



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/PRODUÇÃO VEGETAL

CATHARINA TEIXEIRA CORTEZ

INDICADORES BIOLÓGICOS DE QUALIDADE DE SOLO SOB PLANTAÇÕES DE
EUCALIPTO EM SEQUÊNCIA DE IDADES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Produção Vegetal.

TERESINA, PI-BRASIL

2013

INDICADORES BIOLÓGICOS DE QUALIDADE DE SOLO SOB PLANTAÇÕES DE
EUCALIPTO EM SEQUÊNCIA DE IDADES

CATHARINA TEIXEIRA CORTEZ
BIOLOGA E GESTORA AMBIENTAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Produção Vegetal.

ORIENTADOR: Dr. LUÍS ALFREDO PINHEIRO LEAL NUNES

TERESINA-PI/BRASIL.

2013

Ficha Catalográfica

Cortez, Catharina Teixeira. Indicadores biológicos de qualidade de solo sob plantações de eucalipto em sequência de idades. Teresina, 2013.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí.
Orientador: Prof^o. Dr. Luís Alfredo Pinheiro Leal Nunes

**ATRIBUTOS BIOLÓGICOS DO SOLO EM UMA CRONOSEQUÊNCIA
DE EUCALIPTO NO CERRADO PIAUIENSE**

CATHARINA TEIXEIRA CORTEZ
BACHARELADA EM BIOLOGIA

Aprovada em 06 / 03 / 2013

Comissão Julgadora:

Luis Alfredo Pinheiro Leal Nunes

Dr. Luis Alfredo Pinheiro Leal Nunes - Presidente

CCA/UFPI

Maria Elizabeth F. Correia

Dra. Maria Elizabeth Fernandes Correia – Titular

Embrapa/Agrobiologia/RJ.

[Assinatura]

Dr. Ademir Sérgio Ferreira de Araújo – Titular

CCA/UFPI

Luiz Fernando C. Leite

Dr. Luiz Fernando Carvalho Leite - Titular

Embrapa Meio-Norte

Aos meus avós, Anadir e José Teixeira,

dedico.

*Nunca deixe de lutar por medo de errar ou de se machucar,
pois as feridas se curam, mas o tempo não volta.*

(autor desconhecido)

AGRADECIMENTOS

A Deus por mais uma etapa vencida e pela oportunidade dessa conquista;

A minha avó, pelo apoio e compreensão nos momento de ausência;

A Universidade Federal do Piauí, pela formação que me proporcionou desde de minha formação acadêmica e agora me permite obter uma pós graduação;

A todos do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA) pela oportunidade de construir um futuro acadêmico e profissional;

A todos os professores do PPGA pelo conhecimento adquirido e amizades construídas;

A CAPES pelo apoio logístico ao desenvolvimento do meu curso de mestrado;

Ao meu orientador Dr. Luis Alfredo Nunes pelo o conhecimento, alegria e pela contribuição no meu crescimento profissional;

Ao professor Dr. Ademir Araujo pela ajuda prestada na realização dessa pesquisa, disponibilizando o laboratório de fertilidade;

Ao meu amigo Leovânio Barbosa pela ajuda no campo e no laboratório e a todos que me ajudaram direta ou indiretamente;

A Fazenda Real por dar suporte e apoio ao desenvolvimento dos trabalhos realizados no município de Regeneração, em especial ao senhor Thiago;

Aos laços de amizade que conquistei nesse período, pessoas especiais que quero levar para a vida toda;

Aos amigos do curso de Biologia, de Gestão Ambiental e do CSCJ que acompanharam e torceram por essa conquista;

Enfim todos que dividiram esse curso de aprendizagem e vitórias comigo.

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
5. CONCLUSÃO	24
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

ATRIBUTOS BIOLÓGICOS DO SOLO EM CRONOSEQUENCIA DE EUCALIPTOS

RESUMO: Existem muitas controvérsias a respeito do impacto ambiental da cultura Eucalipto nos ecossistemas, principalmente sobre os atributos biológicos do solo. Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar alterações nos indicadores biológico de qualidade do solo em áreas com Eucalipto de diferentes idades. O estudo foi realizado em quatro áreas com plantações de Eucalipto clone MA2000 com 1 (E1), 2 (E2), 3 (E3) e 4 (E4) anos tendo uma área de mata nativa (MN) tomada como referencia. Foram realizadas coletas de solo e fauna em períodos úmidos e secos. Foram avaliados o carbono da biomassa microbiana (CBM), o carbono orgânico (CO), a relação CBM/CO (QMIC), a atividade microbiana e a relação atividade microbiana por unidade de biomassa (qCO_2), e o número de indivíduos, a riqueza, o índice de diversidade e uniformidade da fauna do solo. O carbono da biomassa microbiana (CBM) mostrou resultados superiores no período úmido sendo que MN e E4 apresentaram os valores mais elevados nos dois períodos estudados. O carbono orgânico total (COT) teve pequena variação nos dois períodos, sendo que a área mais nova de Eucalipto mostrou os menores valores. A atividade respiratória mostrou valores mais elevados nos eucaliptos mais novos, não havendo diferenças significativas no período seco. Os Eucaliptos com 3 e 4 anos e a mata apresentaram valores mais baixos de qCO_2 nos dois períodos. O maior número de indivíduos da fauna edáfica foi encontrado no eucalipto com 1 ano nos dois períodos. A riqueza de espécies não diferiu entre os períodos de coleta entre as áreas avaliadas. Nas áreas de eucalipto com 1 e 2 anos aproximadamente 90% do total de indivíduos foi representado por Coleoptera e Formicidae, o que contribuiu para diminuir a diversidade e a uniformidade. A implantação de Eucalipto precocemente reduziu os atributos biológicos, entretanto, houve uma recuperação deste atributo após dois anos de implantação. O período chuvoso permitiu estabelecer maiores diferenças entre as diferentes coberturas vegetais estudadas do que o período seco.

Palavras chaves: biomassa microbiana, fauna edáfica, mata nativa, sazonalidade,

BIOLOGICAL ATTRIBUTES OF SOIL IN EUCALYPTUS AGE LINE-UP

ABSTRACT: There are many controversies regarding the environmental impact of Eucalyptus culture in ecosystems, particularly on biological soil properties. According to that, the objective of this study was to evaluate changes in biological indicators of soil quality in areas with Eucalyptus of different ages. The study was conducted in four areas planted with Eucalyptus clone MA 2000 with 1 (E1), 2 (E2), 3 (E3) and 4 (E4) years with an area of native forest (NF) taken as reference. Samplings from soil and fauna were conducted in wet and dry periods. It was rated the microbial biomass carbon (MBC), organic carbon (CO), MBC / CO (QMIC) ratio, microbial activity and microbial activity ratio per unit of biomass (qCO_2), and number of individuals, wealth, were evaluated the diversity index and evenness of soil fauna. The microbial biomass carbon (MBC) showed superior results in the wet period, and MN and E4 showed the highest values in both periods studied. The total organic carbon (TOC) had little variation in both periods, and the newest area of Eucalyptus showed the lowest values. The respiratory activity showed higher values in younger eucalyptus, with no significant differences in the dry season. The eucalyptus with 3 to 4 years and the forest had lower values qCO_2 in both periods. The largest number of individuals of soil fauna found in eucalyptus at 1 year in both periods. Species richness did not differ between sampling periods between the assessed areas. In the areas of eucalyptus with 1 to 2 years approximately 90% of all subjects was represented by Coleoptera and Formicidae, which helped reduce the diversity and uniformity. The early deployment of Eucalyptus reduced biological attributes, however, there was a recovery of this attribute after two years. The rainy season allowed us to establish the major differences between the dissimilar vegetation covers studied then the dry period.

Key words: microbial biomass, soil fauna, native forest, seasonally

1. INTRODUÇÃO

Situado entre os dez países com maiores áreas de florestas plantadas do mundo o Brasil tem uma área estimada em 5,74 milhões de hectares, dos quais cerca de 90% são constituídos por eucalipto e pínus (SBS, 2007). O cultivo de eucalipto este intimamente ligado ao reflorestamento na região do Cerrado e a sua adaptação às condições edafoclimáticas e fisiográficas, favoráveis ao estabelecimento de plantios de eucalipto e pínus em especial nas décadas de 1970 e 1980 (JUVENAL; MATTOS, 2002).

Existem muitas controvérsias a respeito do impacto ambiental do eucalipto nos ecossistemas. As principais críticas apontam para a o empobrecimento nutricional do solo, a inibição do desenvolvimento de outras espécies vegetais no sub-bosque dos eucaliptais em função da composição química das folhas, a redução da biodiversidade de organismos no solo e também questões de enfoque hidrológico, como a redução da umidade do solo e o rebaixamento do lençol freático (LIMA, 1996).

Por outro lado, algumas pesquisas mostram que o eucalipto apresenta alta eficiência de uso de nutrientes, produzindo, como consequência, serapilheira de baixa qualidade nutricional e baixa taxa de decomposição que funciona como uma reserva de nutrientes para futuros plantios de eucalipto ou outra cultura (PULROLNIK, et al., 2009; GAMA-RODRIGUES; BARROS, 2002). Ademais, existem mais espécies de flora e fauna em florestas de eucalipto do que em pastagens ou em monocultivos, como por exemplo de cana-de-açúcar ou soja (VITAL, 2007).

O uso de indicadores microbiológicos para avaliar a qualidade de solo tem sido considerado adequado, uma vez que os microrganismos apresentam grande sensibilidade às mudanças de manejo do solo, pois constituem a maior fração ativa da matéria orgânica e, por isso são sensíveis em inferir mudanças nos níveis de matéria orgânica (MARCHIORI JUNIOR; MELO, 2000).

Por sua vez, a fauna de invertebrados do solo tem sido ressaltada como de fundamental importância para os processos que estruturam ecossistemas terrestres, especialmente nos trópicos. Estes organismos exercem destacado papel na decomposição do material vegetal do solo, na ciclagem de nutrientes e na regulação indireta dos processos biológicos do solo, estabelecendo interação em diferentes níveis com os microrganismos, que contribui para a manutenção da produtividade do ecossistema (CORREIA; OLIVEIRA, 2005).

Baseado nessas informações, esse estudo objetivou avaliar alterações nos indicadores biológicos a qualidade do solo em plantio de eucalipto em cronosequenciaem relação à mata de Cerrado no município de Regeneração - PI.

2. REVISÃO BIBLIOGRAFIA

2.1. A cultura do Eucalipto

A cultura do eucalipto foi introduzida no Brasil em 1868 no estado do Rio Grande do Sul sendo utilizados inicialmente para a ornamentação, como quebra-ventos ou pelas propriedades sanitárias da maioria das espécies. Posteriormente a cultura foi utilizada para suprir a demanda de lenha pelas locomotivas e para servir de dormentes dos trilhos das ferrovias da Companhia Paulista de Estradas de Ferro (HASSE, 2006). Segundo o autor, a partir de 1960 os plantios do gênero *Eucalyptus* se estenderam para todo o centro e sul do país, intensificando com a política de incentivo fiscal ao reflorestamento, especialmente para as grandes indústrias siderúrgicas e de papel e celulose.

Desde os primórdios a atividade silvicultural no Brasil, há questionamentos a respeito dos efeitos dos plantios florestais nas propriedades do solo, pois os povoamentos florestais homogêneos podem proporcionar algumas alterações no solo, como as decorrentes da relação com a matéria orgânica da serapilheira depositada (TONINI, 2003).

Pesquisas indicam que os sistemas florestais podem proporcionar benefícios ao solo em função de um maior aporte de matéria orgânica, se beneficiando pelo o manejo adequado que aumenta a matéria orgânica no solo, que ajudam na fixação de carbono. No Brasil, o eucalipto tem sido a principal essência utilizada nos programas de reflorestamento e, quase sempre, questiona-se sobre as mudanças que podem promover no solo. Sabe-se, por exemplo, que ele apresenta alta eficiência de uso de nutrientes, produzindo, como consequência, serapilheira de baixa qualidade nutricional quando comparada àquela da maioria das florestas tropicais naturais (GAMA- RODRIGUES; BARROS, 2002).

Estudos realizados por Gama- Rodrigues (1997) mostraram que o fluxo de N gerado pela ciclagem microbiana em povoamentos de eucalipto é suficiente para suprir 78 % da demanda de cultivo de dois anos e até 51 % da demanda do de sete anos. Por outro lado, Baretta et al.(2003) observaram que o monocultivo de *Pinnus*, proporciona um ambiente uniforme, modifica a diversidade de substrato para a biota do solo, alterando por sua vez alguns atributos do solo, tais como, C da biomassa, respiração microbiana do solo, além de alterar a densidade e diversidade da fauna edáfica.

2.2. Indicadores biológicos de qualidade de solo

Os indicadores biológicos de qualidade do solo refletem processos e as transformações que estão intimamente relacionados às funções que o solo necessita exercer para ser considerado de qualidade (BARROS et al, 2006; MONOKROUSOS et al., 2006). Ademais, esses indicadores são sensíveis e preditores precoces de mudanças nos processos de dinâmica da matéria orgânica do solo (MARINARI et al., 2006), além de refletir o status ambiental ou a condição de sustentabilidade do ecossistema (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007).

Neste sentido, os atributos biológicos têm sido amplamente utilizados pela capacidade de responder mais rapidamente a mudanças no ambiente, derivadas do uso e práticas de manejo (ROGERS; TATE III, 2001).

2.2.1 Carbono da Biomassa Microbiana

A biomassa microbiana (BM) é proporcionalmente menor fração do C orgânico do solo e constitui uma parte significativa e potencialmente mineralizável do N disponível para as plantas. Esta variável apresenta rápida ciclagem, responde intensamente a flutuações sazonais de umidade e temperatura, ao cultivo e ao manejo de resíduos (GAMA-RODRIGUES et al., 2005). Por sua vez, o carbono da biomassa microbiana (CBM) está entre as variáveis de grande importância em estudos de qualidade do solo, tendo sido selecionado por diversos autores (BARETTA et al., 2005; D'ANDRÉA et al. 2002; DORAN; PARKIN, 1996; BALOTA et al., 1998) como um dos mais promissores para inclusão em índices de qualidade do solo, por ser um indicador de grande sensibilidade e responder de maneira diferenciada na maioria das comparações entre sistemas tidos como conservacionistas ou causadores de degradação.

Estudos realizados por Powlson et al. (1987), mostraram que a incorporação de resíduos orgânicos na profundidade de 20 cm em dois solos diferentes durante 18 anos, resultou em um acréscimo anual de 41% no CBM em média, enquanto que o carbono orgânico do solo aumentou em apenas 5%. Assim, mudanças significativas na BM podem ser detectadas muito antes de alterações na matéria orgânica, permitindo a adoção de medidas de correção antes que a perda da qualidade do solo seja crítica.

Para Mele; Carter (1993) o CBM tem sido proposto como bioindicador dos níveis de matéria orgânica e da qualidade do solo, auxiliando na orientação de mudanças das técnicas de

manejo do solo. Por sua vez, Barreto et al. (2008) observaram que na serapilheira de eucalipto tanto os atributos microbianos quanto os teores de celulose, lignina e N foram relevantes na discriminação das diferentes idades do eucalipto

O CBM pode ser influenciado, dentre outros fatores, pelas fontes de C provenientes dos resíduos culturais, que podem ser mais ou menos biodisponíveis à decomposição enzimática pelos microrganismos (HERMAN et al., 1977; RAHN; LILLYWHITE, 2001). Estudos realizados por Barreto et al. (2008), revelaram uma maior taxa de polifenóis, ligninas e celulose, bem como nas relações dessas variáveis com o nitrogênio entre as plantações de Eucalipto com um ano de idade em relação a povoamentos com três, cinco e treze anos. No entanto, não foi observado diferenças entre os valores do CBM nos diferentes povoamentos da cultura.

O quociente microbiano (q_{MIC}), que corresponde à relação entre o CBM e o COT, reflete processos importantes relacionados com adições e transformações da matéria orgânica, assim como a eficiência de conversão de C desta em C microbiano (SPARLING, 1992; SILVA et al., 2001). Em circunstâncias de desequilíbrio ambiental, com matéria orgânica de baixa qualidade ou em situação em que a biomassa experimenta algum fator de estresse (deficiência de nutrientes, acidez, déficit hídrico, etc.), a capacidade de utilização de C é diminuída e, neste caso, o q_{MIC} diminui (WARDLE, 1994). Por outro lado, em ecossistemas estáveis, onde predominam condições favoráveis, há uma tendência de aumento da atividade microbiana e, em consequência, o q_{MIC} tende a crescer (POWLSON et al., 1987), até atingir um equilíbrio (TÓTOLA; CHAER, 2002).

Em condições estressantes para o microrganismo (pH, deficiências nutricionais, metais pesados, etc.) a capacidade de utilização do carbono é menor, conduzindo ao decréscimo do q_{MIC} (WARDLE, 1994). Por outro lado, em situação de matéria orgânica de boa qualidade, ou com o término da situação de estresse, ocorre um incremento na BMS e no q_{MIC} , embora ainda não ocorra aumento no C orgânico do solo (POWLSON et al. 1997).

2.2.2. Atividade Microbiana

A respiração do solo quantifica a atividade microbiana que é um dos parâmetros mais antigos na determinação da atividade metabólica nos solos, sendo avaliada através da produção de CO_2 pelos microrganismos aeróbios quanto anaeróbios ou consumo de O_2

(ALEF, 1995), sendo conveniente usá-la como índice mais sensível às mudanças ocorridas no sistema, comparado aos conteúdos de C orgânico (GAMA-RODRIGUES et al., 2005). Assim como outros processos metabólicos, a respiração depende do estado fisiológico da célula que também é influenciada por diversos fatores no solo, tais como umidade, temperatura, estrutura do solo e disponibilidade de nutrientes (GONÇALVES et al, 2002; ALLEN ; SCHLESINGER, 2004).

Desta forma, uma alta atividade respiratória pode ser resultante de um grande “pool” de substratos de C lábeis (carboidratos, compostos nitrogenados e a própria biomassa microbiana), onde a decomposição da matéria orgânica é intensa. No entanto, alguns estudos mostram que essa variável pode atingir valores elevados em função de um consumo intenso de C oxidável pelos microrganismos para a sua manutenção, em circunstâncias em que a biomassa microbiana encontre-se sob algum fator de estresse, (ARAÚJO et al, 2010; BARRETO et al., 2008; GAMA-RODRIGUES et al., 2008).

Práticas de manejo que favorecem a oxidação da MOS pelos microrganismos e a consequente liberação de CO₂ podem elevar ainda mais a quantidade de C na atmosfera. Contudo, o processo também pode ser inverso: o solo pode contribuir para retirar CO₂ da atmosfera e retardar seu retorno, quando práticas conservacionistas de manejo são utilizadas (VEZANNI; MIELNICZUK, 2009). Assim, sistemas de manejo que conduzem ao aumento da matéria orgânica no solo MOS, contribuem para diminuir a emissão de CO₂ do solo para atmosfera (BAYER et al., 2000).

Segundo Gatto et al. (2010), as plantações de eucalipto constituem opção efetiva de captura de carbono, podendo imobilizar pelo menos 50 t.ha⁻¹. ano⁻¹ de CO₂ da atmosfera. Outros estudos mostram que a respiração do solo tende a aumentar com o aumento da idade da cultura do eucalipto (ARAÚJO et al., 2010; BARRETO et al., 2005).

Para interpretar os resultados da respiração utiliza-se a combinação das medidas da biomassa microbiana e respiração do solo, conhecida como quociente respiratório (qCO₂). Assim, o (qCO₂) é a relação entre a quantidade de CO₂ produzido por unidade de C da biomassa microbiana e por unidade de tempo, como componente relevante na avaliação dos efeitos ambientais e antropogênicos sobre a atividade microbiana no solo (ANDERSON; DOMSCH, 1993).

O qCO₂ tem sido interpretado como “eficiência microbiana”, em utilizar o carbono disponível para biossíntese, sendo sensível indicador para estimar a atividade biológica e a qualidade do substrato (SAVIOZZI et al., 2002). À medida que a biomassa microbiana se

torna mais eficiente na utilização dos recursos do ecossistema, menos carbono é perdido pela respiração (CO₂) e maior proporção de carbono é incorporada aos tecidos microbianos (ODUM, 1969).

De acordo com Anderson; Domsch (1990), quocientes metabólicos elevado são um indicativo de comunidades microbianas em estágios iniciais de desenvolvimento, com maior proporção de microrganismos ativos em relação aos inativos. Enquanto valores baixos de qCO₂ revelam uma utilização mais eficiente de energia e um ecossistema mais estável (INSAM; HASELWANDTED, 1989).

2.2.3. Fauna do solo

A fauna do solo refere-se à comunidade de invertebrados que vivem permanentemente ou passa um ou mais ciclos de vida no solo (AQUINO et al. 2006). Pelo fato dos invertebrados terem grande variedade de tamanho, funções e formas têm sido sugeridos várias tentativas de classificação, sendo a mais conhecida a classificação com relação ao tamanho do animal.

A microfauna do solo cujo diâmetro varia de 4 a 100 µm é composta por protozoários, nematóides, rotíferos, pequenos indivíduos do grupo Collembola, Acari e outros. Atuando de maneira indireta, na ciclagem de nutrientes, regulando as populações de bactérias e fungos (WARDLE; LAVELLE, 1997). Já a mesofauna constituída pelos grupos Araneae, Acari, Collembola, Hymenoptera, Diptera, Protura, Diplura, Symphyla, Enchytraidae, Isoptera, Chilopoda, Diplopoda e Mollusca, apresentando um diâmetro corporal entre 100 µm e 2 mm.

Os animais classificados da macrofauna são extremamente dependentes de umidade, se movimentando pelos os poros do solo e na interface entre a serapilheira 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 invertebrados do solo exercem um papel fundamental na decomposição de material vegetal do solo, na ciclagem de nutrientes, degradação da matéria orgânica e na regulação indireta dos processos biológicos do solo; dos quais os organismos da mesofauna colaboram na humificação, redistribuem a matéria orgânica, estimulam a atividade microbiana, entre outros benefícios (MORSELLI, 2007). A relação com os diferentes níveis

com os microrganismos é fundamental para a manutenção da fertilidade e produtividade do ecossistema sendo seu estudo importante para a estruturação dos ambientes terrestre (CORREIA; OLIVEIRA, 2005).

Sua alta diversidade e rápida capacidade de reprodução, além da sua alta sensibilidade diante das mudanças do sistema, fazem com que a fauna do solo seja utilizada como indicador para medir o impacto das práticas de manejo sobre o solo e também como um bioindicador de qualidade do solo (ROVEDDER et al., 2004). Em geral, há um comprometimento com a existência de determinadas espécies no ecossistema, gerar um desequilíbrio entre comunidades e promover a inclusão de novas espécies ao meio. (KNOEPP et al., 2000).

Dependendo do tipo de ambiente proporcionado, as reações dos diferentes grupos de organismos podem ser negativas, positivas ou neutras, por exemplo, os coleópteros podem causar danos a muitas culturas, especialmente em sistemas homogêneos de cultivo de espécies arbóreas, como *Eucaliptus* sp. (CRUVINEL et al. 2003), sendo a frequências alta desses indivíduos consideradas indicadores de degradação do solo, enquanto espécies de colembolos são indicadores de boa qualidade do solo (ROVEDDER et al., 2004).

Devido à rápida resposta que apresenta a alteração antrópica ou natural, a fauna edáfica no seu estudo de identificação, abundância e diversidade dos organismos do solo tem sido usada como parâmetro biológico na avaliação do grau de modificação que uma área esta sendo submetida (COSTA, 2002) permitindo as prevenções ou remediações nos diferentes ambientes.

A diversidade de espécies está associada a uma relação entre o número de espécies (riqueza de espécies) e a distribuição do número de indivíduos entre as espécies (equitabilidade) (WALKER, 1989). Por sua vez, a uniformidade 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). Todavia, num sentido mais amplo sobre a complexidade das comunidades, a própria riqueza de espécies pode ser utilizada como uma medida geral da diversidade (CONNELL, 1978).

Assim, pela sua importância nos processos biológicos dos ecossistemas naturais, a fauna é utilizada, como importante indicador de qualidade do solo, pois sua diversidade tende a diminuir em sistemas antropizados (WINK, 2005).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda Chapada Grande no município de Regeneração, PI (06° 14' 16" S; 42° 41' 18" O). O solo, segundo Levantamento exploratório-reconhecimento do solo do estado do Piauí, é do tipo Latossolo Amarelo. A região apresenta temperatura média anual de 32 °C e a precipitação média anual de 1350 mm com chuvas distribuídas de janeiro a maio (Regime Equatorial Continental, com isoietas anuais entre 800 a 1.400 mm). O clima, segundo a classificação climática de Köppen é do tipo (AW').

Foram escolhidas cinco áreas adjacentes com diferentes manejos (Tabela 1), em plantações comerciais de eucalipto em uma sequência de idade (1, 2, 3, e 4 anos). Como referência foi utilizada uma Mata de Cerrado, visto que, teoricamente, é um sistema que está em equilíbrio e os processos de adição e perda de carbono orgânico se equivalem.

Tabela 1 - Histórico do manejo e adubação das áreas

Área	Histórico
Eucalipto com 4 anos (E4)	Plantio de Eucalipto implantado no ano de 2007 no espaçamento 3,5 x 2,5 m. Recebeu calagem na dose de 1 mg. ha ⁻¹ de calcário e foi adubada com 400 kg ha ⁻¹ de fosfato reativo pré-plantio, à base de 100 g muda ⁻¹ e adição de NPK (14 – 7 – 28) em plantio e posteriormente a adição de NPK (20 – 00 – 20) um ano após o plantio. Decorrido um ano após o plantio foi realizada adubação de cobertura com 100 g muda ⁻¹ de NPK (20-00-20). Foram realizadas as seguintes operações: subsolagem na ocasião do preparo de solo, capina manual na área, 2 meses após o plantio e gradagem entre linhas, 3 meses após o plantio.
Eucalipto com 3 anos (E3)	Plantio de Eucalipto implantado no ano de 2008, com manejo e adubação idênticos ao ano de 2007
Eucalipto com 2 anos (E2)	Plantio de Eucalipto implantado em 2009, utilizando-se um espaçamento de 3,5 x 2,5m. Foi aplicado 1 Mg ha ⁻¹ de calcário dolomítico por hectare, e adubado com 400 kg.ha ⁻¹ de fosfato reativo pré-plantio, à base de 100 g muda ⁻¹ e NPK (6-30-6) na ocasião de plantio. Um ano após o plantio foi

	realizada adubação de cobertura com 100 g. muda ⁻¹ de NPK (20-00-20). Foram realizadas as seguintes operações: subsolagem na ocasião do preparo de solo, capina manual na área, 2 meses após o plantio e gradagem entre linhas, 3 meses após o plantio.
Eucalipto com 1 anos (E1)	Plantio de Eucalipto implantado em 2010, com manejo e adubação idênticos ao ano de 2009.
Mata nativa (MN)	Cerrado nativo preservado

As mudas de eucalipto foram oriundas do clone MA 2000 e cultivado em condições edafoclimáticas semelhantes, relevo plano e solos de textura argilosa e franco-argilosa (Tabela 2), classificado como Latossoloamarelo distrófico.

Tabela 2. Composição granulométrica dos solos sob plantações de eucalipto e mata

Sistema de manejo	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Classe textural
	g kg ⁻¹				
E4	118	185	292	405	argilosa
E3	114	186	297	404	argilosa
E2	106	175	290	429	argilosa
E1	111	190	297	402	argilosa
MN	146	178	257	419	argilosa

E5 – eucalipto com 5 anos; E4 – eucalipto com 4 anos; E3 – eucalipto com 3 anos; E2 – eucalipto com 2 anos; E1 – eucalipto com 1 ano; Mata – Mata de Cerrado.

Em cada área foram estabelecidas quatro parcelas (20 x 20 m) para amostragem de solo. Em cada parcela, foram coletadas 20 amostras simples de solo para formar uma composta da camada de 0–10 cm. As coletas da fauna foram realizadas em março de 2011 (período chuvoso) e setembro de 2011 (período seco).

As coletas de solos foram realizadas em março de 2011, período de boa umidade no solo e em setembro de 2011, período de estresse hídrico. As amostras coletadas no campo

para análises microbiológicas foram acondicionadas em sacos plásticos, com respirador e mantidas em câmara fria a ± 4 °C, até realização das análises.

O carbono da biomassa microbiana (CBM) foi determinado pelo método de irradiação-extração proposto por Islam; Weil, (1998). O carbono orgânico total (COT) foi determinado por oxidação da matéria orgânica com dicromato de potássio na presença de ácido sulfúrico concentrado (Walkley-Black) e titulação com sulfato ferroso amoniacal (TEDESCO et al., 1995). A partir dos valores do CBM e do conteúdo de COT, foi calculado o quociente microbiano (qMIC), por meio da seguinte expressão: $qMIC = CBM / COT \times 100$

A atividade respiratória foi estimada em laboratório pela quantificação do CO₂ liberado durante sete dias de incubação do solo em sistema fechado, onde o CO₂ foi capturado em solução de NaOH 1 mol L⁻¹ e, posteriormente, titulado com HCl 0,5 mol L⁻¹ (ALEF et al., 1995), sendo os resultados expressos em $\mu\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$ de CO₂. O quociente metabólico (qCO₂), que representa a respiração microbiana por unidade de biomassa (ANDERSON; DOMSCH, 1993), foi calculado e expresso em $\mu\text{g biomassa}^{-1} \text{d}^{-1}$ de CO₂.

As coletas da fauna foram realizadas em março de 2011 (período chuvoso) e setembro de 2011 (período seco). Utilizaram-se armadilhas do tipo pitfall que consiste de recipientes plásticos de 10 cm de altura e 10 cm de diâmetro (contendo álcool a 50 % até cerca de 1/3 de seu volume) enterrado no solo até que sua abertura ficasse exatamente ao nível do solo. Foi colocado um total de 6 armadilhas com uma distancia media de 8 metros entre cada uma, metros na forma de um transecto em sua parte central de cada sistema, onde permaneceram por sete dias.

O conteúdo de cada frasco provenientes das armadilhas foi analisado individualmente, com o uso de placa de Petri e pinça, sob lupa binocular, sendo registrado o número de indivíduos presentes de cada amostra, sendo preenchida uma ficha de campo com a quantidade de cada espécie presente em cada amostra por área de coleta quanto ao nível de grandes grupos taxonômicos.

A fauna edáfica foi avaliada pelo número de indivíduos por armadilha por dia, riqueza da fauna, que corresponde ao número de grupos identificados, e riqueza média que representa o número médio de indivíduos por armadilha. A média dessas variáveis foi comparada pelo teste de Tukeya 5% . .

O número total de grupos taxonômicos presentes foi avaliado pelo índice de diversidade de Shannon que foi calculado por meio da seguinte fórmula: $H = -\sum pi \times \log_2 pi$, em que pi é a proporção dos indivíduos que pertence a iésima família.

Para a análise da uniformidade, ou seja, a abundância relativa utilizou-se o índice de Uniformidade de Pielou, por meio da seguinte expressão: $U = H / \log nS$, onde H corresponde ao índice de Shannon, n é o número total de indivíduos na comunidade e S é o número total de espécies encontradas em cada sistema de manejo.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste. Os cálculos foram efetuados através do aplicativo estatístico ASSISTAT versão 7.5 beta (2010) e comparados pelo teste Tukey (0,05).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O carbono orgânico total (COT) variou de 25,38 a 32,50,14 (g kg⁻¹) no período chuvoso e de 25,40 a 34,40(g kg⁻¹) no período seco com menores valores registrados em E1 em ambos os períodos (Tabela 3). Observou-se que houve uma tendência a um aumento dessa variável com o aumento da idade do eucalipto. Isto indica que a substituição de Cerrado por eucalipto não resultou em decréscimo do COT, pois a deposição de resíduos da cultura implantada (folhas e ramos) com o tempo proporcionou um incremento no conteúdo dessa variável em valores iguais ao da mata nativa. Para Bayer; Mielniczuk (1997) a recuperação dos teores de COT no solo pode ser obtida através da implantação de espécies florestais com alta produção de fitomassa.

Tabela 3. Carbono orgânico total (COT), carbono da biomassa microbiana (CBM) e quociente microbiano (QMIC) em plantações de eucalipto e mata.

Sistema de manejo	COT	CBM	QMIC
	g kg ⁻¹	µg g ⁻¹	%
Período chuvoso			
E4	31,57 a	673,80 a	2,13 a
E3	28,77 a	468,73 b	1,66 ab
E2	31,63 a	466,72 b	1,50 b
E1	25,38 b	409,28 b	1,60 ab
MN	32,50 a	660,59 a	2,04 a
Período seco			
E4	31,6 a	274,32 b	0,87 b
E3	28,8 ab	155,83 c	0,54 c
E2	30,6 ab	163,94 c	0,52 c
E1	25,4 b	115,25 c	0,46 c
MN	34,4 a	439,89 a	1,30 a

* Médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05)

** E4 – eucalipto com 4 anos; E3 – eucalipto com 3 anos; E2 – eucalipto com 2 anos; E1 – eucalipto com 1 ano; MN – Mata de Cerrado

Na Mata geralmente não ocorrem variações nos conteúdos de matéria orgânica, ao longo do tempo, em razão, principalmente, da igualdade das quantidades de material orgânico adicionado e perdas, caracterizando um estado estacionário (ADDISCOTT, 1992). No entanto, a serapilheira de eucalipto apresenta materiais com elevada relação C/N (> 25) e altos teores de lignina e polifenóis, de acordo com a parte da planta estudada, e também alta relação C/P e C/S, o que contribui para lenta decomposição do resíduo (PULROLNIK et al. 2009; SKORUPA, 2001). Esses fatores contribuem para os incrementos nos estoques de COT, principalmente nas camadas mais superficiais em povoamentos mais velhos.

Por outro lado, algumas pesquisas confirmam que os solos quando mais argilosos, conforme nesta pesquisa, favorece a formação de agregados estáveis, os quais dificultariam tanto a decomposição quanto a mineralização das frações orgânicas do solo (GATTO et al, 2010; HASSINK et al., 1997; MATUS; MAIRE, 2000). Eaton (2001) sugeriu que a matéria orgânica em decomposição fica adsorvida à argila do solo, tornando-a disponível para a comunidade microbiana por um longo período de tempo.

O carbono da biomassa microbiana (CBM) variou significativamente entre os sistemas estudados (Tabela 3), com a MN e E4 apresentando os maiores valores, nos dois períodos estudados. Os resultados estão de acordo com os dados reportados por Barreto et al. (2008) e Araújo et al.(2010) que, estudando plantações de eucalipto com diferentes idades, observaram valores médios de CBM crescentes com a idade do povoamento da cultura. Contudo verificou-se um efeito inicial negativo no CBM, provavelmente em função do deflorestamento e estabelecimento de uma espécie de planta exótica.

Isso ocorre em função da crescente demanda energética da população microbiana em adaptação às novas condições e à redução nas adições de matéria orgânica e, desta forma, é possível que os microrganismos nativos não estejam adaptados ao novo ambiente rizosférico do eucalipto (LYNCH; WHIPPS, 1990). Depois de cessado o efeito inicial promovido pelo desmatamento e a capacidade de incorporação de resíduos orgânicos for aumentada pelo crescimento da cultura, teores mais elevados de biomassa microbiana, tende a ocorrer (NEVES et al., 2009).

Assim, valores maiores dessa variável com o aumento da idade do eucalipto indicam uma recuperação do CBM possivelmente devido a adaptação dos microrganismos a nova rizosfera do eucalipto que com o tempo sofreu flutuações até atingir um novo equilíbrio conforme também pesquisas realizadas por Gama-Rodrigues et al.(2008), Cao et al.(2010), Araújo et al.(2010) que pesquisaram o efeito do CBM em eucalipto com diferentes idades

Além disso, realizou-se a calagem para corrigir a acidez do solo na cultura do eucalipto e a condição de alcalinidade pode ter favorecido o desenvolvimento de uma população de organismos colonizadores de crescimento rápido (SAKAMOTO; OBO, 1994), gerando uma menor diversidade e desequilíbrio no uso de energia neste sistema de manejo. Uma alta diversidade de microrganismos está geralmente associada à elevada estabilidade da comunidade, onde cada população desempenha papel funcional que determina a manutenção normal dos fluxos de matéria e energia em cada nível trófico de um ecossistema particular (TÓTOLA; CHAER, 2002).

Os valores de CBM, ao contrário dos teores de COT, foram significativamente influenciados pela época de amostragem, visto que o aumento da precipitação pluviométrica nas regiões estudadas levou a um aumento nos teores dessa variável. Esse fato poderia ser interpretado como resultante da maior taxa de decomposição da matéria orgânica, reduzindo, temporariamente, o C nessas frações, e com o aumento da liberação de CO₂ (GAMA-RODRIGUES, 2005).

Estudo realizado por Araújo (2003) mostrou que o aumento da quantidade de água e nutrientes no solo na época do verão favoreceu a atividade dos microrganismos e, conseqüentemente, a eficiência da biomassa microbiana em imobilizar carbono. Por sua vez, Wardle (1997) evidenciou que a umidade do solo favorece a atividade dos microrganismos e, conseqüentemente, a eficiência da biomassa microbiana em imobilizar carbono.

A relação QMIC não apresentou diferenças significativas nas áreas estudadas no período úmido. Já no período seco seguiu a mesma tendência apresentada pelos resultados de carbono da biomassa microbiana mostrando valores mais elevados em MN e E4. Resultados semelhantes foram observados por Neves et al. (2009) que evidenciaram uma relação C-BM/CO maior em Cerrado nativo e floresta plantada com Eucalipto juntamente com área de pastagem, quando comparados a sistemas agrossilvipastoris. .

Os maiores valores de atividade respiratória em laboratório foram encontrados nos solos dos sistemas com eucalipto (Tabela 4), o que poderia indicar um maior equilíbrio energético nesses sistemas. Normalmente, uma alta atividade respiratória pode ser resultante de um grande “pool” de substratos de C lábeis (carboidratos, compostos nitrogenados e a própria biomassa microbiana), onde a decomposição da matéria orgânica é intensa, como no ambiente de mata nativa.

Tabela 4. Respiração e quociente metabólico (qCO₂) em plantações de eucalipto e mata.

Cobertura Vegetal	Respiração	qCO ₂
	mgCO ₂ . kg ⁻¹	mg g ⁻¹ dia ⁻¹
Período chuvoso		
E4	523,38 a	0,78 bc
E3	568,31 a	1,23 a
E2	502,83 a	1,10 ab
E1	497,75 ab	1,21 a
MN	331,81 b	0,50 c
Período seco		
E4	168,93 a	0,62 c
E3	172,07 a	1,16 b
E2	180,09 a	1,14 b
E1	190,14 a	1,68 a
MN	155,89 a	0,36 c

* Médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

** E4 – eucalipto com 4 anos; E3 – eucalipto com 3 anos; E2 – eucalipto com 2 anos; E1 – eucalipto com 1 ano; MN – Mata de Cerrado.

No entanto, alguns estudos mostram que essa variável pode atingir valores elevados em função de um consumo intenso de C oxidável pelos microrganismos para a sua manutenção, em circunstâncias em que a biomassa microbiana encontre-se sob algum fator de estresse, (ARAÚJO et al, 2010; BARRETO et al. 2008; GAMA-RODRIGUES et al., 2008). Para interpretar esses resultados foi determinado o qCO₂ e comparado entre os sistemas.

Os resultados indicam que os sistemas E4 e MN apresentaram valores mais baixos de qCO₂ nos dois estudados e indicam uma alta eficiência da biomassa microbiana em utilizar o C para biossíntese e menores perdas de C na forma de C-CO₂ pela respiração (BEHERA; SAHANI, 2003 e BARETTA et al., 2005).

A retirada da vegetação de mata nativa pode proporcionar um estresse no sistema solo por limitação de alimentos, aumento de temperatura do solo e estimular as populações de

microrganismos de crescimento rápido e interromper bruscamente a sucessão de ecossistemas por ciclos naturais.

Assim, maiores valores de qCO_2 indicam que a população microbiana, em função de um alto requerimento energético, está consumindo mais carbono oxidável para sua manutenção (ANDERSON; DOMSCH, 1993), o que poderá refletir-se em decréscimos futuros nos estoques e na qualidade da matéria orgânica do solo, comprometendo a ciclagem de nutrientes (GAMA-RODRIGUES, 2008).

Com relação à fauna, o maior número de indivíduos foi encontrado em E1 nas duas épocas de coletas (Tabela 5). No entanto, o maior erro-padrão observado nesse sistema revela uma maior heterogeneidade espacial, e demonstra que em apenas algumas armadilhas foram encontrados determinados grupos de invertebrados. Isso decorre de uma provável estrutura em mosaico, em que alguns microhabitats, nesses sistemas, foram capazes de atrair mais indivíduos funcionando como uma espécie de refugio para a fauna do solo (DIAS et al., 2007).

Tabela 5 - Número indivíduos com respectivos erros padrões, riqueza total e riqueza média da fauna do solo de espécies sob plantações de eucalipto e mata nativa em duas épocas de coleta

Sistema de Manejo	Indivíduo armadilha ⁻¹ dia ⁻¹		Riqueza		Riqueza média	
	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco
E4	29,20bc ± 8,19	23,62b ± 3,37	15 a	14 a	11,53 a	10,30 a
E3	20,42 c ± 4,66	10,19c ± 2,18	15 a	13 a	11,50 a	8,30 a
E2	35,20 b ± 9,01	28,19ab ± 4,51	16 a	14 a	11,60 a	10,00 a
E1	97,69a ± 14,78	41,31a ± 8,83	16 a	13 a	9,10 a	8,80 a
MN	30,45bc ± 6,63	11,30c ± 2,63	15 a	18 a	11,83 a	10,80 a

* Medias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05)

** E4 – eucalipto com 4 anos; E3 – eucalipto com 3 anos; E2 – eucalipto com 2 anos; E1 – eucalipto com 1 ano; Mata – Mata de Cerrado.

Para os autores, este tipo de distribuição espacial, que também foi observado por Nunes et al., (2011) e Dauger et al. (2005), ocorre geralmente onde diferentes grupos da fauna do solo, principalmente as formigas que são insetos sociais, agregam-se em função de fatores do microhabitat, como a umidade e o sombreamento, ou de características da vegetação. Estudo realizado por Frank; Furtado (2001) mostraram aumento significativo da macrofauna no solo junto às árvores, tanto no período seco como no chuvoso, o que foi atribuído às condições de microclima gerado sob a copa dessas árvores.

O sistema E1 provavelmente favoreceu um menor aporte de matéria orgânica pela parte aérea (serapilheira), uma vez que era mais recente e a cultura do eucalipto ainda não tinha se desenvolvido suficientemente para gerar resíduos orgânicos ao solo, e, portanto não apresentou atrativos para a fauna. Conforme Vital (2007) a partir de dois anos, caem muitas folhas e galhos finos e, de três a quatro anos, começa a cair também a casca podendo produzir até 0,35 toneladas de serapilheira por hectare.

Por sua vez a riqueza que é o número de espécies dentro de um determinado sistema de manejo, não diferiu entre as épocas de coleta sob nenhuma das coberturas vegetais, se apresentando em valores bem próximos (Tabela 5). É importante observar que, apesar do número de indivíduos ter sido influenciada pelo efeito sazonal avaliada pelo erro-padrão, esse efeito não foi observado para a riqueza de grupos, em nenhuma das áreas de eucaliptos. Esse padrão sugere que as limitações a que a comunidade edáfica foi submetida no período da seca foram capazes de reduzir às populações a níveis que dificultem a sua detecção nas amostragens, conforme observado também por Meneses et al., 2009 em estágios sucessionais de florestas.

De uma maneira geral, verificou-se uma diminuição de número de indivíduos e valores de riqueza no período seco, com exceção de MN. Alterações na umidade do solo podem modificar a distribuição e abundância dos insetos tanto no sentido de ocupação vertical como horizontal do solo. Isto ocorre, provavelmente, pelo microclima gerado no solo, decorrente do maior índice pluviométrico, que, além de estimular o crescimento vegetal e, conseqüentemente, a produção de serapilheira, aumenta a oferta de alimentos para a fauna, cria um ambiente favorável para o crescimento da biota do solo e estimula a atividade biológica.

Alguns estudos têm mostrado que no período de baixa umidade as condições de colonização do meio ficam limitadas para poucas espécies mais resistentes ao déficit hídrico

em detrimentos de outras que podem ter migrado para a subsuperfície ou para outras áreas (NUNES et al., 2011; NUNES et al., 2009).

No período úmido, com algumas pequenas exceções, verificou-se que dos 18 grupos encontrados 13 se mostraram presentes em todos os sistemas estudados, o que pode ser explicado pela disponibilidade de água, enquanto no período seco apenas 10 grupos de um total de 19, estiveram presentes em todos os sistemas (Tabela 6). Para Assad (1997), a sazonalidade pluviométrica afeta as populações de invertebrados, visto que estes têm na água o principal fator limitante da sua atividade.

Para a autora, o grupo colembola, por exemplo, são extremamente dependentes da umidade, sendo encontrados ambientes úmidos ou aquáticos e raramente em ambientes secos. A escassez de umidade na segunda coleta pode ter restringido processos metabólicos e aumentado à taxa de mortalidade de alguns grupos taxonômicos, como os acari e colembola.

Com relação à fauna edáfica, o maior número de indivíduos de E1 e E2 não acompanhou a diversidade de espécies (Tabela 6), que mostrou valores bem inferiores aos demais sistemas estudados no período de boa umidade. Esses resultados evidenciam que o alto número de indivíduos de fauna nesta época do ano pode ter reduzido à diversidade, pois nesse caso maior será a chance de algum grupo estar predominando, reduzindo a diversidade.

Nos sistemas E1 e E2 cerca de 80% do total de indivíduos foram representados por apenas dois grupos taxonômicos: Coleoptera e Formicidae (Tabela 4), no período úmido, o que pode evidenciar uma pobreza de fauna, decorrente da ausência de cobertura vegetal, o que limita o número de nichos ecológicos e favorece a presença de organismos pioneiros no início de colonização e, conseqüentemente, uma menor diversidade.

Tabela 6 - Índice de diversidade e Índice de Uniformidade de espécies sob plantações de eucalipto e mata nativa em duas épocas de coleta

Sistema de Manejo	Índice de Diversidade		Índice de Uniformidade	
	Período Chuvoso	Período seco	Período Chuvoso	Período seco
E4	2,65	2,02	0,68	0,53
E3	2,97	2,22	0,76	0,60
E2	1,95	1,99	0,49	0,52
E1	0,73	1,93	0,18	0,52
MN	2,22	2,63	0,57	0,63

* E4 – eucalipto com 4 anos; E3 – eucalipto com 3 anos; E2 – eucalipto com 2 anos; E1 – eucalipto com 1 ano; Mata – Mata de Cerrado.

No entanto, verificou-se um aumento nos valores da diversidade em E1 no período seco. Esse aumento ocorreu provavelmente porque a cultura encontrava-se em plena fase de expansão da copa e, em função de ventos fortes nessa época do ano na região, provavelmente ocorreu maior adição de material decíduo principalmente do estrato folhas, contribuindo na oferta de alimento e favorecendo o aumento do número de grupos funcionais da fauna do solo. Nessas condições, a fauna se mostra em fase de colonização, não tendo ainda uma comunidade com estruturas definidas, e variáveis como riqueza e diversidade e equabilidade poderão sofrer ainda grandes mudanças até a sua estabilização.

O índice de Pielou, que representa a uniformidade da distribuição do número de indivíduos nos diferentes grupos em cada área, apresentou variações em relação à idade dos eucaliptos, nas duas épocas de coleta. O solo dos sistemas E1 apresentou um valor muito baixo deste índice no período úmido. Isso ocorreu porque esse sistema apresentou um grande número de indivíduos e onde há uma maior probabilidade de um ou dois grupos estar predominando e nesse caso os grupo Coleoptera e Formicidae, conforme já comentado.

Entretanto, no período seco verificou-se um aumento do índice de Pielou, visto que houve um decréscimo muito drástico no número de indivíduos favorecendo uma melhor distribuição dos grupos de fauna. Nos demais sistemas este índice não se mostrou muito discrepante entre os dois períodos em função da pequena variação da diversidade de fauna com a mudança de estação do ano.

Tabela 7 - Distribuição relativa (%) dos grupos taxonômicos da fauna edáfica em eucalipto e mata

	E4	E3	E2	E1	Mata
Período chuvoso					
Acari	11,38	4,90	0,27	0,03	29,01
Aranae	1,96	10,49	1,22	1,33	2,58
Blatodea	1,00	3,15	1,35	1,48	1,02
Collembola	1,15	11,19	1,15	1,26	0,86
Coleoptera	32,80	26,57	63,19	61,35	34,32

Diplopoda	-	-	-	-	0,16
Diptera	6,32	12,47	6,29	5,91	2,03
Formicidae	33,40	20,28	15,76	17,22	23,92
Heteroptera	0,35	-	0,27	0,30	
Homoptera	0,25	0,35	0,20	0,22	0,23
Hymenoptera	0,35	0,70	0,41	0,44	0,63
Isoptera	0,65	0,93	1,08	1,18	0,70
Larva de Coleoptera	7,82	7,11	5,62	5,54	2,27
Larva de Díptera	0,15	0,47	-	-	
Lepdoptera	-	0,35	0,20	0,22	0,16
Orthoptera	2,36	0,35	2,57	2,81	1,41
Pseudoscorpionidae	0,05	0,70	0,27	0,30	0,70
Thysanoptera	-	-	0,14	0,15	-
Período seco					
Acari	-	-	0,34	0,12	1,69
Aranae	1,61	4,67	6,17	3,00	12,03
Blatodea	0,71	1,40	0,68	0,40	1,05
Collembola	-	0,23	-	0,12	3,16
Coleoptera	55,24	49,07	57,52	44,90	33,97
Diplopoda	0,10	-	-	-	0,42
Diptera	4,54	7,01	3,04	1,73	2,11
Formicidae	25,10	25,95	14,78	26,80	32,70
Heteroptera	0,60	0,23	0,08	0,35	0,21
Homoptera	0,10	-	-	-	2,74
Hymenoptera	4,33	3,04	1,44	0,52	0,84
Isoptera	0,81	1,40	0,25	-	4,22
Larva de Coleoptera	3,33	0,93	1,27	0,69	2,11
Larva de Díptera	0,50	-	-	-	0,42
Lepdoptera	1,01	-	0,08	0,06	0,21
Orthoptera	2,02	4,44	13,85	21,21	1,27
Pseudoscorpionidae	-	0,23	0,34	0,12	0,21
Scorpionidae	-	1,40	0,17	-	0,63

* E04 – eucalipto com 4 anos; E03 – eucalipto com 3 anos; E02 – eucalipto com 2 anos; E01 – eucalipto com 1 ano; Mata – Mata de Cerrado.

Por outro lado, a mata de uma maneira geral apresentou valores mais elevados na diversidade e uniformidade em relação aos demais sistemas estudados no período seco (Tabela 6). Sabe-se que quanto mais diversa for a cobertura vegetal, maior será a heterogeneidade da serapilheira, que apresentara maior diversidade das comunidades de fauna (CORREIA; ANDRADE, 2008).

O Cerrado é uma savana tropical na qual uma vegetação rasteira, formada principalmente por gramíneas, coexiste com árvores e arbustos esparsos (HOFFMANN; JACKSON, 2000). Isto poderia proporcionar resíduos orgânicos com diversos substratos de qualidade nutricional e orgânica bastante distinta o que influencia na quantidade e qualidade da serapilheira ingerida pela fauna do solo controlando assim o índice de abundância dos organismos em um local (WARREN; ZOU, 2002). Essas condições resultam no aparecimento de maior número de nichos ecológicos e uma complexa rede alimentar contribuindo para uma menor competição entre as espécies e favorecendo, portanto, um grande número de grupos funcionais associados (LAVELLE et al., 1997; MOÇO et al., 2005).

De acordo com Barros et al. (2003), a cobertura vegetal exerce efeito importante sobre a diversidade de fauna edáfica, influenciando até mesmo os grupos taxonômicos que são capazes de colonizar o solo, pois são organismos extremamente dependentes da presença de habitat específico. Assim, a umidade aliada à diversidade de substratos orgânicos também influencia a presença deste ou daquele grupo taxonômico. Nesse trabalho, os grupos Aranae, Homoptera e Isoptera estiveram presentes em maiores proporções no sistema de mata no período seco (Tabela 7).

Por ser um predador, os aracnídeos se sobressaiu em função de uma maior competição e de um menor número de nichos ecológicos o que favoreceu sua presença, conforme também observado por Nunes et al. (2011) em mata de Cocais e Nunes et al. (2009) em mata de Caatinga. A presença de cupins em florestas é comum visto que os mesmos são importantes como decompositores de serapilheira e intermediários de geófagos e xilófagos (SOUZA; BROWN, 1994).

Por sua vez, o grupo Pseudoscorpionidade mostrou-se mais abundante nos eucaliptos no mesmo período. Verificou-se também que o grupo Orthoptera foi mais abundante nos povoamentos mais novos de Eucalipto. Zanetti et al. (2003) encontraram grande quantidade

de indivíduo do grupo Orthoptera em eucalipto de 2 anos de idade o que inclui esse inseto entre os herbívoros associados à eucaliptocultura, principalmente pelo fato desse inseto se multiplicar rapidamente. No entanto, os autores observaram que as populações de Orthoptera foram maiores em áreas de vegetação nativa de cerrado adjacente aos plantios de eucalipto, o que não ocorreu nesse trabalho.

A serapilheira de eucalipto apresenta materiais com elevada relação C/N (> 25) e altos teores de lignina e polifenóis, de acordo com a parte da planta estudada, e também alta relação C/P e C/S, o que contribui para lenta decomposição do resíduo (PULROLNIK et al. 2009). Possivelmente a grande quantidade de serapilheira gerada pelo eucalipto, apesar da baixa qualidade nutricional, proporcionou certas condições ambientais que favoreceu a reprodução e serviu de abrigos para as espécies da fauna do solo.

5. CONCLUSÃO

O carbono da biomassa microbiana mostrou uma maior sensibilidade do que o carbono orgânico total na conversão de floresta nativa para a cultura do eucalipto.

Houve um incremento nos valores do carbono da biomassa microbiano, quociente microbiano e carbono orgânico com o aumento da idade das plantações de eucalipto.

A comunidade da fauna edáfica apresentou aumento progressivo na diversidade e uniformidade em relação aos estádios de desenvolvimento do eucalipto.

O período chuvoso permitiu estabelecer maiores diferenças entre as diferentes coberturas vegetais estudadas do que o período seco.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIA

ADDISCOT, T.M. Entropy and sustainability. **European Journal of Soil Science**, v. 46, p. 161-168, 1992.

ALEF, K.; NANNIPIERI, P ; TRAZAR-CEPEDA, C. Phosphatase activity. In: ALEF, K. & NANNIPIERI, P. (Ed.) **Methods in applied soil microbiology and biochemistry**, Academic Press, 1995, p. 335-344.

ALLEN, A.S.; SCHLESINGER, .H. Nutrient limitations to soil microbial biomass and activity in loblolly pine forests. **Soil Biology Biochemistry**, v. 36, p. 581-589, 2004.

ANDERSON, J.P.E. ; DOMSCH, K.H. The metabolic quotient (qCO_2) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology Biochemistry**, v. 25, p. 393-395, 1993.

ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K.H. Application of ecophysiological quotients (qCO_2 and qD) on microbial biomasses from soils of different cropping histories. **Soil Biology Biochemistry**, v.22, p.251–255, 1990.

AQUINO, A.M.; AGUIAR-MENEZES, E.L.; QUEIROZ, J.M. **Recomendação para coleta de artrópodes terrestre por armadilhas de queda (pitfall-traps)**. Embrapa Agrobiologia: Seropédica, 8p. (Circular técnica 18), 2006.

ARAÚJO, A.S.F. , SILVA ,E. F. L. L. NUNES, A. P. L. e CARNEIRO, R. F. V. The effect of converting tropical native savanna to *Eucalyptus grandis* forest on soil microbial biomass. **Land Degradation Development**, v. 21, p.540-545, 2010.

ARAÚJO, A.S.F.; MONTEIRO, R.T.R.; CARVALHO, E.M.S. Effect of composted textile sludge on growth, nodulation and nitrogen fixation of soybean and cowpea. **Bioresource Technology**, v.97, p.1028-1032. 2007

ARAÚJO, S.P. **Atributos biológicos do solo sob diferentes coberturas vegetais amostrados em duas estações do ano numa topossequência no Noroeste Fluminense – RJ.** Campos dos Goytacazes, Universidade Estadual do Norte Fluminense. 51p. (Tese de Mestrado). 2003.

ASSAD, M.L.L. Fauna do solo. In: VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. (Ed.) **Biologia dos solos dos Cerrados.** Planaltina: EMBRAPA, 1997, p. 363-443.

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

BARETTA, D. J.C.P.; MAFRA, A.L.; WILDNER, L.P.; MIQUELLUTI, D.J. Fauna edáfica avaliada por armadilhas de catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 02, p. 97-106, 2003.

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

BARRETO, P.A.B.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C., BARROS, N.F.; FONSECA. Atividade microbiana, carbono e nitrogênio da biomassa microbiana em plantações de Eucalipto, em sequência de idades. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.2, p.611-619, 2008.

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. **Pedo biologia**, v. 47, p. 273-280, 2003.

BARROS, E.; DELVE, R.J.; BEKUNDA, M.; MOWO, J.; AGUNDA, J.; RAMISCH, J.; TREJO, M.T. & THOMAS, R.J. Indicators of soil quality: A South-South development of a methodological guide for linking local and technical knowledge. **Geoderma**, v.135, p. 248-259, 2006.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas dosolo afetadas por métodos de preparo e sistemas deculturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, p. 105-112, 1997.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. ; MARTIN-NETO, L. Efeito de sistemas de preparo e de cultura na dinâmica da matéria orgânica e na mitigação das emissões de CO₂. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.599-607, 2000.

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

BEHERA N, SAHANI U. Soil microbial biomass and activity in response to Eucalyptus plantation and natural regeneration on tropical soil. **Forest Ecology Management**, v 174, p. 1–11, 2003.

CAO Y, FU S, ZOU X, CAO X, SHAO Y, ZHOU L. Soil microbial community composition under Eucalyptus plantations of different age in subtropical China. **European Journal of Soil Biology**, v. 46, p. 128–135, 2010.

CONNELL, J.H. Diversity in tropical rain forestsand coral reefs. **Science**, V.199. p: 1302-1310, 1978.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. *In*: SANTOS G. A. ; CAMARGO,F.A.O. (Ed.).**Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2. ed.Porto Alegre: Metropole, cap. 10, p. 137-158, 2008.

CORREIA, M.E.F.; OLIVEIRA, L.C.M. Importância da fauna para a ciclagem de nutrientes. *In*: AQUINO, A.; ASSIS, R.L. (Ed.). **Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para a agricultura sustentável**. Embrapa Agrobiologia – Brasília-DF: Embrapa Informação tecnológica, p. 18-29, 2005.

COSTA, G.S. **Decomposição da serrapilheira em florestas plantadas e fragmentos da Mata Atlântica na região norte fluminense**. Campos dos Goytacazes, Universidade Estadual do Norte Fluminense, 113p. (Tese de Doutorado). 2002.

CRUVINEL, P. E., NAIME, J. M., BORGES, M., MACEDO, A. & ZHANG, A. Detection of beetle damage in forests by x-ray ct image processing. **Revista Árvore**, v.27, n.5, p.747-752, 2003.

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

DAUGER, J.; PURTAUF, T.; ALLSPACH, A. ; FRISCH, J.; VOIGTLÄNDER, K.e WOLTERS, V. Local vs. Landscape controls on diversity: a test using surface-dwelling soil macroinvertebrates of differing mobility. **Global Ecology Biogeography**, v. 14, p. 213-221, 2005

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; CORREIA; M. E. F.; RODRIGUES, K.M.; FRANCO; A. A. Efeito de leguminosas arbóreas sobre a macrofauna do solo em pastagem de cv. Marandu. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, v. 37, p. 38-44, 2007.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. ; STEWART, B.A. (Ed.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison, Soil Science Society of America, 1996. p.3-21. (SSSA. Special publication, 35).

EATON, W.D. Microbial and nutrient activity in soils from three different subtropical Forest habitats in Belize, Central America, before and during the transition from dry to wet season. **Appled Soil Ecology**, v.16, p.219-227, 2001.

FRANK, I.L.; FURTADO, S.C..Sistemas silvipastoris: fundamentos e aplicabilidade. Embrapa Acre, Rio Branco. 51 p., 2001. (Documentos 74).

GAMA-RODRIGUES, A.C. & BARROS, N.F. Ciclagem de nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dandá no sudeste da Bahia, Brasil. **Revista Árvore**, v. 26, p.193-207, 2002.

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, 107p. (Tese de Doutorado) 1997.

GAMA-RODRIGUES, E.F. da; GAMA-RODRIGUES A.C. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L.S. CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed., Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.159-170.

GAMA-RODRIGUES, E.F.; BARROS, N.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; SANTOS, G.A. Nitrogênio, carbono e atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p. 393-901, 2005

GATTO, A.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; SILVA, I.R.; LEITE, L.G.; LEITE, F.P.; VILLANI, E.M.A. Estoques de carbono no solo e na biomassa em plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.1069-1079, 2010

GONÇALVES, A.S.; MONTEIRO, M.T.; GUERRA, J.G.M.; DE-POLLI, H. Biomassa microbiana em amostras de solos secadas ao ar e reumedecidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p.651-658, 2002.

HASSE, G. **Eucalipto: histórias de um imigrante vegetal**. Porto Alegre: JÁ Editores 2006. 127 p.

HASSINK, J.; WHITMORE, A.P. e KUBÁT, J. Size and density fractionation of soil organic matter and the physical capacity of soils to protect organic matter. **European Journal Agronomy**, v.7, p.189-199, 1997.

HERMAN, W.A.; MCGILL, W.B. DORMAAR, J.F. Effects of initial chemical composition on decomposition of roots of three grass species. **Soil Science**, v.57, p. 205-215, 1977.

HOFFMAN W.A., JACKSON R.B., Vegetation-climate feedbacks in the conversion of tropical savanna to grassland. **Journal of Climate**, v. 13, 1593-1602, 2000.

INSAM, H. & HASELWANDT, K. Metabolic quotient of the soil microflora in relation to plant succession. **Oecologia**, v. 79, p. 174-178, 1989.

ISLAM, K.R.; WEIL, R.R. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. **Agriculture, Ecosystems, Environment**, v.79, p.:9-16, 1998.

JUVENAL, T.L.; MATTOS, R.L.G. O setor florestal no Brasil e a importância do reflorestamento. **BNDES Setorial**, p.3-30, 2002.

KNOEPP, J.D.; COLEMAN, D.C.; CROSSEY JUNIOR., D.A; CLARK, J.S. Biological indices of Soil quality: an ecosystem case study of their use. **Forest Ecology and Management**, v.138, p.357-368, 2000.

LAVELLE, P.; BIGNELL, D.; LEPAGE, M.; WOLTERS, V.; ROGER, P.; INESON, P.; HEAL, O.W.; DHILLION, S. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. **European Journal of Soil Biology**, v.33, p -193, 1997.

LIMA, W.P. **Impacto ambiental do eucalipto**. São Paulo: EDUSP , 1996. 301p.

LYNCH, J.M.; WHIPPS, J.M. Substrate flow in the rhizosphere. **Plant Soil**, v.129, p.1 - 10, 1990.

MARCHIORI JÚNIOR, M. ;MELO, W.J. Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 1177-1182, 2000.

MARINARI, S.; MANCINELLI, R.; CAMPIGLIA, E. & GREGO, S. Chemical and biological indicators of soil quality in organic and conventional farming systems in Central Italy **Ecology Indicators**, v. 6, p.701-711, 2006

MATUS, F.J. ; MAIRE G., C.R. Relación entre la matéria orgânica del suelo, textura del suelo y tasas de mineralización de carbono y nitrógeno. **Agriculture Técnica**, v.26, p.112-126, 2000.

MELE, P.M.; CARTER, M.R. Effect of climatic factors on the use of microbial biomass as an indicator of changes in soil organic matter. In: MULONGOY, K. & MERCKX, R., eds. **Soil organic matter dynamics and sustainability of tropical agriculture**. New York, John Wiley & Sons, 1993.p.57-64

MENEZES, C. E. G.; BROWN, G. G.; CONSTANTINO, R.; LOUZADA, J. N. C.; LUIZÃO, F. J.; MORAIS, J. W. ; ZANETTI, R. Macrofauna edáfica em estágios sucessionais de floresta estacional semidecidual e pastagem mista em Pinheiras (RJ). **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 33, p. 1647-1656, 2009.

MOÇO, M.K.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; CORREIA, M.E.F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 555-564, 2005.

MONOKROUSOS, N.; PAPTHERO DOROU, E.M.; DIAMANTOPOULOS, J.D. ; STAMOY, G.P. Soil quality variables in organically and conventionally cultivated field sites. **Soil Biology Biochemistry**, v.38, p.1282-1289, 2006.

MORSELLI, T.B.G.A. Biologia do solo. Pelotas-RS: UFPel, 2007. 145p. (Apostila de acompanhamento de disciplina).

NEVES, C.M.N.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; MACEDO, K.L.G.; MOREIRA, F.M.S. Indicadores biológicos da qualidade do solo em sistema agrossilvopastoril no noroeste do estado de Minas Gerais. **Ciência Agrotecnológica**, v. 33, p. 105-112, 2009.

NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO FILHO, J. A.; MENEZES, R. I. Q. Diversidade da fauna edáfica em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo no semi-árido nordestino. **Scientia Agrária**, v. 25, p. 43-49, 2009.

NUNES, L.A.P.L.; SILVA, D.I.B.; ARAÚJO, A.S.F.; LEITE, L.F.C.; CORREIA, M.E.F. Caracterização da fauna edáfica em sistemas de manejo para produção de forragens no Estado do Piauí. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, p. 30-37. 2011.

ODUM, E.P. The strategy of ecosystems development. **Science**, v.164, p. 262 - 270, 1969.

POWLSON, D.S.; BROOKES, P.C.; CHIRSTENSEN, B.T.; Measurement of soil microbial biomass provides an early indicator of changes in total organic matter due strow incorporation. **Soil Biology Biochemistry**, v.19,p.150-164,1987.

PULROLNIK, K.; BARROS, N. F.; SILVA, I. R.; NOVAIS, R. F.; BRANDANI, C. B. Estoques de carbono e nitrogênio em frações lábeis e estáveis da matéria orgânica de solos sob eucalipto, pastagem e cerrado no Vale do Jequitinhonha – MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.1125-1136, 2009

RAHN, C.R.; LILLYWHITE, R.D. A study of the quality factors affecting the short – term decomposition of field vegetable residues. **Journal Science Food Agriculture**, v.82, p.19-26, 2001.

ROGERS, B. F.; TATE III, R. L. Temporal analysis of the soil microbial community along a toposequence in Pineland soils.**Soil Biology Biochemistry**, v. 33, p.1389-1401, 2001.

ROVEDDER, A. P., ANTONIOLLI, Z. I., SPAGNOLLO, E., VENTURINI, S. F. Fauna Edáfica em solo suscetível à arenização na região sudoeste do rio grande do sul. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.3, p. 87-96, 2004.

SAKAMOTO, K.; OBO, Y. Effects of fungal to bacterial ratio on the relationship between CO₂ evolution and total microbial biomass. **Biology Fertility Soils**, v.17, p 39 - 44, 1994

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

SILVA, C.A.; TORRES, E.; SOARES, R. Estoques de carbono e nitrogênio de Latossolo do Paraná sob diferentes sistemas de cultivo. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS, 4., 2001, Viçosa, MG. Anais... Viçosa, p.68-70, 2001.

SKORUPA, A.L.A. **Acumulação e decomposição de serapilheira em povoamento de eucalipto, na Região do Baixo do Rio Doce-MG**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2001. 64p. (Dissertação de Mestrado)

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA - SBS. Fatos e números do Brasil Florestal, nov. 2007. Disponível em: < <http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/SBS-2005.pdf> >. Acesso em: 29 novembro 2011.

SOUZA, F. F.; BROWN, V. K. Effects of habitat fragmentation on Amazonian termite communities. **Journal Tropical Ecology**, v.10, p.197-206, 1994.

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

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

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5)

TONINI, H. **Crescimento e produção de clones de *Eucalyptus saligna* Smith, na Depressão Central e Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 289 p. 2003.

TÓTOLA, M.R.; CHAER, G.M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S.S. e ALVAREZ V., V.H., eds. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. v.2. p.195-276. 2002

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

VITAL, M. H. F. Impacto Ambiental de Florestas de Eucalipto estas de Eucalipto. **Revista do BNDES**, v. 14, P. 235-276, 2007.

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

WARDLE, D.A, LAVELLE, P. **Linkages between soil biota, plant litter quality and decomposition**. In: CADISCH, G., GILLER, K.E., (Ed.). Driven by nature: Plant litter quality and decomposition. Cambridge: CAB International, 1997. p.107-124.

WARDLE, D.A. Controls of temporal variability of the soil microbial biomass: a global-scale synthesis. **Soil Biology Biochemistry**, v.13, p.1627-1637, 1994.

WARREN, M. W. e ZOU, X. Soil macrofauna and litter nutrients in three tropical tree plantations on a disturbed site in Puerto Rico. **Forest Ecology Management**, v.170, p.161-171, 2002.

WINK, C.; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K. , ROVEDDER, A. P. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 04, p. 60-71, 2005.

ZANETTI, R.; SILVA, A. S.; MOURA, M. A.; ZANUNCIO, J. C.. Ocorrência do Gafanhoto-do-Coqueiro *Eutropida criscristata* (Orthoptera: acrididae) atacando plantas de eucalipto em Minas Gerais. **RevistaÁrvore**, v.27, p.105-107, 2003.

