidade o tratamento de pinhão manso solteiro foi superior estatisticamente ao de área degradada. Na profundidade de 0,10-0,20 m, o teor de N-BM foi igual, estatisticamente, nas áreas de pinhão manso solteiro e pinhão manso consórcio com capim *Andropogon*, sendo estes tratamentos superiores ao tratamento de área degradada. A utilização de sistemas de consórcio de plantios perenes com pastagem, além dos fatores que protegem os microrganismos pela utilização de resíduos como cobertura, rotação de culturas, e o não revolvimento do solo favorecem os microrganismos pela adição de excrementos (Kluthcoushi et al., 2003).

Figueiredo et al. (2007), avaliando oito sistemas de manejo do solo, formados pelo uso de diferentes implementos agrícolas e épocas de incorporação de restos culturais observou que em geral, quanto mais conservacionista o sistema, maior o acúmulo de N na superfície, imobilizado na biomassa microbiana.

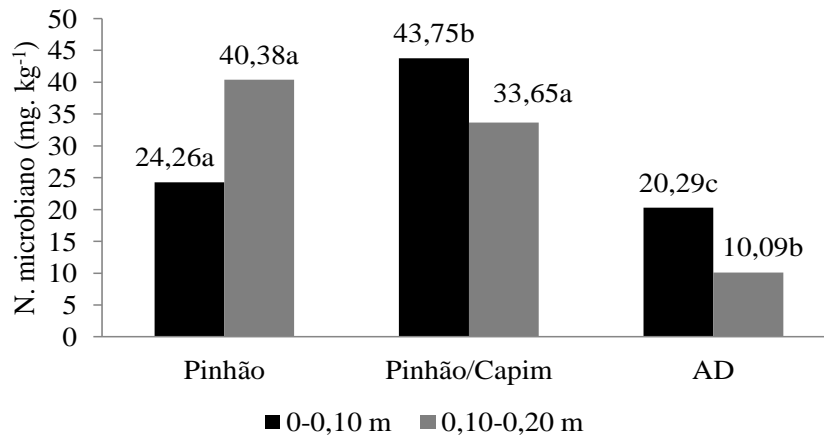


Figura 6. Nitrogênio da biomassa microbiana das áreas de plantio de pinhão manso, consórcio pinhão manso com capim e a área degradada (AD). Letras minúsculas iguais não apresentam diferença estatística na mesma profundidade ao nível de 5 % pelo teste Tukey.

Os resultados demonstram que a cobertura vegetal favoreceu a produção de biomassa vegetal e acúmulo de resíduos na superfície, com conseqüente aumento da biomassa microbiana. Santos et al. (2004) concluíram que sistemas de manejo que mantêm elevados os teores de carbono total no solo proporcionam uma maior atividade microbiana.

Observando os resultados relativos à biomassa microbiana (figuras 3 e 4), observa-se que a presença da gramínea em consórcio favoreceu o aumento dos teores de C-BM e N-BM, nas camadas de 0-0,10 m e 0,10-0,20 m respectivamente. Carneiro et al. (2008) avaliando a revegetação inicial das áreas degradadas por mineração com braquiária e capim-gordura, observou que ambas proporcionaram incrementos nas concentrações de C, N na biomassa microbiana, quando comparadas com as áreas degradadas. Segundo o mesmo autor, a rápida recuperação dos teores da biomassa microbiana resulta principalmente na entrada de C e N no sistema pelos processos de rizodeposição e decomposição da fitomassa, que ocorrem intensamente nas espécies vegetais utilizadas no início da reabilitação, pois apresentam sistema radicular extenso e de crescimento rápido, além de produzirem grande quantidade de fitomassa (Carneiro et al., 2008).

Cattelan e Vidor (1990), em estudo realizado com sete sistemas de culturas, observaram que os sistemas com maior produção de biomassa vegetal e acúmulo de resíduos na superfície apresentaram os maiores valores para a biomassa microbiana na camada de até 0,05 m.

Gama-Rodrigues (1997), trabalhando no Sul da Bahia, não encontrou diferença significativa nos teores de C orgânico e N total de solos sob diferentes coberturas florestais. Entretanto, o C e o N da biomassa microbiana variaram significativamente entre as coberturas estudadas. Além destes resultados, por meio de análise estatística multivariada, o autor observou, dentre os atributos do solo analisados, que o C da biomassa microbiana foi o que mais contribuiu (27,73%) para a distinção entre as coberturas florestais, enquanto o C orgânico contribuiu com apenas 6,06%.

Segundo Groffman et al. (2001), valores mais altos da biomassa microbiana observados nas áreas revegetadas podem se dever a um “efeito sucessional”, onde as áreas em início de regeneração têm uma vegetação em crescimento que disponibiliza matéria orgânica mais rapidamente para a comunidade microbiana. Esse efeito sugerido pode ser explicado pela alta relação entre o teor de matéria orgânica do solo e biomassa e atividade microbiana.

3.3. Fauna do solo

3.3.1. Grupos taxonômicos

Os grupos taxonômicos, número de indivíduos e porcentagem total coletados na área degradada no período chuvoso, no ano de 2011, no município de Gibués, PI, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Grupos taxonômicos, número de indivíduos coletados e porcentagem total, coletados na área degradada, no período chuvoso do ano de 2011, no município de Gilbués, PI.

Grupos taxonômicos	Número de indivíduos coletados	Total (%)
Araneae	2	6,1
Coleoptera	1	3,0
Dermaptera	1	3,0
Diptera	6	18,2
Hemiptera	2	6,1
Hymenoptera	11	33,3
Miriapoda	2	6,1
Orthoptera	8	24,2
Total	33	100,0

Verifica-se na tabela 1 que o número de indivíduos coletados foi 33, pertencente a oito grupos taxonômicos. Os grupos taxonômicos, que mais se destacaram foram os

Hymenoptera (33,3%), Orthoptera (24,2%) e Diptera (18,2%) que somados, equivalem a 75,70 % das comunidades estudadas na área degradada no período chuvoso, do ano de 2011. Os grupos de Araneae, Hemiptera e Mariapoda totalizaram cada uma, 6,1%, respectivamente. Os grupos taxonômicos com menores destaques foram os Coleoptera e Dermaptera, correspondendo a 3% do total, cada grupo.

Os grupos taxonômicos, número de indivíduos e porcentagem total coletados na área de pinhão-manso solteiro, no período chuvoso, no ano de 2011, no município de Gibues, PI, encontram-se na Tabela 2. Verifica-se o número de indivíduos coletados foram 112, pertencente a oito grupos taxonômicos. Os grupos taxonômicos de maior destaque foram os Hymenoptera (37,5%), Orthoptera (21,4%), Coleoptera (16,9%) e Diptera (13,4%), correspondendo a 89,20% do total. Os demais grupos taxonômicos ficaram com menos de 4% do total.

Tabela 2. Grupos taxonômicos, número de indivíduos coletados e porcentagem total, coletados na área de pinhão manso solteiro, no período chuvoso do ano de 2011, no município de Gilbués, PI.

Grupos taxonômicos	Número de indivíduos Coletados	Total (%)
Coleoptera	19	16,9
Diplopoda	3	2,7
Diptera	15	13,4
Hemiptera	4	3,5
Hymenoptera	42	37,5
Miriapoda	3	2,6
Oligochaeta	2	1,8
Orthoptera	24	21,4
Total	112	100,0

Os grupos taxonômicos, número de indivíduos e porcentagem total coletados na área de pinhão-manso consorciado com capim Andropogon, no período chuvoso, no ano de 2011, no município de Gibues, PI, encontram-se na Tabela 3. Verifica-se o número de indivíduos coletados foram 170, pertencente a sete grupos taxonômicos. Os grupos taxonômicos de maior destaque foram os Hymenoptera (44,1%), Coleoptera (22,9%) e Diptera (14,7%) e Orthoptera (8,2%), correspondendo a 89,90% do total. Os demais grupos taxonômicos ficaram com menos de 5,5% do total.

Tabela 3. Grupos taxonômicos, número de indivíduos coletados e porcentagem total, coletados na área de pinhão manso consorciado com capim *Andropogon*, no período chuvoso do ano de 2011, no município de Gilbués, PI.

Grupos taxonômicos	Número de indivíduos Coletados	Total (%)
Aranea	1	0,6
Coleóptera	39	22,9
Díptera	25	14,7
Hemiptera	9	5,3
Hymenoptera	75	44,1
Oligochaeta	7	4,1
Orthoptera	14	8,2
Total	170	100,0

Os grupos taxonômicos, número de indivíduos e porcentagem total, coletados na área degradada, no período seco, do ano de 2011, no município de Gibués, PI, encontram-se na Tabela 4. Verifica-se o número de indivíduos coletados foram 51, pertencente a quatro grupos taxonômicos. Os grupos taxonômicos de maior destaque foram Hymenoptera (88,2%) e os Coleoptera (5,9%), que somados equivalem a 94,1% das comunidades estudadas na área. Os demais grupos taxonômicos ficaram com menos de 4,0% do total.

Tabela 4. Grupos taxonômicos, número de indivíduos coletados e porcentagem total, coletados na área degradada, no período seco do ano de 2011, no município de Gilbués, PI.

Grupos taxonômicos	Número de indivíduos Coletados	Total (%)
Coleoptera	3	5,9
Dermaptera	1	2,0
Hymenoptera	45	88,2
Orthoptera	2	3,9
Total	51	100,0

Os grupos taxonômicos, número de indivíduos e porcentagem total coletados na área de pinhão manso solteiro, no período seco, do ano de 2011, no município de Gibues, PI, encontram-se na Tabela 5. Verifica-se o número de indivíduos coletados foram 52, pertencente a quatro grupos taxonômicos. O grupo taxonômico de maior

destaque foi Hymenoptera (94,2%), das comunidades estudadas na área. Os demais grupos taxonômicos ficaram com menos 2,0% do total.

Tabela 5. Grupos taxonômicos, número de indivíduos coletados e porcentagem total, coletados na área de pinhão-manso solteiro, no período seco do ano de 2011, no município de Gilbués, PI.

Grupos taxonômicos	Número de indivíduos Coletados	Total (%)
Coleoptera	1	1,9
Diptera	1	1,9
Hymenoptera	49	94,2
Orthoptera	1	1,9
Total	52	100,0

Os grupos taxonômicos, número de indivíduos e porcentagem total coletados na área de pinhão manso consorciado com capim Andropogon, no período seco, do ano de 2011, no município de Gibues, PI, encontram-se na Tabela 6. Verifica-se o número de indivíduos coletados foram 318, pertencente a cinco grupos taxonômicos. O grupo taxonômico de maior destaque foi Hymenoptera (95,0%) das comunidades estudadas na área. Os demais grupos taxonômicos ficaram com menos 4,0% do total.

Tabela 6. Grupos taxonômicos, número de indivíduos coletados e porcentagem total, Coletados na área de pinhão-manso consorciado com capim Andropogon, no período seco do ano de 2011, no município de Gilbués, PI.

Grupos taxonômicos	Número de indivíduos coletados	Total (%)
Aranae	3	0,9
Coleoptera	10	3,1
Diptera	1	0,3
Hemyptera	2	0,6
Hymenoptera	302	95,0
Total	318	100,0

Os resultados demonstram que os grupos *Hymenoptera* foram dentre todos os grupos taxonômicos os de maior abundância, correspondendo a cerca de 60% da comunidade da fauna do solo encontradas nas áreas estudadas, nos dois períodos avaliados (seco e chuvoso). Moço et al. (2005) caracterizando a distribuição da fauna edáfica nos compartimentos solo e serapilheira em duas épocas do ano e em cinco

diferentes coberturas vegetais (eucalipto, floresta não preservada, floresta preservada, capoeira, pasto) observou nos solos de todas as coberturas, tanto no verão quanto no inverno, houve predominância do grupo *Hymenoptera* (a maioria formigas que são saprófagos e predadores), exceto na floresta preservada, onde a maior abundância foi do grupo *Homoptera*, no verão, e *Coleoptera*, no inverno.

Ainda em relação ao grupo *Hymenoptera*, observou-se que embora os percentuais de indivíduos do grupo por período, nas áreas avaliadas tenham se mantido próximas, o número de indivíduos coletados variou sensivelmente nos períodos seco e chuvoso. Em geral, em ambos os períodos de coleta, o número de indivíduos coletados na área de consórcio de pinhão com capim e na área de pinhão foram superiores ao observado à área degradada. Estes resultados corroboram com os de Rovedder et al. (2004), que estudando os seguintes usos do solo : 1) área degradada; 2) área degradada em vias de recuperação com plantio de *Eucalyptus* sp ; 3) área com plantio direto ; 4) área de campo nativo, observaram que a área degradada apresentou o menor número total de organismos.

Nunes et al. (2008) avaliando a recolonização da fauna edáfica em áreas de caatinga submetidas a queimadas, com diferentes coberturas vegetais e tempo de pousio, observaram que os grupos *Hymenoptera* (principalmente formicidae) e *coleoptera* estiveram presentes mais abundantemente em todos os sistemas de manejo e que as áreas mais perturbadas apresentaram menor número de indivíduos, principalmente no período seco. Fernandes et al. (2011) avaliando a influência de diferentes coberturas florestais (floresta secundária, plantio de sabiá e plantio de andiroba) sazonalmente na fauna edáfica de um Planossolo Háplico, observaram que *Collembola* e *Formicidae* foram os grupos taxonômicos predominantes nas áreas avaliadas.

3.3.2. Grupos funcionais

Os grupos funcionais sociais *Formicidae* e *Holométabolos* foram dominantes entre os indivíduos coletados no período chuvoso, no município de Gilbués, no ano de 2011, respondendo por mais de 70,0% do total efetivo das comunidades estudadas nas três áreas em estudo (Tabela 7). Observa-se que o grupo funcional *Holométabolos* foi maior nas áreas de plantio de pinhão manso e consórcio pinhão manso com capim que a área degradada (Tabela 7).

Tabela 7. Número e porcentagem de indivíduos coletados nas áreas de plantio de pinhão manso (Pi), pinhão manso consorciado com capim *Andropogon* (Pi/Ca) e a área degradada (AD) para os diferentes grupos funcionais no período chuvoso do ano de 2011, município de Gilbués, PI.

GRUPOS FUNCIONAIS	AD		Pi		Pi/Ca	
	N ⁰	%	N ⁰	%	N ⁰	%
Micrófagos – Collembola	0	0	0	0	0	0
Sociais: Formicidae	11	47,8	42	51,2	75	48,4
Holometábolos - Coleoptera, Trichoptera, Lepidoptera e Diptera.	7	30,4	34	41,5	63	40,6
Saprófagos - Gastropoda, Oligochaeta, Isopoda, Diplopoda, Symphyla, Paupoda, Protura, Diplura, Thysanura, Orthoptera, Blattaria, Embliopectera, Psocoptera e Thysanoptera.	0	0	2	2,4	7	4,5
Larvas - de Coleoptera, de Lepidoptera, de Diptera e de Neuroptera	0	0	0	0	0	0
Sociais: Isoptera	0	0	0	0	0	0
Predadores - Pseudoscorpionida, Aranae, Opilionida, Chilopoda e Dermaptera.	3	13	0	0	1	0,6
Parasitóides - Hymenoptera exceto Formicidae e Strepsiptera.	0	0	0	0	0	0
Fitófagos – Homoptera e Hemiptera	0	0	0	0	0	0

Os grupos funcionais sociais Formicidae e Holometábolos foram dominantes entre os indivíduos coletados no período seco, respondendo por mais de 90,0% do total efetivo das comunidades estudadas, nas três áreas em estudo (Tabela 8). Observa-se que o grupo funcional social Formicidae foi maior nas áreas de plantio de pinhão manso e pinhão manso consórcio com capim *Andropogon*, que na área degradada (Tabela 8).

As formigas são relatadas frequentemente como o grupo mais abundante no solo por estudos sobre a mesofauna que desconsideram os ácaros (Toledo, 2003; Silva, 2005).

Tabela 8. Número e porcentagem de indivíduos coletados nas áreas de plantio de pinhão manso solteiro, pinhão manso consorciado com capim Andropogon e a área degradada (AD) para os diferentes grupos funcionais no período seco, do ano de 2011, município de Gilbués, PI.

GRUPOS FUNCIONAIS	AD	AD	Pi	Pi	Pi/Ca	Pi/Ca
	N ⁰	%	N ⁰	%	N ⁰	%
Micrófagos – Collembola	0	0	0	0	0	0
Sociais: Formicidae	45	88,2	49	94,2	302	95,0
Holometábolos - Coleoptera, Trichoptera, Lepidoptera e Diptera.	3	5,9	2	3,8	11	3,5
Saprófagos – Gastropoda, Oligochaeta, Isopoda, Diplopoda, Symphyla, Pauropoda, Protura, Diplura, Thysanura, Orthoptera, Blattaria, Embioptera, Psocoptera e Thysanoptera.	0	0	0	0	0	0
Larvas - de Coleoptera, de Lepidoptera, de Diptera e de Neuroptera	0	0	0	0	0	0
Sociais: Isoptera	0	0	0	0	0	0
Predadores - Pseudoscorpionida, Aranae, Opilionida, Chilopoda e Dermaptera.	1	2	0	0	3	0,9
Parasitóides - Hymenoptera exceto Formicidae e Strepsiptera.	0	0	0	0	0	0
Fitófagos – Homoptera e Hemiptera	2	3,9	1	1,9	2	0,6

A ocorrência do grupo Formicidae em maiores proporções nos sistemas pode ser um indicativo de equilíbrio destes sistemas, visto que a relevância desse grupo para a comunidade da fauna edáfica é atribuída ao hábito social e a repartição do trabalho (Nunes et al, 2008). Sua presença nas mais adversas condições se deve ao fato de que estas compreendem um terço do total da biomassa de insetos das florestas brasileiras, ou ainda, por serem importantes na ciclagem de nutrientes e regeneração florestal,

facilidade de coleta e identificação podendo ser potencialmente utilizadas como bioindicadores de qualidade ambiental (Nunes et al, 2008; Souza et al., 2001; Lopes et al., 2003).

Costa (2002) indicou que uma hipótese para explicar os elevados valores de *Dípteras*, pode estar relacionada ao uso temporário do solo como abrigo, já que este grupo não exerce nenhuma atividade direta no solo nem na matéria orgânica presente neste. Nas áreas de pinhão manso solteiro e pinhão manso consorciado com capim *Andropogon*, observou-se também maior número de indivíduos do grupo *Coleoptera*, por causa do ciclo deste inseto, que se encontra em fase de larva no solo no período de boa umidade (Assis Junior, 2000)

3.3.3. Índices de Diversidade, Uniformidade e Riqueza

A área degradada da área experimental apresentou maior diversidade pelo índice de Shannon que a área de plantio de pinhão manso solteiro e pinhão manso consorciado com capim *Andropogon*, no período chuvoso, do ano de 2011, no município de Gilbués, PI. No período seco a área de pinhão manso consorciado com capim *Andropogon* foi similar a área degradada e maior que na área de plantio de pinhão manso solteiro (Figura 7).

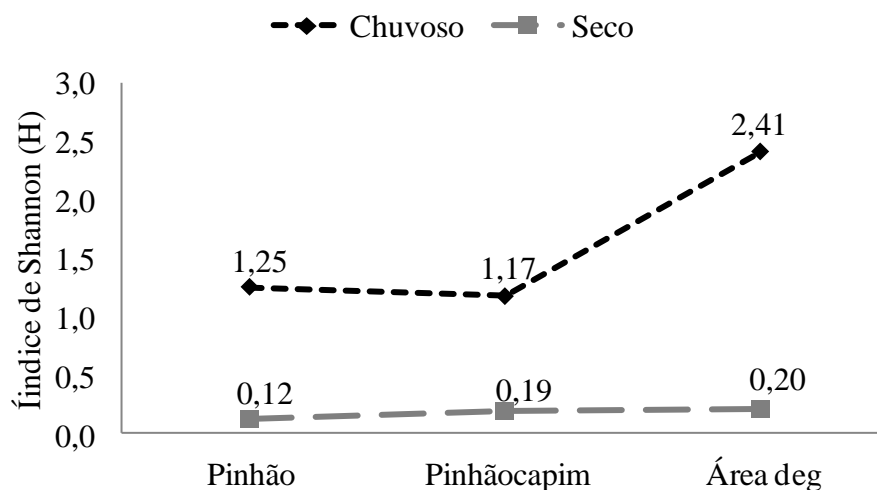


Figura 7. Índices de diversidade Shannon (H) nas áreas de plantio de pinhão manso solteiro, pinhão manso consorciado com capim *Andropogon* e a área degradada (AD), nos períodos chuvoso e seco do ano de 2011, município de Gilbués, PI.

A área degradada apresentou também maior uniformidade (Figura 8) pelo índice de Pielou que a área de plantio de pinhão manso solteiro e pinhão manso consorciado com capim *Andropogon*, no período chuvoso do ano de 2011, no município de Gilbués, PI. No período seco a área de pinhão manso consorciado com capim *Andropogon* foi similar a área degradada e maior que na área de plantio de pinhão manso solteiro.

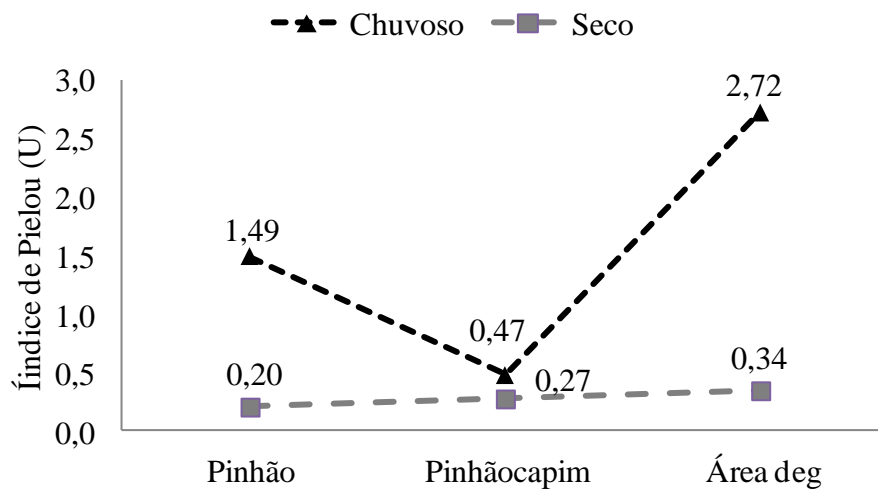


Figura 8. Índices de Pielou (U) nas áreas de plantio de pinhão manso solteiro, pinhão manso consorciado com capim *Andropogon* e a área degradada (AD), no período chuvoso e seco, 2011, município de Gilbués, PI.

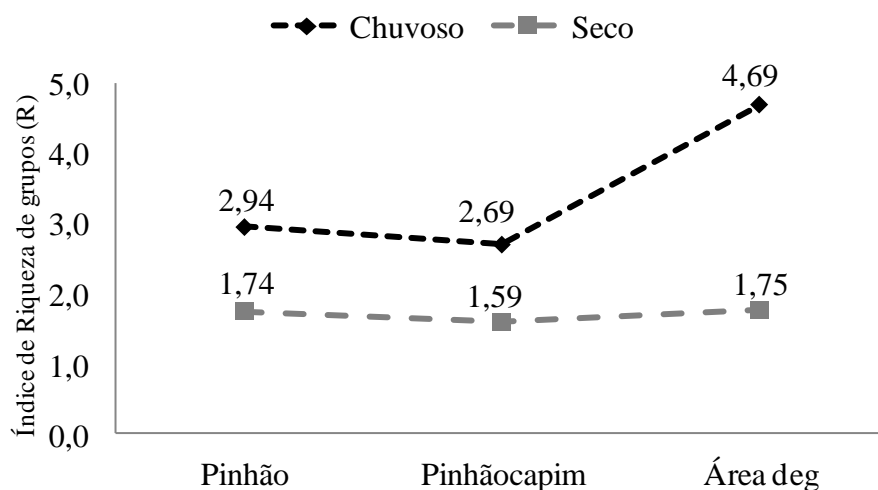


Figura 9. Índices de Riqueza de Grupos (R) nas áreas de plantio de pinhão manso solteiro, pinhão manso consorciado com capim *Andropogon* e a área degradada (AD), nos período chuvoso e seco, 2011, município de Gilbués, PI.

A área degradada apresentou maior riqueza (Figura 9) que a área de plantio de pinhão manso solteiro e pinhão manso consorciado com capim *Andropogon* no período chuvoso. No período seco a área de pinhão manso consorciado com capim *Andropogon* e plantio de pinhão manso foram similares à área degradada.

Observa-se que a área degradada foi à área que obteve maiores índices de shannon, pielou e riqueza de grupos taxonômicos no período chuvoso que as demais áreas estudadas (pinhão manso solteiro e pinhão manso consorciado com capim *Andropogon*). Isto mostra, provavelmente, que na área degradada prevaleça um pequeno número de indivíduos por grupo taxonômico, com pouca diferença no número de indivíduos entre grupos, sem favorecimento de condições de fonte de alimentos, climáticas dentre outro fatores, também sem privilegio um determinado grupo (Figuras 7, 8 e 9). Segundo Walker (1990) isso acontece porque quando os valores de densidade não são muito discrepantes entre os grupos, o componente "equitabilidade" do índice de diversidade torna-se muito alto, puxando o índice de Shannon para cima. quanto maior o número de indivíduos, maior será a chance de algum grupo estar predominando e, portanto, reduzindo a equitabilidade (Índice de Pielout), e a diversidade de espécies está associada a uma relação entre número de espécies (riqueza de espécies) e a distribuição do número de indivíduos entre as espécies (equitabilidade).

Em relação aos índices de shannon, pielou e riqueza de grupos no período seco, verificou-se um equilíbrio entre as áreas de plantio de pinhão manso solteiro, pinhão manso consorciado com capim *Andropogon* e a área degradada. Isto ocorreu, provavelmente, pelo fato de no período seco apresentar menor número de grupos taxonômico nas áreas de plantio de pinhão manso e consórcio pinhão manso com capim similar a área degradada.

No período chuvoso as áreas de plantio de pinhão manso solteiro e pinhão manso consorciado com capim *Andropogon* apresentam maior capacidade de reter umidade no solo, favorecendo o grupo taxonômico como *Hymenoptera* que apresenta aumento populacional influenciando na redução dos índices de shannon, pielou e riqueza de grupos. No período seco apresenta uma redução do número de grupos taxonômicos e de indivíduos em cada grupo taxonômico não havendo diferenciação entre as áreas revegetadas (plantios de pinhão manso solteiro e o pinhão manso consorciado com capim *Andropogon*) (Tabelas 1, 2, 3, 4, 5 e 6).

Segundo Moço et al. (2005), a diversidade é um índice composto pelas variáveis: riqueza de espécies (ou grupos de espécies) e equitabilidade (ou a uniformidade de

repartição dos indivíduos entre os grupos). O padrão mais marcante é o de poucos grupos com muitos indivíduos e muitos grupos com poucos indivíduos. Entretanto, é importante ressaltar que qualquer medida utilizada fornece uma visão parcial da presença dos organismos edáficos na comunidade (Moço et al., 2005).

Quando se avalia apenas o número de grupos presentes, encontra-se a riqueza deles. Já a uniformidade (e), cuja fórmula é derivada do índice de Shannon (H), é uma medida da equidade dos padrões de abundância, ou seja, quando uma comunidade apresenta valores menores, significa que esta é menos uniforme onde a dominância de um ou mais grupos é mais acentuada (Begon et al., 1996). O Índice de Uniformidade de Pielou é um índice de equitabilidade em que a uniformidade se refere ao padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies (Moço et al., 2005).

3.3.4. Atividade da fauna do solo

A área de pinhão manso consorciado com capim *Andropogon* apresentou maior atividade no período chuvoso e no seco que as demais áreas. A área de plantio de pinhão manso solteiro foi semelhante à área degradada no período seco e superior no período chuvoso. Dessa forma, observa-se que a cobertura vegetal influenciou positivamente na atividade da fauna do solo, sendo esta também influenciada pela estação climática (umidade) (Figura 10).

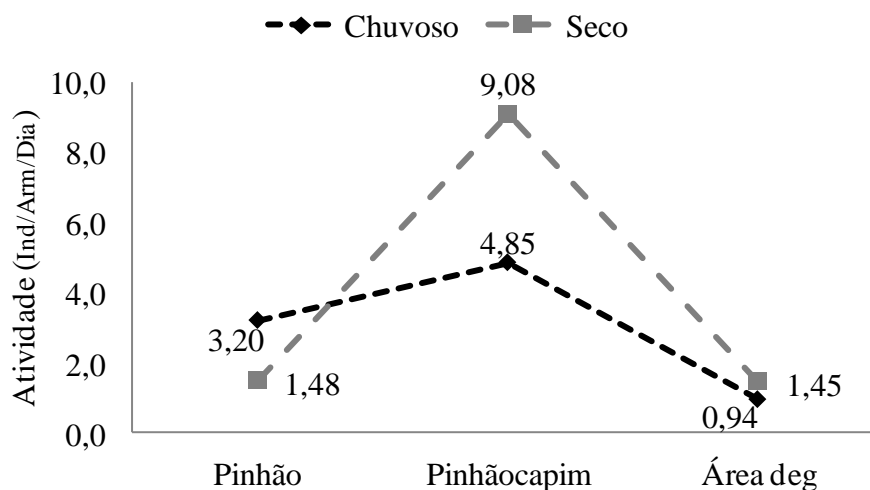


Figura 10. Atividade da fauna (Indivíduo/armadilha/dia) nas áreas de plantio de pinhão manso solteiro, pinhão manso consorciado com capim *Andropogon* e a área degradada (AD), no ano de 2011, município de Gilbués, PI.

Observa-se que a revegetação com o plantio de pinhão manso consorciado com capim *Andropogon* foi capaz manter maior umidade e alimento para fauna edáfica com maior atividade e número de indivíduos inclusive no momento mais crítico durante o período seco. Na revegetação com pinhão manso solteiro somente no período chuvoso houve maior atividade da fauna edáfica em relação à área degradada e no período seco não se diferenciou (Figura 10 e Tabelas 1, 2, 3, 4, 5 e 6).

3.4. Matéria orgânica leve em água

Os maiores valores da matéria orgânica leve do solo, na profundidade de 0-0,10 m, foram encontrados da área de pinhão, não sendo encontradas diferenças entre a área de pinhão manso consorciado com capim *Andropogon* e a área degradada. Já na profundidade de 0,10-0,20 m a matéria orgânica leve do solo da área de pinhão manso consorciado com capim *Andropogon* foi superior às demais áreas, sendo seguida pela área de pinhão manso solteiro (Tabela 09).

Tabela 9. Matéria orgânica leve do solo das áreas de pinhão solteiro, pinhão manso consorciado com capim *Andropogon* e área degradada nas profundidades de 0-0,10 e 0,10-0,20 m, no município de Gilbués, PI

Pinhão		Pinhão-Capim		Área Degradada	
----- Profundidade (m) -----					
0-0,10	0,10-0,20	0-0,10	0,10-0,20	0-0,10	0,10-0,20
1,38 ^a	0,88 ^a	0,81 ^b	1,05 ^b	0,86 ^b	0,44 ^c

Letras minúsculas iguais não apresentam diferença estatística na mesma profundidade ao nível de 5 % pelo teste Tukey.

Estes resultados demonstram que na área de pinhão manso há maior aporte de material vegetal (serrapilheira), na profundidade de 0-0,10 m, quando comparado com as demais áreas. O que na área degradada pode ser explicado pelos níveis mais baixos no teor de carbono orgânico no solo observado nessas áreas, o que caracteriza menor aporte de fitomassa (Resende & Roselen, 2011; Santos et al. (2001)).

No entanto, o maior aporte de material vegetal na área de pinhão manso, na profundidade de 0-0,10 m, em relação à área de consórcio de pinhão manso com capim *Andropogon*, que apresentaram teores de COT semelhantes, pode está associada à presença na área de consórcio, de um maior número de indivíduos e atividade da meso e

macrofauna do solo, contribuindo para uma maior fragmentação e redistribuição dos resíduos vegetais nessas áreas (Swift et al., 1979).

Na profundidade de 0,10-0,20 m, na área de consórcio de pinhão com capim ocorreu maior aporte de resíduos vegetais em subsuperfície via rizo-deposição e renovação do sistema radicular da gramínea (Alvarenga et al., 1999; Swift et al., 1979).

4. CONCLUSÃO

Em relação ao carbono orgânico do solo a revegetação com pinhão manso e o consórcio do pinhão manso com capim aumentou significativamente comparado a área degradada. Para o nitrogênio total o aumento foi significativo no plantio de pinhão manso e no consórcio do pinhão com capim somente na camada de 0,0-0,10 m em comparação a área degradada.

O carbono da biomassa microbiana apresentou um aumento significativo nas áreas de pinhão manso solteiro e consorciado com gramíneas em comparação a área degradada. Este comportamento foi semelhante para o nitrogênio da biomassa microbiana.

Os índices de Shannon, Pielou e Riqueza de grupos foram maiores na área degradada, no entanto, o número de indivíduos e a atividade da fauna do solo foram maiores na área de pinhão manso solteiro e consorciado com gramíneas.

A revegetação com pinhão manso promoveu o aumento significativo da matéria orgânica leve nas duas profundidades avaliadas e o consórcio de pinhão manso com gramíneas promoveu o aumento significativo da matéria orgânica leve apenas na camada de 0,10-0,20 m comparado a área degradada.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, M. I. N.; SIQUEIRA, J. O.; DAVIDE, A. C. Teor de carbono, biomassa microbiana, agregação e micorriza em solos de Cerrado com diferentes usos. *Ciência Agrotecnica*, Lavras, v. 23, n. 3, p. 617-625, 1999.

ANDERSON, J. M.; INGRAN, J. S. I. *Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods*. CAB Internacional, Wallingford, Estados Unidos 171p. 1989.

ASSIS JÚNIOR, S. L. Sistemas agroflorestais *versus* monoculturas: coleoptera, scarabaeidae e microbiotado solo como bioindicadores de sustentabilidade. 2000. 70 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, 2000.

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. Ecology: Individuals, populations and communities. 3.ed. Oxford, Blackwell Science, 1996. 1068p.

BREMNER, J. M.; MULVANEY, C. S. Nitrogen total. In: PAGE, A. L. (Ed.). Methods of soil analysis: chemical and microbiological properties. Madison: ASA, p.595-624. 1982.

CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. de S.; SOARES, A. L. L. Carbono orgânico, nitrogênio total, biomassa e atividade microbiana do solo em duas cronossequências de reabilitação após mineração de bauxita. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.32, p.621-632, 2008.

CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. Rev. Bras. Cienc. Solo, Campinas, v. 14, n. 2, p. 133-142, 1990.

COMPTON, J. E.; BOONE, R. D. Soil nitrogen transformations and the role of light fraction organic matter in forest soils. Soil Biology Biochemistry, v.34, p.933-943, 2002.

COSTA, P. Fauna do solo em plantios experimentais de *Eucalyptus grandis* Maiden, *Pseudosamanea guachapele* Dugand e *Acacia mangium* Willd. Dissertação – Mestrado. Seropédica: UFRRJ. 2002. 93 p.

D'ANDRÉA, A. F.; SILVA, M. L. N.; CURI, N. GUINARÃES, L.R. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, n.2, p.179-186, 2004.

DRUMMOND, O. A.; PURCINO, A. A. C.; CUNHA, L.H. de S.; VELOSO, J. de M. Cultura do pinhão manso. Belo Horizonte: Epamig, 1984. Não paginado. (Epamig. Pesquisando, 131).

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de Análise de solo, EMBRAPA/CNPS. Rio de Janeiro, RJ, 1997. 212p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. EMBRAPA/CNPS. Rio de Janeiro, RJ, 2006, 306p.

FÁVERO C.; LOVO I. C.; MENDONÇA E.S. Recuperação de área degradada com sistema agroflorestral no Vale do Rio Doce, Minas Gerais. R. Árvore, Viçosa-MG, v.32, n.5, p.861-868, 2008.

FERNANDES, M. M.; MAGALHÃES L. M. S.; PEREIRA, M. G.; CORREIA, M. E. F.; BRITO, R. J. de; MOURA, M. R. de. Influência de diferentes coberturas florestais na fauna do solo na flona Mário Xavier, no município de Seropédica, RJ. Revista Floresta, Curitiba, PR, v. 41, n. 3, p. 533-540, jul./set. 2011.

FIGUEIREDO, C. C.; RESK, D. V. S.; GOMES, A. C.; FERREIRA, E. A. B.; RAMOS, M. L. G. Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana em resposta a diferentes sistemas de manejo em um latossolo vermelho no cerrado. R. Bras. Ci. Solo, Viçosa, 31:551-562, 2007.

GAMA-RODRIGUES, A. C. Ciclagem de nutrientes por espécies florestais em povoamentos puros e mistos em solos de tabuleiro da Bahia, Brasil. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1997. 107p. (Tese de Doutorado)

GROFFMAN, P. M.; MCDOWELL, W. H.; MYERS, J. C; MERRIAM, J. L. Soil microbial biomass and activity in tropical riparian forests. Soil Biology & Biochemistry, 33: 1339-1348. 2001.

ISLAM, K. R. & WEIL, R. R. Microwave irradiation of soil for routine measurement of microbial biomass carbon. Biology Fertility Soils, v. 27, n. 4, p. 408-416, 1998.

KLUTHCOUSHI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. Integração lavoura-pecuária. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003.

LEITE, L. F. C.; OLIVEIRA, F. C.; ARAÚJO, A. S. F. OLMOS, F. e SOUZA, R. C. R. Um mosaico de unidade de conservação para o leste do estado do Tocantins, 2006.

LEJON, D. P. H.; CHAUSSOD, R.; RANGER, J.; RANJARD, L. Microbial community structure and density under different tree species in an acid forest (Morvan, France). Microbiol. Ecol., 50:614-625, 2005.

LARSON, W. E.; PIRCE, F. J. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. In: DORAN, J. W. et. al. (Eds.) *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison: ASA/SSSA, p. 37-51, 1994.

LOPES, D. T.; LOPES, J.; BACCARO, F. B.; CAMPOSFARINHA, A.E.C. Comunidade de formigas (Formicidae) em mata e pastagem: uma análise comparativa. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 16, 2003. Florianópolis. Anais... Florianópolis: UFSC, 2003. p.435-436.

MARTHA JÚNIOR, B. G; VILELA, L. Uso de fertilizante em pastagens. In: MARTHA JR. et al.(Org.) Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. 1 ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007, v., p. 43-68.

MENDONÇA, E. de S.; MATOS, E. da S. Matéria orgânica do solo: métodos de análises. Viçosa: UFV, 2005. 107p: il.; 23 cm.

MOÇO, M. K. S.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMARODRIGUES, A. C.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense. R. Bras. Ci. Solo, 29:565-571, 2005.

NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO FILHO, J. A. de; MENEZES, R. I. de Q. Recolonização da fauna edáfica em áreas de caatinga submetidas a queimadas. Caatinga (Mossoró,Brasil), v.21, n.3, p.214-220, julho/setembro de 2008.

- PEIXOTO, A. R. Plantas oleaginosas arbóreas. São Paulo: Nobel, 1973. 284p.
- PEREIRA, A. R. Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão. Belo Horizonte: FAPI, 2006. 70 p.
- PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D.; TEIXEIRA, A. F.; CECÍLIO, R. A.; SILVA, J. M. A.; GRIEBELER, N. P. Hidros, dimensionamento de sistemas hidrográficos. Viçosa, Ed. UFV, p. 259p. 2005.
- RESENDE, T. M.; ROSELEN, V. Degradação do solo pela conversão do cerrado em pastagem natural na bacia do Ribeirão Bom Jardim (Triângulo Mineiro / MG). Ateliê Geográfico, Goiânia, v.5, n.13, p.118-134, mar, 2011.
- ROVEDDER, A. P.; ANTONIOLLI, Z. I.; SPAGNOLLO, E.; VENTURINI, S. Fauna edáfica em solo susceptível à arenização na região Sudoeste do Rio Grande do Sul. Revista de ciências agroveterinárias, Lages, v. 3, n. 2, p.87-96, 2004.
- RUIVO, M. L. P.; AMARAL, I. G.; FARO, M. P. S.; RIBEIRO, E. I. C.; GUEDES, A. L. S.; SANTOS, M. M. L. S. Caracterização química de manta orgânica leve em diferentes tipos de solo de uma topossequência na Ilha de Algodão/ Maiandeuá, PA. Boletim do Museo Paraense Emílio Goeldi, série. Ciências Naturais, v.1, p.227-234, 2005.
- SALES, M. C. L. Estudo da degradação ambiental em Gilbués, PI: reavaliando o “Núcleo de desertificação”. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geografia, USP/FFLCH, São Paulo. 1998.
- SANTOS, A. C.; SILVA, I. F.; LIMA, J. R. S.; ANDRADE, A. P.; CAVALCANTE, V. R. Gramíneas e leguminosas na recuperação de áreas degradadas: Efeito nas características químicas de solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.25, n. 4, p.1063-1071, 2001.
- SANTOS, V. B. dos.; CASTILHOS, D. D.; CASTILHOS, R. M. V.; PAULETO, E. A.; GOMES, A. da S.; SILVA, D. G. da. Biomassa microbiana e teores de carbono e nitrogênio totais de um planossolo sob diferentes sistemas de manejo. R. bras. Agrociência, v.10, n. 3, p. 333-338, jul-set, 2004.
- SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). Informe Agropecuário, Belo Horizonte: EPAMIG, v.26, n.229, p.44-73, 2005.
- SILVA, C. F. Indicadores da qualidade do solo em áreas de agricultura tradicional no entorno do Parque Estadual da Serra do Mar em Ubatutaba (SP). Dissertação de Mestrado. Seropédica, UFRRJ, Instituto de Agronomia. 2005. 80 p.
- SILVA, M. T., SILVA, V. P. R., PATRÍCIO, M. C. M., MARIANO, E. B. Análise dinâmica do processo de desertificação na região de Gilbués-PI, utilizando imagens do TM/Landsat 5. Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 6265-6272.

SIQUEIRA, J. O. MOREIRA, F. M. S.; GRISI, B. M.; HUNGRIA, M.; ARAUJO, R. S. Microrganismos e processos biológicos do solo: Perspectiva ambiental. Brasília, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1994. 142p.

SIQUEIRA, O. J. W. Diagnostico da fertilidade dos solos do estado de Sergipe. In: Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no estado do Sergipe. Ed. SOBRAL, (et al.) – Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, p. 49-79, 2007.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. 2ª ed. Brasília: Embrapa Informática Tecnológica, 2004.

SOUTO, P. C. Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de Caatinga na Paraíba, Brasil. 2006. 150 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SOUZA, A. L. B. de; CARVALHO, K. S.; PEREIRA, M. S.; SAMPAIO, C. P. Mirmecofauna de mata de cipó (transição entre mata Atlântica e Caatinga) no semi-árido baiano. In: ENCONTRO DE MIRMECOLOGIA, 15, 2001. Londrina. Resumos... Londrina: IAPAR, 2001. p.333-335.

SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. Decomposition in terrestrial ecosystems. Berkeley, University of California Press, 1979. p.66-117.

TOLEDO, L. de O. Aporte de serrapilheira, fauna edáfica e taxa de decomposição em áreas de floresta secundária no município de Pinheiral, RJ. 2003. 80 f. Dissertação UNITED NATIONS. Agenda 21, Brasília: Senado Federal, p. 360, 1994.

VELOSO, M. E. da C.; ROCHA JUNIOR, A. F.; LEITE, L. F. C.; BLANCO, F. F.; CARVALHO, T. T. C. B. A de. Granulometria e velocidade infiltração da água do solo em área degradada em Gilbués-PI. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS DE PINHÃO-MANSO, 2, 2011a, Brasília. Resumos... Brasília: ABPPM, 2011.

VELOSO, M. E. da C.; SILVA, E. C. da, LEITE, L. F. C.; BLANCO, F. F.; ROCHA JÚNIO, A. F.; SANTOS, W. D. da C. Características químicas de um Neossolo Litólico em área degradada em Gilbués-PI. CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS DE PINHÃO-MANSO, 2, 2011b, Brasília. Resumos... Brasília: ABPPM, 2011.

VIEIRA, V. C. B.; SALVIANO, A. A. C.; COSTA, E. F.; SILVA, F. B.; CORDEIRO, E.; MELO, L. F. S.; FERREIRA, G. B. T. F. Mapeamento de áreas degradadas na região do cerrado do Sul do Piauí. Convênio Fundação Agente/ CODEVASF. Relatório Técnico. 2007. 75p.

WALKER, D. Diversity and stability. In: CHERRETT, J.M., ed. Ecological concepts. Oxford, Blackwell Scientific Public, 1989, p.115-146.

WARDLE, D. A. Changes in the microbial biomass and metabolic quotient during leaf litter succession in some New Zealand forest and scrubland ecosystem. *Funct. Ecol.*, 7:346-355, 1993.