



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**RESPIRAÇÃO EDÁFICA E DECOMPOSIÇÃO DE ESTERCO E SERRAPILHEIRA
EM ÁREAS DE CULTIVO AGRÍCOLA, PASTAGEM E MATA**

FERNANDO LUIZ NUNES DE OLIVEIRA

**AREIA - PARAÍBA
FEVEREIRO - 2005**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**RESPIRAÇÃO EDÁFICA E DECOMPOSIÇÃO DE ESTERCO E SERRAPILHEIRA
EM ÁREAS DE CULTIVO AGRÍCOLA, PASTAGEM E MATA**

FERNANDO LUIZ NUNES DE OLIVEIRA

**RESPIRAÇÃO EDÁFICA E DECOMPOSIÇÃO DE ESTERCO E SERRAPILHEIRA
EM ÁREAS DE CULTIVO AGRÍCOLA, PASTAGEM E MATA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

ORIENTADOR: Prof. JACOB SILVA SOUTO, Dr.

**AREIA - PARAÍBA
FEVEREIRO - 2005**

**RESPIRAÇÃO EDÁFICA E DECOMPOSIÇÃO DE ESTERCO E SERRAPILHEIRA
EM ÁREAS DE CULTIVO AGRÍCOLA, PASTAGEM E MATA**

FERNANDO LUIZ NUNES DE OLIVEIRA

Dissertação aprovada em 25/02/2005

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jacob Silva Souto/DEF/CSTR/UFMG
ORIENTADOR

Prof. Dr. Rômulo Simões César Menezes/DEN/UFPE
1º EXAMINADOR

Prof. Dr. Albericio Pereira de Andrade/DSER/CCA/UFPB
2º EXAMINADOR

Aos meus pais, Pedro de Oliveira e Maria Nunes de Oliveira, por proporcionar todos os meios necessários à realização deste sonho e por lutar sempre intensamente pelo nosso sucesso.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as bênçãos, que tem me concedido durante todo o transcorrer da minha vida.

Ao professor Jacob Silva Souto, por todos ensinamentos, paciência, e acima de tudo, companheirismo durante todas as etapas de construção desta dissertação de mestrado.

Ao CNPq pela concessão de bolsa de estudo.

A meu irmão Pedro Augusto, a meu primo Marciano Costa Nunes e a estimada Alessandra Rodrigues por todo apoio prestado na execução deste trabalho.

A amiga Elza Maria Marques Vieira, pelo apoio e orientação sempre presente em minha vida acadêmica.

Ao Sr. Martins Fernandes Bezerra e família, pela compreensão e ajuda na condução do experimento e principalmente por ceder sua propriedade para execução deste trabalho científico.

A amiga Patrícia pela atenção dispensada e valiosas orientações em diversos momentos de realização deste trabalho.

Aos amigos do curso: Evanduir Néri, Dijauma Honório e Carlos Augusto de Jesus, pelo convívio e solidariedade durante o transcorrer das atividades.

Ao pessoal do Departamento de Ciência do Solo: Castor, Robeval, Sula, Pelé, Fabiano, Naldo e Montesquieu, pelo bom atendimento e prestimosa orientação nas análises química e física.

A secretária do Programa de Pós-Graduação em Agronomia Cícera Eliane, pela amizade e gentileza extensivos a todos os alunos.

Aos contemporâneos de curso: Rosângela, Adelmo, José Ubaldo, Júlio César, José Otávio, Fabiano, Vlaminck, Rony, Maria, Mônica, Márcia, Barbosa, Geomar, Lúcio, Ailton, Geovani, Adriana e Antônio Nustenil, pela amizade e apoio presentes nos diversos momentos de nosso convívio.

A minha tia Hortência Nunes, pelo grande coração, apoio e paciência em me orientar, durante todo este período de luta.

A meus irmãos: Carlos Bruno, Janine e Janaína, pela sólida união, carinho e companheirismo.

A meus sobrinhos: Samara e Lucas, por me proporcionar carinho e alegria nos momentos difíceis.

Enfim a todos que fazem parte do Centro de Ciências Agrárias e que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	i
LISTA DE FIGURAS	ii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Importância da matéria orgânica do solo	3
2.2. Atividade microbiana e respiração do solo submetido à adubação com esterco	5
2.3. Decomposição de matéria orgânica	7
2.4. Liberação de Nutrientes	10
2.4.1. Em área de mata natural	10
2.4.2. Em área de cultivos agrícolas	12
2.4.3. Em área de pastagem	14
2.5. Utilização de resíduos animais na agricultura.....	15
2.5.1. Em área de cultivo agrícola	15
2.5.2. Em área de pastagem	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1. Área experimental e instalação do experimento	18
3.2. Descrição e características dos tratamentos	18
3.2.1. Mata natural	18
3.2.2. Monocultivo de coentro	19
3.2.3. Monocultivo de batata-doce	19
3.2.4. Pastagem degradada	20
3.3. Avaliação de campo	22
3.3.1. Decomposição da matéria orgânica.....	22
3.3.2. Avaliação da atividade microbiana.....	22
3.3.3. Avaliação da temperatura e conteúdo de água no solo.....	24
3.4. Avaliações de laboratório.....	24
3.4.1. Característica física e química do solo	24
3.4.2. Liberação de nutrientes.....	29
3.5. Delineamento experimental	29
3.5.1. Decomposição da matéria orgânica.....	29

3.5.2. Respiração edáfica.....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1. Pluviosidade, temperatura e conteúdo de água no solo	31
4.2. Decomposição da matéria orgânica.....	35
4.3. Respiração edáfica.....	37
4.4. Liberação de nutrientes.....	39
5. CONCLUSÕES	44
6. RECOMENDAÇÕES.....	45
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relação das espécies vegetais encontradas na área de mata natural.....	19
Tabela 2. Resultados da análise química do solo na camada 0 - 20 cm, antes da instalação do experimento	26
Tabela 3. Resultados da análise química do solo na camada 0 - 20 cm, 240 dias antes da instalação do experimento	27
Tabela 4. Resultados da análise física do solo na camada 0 - 20 cm, antes da instalação do experimento	28
Tabela 5. Teores de macronutrientes (g.kg^{-1}) encontrados no esterco e na serrapilheira utilizados no experimento	29
Tabela 6. Esquema de análise de variância utilizado no experimento para a decomposição da matéria orgânica	30
Tabela 7. Esquema de análise de variância utilizado no experimento para a respiração edáfica	30
Tabela 8. Conteúdo de água no solo (%) nos diferentes tratamentos nos meses estudados (média de três repetições).....	33
Tabela 9. Percentual remanescente (%) de esterco e serrapilheira nos tratamentos aplicados.....	35
Tabela 10. Teores de Nitrogênio (g.kg^{-1}) encontrados no esterco e na serrapilheira considerando o tempo de coleta	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1a. Vista da área com mata (Sítio Xique-Xique/Remígio-PB).....	21
Figura 1b. Vista da área com monocultivo de coentro (Sítio Xique-Xique/Remígio-PB)	21
Figura 1c. Vista da área com monocultivo de batata-doce (Sítio Xique-Xique/Remígio-PB)	21
Figura 1d. Vista da área com pastagem degradada (Sítio Xique-Xique/Remígio).....	21
Figura 2. Desenho esquemático do método utilizado na medição da respiração edáfica.....	23
Figura 3- Evolução da temperatura média do solo na superfície do solo no período da manhã e precipitação pluviométrica.	31
Figura 4- Evolução da temperatura média a 10,0 cm de profundidade, no período da manhã e, precipitação pluviométrica.	32
Figura 5- Evolução da temperatura média na superfície do solo, no período da tarde e, precipitação pluviométrica.	33
Figura 6- Evolução da temperatura a 10cm de profundidade, no período da tarde, e Precipitação pluviométrica.....	34
Figura 7- Respiração edáfica no período diurno nos tratamentos estudados	37
Figura 8- Respiração edáfica no período noturno nos tratamentos estudados	38
Figura 9- Teor de fósforo (g.kg^{-1}) no esterco e na serrapilheira, considerando o tempo de coleta.	40
Figura 10- Teor de cálcio (g.kg^{-1}) no esterco e na serrapilheira, considerando o tempo de coleta.....	41

Figura 11- Teor de Magnésio (g.kg^{-1}) no esterco e na serrapilheira, considerando o tempo de coleta 42

Figura 12- Teor de enxofre (g.kg^{-1}) no esterco e na serrapilheira, considerando o tempo de coleta 43

Ficha catalográfica elaborada na seção de processos técnicos da Biblioteca Setorial de Areia, CCA/UFPB.

Bibliotecária: Elisabete Sirino da Silva. CRB-4/196

048d	<p>Oliveira, Fernando Luiz Nunes</p> <p>Respiração edáfica e decomposição de esterco e serrapilheira em áreas de cultivo agrícola, pastagem e mata / Fernando Luiz Nunes de Oliveira. – Areia-PB: CCA/UFPB, 2005.</p> <p>58p.: il.</p> <p>Bibliografia</p> <p>Orientador: Jacob Silva Souto.</p> <p>1.Solos. 2.Matéria orgânica. 3.Pastagens degradadas. 4.Monocultivos.</p> <p>Palavras-Chave: ESTERCO SERRAPILHEIRA RESPIRAÇÃO DECOMPOSIÇÃO</p> <p style="text-align: right;">CDU: 631.4</p>
------	--

iv

RESUMO

OLIVEIRA, Fernando Luiz Nunes de. **Respiração edáfica e decomposição de esterco e serrapilheira em áreas de cultivo agrícola, pastagem e mata.** 2005. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

O objetivo do trabalho foi estudar a dinâmica da matéria orgânica no solo através de sua taxa de decomposição, liberação de nutrientes e, atividade microbiana, em diferentes ecossistemas. O experimento foi instalado no Sítio Xique-Xique, Município de Remigio-PB, A coleta de dados se deu em quatro áreas, sendo que duas áreas estavam ocupadas com o **Coentro** (*Coriandrum sativum* L.) e **Batata-doce** (*Ipomoea batatas* L.), respectivamente, uma **área com Brachiaria** (*Brachiaria decumbens*) e outra sob **Mata natural**, constituindo estas áreas os tratamentos. Para a decomposição do esterco e da serrapilheira utilizou-se o método das sacolas de náilon espalhadas na superfície do solo. Cada sacola de náilon continha 20g de serrapilheira (para área de mata nativa) ou 20g de esterco bovino (para as áreas com coentro, batata-doce e pastagem degradada). Mensalmente, foi retirada uma sacola de náilon de cada tratamento, limpa e pesada para avaliar a taxa de decomposição. A quantificação da respiração edáfica deu-se através da apreensão do CO₂ liberado por uma área do solo

absorvido por uma solução de KOH e sua dosagem por titulação com HCl, utilizando como indicadores a fenolftaleína e o alaranjado de metila. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial, para se estudar a decomposição da matéria orgânica, e o delineamento inteiramente casualizado em parcela subdividida no tempo com oito repetições, para a análise da respiração edáfica. A maior taxa de decomposição do esterco foi observada no tratamento com coentro e a menor no tratamento com pastagem degradada. Maiores e menores emissões de CO₂ ocorreram nas áreas com coentro e mata, respectivamente, para a respiração edáfica noturna e diurna. A liberação de N, P, Ca, Mg e S obedeceu a seguinte ordem, respectivamente: coentro > batata-doce > pastagem degradada > mata; batata-doce > coentro > pastagem degradada > mata; batata-doce > coentro > pastagem degradada > mata; batata-doce > coentro > pastagem degradada > mata; batata-doce > coentro > pastagem degradada > mata; batata-doce > coentro > pastagem degradada.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Fernando Luiz Nunes de. **Soil respiration and manure decomposition and litter in agricultural cropping, pasture and native forest**. 2005. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

The objective of this work was to study the dynamics of soil organic matter through of the determination of the rates of decomposition, nutrient release and microbial activity, within ecosystems different. The experiments were carried out at Sítio Xique-xique, in Remígio, PB, Brazil. Data were collected in four areas: coriander (*Coriandrum sativum* L.) and sweet potato cropping fields (*Ipomoea batatas* L.), Brachiaria pasture (*Brachiaria decumbens*) and native forest. The decomposition of organic material was evaluated by using the nylon bags placed at the soil surface. Each nylon bag contained twenty grams of litter (native forest area) or twenty grams of bovine manure (coriander, sweet potato and degraded pasture areas). Each month, one a nylon bag was removed from each experimental plot, cleaned and weighed to evaluate decomposition. The quantification of soil respiration was done through of the apprehension of CO₂ released of the soil and trapped by KOH. The experimental design was arranged in a completely randomized, with four replicates, in factorial arrangement, for the study the decomposition rate of organic matter, and, experimental design in split plot with four replications for analysis of the soil respiration. The rate of decomposition was higher with in the coriander area and smallest in the degraded pasture. The rate CO₂ release was higher in the coriander area at night and smaller for the treatment with native forest at daylight. The rate of N, P, Ca, Mg and S release was the following, respectively: coriander > sweet potato > degraded pasture > native forest; sweet potato > coriander > degraded pasture > native forest; sweet potato > coriander > degraded pasture > native forest; sweet potato > coriander > degraded pasture > native forest; sweet potato > coriander > degraded pasture.

1. Introdução

Nos últimos anos tem-se aumentado o debate sobre o fortalecimento da agricultura familiar e a adoção de práticas agrícolas que respeitem os limites do meio ambiente e produzam alimentos de melhor qualidade. Essa preocupação se justifica pelo fato dos crescentes problemas sociais ocasionados pelo êxodo rural, e os impactos ambientais devido ao processo predatório e contínuo do solo, da água e da biodiversidade em nosso planeta.

Dessa forma, estudos sobre os mecanismos de decomposição da matéria orgânica surgem como elementos estratégicos para o melhor aproveitamento dos recursos naturais. A avaliação da respiração edáfica, da taxa de decomposição da matéria orgânica e da taxa de liberação de nutrientes, fornece indicadores satisfatórios da ciclagem de nutrientes nos ecossistemas.

Solos sob sistema convencional de cultivo durante oito e quatorze anos, tiveram reduzidas sua porosidade total, macroporosidade e porcentagem de matéria orgânica e aumentada sua microporosidade e densidade, indicando um alto grau de compactação do solo (Machado *et al.*, 1981).

Além da expressiva melhoria de qualidade do solo pelo aumento nos estoques de matéria orgânica, a adoção de sistemas de manejo sem o revolvimento do solo e alto aporte de resíduos, resulta na retirada de CO₂ da atmosfera e sua retenção no solo (Bayer e Mielniczuck., 1997).

Souto (2002) estudando a decomposição de esterco no semi-árido paraibano afirma que a técnica da utilização dos litterbags é uma importante ferramenta para o estudo da dinâmica de esterco no solo, sendo de vital importância para o entendimento da ciclagem de nutrientes nos ecossistemas, além de ser um método bastante prático e de baixo custo.

Vários parâmetros microbiológicos têm sido usados como indicadores para avaliar esses processos no solo, mas nenhum é adequado a todas as situações, devido à natureza dinâmica e complexa desses ecossistemas. Um bom indicador necessita responder às perturbações do solo, avaliar com precisão o funcionamento do sistema produtivo, indicar diferenças espaciais e temporais e ser relativamente rápido e de baixo custo (Turco *et al.*, 1994).

A biomassa microbiana desempenha papel de destaque no cenário da sustentabilidade ambiental e pode ser estimada por métodos relativamente simples, pela quantificação de componentes extraídos do solo. A medida da taxa respiratória ou atividade microbiana,

determinada pela evolução do CO₂ oriundo da respiração de microorganismos heterotróficos aeróbicos durante a oxidação de compostos orgânicos, é uma das mais utilizadas (Kennedy e Smith, 1995)

Segundo Andrade (1997), a respiração do solo e as avaliações da perda de massa da matéria orgânica em sacos denominados litterbags estão entre os principais métodos para estimar a decomposição de resíduos orgânicos na superfície do solo.

A reciclagem de nutrientes de esterco dentro do agroecossistema tem em vista não apenas o controle da poluição ambiental, mas também a redução de custos com a menor importação de nutrientes, seja através da compra de fertilizantes ou de alimentos (Simas e Nussio, 2001).

O objetivo deste trabalho foi estudar a decomposição e a liberação de nutrientes no esterco e na serrapilheira e a atividade microbiana, em diferentes ecossistemas.

2. Revisão de Literatura

2.1 - Importância da matéria orgânica do solo

As necessidades nutricionais das plantas vêm mostrando, ao longo do tempo, a importância de se aumentar os conhecimentos sobre o papel dos nutrientes nos processos fisiológicos dos vegetais (Oliveira et al., 1998).

A adubação orgânica é uma prática utilizada desde os tempos antigos no melhoramento da fertilidade do solo e constitui uma alternativa adotada por muitos agricultores com o intuito de se obterem aumentos quantitativos e qualitativos dos alimentos (Feitosa Filho, 1990).

A matéria orgânica promove a diminuição da plasticidade, coesão das partículas, densidade aparente, aumentando a macroporosidade, porosidade total e retenção de água. Essas alterações em conjunto, propiciam uma maior movimentação do ar e permitem maior penetração e distribuição do sistema radicular (Colocho, 1991). Para Sampaio et al. (1990), a importância da matéria orgânica para a manutenção de boas condições físicas, químicas e biológicas do solo é um fator amplamente estabelecido.

O teor de nitrogênio, fósforo e potássio dos esterco está diretamente relacionado com a alimentação e tamanho dos animais, e com parâmetros fisiológicos. Quanto mais excedente em nutrientes for a alimentação, em relação às exigências nutricionais dos animais, melhor a qualidade dos esterco. Em média, 75% do N, 80% do P_2O_5 e 85% do K_2O presente nos alimentos são excretados nas fezes. Portanto, a formulação da dieta influencia diretamente na composição dos esterco (Ferreira et al., 2000).

A destruição ou perturbação de um ecossistema interrompe os ciclos biológicos que mantém o equilíbrio entre as espécies e o meio. Assim, a sustentabilidade do sistema é de responsabilidade da matéria orgânica, que desempenha importante papel na reciclagem de

nutrientes, no tamponamento do solo contra alterações bruscas de pH, na manutenção da estrutura e na adsorção e armazenamento de água (Resck et al., 1991).

Os estoques de matéria orgânica do solo em qualquer agroecossistema são obtidos pela interação dos fatores que determinam sua formação e aqueles que promovem sua decomposição. A hipótese mais aceita estabelece um declínio no estoque de matéria orgânica após a conversão de florestas nativas em sistemas agrícolas (Houghton et al., 1991).

A matéria orgânica possui uma função nutricional servindo como fonte de nitrogênio, fósforo, potássio e outros nutrientes para as plantas. Além disso, a matéria orgânica possui uma função biológica na qual afeta profundamente a atividade da microflora e organismos da microfauna (Brady, 1989).

A adição de materiais orgânicos é fundamental à qualidade do solo, caracterizando-se pela liberação gradativa de nutrientes, que reduz processos como lixiviação, fixação e volatilização, embora dependam essencialmente da taxa de decomposição, controlada pela temperatura, umidade, textura e mineralogia do solo, além da composição química do material orgânico utilizado (Zech et al., 1997).

O esterco, assim como os restos vegetais, possui características que os tornam bons fertilizantes orgânicos. É amplamente conhecida a utilização de esterco bovino na adubação de plantios agrícolas por pequenos agricultores.

Numerosos trabalhos têm comprovado a importância dos resíduos de origem animal como fertilizantes, não só pela concentração de nutrientes, mas também pela sua disponibilidade para as plantas e microorganismos do solo (Sorensen et al., 1994; Kirmchmann, 1994).

Os estercos são os mais importantes adubos orgânicos, pela sua composição, disponibilidade relativa e benefícios de aplicação. Sua qualidade varia com o tipo de animal e principalmente com o regime alimentar (Vitti et al., 1995).

A importância da matéria orgânica está relacionada ao suprimento de fonte de energia para os organismos do solo e na liberação de nutrientes para as plantas superiores. Com a incorporação de matéria orgânica há uma modificação das propriedades físicas dos solos tais como: estrutura, densidade do solo, porosidade, capacidade de retenção de água, aeração e permeabilidade (Demétrio, 1988).

O uso contínuo de adubos orgânicos promove acúmulo de fósforo no solo. Este aumento depende da quantidade e qualidade do esterco e do tipo de solo. O nutriente que tem

apresentado maior acúmulo no solo em razão do uso de esterco é o potássio, seguido do cálcio e do magnésio (Andreola et al., 2000).

A maioria do N que se torna disponível para as raízes das plantas provém da mineralização da matéria orgânica e grande parte do S disponível também é fornecido pela mineralização da matéria orgânica, estando 95% desse nutriente contido em formas orgânicas (Humphreys, 1994).

Embora o esterco bovino, em alguns estados do Brasil, seja um dos resíduos orgânicos com maior potencial de uso como fertilizante, principalmente em pequenos estabelecimentos, pouco se conhece, ainda, a respeito das práticas adequadas de manejo do esterco bovino a fim de se evitar perdas de nutrientes, mantendo assim o seu valor fertilizante (Fries e Aita, 1990).

2.2 – Atividade microbiana e respiração do solo submetidos à adubação com esterco.

A atividade dos microorganismos é geralmente medida em termos metabólicos, através de indicadores como CO₂ liberado, O₂ absorvido, atividades enzimáticas e caloríficas, N, P, S e mineralizados (Grisi, 1995; De-Polli e Guerra, 1999). O termo respiração do solo é definido como a absorção de O₂ ou liberação de CO₂ pelas entidades vivas e metabolizantes do solo. Já a respiração microbiana é definida como a absorção de O₂ ou a liberação de CO₂ pelas bactérias, fungos, algas e protozoários no solo, incluindo as trocas gasosas que resultam de ambos os metabolismos aeróbio e anaeróbio (Anderson, 1982). A vantagem de se medir CO₂, ao invés de O₂, está no fato do CO₂ refletir a atividade tanto de microorganismos aeróbios quanto de anaeróbios.

A respiração do solo pode ser mensurada no campo sob condições naturais, ou em laboratório sob condições controladas. A localização da mensuração dependerá dos objetivos do experimento. A determinação da respiração do solo no campo tem sido usada para avaliar a atividade geral da biomassa do solo, destacando-se a influência do clima, as propriedades físicas e químicas do solo e as práticas agrícolas. Também são observadas estimativas da mineralização e estabilização do C quando relacionadas ao tipo de matéria orgânica e a sua taxa de adição sobre ou dentro do solo. O objetivo de muitas destas medidas tem sido compreender o processo de mineralização e, portanto o ganho de nutrientes e carbono no solo, possibilitando que a matéria orgânica seja mais eficientemente utilizada e conservada (Anderson, 1982; Parkinson e Coleman, 1991).

A matéria orgânica afeta diretamente as características biológicas do solo, pois atua como fonte de carbono, energia e nutrientes para os microorganismos quimioheterotróficos e, através da mineralização de N e S orgânico atua como fonte de energia aos microorganismos quimioautotróficos (Mielniczuk, 1999).

A manutenção e a produtividade de muitos ecossistemas dependem, em grande parte, do processo de decomposição da matéria orgânica no solo, realizado pelos microorganismos, e da conseqüente mineralização dos nutrientes (Grisi e Gray, 1986). Funcionalmente, a biomassa atua como um reservatório de nutrientes, imobilizando-os temporariamente e reduzindo perdas por lixiviação, o que possibilita seu uso posterior pelas plantas. Por meio da quantificação da biomassa microbiana, torna-se possível avaliar as mudanças iniciais no conteúdo de matéria orgânica do solo oriundo do manejo agrícola. No entanto, seus resultados devem ser associados a outras variáveis como respiração do solo e os teores de C orgânico e N total para que se possa avaliar a dinâmica da matéria orgânica (Gama-Rodrigues et al., 1997).

A população microbiana do solo apresenta um papel fundamental na dinâmica de nutrientes em diferentes ecossistemas, afetando as transformações de C, N e P (Diaz-Raviña et al., 1993). Dentre os indicadores do solo capazes de representar a população microbiana, a biomassa microbiana destaca-se devido a sua relação com a matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e fluxo de energia (De-Polli e Guerra, 1999).

A deposição ao solo de resíduos orgânicos, no caso de esterco, é um processo biológico, governado pelos microorganismos. Deste modo, a atividade microbiana é diferenciada em função da quantidade e composição química da matéria orgânica adicionada ao solo (Souto, 2002). Almeida, (1991), afirma que efeitos diferenciados sobre a biomassa microbiana têm sido observados em função do tipo de resíduo adicionado ao solo.

Quando um material rico em C-orgânico é adicionado ao solo é utilizado pelos organismos como fonte de carbono e energia, ocorrendo um aumento na atividade biológica com posterior liberação de CO₂ (Passianoto et al., 2001).

A atividade microbiana nos solos é extremamente estimulada com a aplicação de esterco, resultando em modificações diretas das características físicas do solo, adição de N e C prontamente disponível (Reganold, 1998; Fraser et al., 1988).

Souto et al., (2002), estudando a influência da aplicação de diferentes esterco sobre a população microbiana do solo, observaram que a variação da população de fungos foi maior nos tratamentos em que os esterco estavam dispostos a 10,0cm de profundidade. Os mesmos autores observaram ainda que, embora a aplicação de esterco não tenha promovido diferença

estatística na incidência de UFC de bactérias g^{-1} , o solo coletado no tratamento onde aplicou-se esterco ovino apresentou o maior número médio de UFC, e a menor incidência ocorreu no tratamento com aplicação de esterco asinino. Segundo estes autores, por apresentar relação C/N menor que os demais, o esterco ovino favorece o desenvolvimento desses organismos no solo. Já o alto teor de fibras e alta relação C/N no esterco asinino inibem o desenvolvimento de colônias.

Segundo Schiener e Cleve (1985) o processo de desprendimento do CO_2 do solo na sua superfície, surge basicamente através de três fontes metabólicas que seriam a respiração microbiana, a respiração das raízes e a respiração de outros organismos que compõe a meso e macrofauna. Para Killham (1994), a biota do solo pode ser limitada por características como estrutura e textura do próprio solo, o que segundo Bastos et al., (2004) vai afetar diretamente a respiração edáfica.

Murphy et al. (1995) verificaram menor produção de CO_2 decorrente de menor atividade dos processos metabólicos dos microrganismos em solos sob pastagem manejada com ovinos, que sofreu maior compactação do que os solos sob pastagem manejados com bovinos. Seguramente, essas alterações resultam em menor mineralização de resíduos vegetais, o que contribui para manter grande estoque de nutrientes em forma não disponível para as plantas e para comunidade microbiana do solo.

Segundo Amado e Santi (2000), o solo é considerado o principal reservatório temporário de carbono no ecossistema. Na média, o solo contém 2,5 vezes mais carbono do que a vegetação e 2 vezes mais carbono que a atmosfera. Por essa importância, atualmente está se estudando bastante a evolução de CO_2 advindo de terras agricultáveis, dando enfoque para sistemas de cultivo e rotações de culturas que diminuam a emissão desses gases e, portanto, atenuem os riscos do efeito estufa (Reicosky, 1999; Campos et al., 1999). Estes sistemas, por aumentarem o teor de matéria orgânica do solo (com todas as características benéficas advindas), "seqüestram" CO_2 atmosférico e o estocam no solo.

2.3 - Decomposição da matéria orgânica

Os compostos orgânicos variam em sua resistência à decomposição podendo ser relacionados de acordo com sua facilidade em decompor-se: açúcares, amidos e proteínas simples são decompostos rapidamente, seguidos pelas proteínas brutas, hemicelulose, celulose, lignina, gordura e ceras, que são decompostos muito lentamente. Celulose e

hemicelulose são compostos orgânicos considerados de moderada ou intermediária resistência à decomposição, enquanto a lignina é tida como resistente.

Os resíduos orgânicos utilizados na agricultura geralmente contém uma pequena fração mineral (solúvel em água, ácidos diluídos ou soluções salinas), enquanto a maior parte é constituída de compostos orgânicos, os quais devem ser transformados enzimaticamente, para tornar os nutrientes disponíveis às plantas. Este processo é denominado de mineralização, sendo influenciado de acordo com o suprimento de oxigênio, com as características do material orgânico e com as condições ambientais. Considerando-se que a relação C/N da microbiota decompositora de resíduos do solo apresenta valor aproximado de 10:1, e que sejam liberadas duas moléculas de CO₂ para cada carbono incorporado à biomassa microbiana, a mineralização de N pode ocorrer com a adição de resíduos com relação C/N menor que 30:1. Esta relação de C incorporado à biomassa pode, entretanto, ser muito variável, dependendo principalmente da temperatura, do suprimento de oxigênio e da umidade (Tedesco et al., 1999).

A serrapilheira de alta qualidade (N Alto, lignina baixa) se deteriorará e liberará nutrientes depressa, ao passo que o de baixa qualidade (baixo N, alta lignina) se deteriorará lentamente (Swift et al., 1979).

Após a deposição do material formador da serrapilheira, o seu acúmulo na superfície do solo será regulado por sua taxa de decomposição (Haag, 1985). A decomposição da serrapilheira possibilita que parte do carbono incorporado na biomassa pela fotossíntese retorne à atmosfera pelo CO₂, e os outros elementos absorvidos passem para uma forma novamente utilizável pelas plantas (Stevenson, 1982)

A decomposição de resíduos de plantas e animais no solo constitui um processo biológico básico no qual o C é reciclado para a atmosfera como dióxido de carbono (CO₂), o nitrogênio torna-se disponível como amônio (NH₄⁺) nitrato (NO₃⁻) e outros elementos associados como o P, S e vários nutrientes aparecem em formas assimiláveis pelas plantas superiores (Vargas e Hungria, 1997).

O processo de decomposição mantém a funcionalidade do ecossistema, possibilitando que parte do carbono incorporado na biomassa vegetal retorne à atmosfera como CO₂ e outra parte, juntamente com os elementos minerais, seja incorporada ao solo (Olson, 1963).

O mecanismo de decomposição é regulado principalmente por três grupos de variáveis: a natureza da comunidade decompositora (os macro e microorganismos), as

características do material orgânico que determinam sua degradabilidade (a qualidade do material) e as condições do ambiente (Aber e Melilo, 1991).

A importância relativa de cada um desses três grupos de variáveis varia dentro e entre sítios, resultando em um sistema hierárquico de controle (Lavelle et al., 1993). De modo geral, o clima controla o processo de decomposição em escala regional, enquanto a composição química domina o processo em escala local (Berg, 2000).

Paul e Clark (1989) estudando diferentes ecossistemas, observaram para cana-de-açúcar no Brasil, ciclagem microbiana 28 vezes mais rápida quando comparado a um sistema de rotação de culturas no Canadá. O fluxo de N pela biomassa microbiana foi também maior sob condições tropicais do que nos ecossistemas temperado que apresentaram maior acúmulo de N microbiano.

A manutenção da produtividade dos ecossistemas agrícolas e florestais depende, em grande parte, do processo de transformação da matéria orgânica e, por conseguinte, da biomassa microbiana do solo. Esta representa um importante componente ecológico, pois é responsável pela decomposição e mineralização dos resíduos vegetais no solo, utilizando estes materiais como fonte de nutrientes e energia para a formação e desenvolvimento de suas células, bem como para síntese de substâncias orgânicas (Gama-Rodrigues e De-Polli, 2000).

Também exercem influência na decomposição e na mineralização de N e P as características químicas do resíduo vegetal, como: a relação C/N (Vigil e Kissel, 1988; Cantarella et al., 1992), o teor de N (Frankenberger Junior e Abdelmagid, 1985; Janzen e Kucey, 1988), os teores de lignina e polifenóis (Mason, 1980; Fox et al., 1990; Palm e Sanchez, 1991), o teor de P e a relação C/P (Fuller et al., 1956) do material.

Em solos de baixa fertilidade e com cobertura vegetal pobre em N, a taxa de decomposição da matéria orgânica seria menor, propiciando a imobilização do N na biomassa microbiana (Gama-Rodrigues e De-Polli, 2000).

A microbiota do solo é a principal responsável pela decomposição dos resíduos orgânicos, pela ciclagem de nutrientes e pelo fluxo de energia dentro do solo, exercendo influência tanto na transformação da matéria orgânica, quanto na estocagem do carbono e nutrientes minerais (Jenkinson e Ladd, 1981).

O sistema biológico decompositor é composto de por macrorganismos (invertebrados) e microrganismos (principalmente fungos e bactérias), cuja atividade é diretamente controlada pelos macrorganismos. Nos trópicos úmidos, a diversidade da comunidade de macroinvertebrados depende largamente do tipo de vegetação (Silva, 1998).

Segundo Gama-Rodrigues et al. (2003), os processos de decomposição e mineralização são influenciados não apenas pela qualidade individual do substrato, mas também pela qualidade do microambiente (interação entre fatores físico-químicos e a biota decompositora) de determinado sistema de plantio.

A atividade decompositora da fauna do solo tem o papel primordial de reduzir a biomassa de materiais recalcitrantes, principalmente, tais como madeira, por exemplo, (Toledo, 2003).

A decomposição resulta essencialmente na mudança do estado do recurso, sob a influência de vários fatores bióticos e abióticos. Esta transformação do estado do recurso não é nada mais que a diminuição em massa do mesmo, resultando na alteração da sua composição química e física (Oliveira, 1997).

O manejo de restos culturais na agricultura após as colheitas é um fator importante na ciclagem de nutrientes e na proteção do solo contra agentes climáticos. Nas regiões tropicais e subtropicais, onde o clima é mais adverso e a decomposição dos resíduos culturais é rápida, Alves et al. (1995) afirmam que se deve atentar também para a persistência e durabilidade da cobertura vegetal.

A maximização do aproveitamento do N presente nos materiais orgânicos depende de suas respectivas velocidades de decomposição e do processo de mineralização. Esse processo é de grande importância na agricultura, pois é através dele que as plantas absorvem parte do N e de outros nutrientes necessários ao seu desenvolvimento (Vasconcelos et al., 1998).

2.4 – Liberação de nutrientes

2.4.1 – Em área de mata natural

A ciclagem de nutrientes em área de mata natural refere-se à transferência dos minerais acumulados na biomassa vegetal para o solo, adicionados, principalmente, através da queda de resíduos da parte aérea que irá formar a serrapilheira e de sua posterior decomposição, sendo reabsorvidos pela planta ou por outros organismos do sistema (Fassbender, 1993; Gama-Rodrigues, 1997; Barbosa, 2000).

Os principais mecanismos responsáveis pela transferência de nutrientes da biomassa de espécies arbóreas para o solo são a lavagem da vegetação pela chuva, que extrai substâncias minerais e orgânicas da estrutura da parte aérea e a decomposição da biomassa

morta, que inclui a serrapilheira, troncos e galhos caídos e raízes mortas (Sanchez, 1976; Gonzalez e Gallardo, 1986).

A circulação de nutrientes no complexo planta-liteira-solo depende não somente do ecossistema em si, mas, também, dos fatores externos a ele. Um desses fatores é a precipitação pluviométrica, a qual possui forte influência sobre o desenvolvimento das plantas, com conseqüências na deposição de material vegetal e na ciclagem dos nutrientes (Teixeira et al., 2001).

O fluxo de nutriente é influenciado pela regularidade, quantidade, qualidade e taxa de decomposição da serrapilheira, os quais são determinados pelo tipo de vegetação. A quantidade de serrapilheira que entra nos sistemas varia de um pulso a queda contínua ao longo do ano, dependendo das espécies existentes (Wedderburn e Carter, 1999).

Segundo Corrêa Neto et al. (2001), em floresta secundária, a maior taxa de deposição de material é verificada na estação do inverno e a maior concentração dos microorganismos na serrapilheira ocorre no verão.

Nos ecossistemas naturais, a deposição de nutrientes é realizada em três compartimentos: no solo, quase sempre com baixas quantidades de nutrientes totais; na biomassa e na liteira, que é composta de detritos diversos (Teixeira et al., 2001).

Nas áreas sob vegetação nativa, dentre os fatores responsáveis por condições mais favoráveis à biomassa microbiana, destacam-se: ausência de preparo do solo e maior diversidade florística (Bandick e Dick, 1999). Além de favorecer a preservação das hifas fúngicas e o acúmulo da serrapilheira na superfície do solo (propiciando a ocorrência de menor variação e de níveis mais adequados de temperatura e umidade), a ausência de revolvimento do solo também resulta em maior presença de raízes, as quais aumentam a entrada de substratos carbonados no sistema, via exudatos radiculares (Bopaiah e Shetti, 1991). A diversidade florística das áreas nativas e a presença de vegetação durante todo o ano influenciam a produção (quantidade) e a qualidade da serrapilheira. O somatório desses fatores contribui para a ocorrência de maiores níveis de biomassa nessas áreas, comparativamente às áreas sob cultivo.

Ainda de acordo com Gomes et al. (2000), em um ecossistema natural, como uma mata ou pastagem nativa, os ciclos biogeoquímicos se mantêm em equilíbrio dinâmico, controlado basicamente pelos componentes da comunidade biótica, enquanto os agroecossistemas sofrem a influência do homem em diversas etapas dos ciclos biogeoquímicos dos elementos, e, portanto têm afetada sua estabilidade.

A produção anual de liteira ('litterfall') varia com o tipo do ecossistema, natural ou cultivado, e com o estágio de desenvolvimento dos mesmos, além de constituir o principal caminho para o retorno dos nutrientes ao solo. Há um número considerável de estudos sobre a produção de liteira, indicando quantidades médias anuais em torno de 6,43 t.ha⁻¹, em sistemas agroflorestais; 6,52 t.ha⁻¹, em capoeiras, e 8,90 t.ha⁻¹, em floresta primária (Müller, 1986; Luizão, 1989, 1995; Souza e Denich, 1996; Cunha et al., 1996; Quisen et al., 1996).

3.4.2 – Em área de cultivos agrícolas

Na implantação de cultivos agrícolas e /ou pastagens, o revolvimento do solo é um importante fator de declínio da fertilidade, uma vez que acelera a decomposição da matéria orgânica e aumenta a erodibilidade da camada arada. Um manejo de solo com cobertura verde/morta ou aplicação de resíduos de animais, conserva melhor a umidade do solo, intensificando a atividade biológica, ao mesmo tempo em que aumenta a disponibilidade de diversos nutrientes, como o nitrogênio e o potássio, que necessitam sobremaneira de umidade suficiente para estarem disponíveis (Mattana, 2000).

Para Salton (1996), os processos de reciclagem e aproveitamento integral de nutrientes devem ser itens obrigatórios no planejamento de sistemas de produção, incluindo prática de rotação de culturas e conservação do solo. Muzilli et al. (1983), comentam que conhecimentos dos efeitos de reciclagem e mobilização de nutrientes de formas pouco assimiláveis para as formas mais disponíveis às culturas são de fundamental importância para a utilização racional dos recursos naturais.

Segundo Matsuoka et al. (2003), os sistemas de uso do solo com culturas perenes e anuais reduzem o carbono da biomassa microbiana, em relação a áreas sob vegetação nativa.

As duas principais fontes de matéria orgânica nos agroecossistemas são a remanescência de resíduos animais e de decomposição da vegetação nativa e a introdução de matéria orgânica pela adição de restos culturais ao solo (Lourenço et al., 1993).

Resíduos com altos teores de celulose e lignina são decompostos mais lentamente do que os restos vegetais com baixos teores (folhas e raízes). A incorporação de matéria orgânica com alta relação C/N não imobiliza o N do solo porque o nitrogênio liberado na decomposição mais rápida das folhas (com C/N próxima a 30:1) já é suficiente para suprir as necessidades dos microorganismos decompositores, e também devido à lenta decomposição lenhosa (Tedesco et al., 1999). Considerações semelhantes podem ser feitas para liberação de

fósforo orgânico. O potássio nos resíduos é considerado prontamente disponível, para fins de recomendação de adubação (Ferreira et al., 2000).

A reciclagem de nutrientes do esterco dentro da propriedade visa não somente o controle da poluição ambiental, mas também a redução de custos com a menor importação de nutrientes, seja através da compra de fertilizantes ou de alimentos (Simas e Nussio, 2001).

A decomposição da matéria orgânica tende a liberar nutrientes, mas o nitrogênio e o enxofre podem ser temporariamente imobilizados durante o processo. Os microorganismos que decompõe a matéria orgânica necessitam de nitrogênio para formar proteínas em seus corpos. Se a matéria orgânica que está sendo decomposta possuir uma alta relação C/N – o que significa pouco nitrogênio – estes organismos usarão o nitrogênio disponível, proveniente do solo e dos fertilizantes (Kiehl, 1985).

Conhecer a qualidade da matéria orgânica a ser adicionada ao solo é de fundamental importância no controle das taxas de ciclagem de C do solo e também porque o C orgânico é substrato de reações microbianas que controlam os ciclos biogeoquímicos do nitrogênio e fósforo (Neill et al., 1998).

Para uma mesma quantidade de nutrientes requerida pelas plantas, necessita-se aplicar maior volume de esterco em relação ao adubo mineral, devido à baixa concentração em nutrientes do adubo orgânico. Além disso, grande parte dos nutrientes do esterco está na forma orgânica e necessitam ser mineralizados para se tornarem disponíveis às plantas.

Verifica-se que todo o potássio aplicado na forma orgânica comporta-se como um mineral desde a aplicação, uma vez que ele não faz parte de nenhum composto orgânico estável; portanto, não precisa sofrer a ação dos microorganismos. Verifica-se, ainda, que 60% de P_2O_5 aplicado mineraliza no primeiro cultivo e, 20%, no segundo; o mesmo ocorre com nitrogênio, nas taxas de 50% e 20% para os dois primeiros cultivos, respectivamente. No segundo cultivo, além do efeito residual do P e do K mineralizados no primeiro cultivo, estará disponível, aproximadamente, 20% dos totais tanto do N como do P_2O_5 aplicados por ocasião do primeiro cultivo. A partir do terceiro cultivo, a totalidade do N como do P_2O_5 e K_2O aplicados na forma orgânica já se encontra mineralizada e a quantidade disponível nesse cultivo dependerá das doses aplicadas anteriormente e dos fatores que afetam o efeito residual de cada nutriente, avaliado na sua forma tradicional (www.dpv24.iciag.ufu.br).

A eficiência na rapidez com que os nutrientes passam do meio abiótico para o biótico e deste, através do processo de decomposição da matéria orgânica, de volta para o primeiro é imprescindível à manutenção dos ecossistemas (Santos e Grisi, 1981).

A maioria do N que se torna disponível para as raízes das plantas provém da mineralização da matéria orgânica e grande parte de S disponível também é fornecido pela mineralização da matéria orgânica, estando 95% desse nutriente contido em formas orgânicas (Humphreys, 1994).

O funcionamento dos ecossistemas baseia-se na circulação dos nutrientes entre os diversos compartimentos. Nos ecossistemas terrestres, os ciclos iniciam-se a partir do momento em que os nutrientes são liberados no compartimento do solo, no qual a maior parte se liga a componentes orgânicos e inorgânicos, enquanto uma pequena porção se mantém na solução do solo (Gomes et al., 2000).

Devido ao alto conteúdo nutricional e às propriedades de condicionamento do solo, os resíduos orgânicos podem servir como fertilizantes em solos. Os resíduos orgânicos, aplicados em taxas aceitáveis pelo meio ambiente, resultam em excelentes respostas de crescimento tanto em plantações jovens como em plantações adultas (Harrison et al., 2003).

2.4.3 – Em área de pastagem

As pastagens são complexos ecossistemas constantemente modificados pelas atividades do homem e utilização pelos animais (Haynes e Willians, 1993).

Em pastagens naturais, o ciclo ecológico natural do N tende a se manter estável, e o N utilizado pelas plantas e animais será reciclado como restos vegetais e dejetos animais (Baethgen, 1992).

O animal em pastejo retém somente uma pequena quantidade de nutrientes da pastagem na forma de produto animal, o restante é excretado. A retenção do nutriente consumido varia de 5-10 a 15-30 %, com o menor valor sendo retido no corpo do animal e o maior na transformação em produtos (Russele, 1997). Moot e Popenoe (1977) reportaram que até 90% dos nutrientes minerais (inclusive o N) podem retornar ao sistema através das excreções animais.

A composição do material rejeitado no pastejo e que retorna ao solo é um dos aspectos básicos determinantes da manutenção dos níveis de fertilidade e da conservação do solo. A ciclagem de nutrientes em pastagens, funcionalmente, possui três fontes: material morto ligado à planta, resíduos vegetais não incorporados e excrementos de animais (Heringer e Jacques, 2002).

As excretas nem sempre são depositadas uniformemente na pastagem, estas podem ser depositadas em áreas improdutivas da propriedade, tais como: cochos, bebedouros, sala de ordenha, corredores, entre outros. A quantidade de nutrientes perdida nessas áreas irá depender do tempo que o animal gasta em cada uma. Em fazendas leiteiras onde se praticam duas ordenhas por dia a quantidade de nutrientes perdido nessas áreas foi estimada em 2 a 11 kg de N, 4 a 14 kg de K, 0,5 a 3 kg de P e 1 a 2 kg de S / vaca ano (Haynes e Williams, 1993).

2.5 - Utilização de resíduos animais na agricultura

2.5.1 – Em área de cultivo agrícola

Adubos orgânicos são resíduos utilizados na agricultura e que contêm elevados teores de componentes orgânicos, como lignina, celulose, lipídeos, graxas, carboidratos e óleos, principalmente. O carbono é o elemento principal existente nestes compostos, mas destaca-se também a presença de N, P, K, S, Ca, Mg e micronutrientes. A adubação orgânica pode ser definida como a deposição de resíduos orgânicos de diferentes origens sobre o solo com o objetivo de melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do mesmo (Ferreira et al., 2000).

Nos solos agrícolas a manutenção de nutrientes pode e deve ser ministrada, em parte mediante o uso de esterco de curral, fazendo-se uma agricultura racional com boas adubações cria-se uma situação ideal para o combate à erosão (Malavolta, 1979).

A adubação orgânica pode proporcionar melhoria na qualidade dos produtos colhidos contudo, há poucas informações dos seus efeitos em hortaliças. Santos (1993) atribui aos vegetais produzidos com adubos orgânicos maior valor nutricional, traduzido em maior teor de vitaminas, proteínas, açúcares e matéria seca e teores equilibrados de minerais.

Oliveira et al. (2002, afirmaram, em trabalho conduzido na UFPB, em Areia, que a altura de plantas de coentro cv. Verdão aumentou significativamente quando se adubou com esterco bovino na presença de adubação mineral. No mesmo experimento os autores afirmaram que na ausência de adubação mineral o número de molhos aumentou na ordem de 3 molhos para cada Kg.m^{-2} de esterco adicionado ao solo. Foi também descrito que o rendimento de coentro aumentou com a elevação das doses de esterco bovino, na ordem de $0,24 \text{ Kg.m}^{-2}$ a cada quilograma de esterco adicionado ao solo.

Shirani et al. (2002), em um ensaio de 2 anos na árida região central do Irã, constataram que a aplicação do esterco aumentou os teores de matéria orgânica no solo e a condutividade hidráulica na camada de 0-5cm, reduziu a densidade nas linha de plantio e aumentou de modo significativo a biomassa seca da cultura do milho.

Zougmore et al. (2003), em experimento na zona oeste da África, com sérios problemas de solos degradados, observaram que os tratamentos compostos por esterco, com ou sem fosfato, apresentaram as mais altas taxas de produção de biomassa de grão de sorgo, elevando a produtividade de 900 para 1600 kg.ha⁻¹. Os autores afirmaram que o significativo aumento na produção foi devido à aplicação do esterco, refletindo em maior formação do sistema radicular, estabilização da estrutura do solo e mineralização do N.

O manejo adequado do esterco é de grande importância para minimizar as perdas de nutrientes. Durante o armazenamento, a matéria orgânica e o teor de nutrientes podem ser modificados, e a composição dos esterco pode ser significativamente alterada. Para Simas e Nussio (2001), a conservação máxima dos teores de nutrientes presentes nos esterco é obtida quando sua coleta e incorporação ao solo são realizadas o mais cedo possível e com a mínima manipulação.

2.5.2 – Em área de pastagem

O uso de esterco tem sido por séculos, sinônimo de agricultura estável e bem sucedida. Não só fornece ao solo matéria orgânica e nutrientes vegetais, mas está associada a agropecuária e com as culturas forrageiras que são, via de regra, protetoras e conservadoras do solo (Brady, 1989).

A composição dos esterco é variável, sendo influenciada por vários fatores, como a espécie animal, a raça, a idade, a alimentação, o material utilizado como cama, o tratamento dado à matéria-prima-esterco, além de outros. Entre os fatores apontados que podem sofrer maior interferência do criador estão a qualidade e a quantidade de alimentos, pois quanto mais rica a alimentação, mais ricas as dejeções (Cassol, 1999).

Em média, aproximadamente 80% da quantidade de nitrogênio, fósforo e potássio ingerida pelos animais adultos é eliminada, enquanto apenas 40% da matéria orgânica dos alimentos ingeridos é assimilada. Portanto, quando rações concentradas fazem parte da alimentação dos animais, estes produzem esterco mais ricos do que os criados apenas sob

regime de pastoreio. Os animais jovens aproveitam melhor a alimentação, retendo cerca de 50% do que ingerem e produzindo esterco mais pobre (Tibau, 1983).

A utilização no solo de resíduos orgânicos deve ser feita com base em critérios técnicos adequados para evitar danos ao sistema solo-planta-animal. Quantidade, forma e frequência de aplicação devem ser estabelecidas. Em alguns casos, o sistema deve ser monitorado visando evitar um possível impacto ambiental desfavorável (Tedesco et al., 1999).

3- Materiais e Métodos

3.1- Área experimental e Instalação do Experimento

A área experimental está localizada a 07°49'15''S e 38°09'10''W, no município de Remígio, na microregião do Curimataú Ocidental da Paraíba (FIBGE, 1998).

Pela classificação de Köppen, a área de estudo enquadra-se no tipo climático As', quente e úmido, com chuvas no período de outono e inverno. As temperaturas médias variam entre mínimas de 17 a 20°C e máximas de 22 a 26°C e, a umidade relativa do ar média situa-se em torno de 79%. As precipitações pluviométricas anuais na maior parte do município variam entre 700 e 800mm, com ocorrência das maiores precipitações nos meses de abril a junho, sendo o período de outubro a dezembro o de menor ocorrência das chuvas.

O experimento foi instalado no sítio Xique-Xique, em 23/10/2003, em quatro áreas, sendo que duas áreas estavam ocupadas com o **monocultivo do Coentro** (*Coriandrum sativum* L.) e **Batata-doce** (*Ipomoea batatas* L.), uma **área com Brachiaria** (*Brachiaria decumbens*) e outra sob **Mata natural**, constituindo estas áreas os tratamentos.

3.2. Descrição e características dos Tratamentos

3.2.1. Mata natural

Este tratamento ocupa uma área de 0,65 ha, localiza-se nas coordenadas geográficas, de 6°58'1,9''S e 35°46'38,7''W, estando a 614,8 m de altitude, com declividade de 26,63%. A área encontra-se com pouca perturbação antrópica, constituindo uma pequena reserva florestal na propriedade (Figura 1a). As principais espécies encontradas na parcela estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1- Relação das espécies arbóreas encontradas na área de mata natural, do sítio Xique-
xique no Município de Remígio, PB.

Espécie	Família	Nome vulgar
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. Spp.	ANACARDIACEAE	Angico
<i>Celtis spinosa</i> Spreng	ULMACEAE	Limãozinho
<i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz et Pav.) Mez	MYRSINACEAE	Pororoca
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. Ex tul.	CAESAPINIOIDEAE	Pau-ferro
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth	MIMOSOIDAE	Sabiá
<i>Chloroleucon tenuiflorum</i> (Benth.) Barneby & Grimes	LEGUMINOSAE	Jurema branca
<i>Mangifera indica</i> L.	ANACARDIACEAE	Mangueira
<i>Mirciaria cauliflora</i> (Mart.) O. Berg	MYRTACEAE	Jabuticabeira
<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	PALMAE	Macaúba
<i>Solanum icarceratum</i> Ruiz & Pavon	SOLANACEAE	Juazeiro
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	BIGNONIACEAE	Pau d'arco roxo
<i>Pterodon emarginatus</i> Vog.	LEGUMINOSAE	Sucupira
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul.	MORACEAE	Mama-cachorro
<i>Umburana cearensis</i> (Fr. Spp) s.c. Smith	FABACEAE	Cumaru
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) Nichols	BIGNONIACEAE	Pau d'arco amarelo
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam	MORACEAE	Jaqueira
<i>Pithecolobium polycephaluru</i> Benth.	MIMOSOIDAE	Camuzé
<i>Attalea</i> sp	PALMAE	Coco catolé
<i>Cecropia glaziovii</i> snethlage	CECROPIACEAE	Imbaúba
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	BORAGINACEAE	Louro
<i>Bromelia</i> sp	BROMELIACEAE	Gravatá
<i>Talisia</i> cf. <i>esculenta</i> Aubl.	SAPINDACEAE	Pitombeira

3.2.2. Monocultivo de coentro

Ocupando uma área de 0,57 ha, este tratamento localiza-se nas coordenadas 06°58'0,6''S e 35°46'35,2''W a 610 m de altitude, com declividade de 25,63%. O cultivo destina-se a produção de sementes, sendo o plantio realizado em leirões espaçados de 1,0 m com covas espaçadas de 0,40 m (Figura 1b). Foi realizada apenas uma adubação, com esterco bovino, na fundação.

3.2.3. Monocultivo de batata-doce

Este tratamento possui 0,083 ha e uma declividade de 17,5%. Localiza-se nas coordenadas 0,6°58'1,9''S e 35°46'38,7''W e aproximadamente 595,7 m acima do nível do mar. A batata-doce foi cultivada em leirões espaçados de 1,0 m e a distância entre plantas de

0,40 cm (Figura 1c). Assim como na área do coentro, neste plantio só foi realizada uma única adubação com esterco bovino em fundação.

3.2.4. Pastagem

Localizado nas coordenadas 06°58'7,8"S e 35°46'41,5" W, a uma altitude de 612,3 m, este tratamento ocupa uma área de 0,3 ha e sua declividade é de 18,18% (Figura 1d). Não é uma área tecnicamente manejada, sem qualquer tipo de adubação ou cálculo para lotação dos animais no pasto. A área destina-se a engorda e manutenção de poucos animais destinados a suprir as necessidades da unidade familiar.



a) Mata Natural



b) Área com Coentro



c) Área com Batata-doce



d) Pastagem

Figura 1. Áreas (tratamentos) utilizadas no experimento.

3.3- Avaliação de campo

3.3.1- Decomposição da matéria orgânica

A decomposição da matéria orgânica foi obtida pela utilização de sacolas de náilon. Para isso 192 sacolas de náilon, medindo 20 cm x 20 cm, com malha de 1 mm², foram espalhadas na superfície do solo. Cada sacola de náilon continha 20g de serrapilheira (para área de mata nativa) ou 20g de esterco bovino (para as áreas com coentro, batata-doce e pastagem) secos em estufa de circulação de ar forçado (65-70°C) por 72 horas.

O esterco utilizado no experimento foi proveniente do estábulo existente no Departamento de Zootecnia do CCA/UFPB e, a serrapilheira, da área de mata do sítio Xique-Xique.

Após a instalação do experimento (d.a.i), foi retirada uma sacola de cada tratamento a cada 30 dias. Depois de coletadas, os conteúdos das sacolas foram secados em estufa de circulação de ar forçado (65-70°C) por 72 horas, até atingir peso constante. Logo após, foram levados ao Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do CCA/UFPB, onde seu conteúdo foi examinado para retirada de partículas de solo, insetos e outros organismos, sendo determinada sua massa em balança analítica com precisão de 0,01grama. O percentual de material remanescente do processo de decomposição se deu através da aplicação da seguinte fórmula:

$$\text{Remanescente}(\%) = \frac{\text{massa inicial}}{\text{massa final}} \times 100$$

3.3.2- Avaliação da atividade microbiana

A avaliação da atividade microbiana foi realizada através da respiração edáfica, utilizando-se o método estabelecido por Grisi (1978). Nesse método o CO₂ liberado por uma área do solo é absorvido por uma solução de KOH e quantificado por titulação com HCl, utilizando como indicadores a fenolftaleína e o alaranjado de metila, preparados seguindo metodologia utilizada por Morita e Assumpção (1993).

Para se estimar a atividade microbiana, utilizaram-se recipientes de vidro com 10 ml de KOH a 0,5N distribuídos em cada área experimental (tratamentos). As taxas de liberação

de CO₂ foram estimadas mensalmente, durante o período experimental, nos períodos diurno (das 6 às 18 horas) e noturno (das 18 às 6 horas do dia seguinte), distribuindo-se quatro recipientes por tratamento, em cada período. Fez-se desta maneira porque, à noite, a temperatura do solo, principalmente na superfície, oscila menos e pode-se observar melhor e de forma comparativa o efeito dos tratamentos.

Os recipientes, depois de destampados, foram cobertos com balde de PVC de formato cilíndrico, com 23,67cm de diâmetro, cobrindo uma área de solo de 439,81cm², conforme visualizado na figura 2.

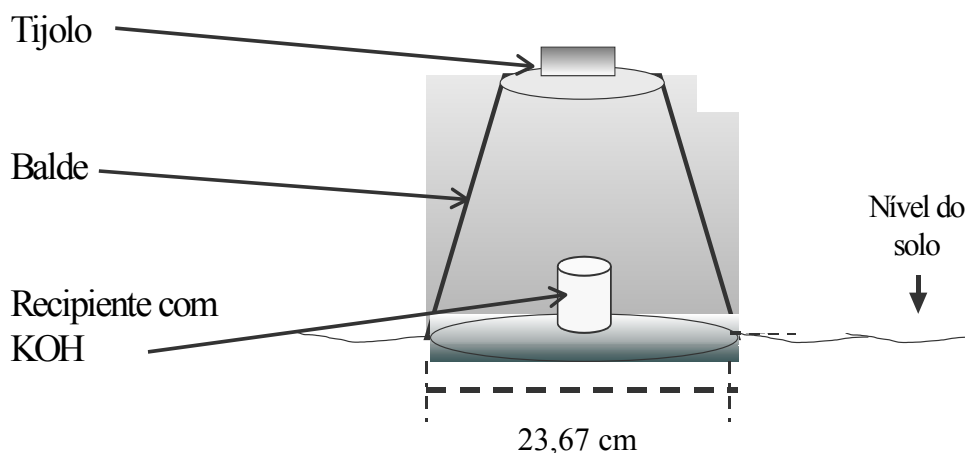


Figura. 2. Desenho esquemático do método utilizado na medição da respiração edáfica.

Após o período de 12 horas de permanência no local, os baldes eram retirados e os recipientes recolhidos, tampados e transportados hermeticamente fechados para evitar as trocas gasosas com o meio, para o Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do CCA/UFPB. A cada medição foi utilizado também um frasco testemunha que permaneceu hermeticamente fechado no laboratório.

A quantificação do CO₂ desprendido do solo foi realizada através da titulação do KOH 0,5N remanescente nos recipientes com a solução de HCl 0,1N. O frasco controle ou testemunha também passou por este processo durante todas as etapas da análise. A massa de CO₂ desprendida por unidade de área e tempo (mg.m⁻².h⁻¹), foi obtida considerando a massa de CO₂ total desprendida no período de permanência debaixo do balde de PVC e sua área de abrangência. Foi utilizada a seguinte equação:

$$m_{CO_2} = \frac{352 \cdot (\Delta V_A - \Delta V_B) \cdot N_B \cdot N_A \cdot 10^4}{3 \cdot P \cdot A_B}$$

Onde:

m_{CO_2} : massa de CO_2 em $mg \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$

ΔV_A : diferença de volume de HCl gasto na primeira e segunda etapa da titulação da amostra (ml);

ΔV_B : diferença de volume de HCl gasto na primeira e na segunda etapa da titulação do controle (ml)

N_A : concentração de HCl, em n-eq/L

N_B : concentração de KOH, em n-eq/L

P: Período de permanência da amostra no solo (horas)

A_B : área de abrangência do balde (cm^2)

3.3.3- Avaliação da temperatura e conteúdo de água do solo

A temperatura do solo foi medida mensalmente através de leitura em termômetro de solo, colocado na superfície e a 10,0 cm de profundidade, em cada área estudada.

O conteúdo de água do solo foi avaliado também mensalmente. Foram coletadas 03 amostras de solo, a 10,0 cm de profundidade em recipientes de peso conhecido e vedado, em cada área de estudo. As amostras foram pesadas, em seguida colocadas em dessecador e pesadas até peso constante. O conteúdo de água do solo foi calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$U\% = \frac{PSU - PSS}{PSS} \times 100$$

3.4- Avaliações de laboratório

3.4.1- Características física e química do solo

Foram coletadas amostras de solo na camada de 0-20 cm, através de sonda específica, realizando-se em média 15 furos (sub-amostras) para compor uma amostra de cada tratamento para caracterização física e química. Para a caracterização química foram coletadas amostras antes da instalação do experimento e 240 d.a.i.; já para as análises físicas foi realizada apenas

uma coleta, antes da instalação do experimento. Após as coletas, o solo foi encaminhado ao Laboratório de Solos e Engenharia Rural/CCA/UFPB, e uma vez seco à sombra e ao ar foi destorroado e passado em peneira de 2mm (ABNT N^o 1), obtendo-se assim o material denominado terra fina seca ao ar (TFSA). Em seguida foi submetido às análises químicas e físicas, realizadas de acordo com EMBRAPA (1997), cujos resultados encontram-se na tabela 2, 3 e 4, respectivamente.

TABELA 2- Resultados da análise química do solo na camada 0-20cm, antes da instalação do experimento.

Ambiente	Local da coleta	pH H ₂ O	P (mg.dm ⁻³)	K	Na	Ca Cmol _c .dm ⁻³	Mg	Al	C (g.Kg ⁻¹)	M.O.
Mata	TS*	5,7	3,09	0,29	0,09	1,95	1,45	0,10	12,03	20,74
	TI**	5,0	3,82	0,27	0,12	2,25	0,85	0,55	9,67	16,67
Coentro	TS	7,0	2,29	0,17	0,04	3,45	1,45	0,0	5,54	9,55
	TI	6,7	1,92	0,18	0,04	2,85	1,55	0,0	5,72	9,86
Batata-doce	TS	7,8	2,58	0,17	0,04	2,65	1,05	0,0	3,71	6,40
	TI	7,7	3,40	0,20	0,05	2,85	1,45	0,0	4,95	8,54
Pastagem	TS	6,0	2,35	0,24	0,03	1,65	1,55	0,05	8,25	14,23
	TI	5,7	1,62	0,24	0,04	1,45	1,15	0,10	10,32	17,80

* TS Terço superior da área; **TI: terço inferior da área.

TABELA 3- Resultados da análise química do solo na camada 0-20cm, 240 d.a.i.

Ambiente	Local da coleta	pH H ₂ O	P (mg.dm ⁻³)	K	Na	Ca (Cmol _{cc} .dm ⁻³)	Mg	Al	C	M.O. (g.Kg ⁻¹)
Mata	TS*	5,2	1,62	0,290	0,06	1,35	1,35	0,30	10,55	18,20
	TI**	4,9	3,83	0,259	0,08	1,35	1,05	0,55	9,85	16,98
Coentro	TS	6,6	1,11	0,165	0,03	3,45	1,35	0,0	6,84	11,79
	TI	6,5	1,04	0,103	0,02	2,45	0,85	0,05	4,89	8,44
Batata-doce	TS	7,8	5,01	0,103	0,05	4,25	1,05	0,0	7,13	12,30
	TI	7,6	4,2	0,232	0,05	3,65	1,25	0,0	7,31	12,60
Pastagem	TS	6,6	2,35	0,365	0,02	1,75	0,95	0,0	8,02	13,83
	TI	5,5	0,88	0,181	0,03	0,85	0,85	0,70	9,91	17,08

* TS Terço superior da área; **TI: terço inferior da área.

TABELA 4- Resultados da análise física¹ do solo na camada 0-20cm, antes da instalação do experimento.

Ambiente	Local da coleta	Areia		Silte	Argila	Argila dispersa	Grau de flocculação	Densidade do solo	Densidade da partícula	Porosidade total	Classe Textural
		Grossa	Fina	0,05-0,002 mm	<0,002				g.cm ⁻³		
	 g.Kg ⁻¹ g.Kg ⁻¹		g.kg ⁻¹		g.cm ⁻³		g.cm ⁻³	
Mata	TS*	590	208	83	119	13	891	1,63	2,70	0,36	Areia Franca
	TI**	583	149	80	188	63	665	1,55	2,60	0,41	Franco Arenosa
Coentro	TS	612	226	87	75	38	493	1,63	2,68	0,38	Areia Franca
	TI	573	271	84	72	38	472	1,64	2,63	0,35	Areia Franca
Batata-doce	TS	644	226	83	47	38	191	1,65	2,64	0,35	Areia Franca
	TI	659	201	64	76	25	671	1,63	2,64	0,35	Areia Franca
Pastagem	TS	593	208	80	119	13	891	1,72	2,62	0,35	Areia Franca
	TI	601	171	76	152	63	585	1,65	2,62	0,35	Franco Arenosa

* TS Terço superior da área; **TI: terço inferior da área; ¹ Análises realizadas no DSER/CCA/UFPB, conforme metodologia utilizada

3.4.2- Liberação de nutrientes

Sub-amostras do esterco bovino e da serrapilheira, foram enviados ao Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas/UFLA, para análise dos conteúdos de N, P, K, Ca, Mg e S (Tabela 5) de acordo com a metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

Tabela 5 - Teores de Macronutrientes (g.kg^{-1}) encontrados no esterco e na serrapilheira utilizados no experimento

Material	N	P	K	Ca	Mg	S
Esterco	19,5	5,36	12,4	8,95	6,98	3,18
Serrapilheira	19,3	0,69	1,2	19,3	4,21	1,20

A cada 30 dias foram coletadas quatro sacolas de náilon de cada tratamento e seu conteúdo também enviado para análise no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas/UFLA, a fim de se avaliar a taxa de liberação dos nutrientes anteriormente citados.

3.5- Delineamento experimental

3.5.1- Decomposição da matéria orgânica e Liberação de nutrientes

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial, para se estudar o fator tempo (1, 2, 3, ...8 meses). O esquema de análise de variância utilizado no experimento é visualizado na tabela 6.

Tabela 6- Esquema de análise de variância utilizado no experimento para a decomposição da matéria orgânica e liberação de nutrientes.

FONTES DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE
Tratamentos (T)	3
Períodos (P)	7
T x P	21
Resíduo	96
TOTAL	127

Para análise dos dados obtidos, utilizou-se a análise de variância pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Foi utilizado o SAS.

3.5.2- Respiração edáfica

Utilizou-se para esse experimento o delineamento inteiramente casualizado em parcela sub-dividida no tempo com oito repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas áreas de mata, monocultivo de coentro, monocultivo de batata-doce e pastagem degradada, as sub-parcelas foi o período de oito meses em que a respiração edáfica foi realizada, enquanto a unidade experimental diz respeito aos recipientes com KOH, que após decorridas 12 horas eram retirados no período da manhã e da noite, nos oito meses de experimento. A tabela 7, mostra o esquema de análise de variância utilizado.

Tabela 7- Esquema de análise de variância utilizado no experimento para a respiração edáfica.

FONTES DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE
Tratamentos (T)	3
Hora (H)	1
Resíduo a	15
Periodo (P)	7
P x T	21
P x H	7
P x H x T	21
Resíduo b	168
TOTAL	243

4- Resultados e Discussão

4.1- Pluviosidade, temperatura e conteúdo de água no solo

A pluviosidade total para o período estudado, foi de 1.846,5mm, valores estes atípicos para a região em relação aos últimos anos, tendo os meses de novembro (30 d.a.i.) e dezembro (60 d.a.i.) apresentado os menores valores, respectivamente, 28,5 e 20,6 mm e fevereiro/2004 (120 d.a.i.) a maior precipitação (512,5 mm).

Na figura 3 são apresentadas às variações na pluviosidade mensal e as médias de temperatura na superfície do solo, no período da manhã, nos ambientes estudados, durante os oito meses de condução do experimento.

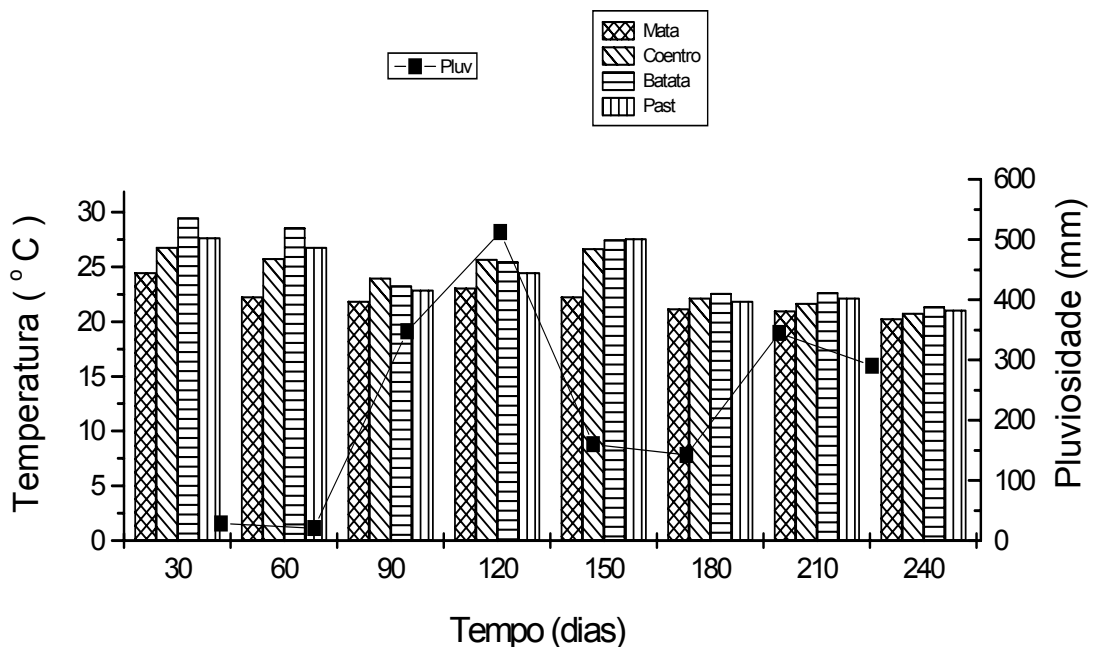


Figura 3- Evolução da temperatura média do solo na superfície do solo no período da manhã e precipitação pluviométrica.

Para a temperatura, observa-se que aos 30 e 60 d.a.i. houve níveis mais elevados. A partir dos 90 d.a.i. até os 120 d.a.i. a temperatura na superfície do solo diminui enquanto há elevação da pluviosidade. Dos 120 d.a.i. aos 150 d.a.i. há uma redução da pluviosidade e um aumento de temperatura. A partir dos 180 d.a.i. a pluviosidade aumenta e a temperatura fica abaixo dos 25°C em todos os ambientes estudados.

Durante os oito meses de experimento, verifica-se que a temperatura na superfície do solo, no período da manhã, foi sempre menor na área com mata. Isto pode ter ocorrido devido ao microclima criado no interior desta área em decorrência da sua densa cobertura vegetal.

No que diz respeito à temperatura do solo a 10,0 cm de profundidade, no período da manhã, durante os oito meses de experimento, verifica-se na figura 4 a tendência de menor temperatura nas áreas de mata e pastagem, com exceção do período 120 d.a.i., onde ocorreu maior pluviosidade.

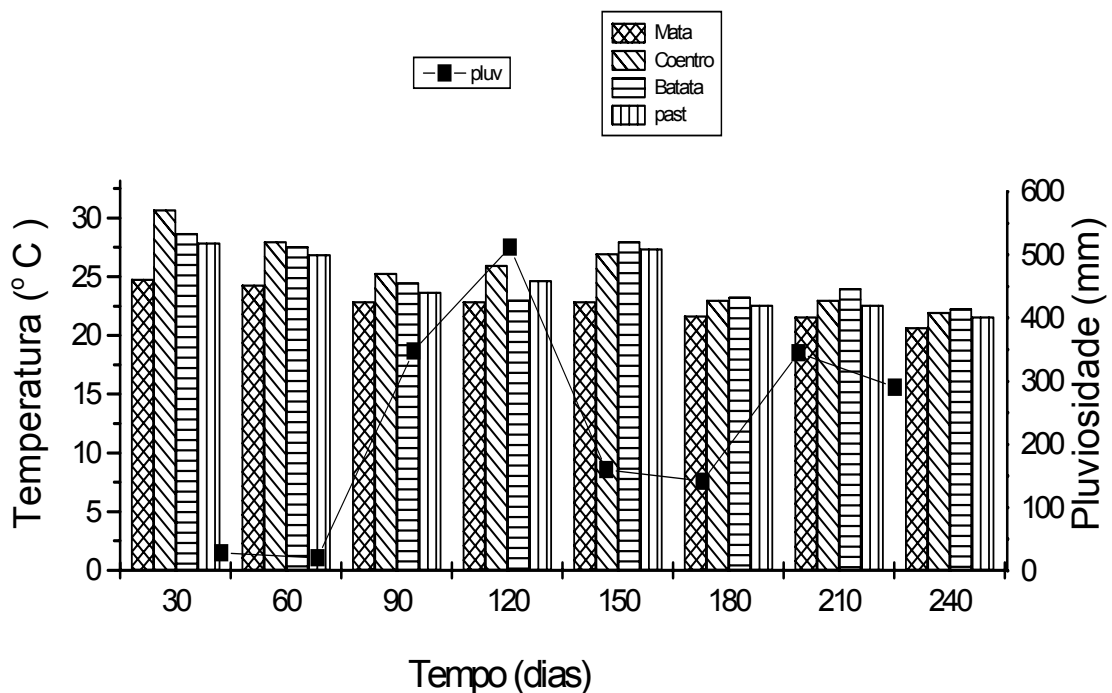


Figura 4- Evolução da temperatura média a 10,0 cm de profundidade, no período da manhã e, precipitação pluviométrica.

Na figura 5, encontram-se as variações de pluviosidade e as médias de temperatura do ambiente na superfície do solo no período da tarde, durante os oito meses de experimento.

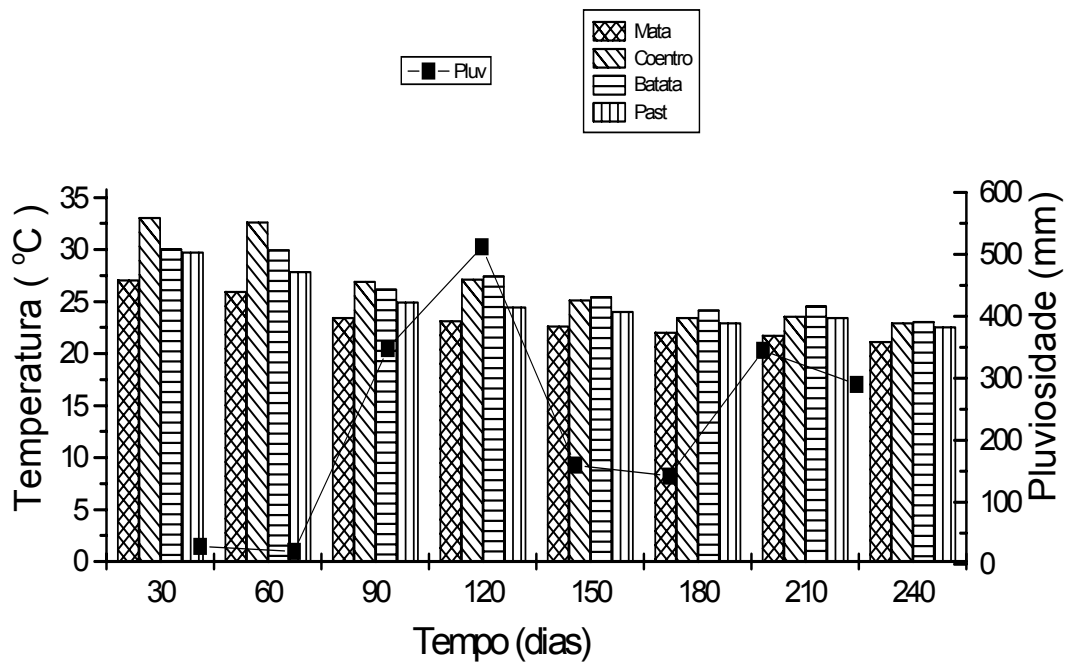


Figura 5- Evolução da temperatura média na superfície do solo, no período da tarde e, precipitação pluviométrica.

Na figura acima, observa-se a tendência de maiores temperaturas nos ambientes com monocultivo de coentro e batata-doce e menores nas áreas com mata e pastagem. Observa-se que, no período da tarde, a temperatura na superfície do solo foi maior aos 30 e 60 **d.a.i.**, onde o índice pluviométrico foi o mais baixo de todo o período experimental.

Desenvolvendo estudos com objetivo de avaliar o efeito de gliricídia em áreas cultivadas sobre a dinâmica da matéria orgânica, nutrientes, umidade e temperatura do solo, bem como a produtividade do milho no município de Esperança (PB), Silva (2004), verificou que a presença da gliricídia provocou uma diminuição significativa da temperatura do solo próximo ao tronco das árvores. Os resultados encontrados no presente estudo corroboram aqueles observados pelo autor supracitado.

No tocante a temperatura a 10,0 cm de profundidade, no período da tarde, os dados podem ser visualizados na figura 6, onde as maiores temperaturas ocorreram aos 30 e 60 **d.a.i.**, sendo que as menores temperaturas foram obtidas nas áreas de mata e pastagem, com exceção do período 240 **d.a.i.**

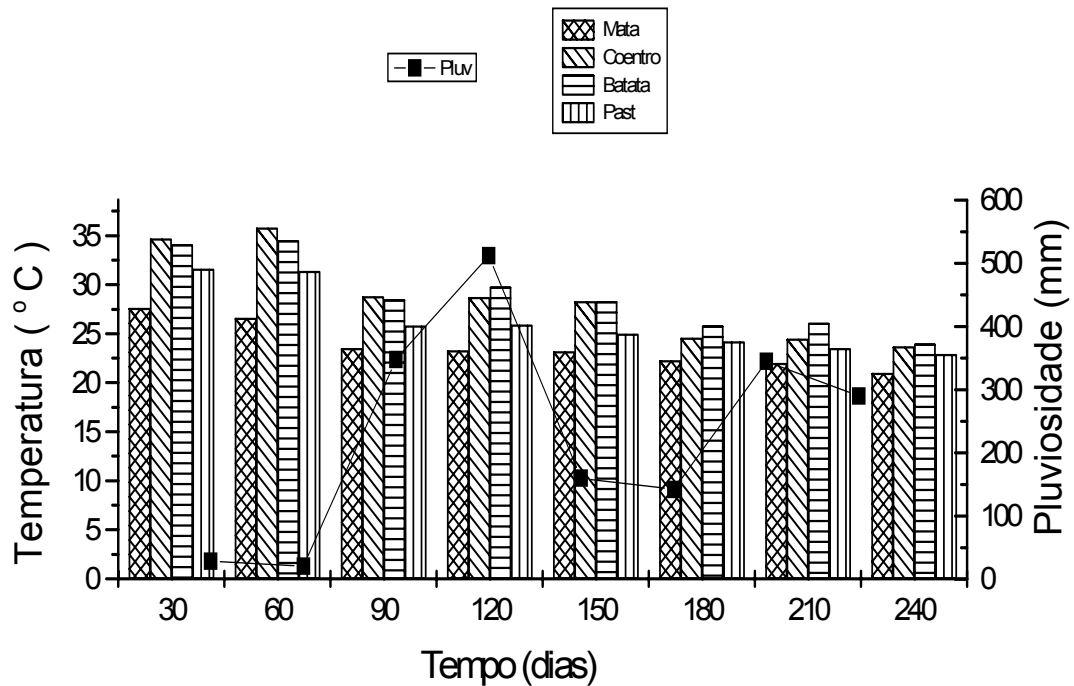


Figura 6- Evolução da temperatura a 10cm de profundidade, no período da tarde, e Precipitação pluviométrica.

Na tabela 8, observa-se os valores da umidade do solo durante os meses em que foi conduzido o experimento, apresentando aos 30 e 60 **d.a.i.** os percentuais mais baixos, com aumentos expressivos a partir dos 120 **d.a.i.**, fato este que pode ser atribuído ao aumento da pluviosidade neste período.

Tabela 8- Conteúdo de água no solo (%) nos diferentes tratamentos nos meses estudados a 10 cm de profundidade (média de três repetições)

Tratamentos	Tempo (d.a.i)							
	30	60	90	120	150	180	210	240
 %							
Mata	2,5	2,57	6,5	12,53	11,21	19,02	21,00	26,31
Coentro	0,8	0,96	1,01	4,67	3,57	14,12	12,38	13,34
Batata-doce	0,6	0,80	0,88	4,87	4,52	13,65	12,34	21,14
Pastagem	1,49	1,75	3,17	5,88	7,02	15,89	16,00	19,50

Também se verifica na tabela 8 que as áreas com mata e pastagem apresentaram maiores conteúdos de água durante todos os meses de experimento, o que pode ter ocorrido devido ao maior conteúdo de argila nestes tratamentos (Tabela 3).

4.2- Decomposição da matéria orgânica

Observando-se os dados da tabela 9 verifica-se que aos 30 e 60 d.a.i. o comportamento da decomposição do esterco bovino nas áreas de pastagem e batata-doce foi estatisticamente semelhante, o mesmo ocorrendo com a área de mata. No entanto, na área com cultivo de coentro a decomposição do esterco foi 33,8, 30,12 e 31,11%, respectivamente, maior do que nas áreas de mata, batata-doce e pastagem. Essa maior decomposição na área com coentro deveu-se a maior atuação dos fatores insolação, temperatura e impacto das gotas de chuva sobre as sacolas de náilon, visto que a cobertura proporcionada pela cultura do coentro ser muito deficiente.

Tabela 9- Percentual remanescente (%) de esterco e serrapilheira nos tratamentos aplicados

Tratament os	Tempo (d.a.i)							
	30	60	90	120	150	180	210	240
Mata	93,60 a*	93,25 a	88,65 a	89,15 a	86,10 a	75,85 a	85,00 a	70,75 a
Coentro	62,90 b	65,20 b	70,40 b	58,35 b	54,60 b	74,50 a	29,95 b	32,95 b
Batata- doce	90,00 a	97,15 a	90,00 a	80,30 a	56,20 b	66,25 a	65,10 a	62,10 a
Pastagem	91,30 a	84,60 a	83,05 ab	75,70 ab	83,65 a	73,55 a	71,75 a	71,05 a

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Meguro et al. (1980), estudando a decomposição de material foliar recém-caído, verificaram um declínio no peso seco inicial, nas sacolas de náilon, da ordem de 10 a 20% após quatro meses e de 35 a 50% após seis meses na estação seca, enquanto que, na estação chuvosa esta perda atingiu 30 a 50% após três meses e 40-60%, decorridos seis meses de experimento. Isto evidencia que a chuva é promotora de desagregação e aceleração da decomposição da matéria orgânica.

Aos 90 e 120 d.a.i., as médias obtidas dentro dos referidos períodos seguiram a mesma tendência, ou seja, sempre ocorrendo maior taxa de decomposição na área com coentro, apesar de as médias entre a área de pastagem e de coentro serem estatisticamente semelhantes.

Observa-se ainda na tabela 8 que, aos 150 **d.a.i.**, ocorreu uma maior decomposição do esterco no tratamento com batata-doce, fato este decorrente das chuvas ocorridas no período, porém, não houve diferença significativa com relação ao tratamento com coentro. A aproximação entre o percentual remanescente de esterco nas áreas de coentro e batata-doce neste período deve-se, possivelmente, a colheita de parte do plantio de batata-doce e, visto que o produtor fazia a colheita gradativamente, havendo uma conseqüente redução da cobertura vegetal nesta área.

Muitas vezes o desaparecimento dos esterco das sacolas de náilon não necessariamente significa que houve uma completa mineralização da fração removida e uma subseqüente disponibilidade de nutrientes para as plantas. As chuvas muito intensas podem contribuir para a remoção do esterco da sacola de náilon (Esse et al., 2001).

Ao final do período experimental (240 **d.a.i.**) a quantidade remanescente de matéria orgânica nas sacolas de náilon, continuou sendo menor na área com coentro tendo sido decomposto 67,05% do esterco contido nas sacolas. Já nos tratamentos com batata-doce, pastagem e mata, a decomposição atingiu valores da ordem de 37,90% , 29,95% e 29,25%, respectivamente.

A baixa decomposição obtida para a serrapilheira na área de mata contrasta com os resultados obtidos por Golley et al. (1978), em uma floresta tropical, cuja perda de massa foi de 87% em 10 meses. No entanto, a assertiva de Coleman e Crossley (1996) vem confirmar a baixa taxa de decomposição encontrada para o tratamento com mata, onde estes autores afirmam que a taxa de decomposição em sistemas agrícolas é geralmente mais rápida do que em sistemas florestais, visto que nos sistemas agrícolas ocorre poucos componentes recalcitrantes. Vale ressaltar que a serrapilheira utilizada no presente estudo continha diversos componentes das plantas (folhas, flores, frutos, cascas, galhos finos, etc.) e outros componentes não identificados. A natureza do material, a exemplo de folhas coriáceas de algumas espécies ocorrentes na área, parece ter retardado o processo de decomposição.

Os resultados observados no presente estudo contrastam com os encontrados por Dantas (2003) ao estudar a dinâmica da decomposição do folheto de espécies da caatinga, durante as estações seca e chuvosa. O estudo, realizado entre os municípios de Remígio e Areia, na Paraíba, mostrou que, ao final de um ano de experimento, ocorreu uma decomposição de 90% do material contido nas sacolas de náilon.

4.3- Respiração edáfica

No que concerne à respiração edáfica no período diurno (figura 7), nota-se que na área de mata, com exceção do período 120 **d.a.i.**, a respiração foi bem menor, denotando desta forma que ocorreu menor atividade microbiana nesta área.

A área degradada seria mais um emissor do que um receptor do CO₂ atmosférico, fato este preocupante, já que esta área não possui cobertura vegetal que possibilite “inputs” adequados de biomassa ao solo, amenizando a liberação de carbono que possa ocorrer sob melhor condição de umidade (Silva, 2000).

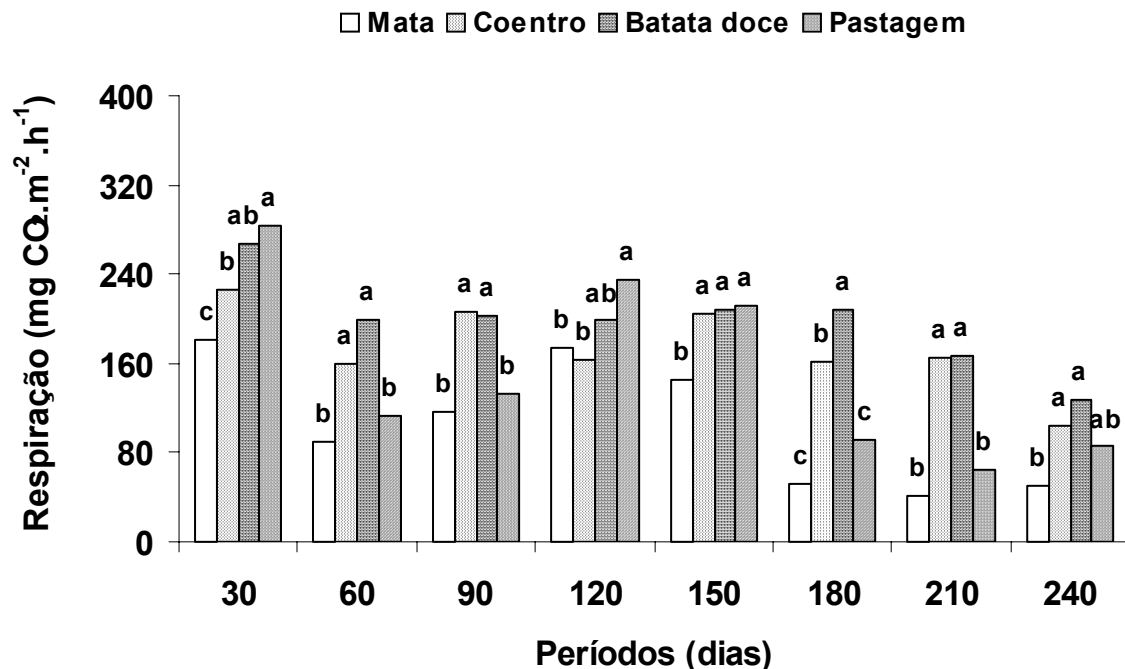


Figura 7- Respiração edáfica no período diurno nos tratamentos estudados

A menor atividade microbiana na área de mata também pode ser explicada pela qualidade da matéria orgânica existente neste tratamento (relação C/N = 21,83).

Souto (2002), estudando a dinâmica da decomposição de esterco no Semi-árido paraibano, também verificou menor liberação de CO₂ em material orgânico com elevada relação C/N.

De acordo com Alvarenga (1993) a decomposição mais lenta dos resíduos com alta relação C/N provoca imobilização de nutrientes, principalmente de nitrogênio. Já nos resíduos com baixa relação C/N ocorre o favorecimento da decomposição e liberação de nutrientes, podendo, no entanto, ocorrer perdas.

A menor respiração na área de mata pode ter ocorrido ainda, devido esta área ter apresentado maior acidez do solo (tabela 2), em relação aos outros tratamentos. Tais resultados corroboram com os de Lira et al. (1999), que ao estudar a liberação de CO₂ pelo solo em povoamentos de eucalipto e áreas com vegetação natural, observaram maior emissão de CO₂ nas áreas onde ocorreu menor acidez do solo.

Vasconcellos et al. (1998), observaram que, solos com pH elevado, favorecem uma maior atividade da biomassa microbiana, quando na presença de fonte energética.

Estes dados também estão de acordo com Trevisan et al. (2002), que ao estudar o efeito da cobertura do solo com aveia preta sobre a atividade microbiana, constataram maior liberação de CO₂ em área de pH mais elevado.

No que diz respeito à respiração edáfica noturna (figura 8), observa-se a mesma tendência de menor liberação de CO₂ na área de mata, com exceção do período de 120 d.a.i. A elevação na liberação de CO₂ (diurna e noturna) na área com mata neste período, pode estar relacionado com o aumento da pluviosidade, já que aos 120 d.a.i. verificou-se a maior precipitação de todo o período experimental (figura 3).

Neste sentido, Lira et al. (1999), também encontraram maior taxa de liberação de CO₂ nos meses de maior precipitação.

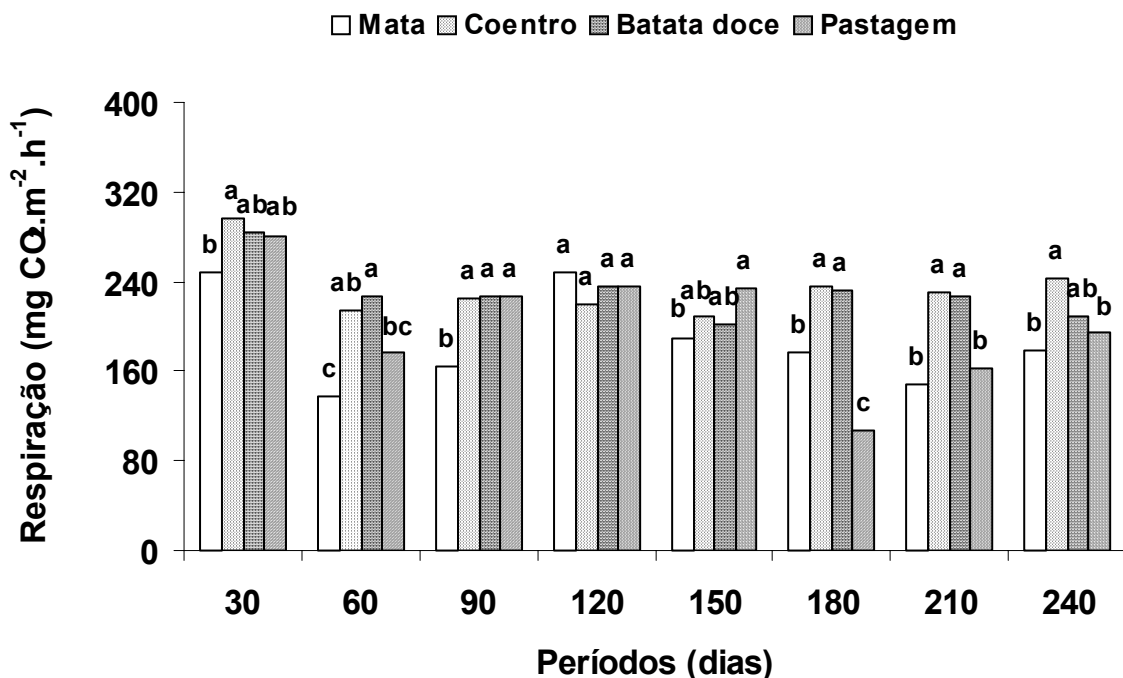


Figura 8- Respiração edáfica no período noturno nos tratamentos estudados

Analisando-se, conjuntamente, os dados referentes à respiração edáfica no período diurno e noturno (figuras 1 e 2), observa-se a tendência de maior respiração no período noturno. Estes resultados estão de acordo com Souto et al. (2002), que ao analisar a atividade microbiana em função da disposição de esterco no solo, observaram valores mais elevados de liberação de CO₂ no período noturno, isto nos tratamentos em que os esterco estavam dispostos na superfície do solo.

Entretanto, Silva (2000) encontrou valores para a respiração diurna superiores aos referentes à respiração noturna. A aparente discordância pode ter ocorrido devido à utilização do fator de correção da respiração edáfica utilizada pelo autor.

Maia et al. (1999), avaliando a taxa de decomposição de diferentes esterco pela medição da respiração edáfica em casa de vegetação, também encontrou valores diurnos maiores que os noturnos. Isso provavelmente deveu-se a um maior controle dos fatores bióticos e abióticos nesse ambiente, o que interferiu no comportamento microbiano, não expressando com fidelidade o que ocorre em condições de campo.

De acordo com Martins e Mathes (1978) inúmeros fatores influem na respiração edáfica, além dos erros experimentais, citam-se as possíveis influências da temperatura e umidade do ar e do solo, da quantidade e qualidade dos resíduos orgânicos presentes, da quantidade de raízes e de organismos do solo, da biomassa e do tipo de cobertura vegetal.

4.4- Liberação de nutrientes

Na tabela 10 são apresentados os dados referentes aos teores de N nos tratamentos durante o período experimental. Como não ocorreram diferenças significativas entre as médias ao longo das épocas, preferiu-se mostrar as médias em formato de tabela. No entanto, observa-se na referida tabela que, em relação aos teores iniciais, houve uma maior liberação de N nos tratamentos com coentro e batata-doce.

Tabela 10- Teores de Nitrogênio (g.kg⁻¹) encontrados no esterco e na serrapilheira considerando o tempo de coleta

Tratamentos	Tempo (d.a.i)							
	30	60	90	120	150	180	210	240
Mata	21,1 ^{ns*}	21,3	21,6	13,5	15,4	17,8	17,2	16,0
Coentro	21,4	16,9	14,3	14,6	19,1	9,8	16,4	11,5
Batata-doce	20,9	19,4	17,0	19,8	14,0	9,2	17,0	15,0
Pastagem	22,1	16,7	19,4	18,8	21,0	15,4	16,7	15,6

*ns = não significativo em todas as épocas estudadas pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Os resultados para a liberação de fósforo do esterco e da serrapilheira são visualizados na figura 9. No tratamento onde foi cultivado o coentro o comportamento foi quadrático ($R^2 = 0,87$). Já para o tratamento onde foi cultivada a batata-doce o comportamento foi linear, tendo os teores de fósforo no esterco variado de $5,36 \text{ g.kg}^{-1}$, inicialmente, a $0,74 \text{ g.kg}^{-1}$ aos 240 d.a.i.

Para Blair (1988a) a concentração de fósforo pode aumentar em valores absolutos durante a decomposição da serrapilheira de algumas espécies arbóreas mesmo depois da perda de massa.

Aos 240 d.a.i. a liberação de fósforo resultou na redução de 24,63% , 65,67% , 78,73% e 86,19% , respectivamente para os tratamentos com mata, pastagem, coentro e batata-doce. Verifica-se, portanto que a maior liberação de nutrientes deu-se nos tratamentos onde havia cultivos agrícolas, devido possivelmente aos tratos culturais realizados.

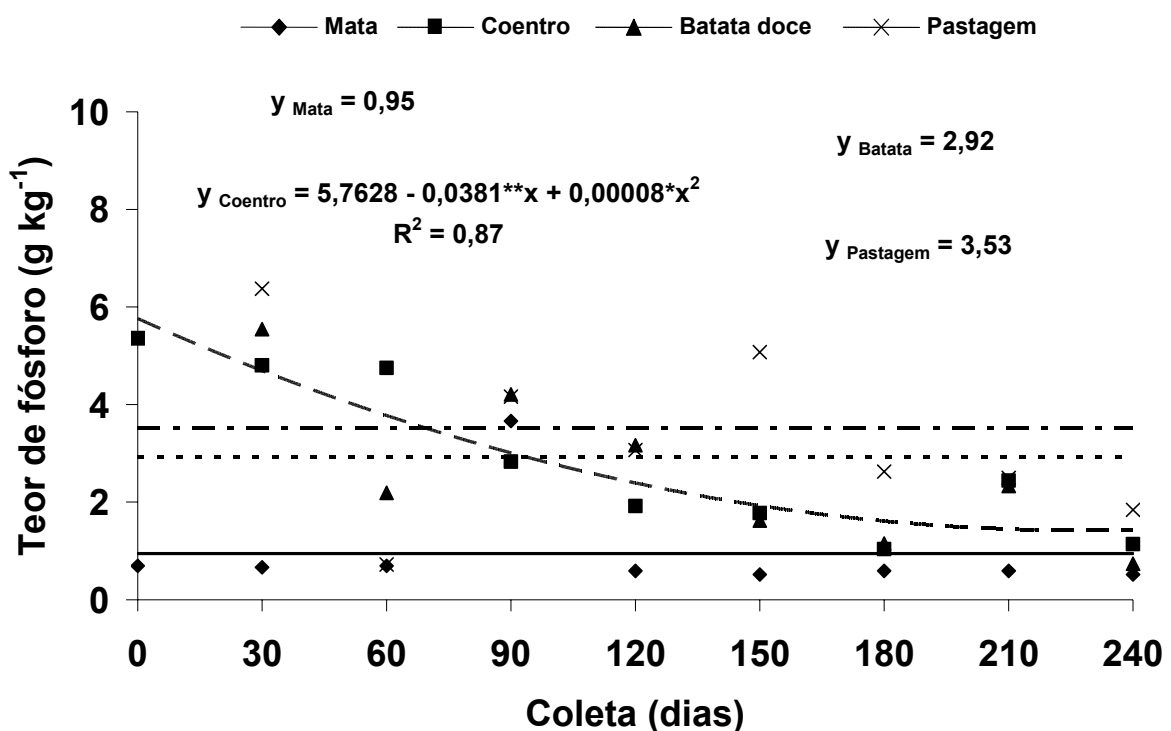


Figura 9- Teor de fósforo (g.kg^{-1}) no esterco e na serrapilheira, considerando o tempo de coleta.

A dinâmica do fósforo nas sacolas de náilon variou com a época de coleta para os tratamentos onde se cultivou coentro e batata-doce, havendo liberação inicial de fósforo das sacolas até os 180 dias. Para os tratamentos pastagem e batata-doce ocorreu efeito linear,

porém o R^2 foi baixo. Já para o tratamento com mata, não houve efeito significativo para P no decorrer do período experimental.

A figura 10 mostra a dinâmica da liberação de cálcio do esterco e da serrapilheira em função do tempo. Nota-se que houve comportamento linear para o tratamento com coentro, enquanto que para as áreas com batata-doce e pastagem o comportamento foi quadrático. Houve variação dos teores de cálcio no conteúdo das sacolas de náilon de acordo com a época de coleta, sendo os teores iniciais de $19,3 \text{ g.kg}^{-1}$ para o tratamento com mata e, $8,95 \text{ g.kg}^{-1}$ para os tratamentos com coentro, batata-doce e pastagem; no final do experimento os teores de cálcio atingiram valores da ordem de $14,54 \text{ g.kg}^{-1}$, $5,82 \text{ g.kg}^{-1}$ e $3,99 \text{ g.kg}^{-1}$ para as áreas com mata, coentro e batata-doce, respectivamente.

A concentração de cálcio durante a decomposição da serrapilheira sofre alteração suave (Blair, 1988b). Para este autor a liberação dos teores de cálcio, inicialmente, é pequena, seguida de um aumento mais rápido posteriormente. Essa assertiva de Blair vem corroborar os dados encontrados no presente estudo, para o tratamento com mata, onde nos 90 primeiros dias de condução do experimento foi liberado apenas 12,33% do teor de Ca em relação aos teores iniciais. A partir deste momento até os 240 d.a.i. a liberação do Ca foi da ordem de 32,9%

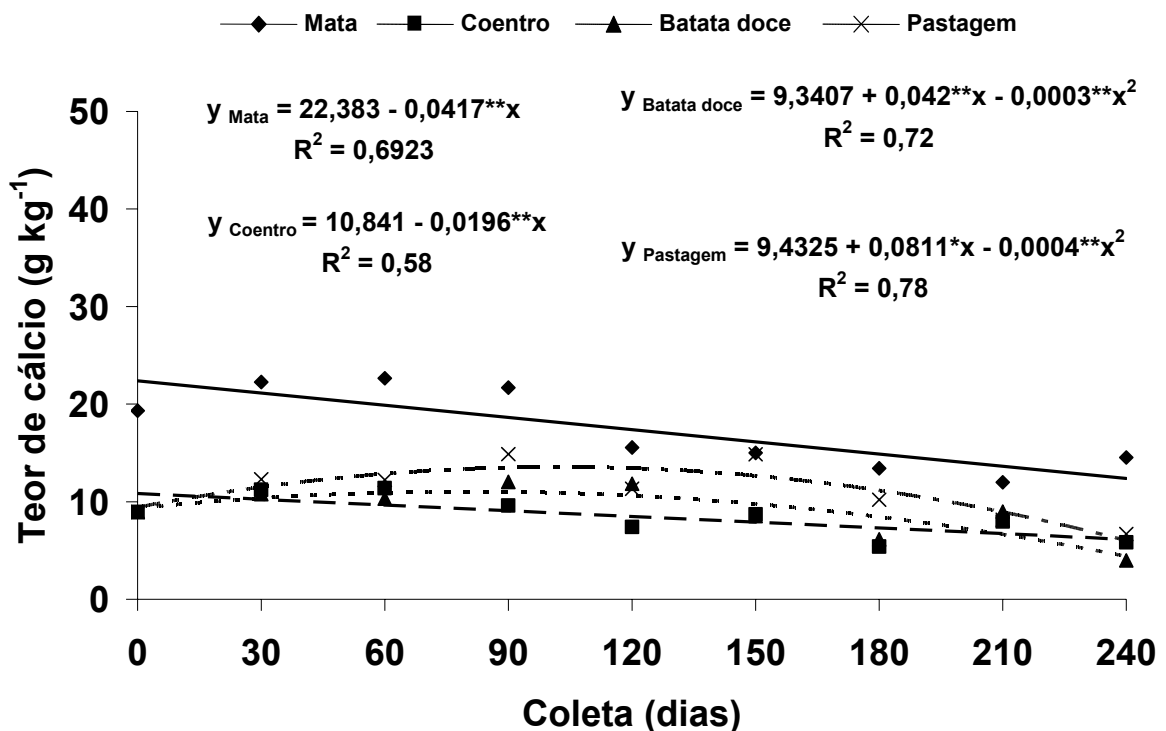


Figura 10- Teor de cálcio (g.kg^{-1}) no esterco e na serrapilheira, considerando o tempo de coleta

Nos tratamentos estudados, a liberação de cálcio foi maior no cultivo de batata-doce, resultando em uma redução de 55% do teor inicial no final de oito meses; contudo, não ocorreu diferença significativa em relação aos tratamentos com pastagem e coentro.

Os resultados de liberação do magnésio no esterco e na serrapilheira podem ser visualizados na figura 11. Houve efeito linear para os tratamentos com mata, batata-doce e pastagem, ao mesmo tempo em que houve efeito quadrático para o tratamento com coentro, sendo o R^2 igual a 0,85. Os teores de magnésio no conteúdo das sacolas de náilon foram de $4,21 \text{ g.kg}^{-1}$ para o tratamento com mata e $6,98 \text{ g.kg}^{-1}$ para os tratamentos com batata-doce, coentro e pastagem degradada no início do experimento; ao final do experimento a área com mata apresentou teores de $2,29 \text{ g.kg}^{-1}$; as áreas com batata-doce e pastagem apresentaram teores de $1,35 \text{ g.kg}^{-1}$ e $2,74 \text{ g.kg}^{-1}$, respectivamente.

Semelhante ao cálcio, os teores de magnésio durante a decomposição da serrapilheira mudaram gradativamente, conforme preconizou Blair (1988b). Apesar da serrapilheira ter liberado menos Mg (45,60%) do que o esterco nos demais tratamentos, não houve diferença significativa entre os tratamentos.

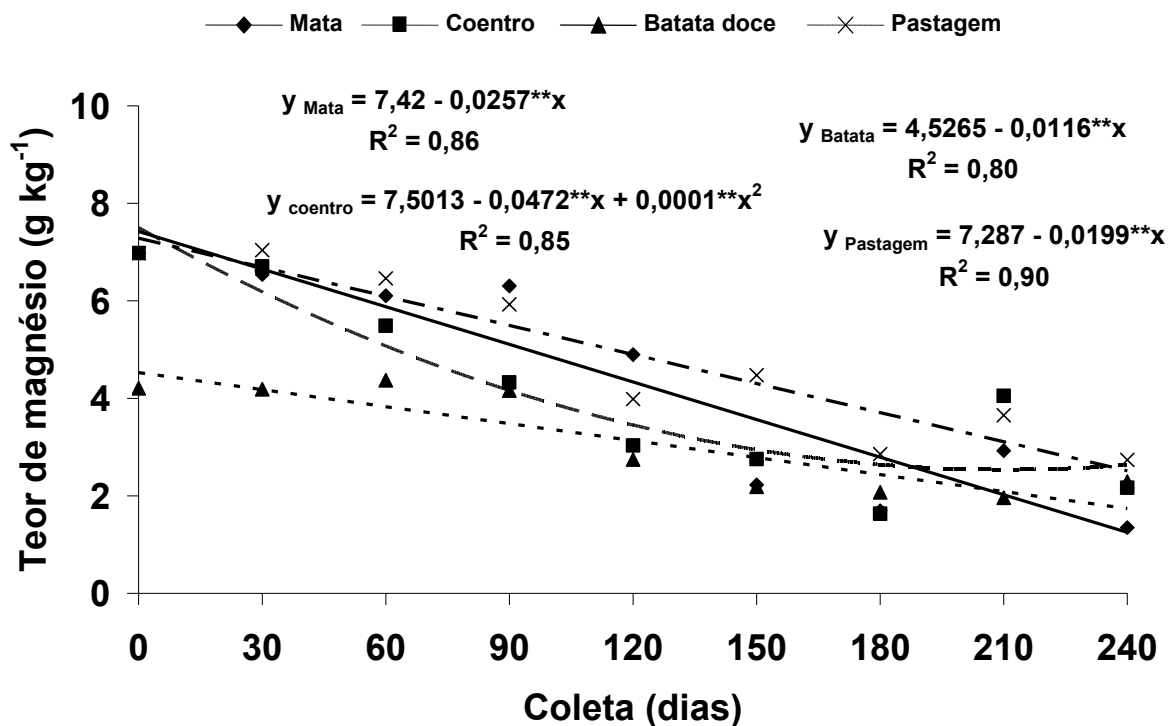


Figura 11- Teor de Magnésio (g.kg^{-1}) no esterco e na serrapilheira, considerando o tempo de coleta

Na figura 12 é mostrada a dinâmica da liberação do enxofre nos tratamentos e nos períodos estudados. Observa-se na referida figura que ocorreu efeito linear para a área com pastagem, não havendo efeito significativo para os outros tratamentos. Com relação à pastagem, ocorreu efeito linear, porém o R^2 foi baixo (0,57). Na área com batata-doce houve variação do teor de enxofre no esterco contido na sacola de náilon, sendo este teor de 3,18 g.kg^{-1} e 1,12 g.kg^{-1} , no início e no final do experimento, respectivamente. A liberação de S para o tratamento com coentro e pastagem foi da ordem de 43,08% e 27,67%, respectivamente, no final do período experimental.

No que concerne aos teores de S no tratamento com mata, onde foi utilizado serrapilheira, não ocorreu diferença significativa entre os teores ao longo das épocas, havendo, inclusive, no oitavo mês, efeito de concentração no teor de S em relação ao teor inicial. Este fato também foi comprovado por Blair (1988a) ao estudar a dinâmica do N, P e S na serrapilheira de folhas decíduas nos EUA. O autor enfatizou que os teores de S podem aumentar em valores absolutos durante a decomposição da serrapilheira de algumas espécies arbóreas mesmo depois da perda de massa. Contudo, Souto (2002) atribui esses valores mais elevados de S na fase final do experimento à redução da massa de serrapilheira adicionada nas sacolas de náilon, realizada pelos microrganismos.

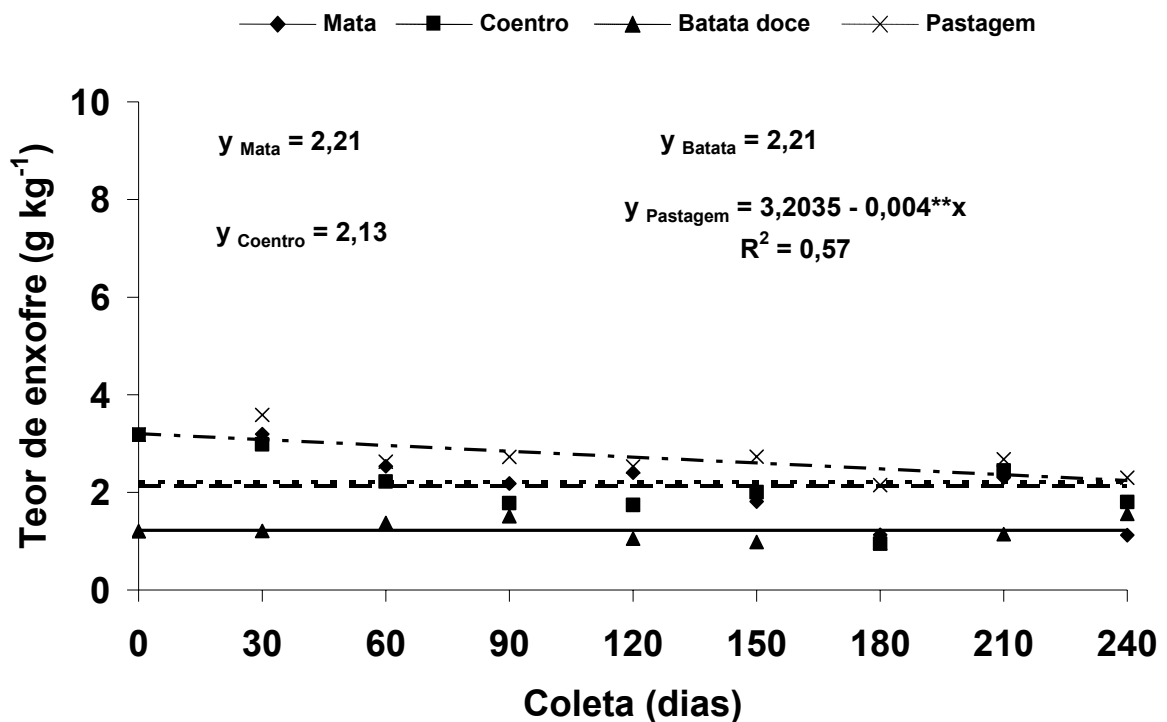


Figura 12- Teor de enxofre (g.kg^{-1}) no esterco e na serrapilheira, considerando o tempo de coleta

5- Conclusões

A análise e interpretação dos dados permitiram concluir que:

- A taxa de decomposição do esterco foi maior no tratamento com coentro;
- A menor produção de CO₂ ocorreu na área com mata, independente do turno, no entanto, a respiração edáfica noturna foi sempre superior a respiração edáfica diurna;
- A redução nos teores de P, Ca, Mg e S foi sempre maior no tratamento com batata-doce, seguido do tratamento com coentro;
- No tratamento com coentro ocorreu a maior liberação de N.

6 – Recomendações

- Face o ciclo curto do coentro (*Coriandrum sativum*) e da batata-doce (*Ipomoea batatas*), necessário se faz aplicar esterco bovino com bastante antecedência a semeadura e/ou plantio, quando este não se encontrar bem curtido, para que haja um aproveitamento (disponibilidade) de nutrientes durante a fase de crescimento da cultura;
- A metodologia aplicada no presente estudo é bastante prática e de baixo custo, podendo ser utilizada por outros pesquisadores, aperfeiçoando sempre que possível, a metodologia empregada.

7. Referências Bibliográficas

ABER, J. D.; MELILO, J. M. **Terrestrial ecisystems**. Orlando: Reinhart & Wintson, 1991, 428p.

ALMEIDA, D. L. de. **Contribuições da adubação orgânica para a fertilidade do solo**. Tese (Doutorado), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 192f, 1991.

ALVES, A. G. C.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Relações da erosão do solo com a persistência da cobertura vegetal morta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 19, p. 127-132, 1995.

AMADO, T.; SANTI, A. Seqüestro de carbono em plantio direto e suas implicações no efeito estufa. In: Semana acadêmica da Faculdade de Agronomia e Medicina veterinária, v. 9, p. 173-184. Passo Fundo, 2000.

ANDERSON, J. P. E.; Soil respiration. In: PAGE, A. L. (Ed.) **Methods af soil analysis**. 2. ed. Part 2. Madison: ASA/SSSA, p. 831-871, 1982.

ANDRADE, A. G. **Ciclagem de nutrientes e arquitetura radicular de leguminosas arbóreas de interesse para revegetação de solos degradados e estabilização de encostas**. Tese de Doutorado, UFRRJ, Instituto de Agronomia, Seropédica, RJ, 1997. 182fls.

ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; MENDONÇA, E. S.; OLSZEWSKI, N. Propriedades químicas de uma terra roxa estruturada influenciadas pela cobertura vegetal de inverno e pela adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 609-620, 2000.

BAETHGEN, W.E. **Dinamica del nitrogeno en sistemas de rotacion cultivos-pasturas**. Revista INIA de Investigaciones Agronomicas, v. 1, n. 1, p. 3-25, 1992.

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

BARBOSA, J. H. C. Dinâmica da serrapilheira em estágios sucessionais de Floresta Atlântica (Reserva Biológica de Poços das Antas – RJ). Rio de Janeiro – Tese de Mestrado – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2000. 202f.

BASTOS, A. L.; OLIVEIRA, J. U. L. de; MOURA, M. F. de.; SOUTO, J. S. Decomposição de matéria orgânica e respiração do solo em área sob cultivo de milho (*Zea mays* L.) na Paraíba. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 26. 2004. Lages-SC. **Anais...**, 2004. CD-ROM.

BAYER, C. e MIELNICZUCK, J. Nitrogênio total de um solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p.235-239, 1997.

BERG, B. Litter decomposition and organic matter turnover in northern forest soil. **For. Ecol. Manag.**, v. 133, p. 13-22, 2000.

BLAIR, J. M. Nitrogen, sulfur and phosphorus dynamics in decomposing deciduous leaf litter in the southern Appalachians. **Soil Biol. Biochem.**, v.20, p.693-701, 1988a.

BLAIR, J. M. Nutrient release from decomposing foliar litter of three species with special reference to calcium, magnesium and potassium dynamics. **Plant soil**, v.110, p.49-55, 1988b.

BOPAIAH, B.M. & SHETTI, H.S. Soil microflora and biological activities in the rhizospheres and root regions of coconut-based multistoreyed cropping and coconut monocropping systems. **Soil Biol. Biochem.**, v. 17, p. 297-302, 1991.

BRADY, N. C. **Natureza e propriedade dos solos**. 7^a ed. New York: John Wiley,, 1989, 472p.

CAMPOS, B. C.; TORNQUIST, C. G.; MIELNICZUK, J. Decomposição de resíduos culturais e evolução de CO₂ em sistema de manejo do solo e culturas In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS. **Anais...** v.3, Santa Maria, p.184-186, 1999.

CANTARELLA, H.; ABREU, C.A.; BERTON, R.S. Fornecimento de nutrientes pela matéria orgânica do solo. In: GUERRINI, I.A.; BULL, L.T. (Eds.). **Encontro sobre matéria orgânica do solo**. [S.l.]: UNESP, 1992. p.63-122.

CASSOL, P. C. **Eficiência de fertilizante de estrume de vaca e frango como fonte de fósforo às plantas**. Porto Alegre: UFRGS, 1999. 167fls. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

CAVALCANTE, M. A. B. Ecologia de pastagens cultivadas – reciclagem de nutrientes - importância das fezes. Disponível em: www.sbz.org.br. Acesso em (02/072004).

COLOCHO, J. L. O. **Influência da matéria orgânica e da propriedade de colocação do adubo mineral em algumas características físicas e químicas do solo e no crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991, 135f.

CORRÊA NETO, T. A. de; PEREIRA, M. G.; CORREA, M. E. F.; ANJOS, L. H. C. dos. Deposição de serrapilheira e mesofauna edáfica em área de eucalipto e floresta secundária. **Floresta e Ambiente**, v. 8, n. 1, p.70-75, 2001.

CUNHA, G.C.; POGGIANI, F.; GRENDENE, L.A. Ciclagem de nutrientes através da queda de serapilheira em florestas secundárias com diferentes idades no Rio Grande do Sul. In: **CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL**, 3., 1996, Brasília, DF. *Resumos...* Brasília, DF: UnB/Sociedade de Ecologia do Brasil, 1996. p.77.

DANTAS, J. S. **Dinâmica da produção e decomposição de folheto e ciclagem de nutrientes em um ecossistema de Caatinga no Agreste da Paraíba**. Monografia de Graduação – Universidade Federal da Paraíba – Areia-PB: CCA. 32f. 2003.

DEMÉTRIO, R. **Efeitos da aplicação de matéria orgânica sobre a biomassa-C microbiana do solo e o crescimento e absorção de nitrogênio em milho (*Zea mays* L.)**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1988, 98f.

DE-POLLI, H. e GUERRA, J. G. M. C, N e P na biomassa microbiana do solo. In: SANTOS, G. A. e CAMARGO, F. A. O. (eds). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e sub-tropicais**. Porto Alegre: Gênese, p.389-411, 1999.

DIAS, E. S. **Dinâmica da matéria orgânica leve e nutrientes do solo, condições microclimáticas e produtividade de biomassa em um sistema agroflorestal com gliricídia**

e milho no Agreste Paraibano. Monografia de Graduação – Universidade Federal da Paraíba – Areia-PB: CCA. 37f. 2004.

DÍAZ-RAVIÑA, M.; ACEA, M. J. e CARBALLAS, T. Microbial biomass and its contribution to nutrient concentrations in forest soils. **Soil Biol. Biochem.**, v. 25, p. 25-31, 1993.

EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS. 2ª ed., 1997. 212p.

ESSE, P. C.; BUERKERT, A.; HIERNAUX, P.; ASSA, A. Decomposition of and nutrient release from ruminant manure on acid sandy soils in the Sahelian zone of Niger, West Africa. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 83, p. 55-63, 2001.

FASSBENDER, H. W. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. 2 ed. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1993, 491p.

FEITOSA FILHO, J. C. Uniformidade de distribuição de fertilizantes via água de irrigação por microaspersão com uso injetores tipo venturi e tanque de derivação. - Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração: Irrigação e Drenagem – Universidade Federal de Viçosa. 1990, 77 f.

FERREIRA, T. N.; SCHARZ, R. A.; STRECK, E. V. **Solos: Manejo integrado e ecológico – elementos básicos.** Porto Alegre: EMATER/RS, 2000, 95p.

FIBGE – **Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística** – Censo Agropecuário, 1995-1995, v.16, 1998.

FOX, R.H.; MYERS, R.J.K.; VALLIS, I. The nitrogen mineralization of legume residues in soil as influenced by their polyphenol, lignin, and nitrogen contents. **Plant and Soil**, v. 129, p. 251-259, 1990.

FRANKENBERGER JUNIOR, W.T.; ABDELMAGID, H.M. Kinetic parameters of nitrogen mineralization rates of legumes crops incorporated into soil. **Plant and Soil**, v. 87, p. 257-271, 1985.

FRASER, D. G.; DORAN, J. W.; SAHS, W. W.; LESOING, G. W. Soil microbial populations and activities under conventional and organic management. **J. Environ. Qual.**, v. 17, p. 585-590, 1988.

FRIES, M. R.; AITA, C. Aplicação de esterco bovino e efluente de biodigestor em um podzólico vermelho-amarelo: efeito sobre a produção de matéria seca e absorção de nitrogênio pela cultura do sorgo. **Revista Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 20, n. 1-2, p. 137-145, 1990.

FULLER, N.H.; NIELSEN, D.R.; MILLER, R.W. Some factors influencing the utilization of phosphorus from crop residues. **Soil Science Society of America Proceedings**, v. 20, p. 218-224, 1956.

GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS N. F.; SANTOS M. L. Decomposição e liberação de nutrientes do folheto de espécies florestais nativas em plantios puros e mistos no sudeste da Bahia. *Rev. Bras. Ciênc. Solo* v. 27, n. .6, P. 1021-1031, 2003.

GAMA-RODRIGUES, E. F. da.; DE-POLLI, H. Biomassa na ciclagem de nutrientes. Trabalho apresentado no **FertBio 2000: Biodinâmica do Solo**, Santa Maria, RS, p.1-12.

GAMA-RODRIGUES, E. F. da; GAMA-RODRIGUES, A. C. da e BARROS, N. F. da. Biomassa microbiana de carbono e de nitrogênio de solos sob diferentes coberturas florestais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, p. 361-365, 1997a.

GAMA-RODRIGUES. A. C. da. **Ciclagem de nutrientes por espécies florestais em povoamentos puros e mistos, em solo de tabuleiro da Bahia, Brasil**. Viçosa – Tese de Doutorado – Universidade Federal de Viçosa, 1997b, 107f.

GOMES, M. A. F.; SOUZA, M. D. de; BOEIRA, R. C.; TOLEDO, L. G. de. **Nutrientes vegetais no meio ambiente: ciclos biogeoquímicos, fertilizantes e corretivos**. Jaguariúna. Embrapa Meio Ambiente, 2000. 50p. (Embrapa Meio Ambiente, Documentos 18).

GONZALEZ, M. I. M. e GALLARDO, J. F. El efecto Hojarasca: una revision. **Anales de Edafología y Agro biología**, p. 1130-1157, 1986.

GREGORICH, E. C.; CARTER, M. R.; ANGERS V. C.; MONREAL, M. e ELLERT, B. H. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soil. **Can. J. Soil Sci.**, p. 367-385, 1994.

GRISI, B. M. Biomassa e a atividade de microorganismos do solo: revisão metodológica. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 10, p. 1-22, 1995.

GRISI, B. M. Método químico de medição da respiração edáfica: alguns aspectos técnicos. **Ciência e Cultura**, v. 30, n. 1, p.82-88, 1978.

GRISI, B. M., GRAY, T. R. G. Comparação dos métodos de fumigação, taxa de respiração em resposta a adição de glicose e conteúdo de ATP, para estimar a biomassa microbiana dos solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 10, p. 109-115, 1986.

HAAG, H. P. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas: Fundação Cargil, 1985, 114p.

HARRISON, R B.; GUERRINI, I. A.; HENRY, C. L.; COLE D. W. Reciclagem de resíduos industriais e urbanos em áreas de reflorestamento **IPEF**, n. 198, 2003.

HAYNES, R.J.; P.H. WILLIAMS. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. *Advanced in Agronomy*, v. 49, p. 119-199, 1993.

HERINGER I. A. & JACQUES, V. Á. NUTRIENTES NO MANTILHO EM PASTAGEM NATIVA SOB DISTINTOS MANEJO. **Ciência Rural**, v. 32, n. 5, p 841-847, 2002.

HOUGHTON, R.A.; SKOLE. D.L. & LEFKOWITZ, D.S. Changes in the landscape of Latin America between 1850 and 1985. II Net release of CO₂ to the atmosphere. **For. Ecol. Manag.**, v. 38, p. 173-199, 1991.

HUMPHREYS, L. R. The maintenance of soil fertility I. Nitrogen and organic matter. In: **Tropical forages: their role in sustainable agriculture**, 1994. p. 23-72.

JANZEN, H.H.; KUCEY, R.M.N. Carbon, nitrogen and sulfur mineralization of crop residues as influenced by crop species and nutrient regime. **Plant and Soil**, v. 106, p. 35-41, 1988.

JENKINSON, D.S. & LADD, J.N. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: PAUL, E.A. & LADD, J.N. (eds)., *Soil Biol. Biochem.*, 5:415-471, 1981.

KENNEDY, A. C.; SMITH, K. L. Soil microbial diversity and sustainability of agricultural soils. **Plant and Soil**, v. 170, p. 75-86, 1995.

KHIEL, E. J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 482p.

KILLHAM, K. **Soil ecology**. London: Cambridge University Press, 1994. 242p.

KIRCHMANN, H. Animal and municipal organic wastes and water quality. In: LAL, R.; STEWART, B. A.(eds). **Advances in soil science**. Soil processes and water quality. Boca Raton: Lewis Publishers, 1994, p. 165-231.

KORNDÖRFER, G. H. Adubos orgânicos – caracterização física e química. Disponível em: www.dpv24.iciag.ufu.br. Acesso em (26/12/2004).

LAVELLE, P.; BLANCHART, E.; MARTIN, A. & MARTIN, S. A hierarchical model for decomposition in terrestrial ecosystems: applications to soils of humid tropics. **Biotropica**, v. 25, p. 130-150, 1993.

LIRA, A. C. S. de. Comparação entre um povoamento de Eucalipto sob diferentes práticas de manejo e vegetação natural de cerrado, através da respiração, infiltração de água e mesofauna do solo. 1999. 70 fls. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

LOURENÇO, A. J.; MATSUI, E.; DELISTOIANOV, J.; BOIN, C.; BORTOLETO, O. Efeitos de leguminosas tropicais na matéria orgânica do solo e na produtividade do sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 17, n. 2, p. 263-268, 1993.

LUIZÃO, F.J. **Ecological studies in contrasting forest types in central Amazonian**. 1995. 288fls. Thesis (Ph.D) – University of Stirling, 1995. Litter production and mineral element input to the forest floor un a central Amazonian forest. **Geojournal**, v. 19, n. 4, p. 407-417, 1989.

MACHADO, J. A.; PAULA SOUZA, D. M.; BRUM, A. C. R. Efeito de anos de cultivo convencional em propriedades físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.5, p.187-189, 1981.

MALAVOLTA, E. **Abc da adubação**. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1979. 187p.

- MASON, C.F. **Decomposição**. São Paulo: EPU/EDUSP, 1980. 63p
- MATSUOKA M.; MENDES I. C.; LOUREIRO M. F.. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste (MT). **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v. 27, n. 3, P. 425-433. 2003.
- MATTANA, R. S. Neutralização da acidez do perfil do solo por resíduos vegetais. **Revista Agroecologia Hoje**, p .20-21, 2000.
- MEGURO, M.; VINUEZA, G. N. & DELITTI, W. B. C. Decomposição do material foliar e liberação dos nutrientes minerais. **Bol. Botânica Univ.**, v. 8, p. 7-20, 1980.
- MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G. A. e CAMARGO, F. A. O (eds). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, Gênese, 1999. p. 09-26, 1999.
- MOOT, G.O; POPENOE, H.E, H.L. Grasslands. In: **Ecophysiology of tropical crops**. New York: Academic Press, 1977. p.157-186.
- MORITA, T. ; ASSUMPCÃO, R. M. V. **Manual de soluções, reagentes e solventes**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1972. 629p.
- MÜLLER, A.A. **Produção de liteira e retorno de fósforo, potássio, cálcio e magnésio ao solo em agrossistema de cacau e em regeneração natural**. Dissertação (Mestrado) – INPA/FUA, Manaus, 72f, 1986.
- MURPHY, W.M.; MENA BARRETO, A.B.; SILMAN, J.P.; DINDAL, D.L. Cattle and sheep effects on soil organisms, fertility and compactation in a smooth-stalked meadow grass dominant white clover sward. *Grass and Forage Science*, v. 50, p. 191-194, 1995.
- MUZZILLI, O.; OLIVEIRA, E. L.; GERAGE, A. C. & TORNERO, M. T. Influência na recuperação do solo com adubação verde de inverno nas respostas à adubação nitrogenada. **Pesq. Agrop. Bras.**, v. 18, p. 23-27, 1983.
- NEILL, C.; CERRI, C. L.; MELILLO, J. M.; FEIGL, B. J.; STEUDLER, P. A.; MORAES, J. F. L.; PICOLLO, M. C. Stocks and dynamics of soil carbon following deforestation for pasture in Rondônia. In: LAL, R.; KIMBLE, J. M.; FOLETT, R. F.; STEWART, B. A. **Soil processes and the carbon cycle**. Boca Raton: CRC, p. 9-28, 1998.

OLIVEIRA, A. P.; SILVA, V. R. F.; SANTOS, C. S.; ARAÚJO, J. S.; NASCIMENTO, J. T. Produção de coentro cultivado com esterco bovino e adubação mineral. **Hort. Bras.** v. 20, n. 3, p.477-479. 2002.

OLIVEIRA, I. P. de; KLUTHCOUSKI, J.; BALBINO, J. C.; BUSO, L. H.; YOKOYAMA, L. P.; MAGNABOSCO, C. U. de; SCARPATI, M. T. V. Sistema barreirão: emprego de micronutrientes na recuperação de pastagens. Santo Antônio de Goiás, EMBRAPA – CNPA, 1998, 36P. (EMBRAPA – CNPA. Circular Técnica 30).

OLIVEIRA, L.C.M. **Caracterização de macoartrópodos edáficos em uma mata de restinga, Maricá.** Dissertação de Mestrado, UFRJ, Instituto de Biologia, Rio de Janeiro, 1997, 92fls.

OLSON, J.S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. **Ecology**, v. 44, p. 322-331, 1963.

PALM, C.A; SANCHEZ, P.A. Nitrogen release from the leaves of some tropical legumes as affected by their lignin and polyphenolic contents. **Soil Biol. Biochem.**, v. 23, p. 38-88, 1991.

PARKINSON, D.; COLEMAN, D. C. Methods for assessing soil microbial populations, activity and biomass-microbial communities, activity and biomass. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 34, p. 3-33, 1991.

PASSIANOTO, C. C.; CASTILHOS, D. D.; CASTILHOS, R. M. V.; LIMA, A. C. R. de; RODRIGUES, C. L. Atividade e biomassa microbiana no solo com aplicação de dois diferentes lodos de curtume. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 7, n. 2, p. 125-130, 2001.

PAUL, E.A.; CLARK, F.E. **Soil microbiology and biochemistry**, California: Academic Press, 1989. 275p.

QUIROGA, A. e FUNARO, D. Materia orgánica. Factores que condicionan su utilización como indicador de calidad em Molisoles, de las Regiones Semiárida y Subhúmeda Pampeana. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. **Actas...** p.476.

QUISEN, R.C.; SOUZA, V.F.; CASTILLA, C. Avaliação da biomassa e conteúdo de nutrientes em liteira em sistema agroflorestal em solo de baixa fertilidade. **In: CONGRESSO**

DE ECOLOGIA DO BRASIL, 3., 1996, Brasília, DF. *Resumos...* Brasília, DF: UNB/Sociedade de Ecologia do Brasil, 1996. p. 66

REGANOLD, J. P. Comparison of soil properties as influenced by organic and conventional farming systems. **Am. J. Alt. Agr.**, v. 3, p. 144-155, 1998.

REICOSKY, D. C. Soil management and CO₂ sequestration. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS. **Anais...** v.3, Santa Maria, p.135-144, 1999.

RESCK, D. V. S.; PEREIRA, J.; SILVA, J. E. **Dinâmica da matéria orgânica na região dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1991. 22p. (Documentos, 36).

RUSSELLE, M.P. Nutrient cycling in pasture. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p.235-266.

SALTON, J. C. Utilização de leguminosas para adubação verde. Mato Grosso do Sul, EMBRAPA/ Comunicado Técnico 15, 24p., 1996.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H.; LIMA Jr., M.A.; BETTANY, J. Decomposição de palha de milho (¹⁴C-¹⁵N) incorporada a três profundidades em um latossolo vermelho-amarelo de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 14, p. 269-276, 1990.

SANCHEZ, P. A. **Properties and management of soils in the tropics**. New York.: John Wiley and Sons. 1976, 409p.

SANTOS, O. M.; GRISI, B. M. Efeito do desmatamento na atividade dos microorganismos do solo de terra firme na Amazônia. **Acta Amazônica**, v. 11, n. 1, p. 97-102, 1981.

SANTOS, R.H.S. **Crescimento, produção e qualidade da alface (*Lactuca sativa* L.) cultivada com composto orgânico**. Viçosa: UFV, 1993, 107 p. (Dissertação mestrado).

SCHIENTER, R. E. e CLEVER K. V. Relations hip between CO₂, evolution from soil, substrate temperature, and substrate moisture in four nature florest types in interior Alaska. Canadian. **J. For. Res.**, p 97-106, 1985.

SHIRANI, H.; HAJABBASI, M. A.; AFYUNI, M.; HEMMAT, A. Effects of farmyard manure and tillage systems on soil physical properties and corn yield in central Iran. **Soil and Tillage Research**, v. 68, n. 2, p. 101-108, 2002.

SILVA, R. F. **Roça caiçara: dinâmica de nutrientes, propriedades físicas e fauna do solo em um ciclo de cultura**. Tese de mestrado, UFRRJ, Instituto de Agronomia, Seropédica, RJ, 1998. 30fls.

SIMAS, J. M.; NUSSIO, C. M. B. Reciclagem de nutrientes do esterco tendo em vista o controle da poluição do meio ambiente. In: MATTOS, W. R. S. et al. (Eds). **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba, FEALQ, p. 383-394, 2001.

SORENSE, P.; JENSEN, E. S.; NIELSEN, N. E. Labelling of animal manure nitrogen with ¹⁵N. **Plant and Soil**, n. 162, p. 31-37, 1994.

SOUTO, P. C. **Estudo da dinâmica de decomposição de esterco na recuperação de solos degradados no semi-árido paraibano**. Dissertação (Mestrado). Areia-PB: CCA-UFPB, 110fls. 2002-a.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; SANTOS D. R.; BAKKE, O. A.; MIRANDA, J. R. P.; SOUTO, L. S. Influência da aplicação de diferentes esterco na população de fungos, bactérias e nematóides em solo degradado no semi-árido paraibano. In: V simpósio nacional sobre recuperação de áreas degradadas: água e biodiversidade. **Anais...** p. 261-263, Belo Horizonte/MG, 2002.

SOUZA, M. G.; DENICH, M. Importância do litter na ciclagem de nutrientes para recuperação de áreas degradadas. In: **CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL**, 3., 1996, Brasília, DF. *Resumos...* Brasília, DF: UNB/ Sociedade de Ecologia do Brasil, 1996. p. 90.

STEVENSON, F. J. **Humus chemistry – genesis, composition reactions**. New York : John Wiley, 1982. 443p.

SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. Blackwell scientific publications, Oxford, 1979.

TEDESCO, J. M.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. Análises de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 188p. (Boletim técnico, 5).

TEDESCO, M. J.; CAMARGO, F. A. de O.; GIANELLO, C. Resíduos orgânicos de origem agrícola, urbana e industrial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27, Brasília, 1999. Anais... Brasília: EMBRAPA CERRADO, 1999. CD-ROM

TEDESCO, M. J.; SELBACH, P. A.; GIANELLO, C. e CAMARGO, F. A. de O. Resíduos orgânicos no solo e os impactos no ambiente. In: SANTOS, G. de A. e CAMARGO, A. de O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, Gênese, 1999. p. 158-196, 1999a.

TEIXEIRA, L.B.; OLIVEIRA, R. F. de e MARTINS, P. F. da S. Ciclagem de nutrientes através da liteira em floresta, capoeira e consórcios com plantas perenes. **Rev. ciênc. Agrár.**, n. 36, p. 19-27, 2001.

TIBAU, A. O. **Matéria orgânica e fertilidade do solo**. São Paulo: Nobel, 1983. 220p.

TOLEDO, L. de O. **Aporte de serrapilheira, fauna edáfica e taxa de decomposição em áreas de floresta secundária no município de Pinhal, RJ**. Dissertação de Mestrado, UFRRJ, Instituto de Florestas, Rio de Janeiro, 80fls, 2003.

TURCO, R. F.; KENNEDY, A. C.; JAWSON, M. D. Microbial indicators of soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: SSSA, 1994, p. 73-90.

VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. **Biologia dos solos do Cerrado**. Planaltina: EMBRAPA – CNPA, 1997, 524 p.

VASCONCELOS, C.; FIGUEIREDO, A. H. D.; FRANÇA, G. Z. et al. Manejo do solo e atividade microbiana em latossolo vermelho-escuro da região de Sete Lagoas-MG. **Pesquisa Agropec. Brás.**, v. 33, n. 11, p. 1897-1905, 1998.

VIGIL, M.F.; KISSEL, D.E. Equations for estimating the amount of nitrogen mineralized from crop residues. **Soil Science Society of America. Journal**, v. 55, p.757-761, 1988.

VITTI, G. C.; HOLANDA, J. S. de.; SERQUEIRA LUZ, P. H.; HERNADEZ, F. B. T.; BOARETTO, A. E.; PENTEADO, S. R. Fertirrigação: condições e manejo. In: **REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS**, 21, 1995, Petrolina. Anais... Petrolina: SBCS, 1995, p. 195-271.

WANG, X. e GONG, Z. Assesment and analysis of soil quality changes after eleven years of reclamation in subtropical china. **Geoderma**, v. 81, p. 339-355, 1998.

WEDDERBURN, M. E.; CARTER, J. Litter decomposition by four functional tree types for use in silvopastoral sistemas. **Soil Biology and biochemistry**, v. 31, p. 455-461, 1999.

ZECH, W.; SENESI, N.; GUGGENBERGER, G.; KAISER, K.; LEHMANN, J.; MIANO, T.M.; MILTNER, A. & SCHROTH, G. Factor controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. **Geoderma**, v.79, p. 117-161, 1997.

ZOUGMORÉ, R.; ZIDA, Z; KAMBOU, N. F. Role of nutrient amendmets in the success of half-moon soil and water conservation practice in semiarid Burkina Faso. **Soil and Tillage Research**, v. 71, n. 2, p. 143-149, 2003.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)