



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
CAMPUS DE PATOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
SISTEMAS AGROSSILVIPASTORIS

DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE NIM (*Azadiractha indica*) EM AGROECOSSISTEMAS NO SEMI-ÁRIDO DA PARAÍBA.

JORDÂNIA MARTINS DE SOUZA BENVINDA

PATOS-PB

2005

JORDÂNIA MARTINS DE SOUZA BENVINDA

**DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE NIM (*Azadiractha indica*) EM
AGROECOSSISTEMAS NO SEMI-ÁRIDO DA PARAÍBA.**

Defesa apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Centro de saúde e Tecnologia Rural, como parte das exigências à obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de Concentração em Sistemas Agrossilvipastoris no Semi-árido.

Orientador: Prof. Dr. Jacob Silva Souto

PATOS-PB

2005

FICHA CATALOGADA NA BIBLIOTECA SETORIAL DO
CAMPUS DE PATOS - UFCG

G478d
2005

Benvinda, Jordânia Martins de Sousa.

Decomposição de resíduos de nim (*Azadiractha indica*) em
agrecossistemas no semi-árido da Paraíba. / Jordânia Martins de Sousa
Benvinda. –Patos: UFCG/ CSTR., 2005.

51f.: il.

Inclui bibliografia.

Dissertação (Zootecnia / Sistemas Agrosilvipastoris no Semi-árido) –
Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina
Grande.

Orientador: Jacob Silva Souto

1 - Nim – Semi-árido - Dissertação. 2 – Manejo de solo. 3 –
Agrecossistema. 4 - Adubo orgânico. I – Título.

CDU 631.86

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PROVA DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

TÍTULO: "DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE NIM (*Azadiractha indica*) EM AGROECOSSISTEMAS NO SEMI-ÁRIDO DA PARAÍBA"

AUTOR: Jordânia Martins de Souza Benvinda

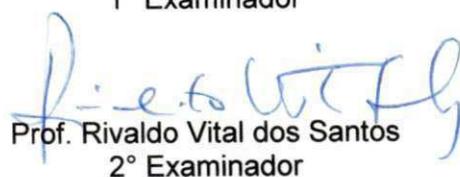
ORIENTADORA: Prof. Jacob Silva Souto

JULGAMENTO

CONCEITO: APROVADO


Prof. Jacob Silva Souto
Presidente


Prof. Fábio Charão Kurtz
1º Examinador


Prof. Rivaldo Vital dos Santos
2º Examinador

Patos, 30 de abril de 2005


Maria José de Medeiros Moraes
Secretária


Prof. Rivaldo Vital dos Santos
Presidente

DEDICO

Ao SENHOR meu DEUS pai da humanidade

SENHOR, tu me sondaste e me conheces. Tu sabes o meu assentar e o meu levantar; de longe entendes o meu pensamento. Cercas o meu andar, e o meu deitar; e conheces todos os meus caminhos. Não havendo ainda palavra alguma na minha língua, eis que logo, o SENHOR, tudo conheces. Tu me cercaste por detrás e por diante, e puseste sobre mim a tua mão. Tal **ciência** é para mim maravilhosíssima; tão alta que não a posso atingir... Até ali a tua mão me guiará e a tua destra me susterá... Eu te louvarei, porque de um modo assombroso, e tão maravilhoso fui feito; maravilhosas são as tuas obras, e a minha alma o sabe muito bem... Sonda-me, ó DEUS, e conhece o meu coração; prova-me, e conhece os meus pensamentos. **E vê se há em mim algum caminho mau, e guia-me pelo caminho eterno.**

Fragmentos do salmo 139

AGRADECIMENTOS

A **DEUS** por dedicar seu amor constantemente em meu coração.

A meus pais **Manoel e Rosa Emília** por me fazerem acreditar que tudo tem seu tempo (tempo de Deus) e que, não adianta ter pressa

A minhas irmãs **Débora e Séfora** por me fazerem rir quando estava triste, e a suas filhas **Clícia e Bruna** respectivamente

Ao professor **Jacob Silva Souto** (meu orientador) pela dedicação e paciência. Foi de grande valia a convivência.

A **CAPES** pela concessão da bolsa de estudos

Aos Professores: **Rivaldo Vital dos Santos** pela ajuda quando na ausência do professor Jacob e por fazer parte da banca examinadora. **Fabio Charão Kurtz** por participar da banca examinadora. **Gilmar Trindade** pela ajuda nos gráficos. **Olaf Andréas Bakke**, pela estatística do trabalho. **Ivonete Bakke**, por ter me ensinado a entender um pouco o inglês técnico. **Lúcio Valério** por ceder a fazenda Laranjeiras para o trabalho. **Aderbal Marcos de Azevêdo Silva** pela convivência e incentivo

Aos amigos: **Silvia Couto**, por ser uma grande amiga. **Auxiliadora**, por tentar me fazer acreditar que com paciência chegarei ao mesmo lugar, e com a vantagem de não ter problemas cardíacos. (Risos! Vou ver se acredito nisso!). **Eliana e Iânglio Marcio**, grandes amigos, que apesar de não pertencer à pós-graduação, tantas vezes curaram minhas crises existenciais com conselhos que me acalmaram e me fizeram seguir

Aos demais amigos do PPGZ: **Luciano, Jailson, Valdivam, Douglas, Adriano, Ronaldo, Djair, Brígida, Wirllanea, Wal, Cilla, Iremar, Adriano, Mário, Júnior, Rômulo**, ... enfim... a todos que fazem parte do Programa de Pós-graduação em Zootecnia

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Zootecnia

Aos funcionários da UFCG/ Campus de Patos.

MENSAGEM

Narra-se que os Deuses da antiga Grécia, temerosos de que os homens descobrissem o próprio potencial e ciumentos de que pudessem, portanto chegar até eles, realizaram um longa reunião para decidirem a maneira mais concreta de ocultar aos homens o próprio potencial.

Várias foram às propostas.

Houve quem pensasse em esconder o potencial do homem nos abismos mais imperscrutáveis dos oceanos, mas foi lembrado que no futuro o homem penetraria o fundo dos mares.

Apresentou-se quem propusesse ocultar o potencial humano nas mais altas montanhas da terra, mas tal proposta não foi aceita, porque o homem, um dia não muito distante iria até lá.

Houve quem apresentasse o projeto de esconder tal riqueza humana na lua, mas frisou-se que o homem do futuro iria até a lua.

Por fim, todos aceitaram uma proposta estranha: esconder o potencial humano dentro do próprio homem. Disseram os deuses: "o homem é tão distraído e voltado para fora de si, a ponto de nunca pensar que o seu potencial esteja dentro de si mesmo."

E foi o que fizeram. O homem por tantos séculos desapercebeu-se do seu potencial, passou perto dele, mas não o reconheceu como tal, nem como o próprio. Esperamos, porém, que doravante não se dê o mesmo conosco e com nossos filhos.

José Sometti. *Você é aquilo que pensa*. São Paulo, Cidade nova, 1987., p.13.

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	ii
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
1. INTRODUÇÃO.....	1
1. 1. OBJETIVOS.....	3
1. 1. 1.Objetivos Geral.....	3
1. 1. 2. Objetivos Específicos	3
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2. 1. Importância do nim.....	4
2. 2. Decomposição de serapilheira.....	5
2. 3. Respiração edáfica.....	9
2. 4. Microartrópodos do Solo.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3. 1. Descrição da área de estudo.....	20
3. 2. Análise do solo.....	21
3. 3. Temperatura do solo.....	21
3. 4. Conteúdo de água do solo.....	22
3. 5. Decomposição de serapilheira.....	23
3. 5. 1. Coleta e preparo da serapilheira.....	23
3. 5. 2. Confeccção das sacolas de náilon.....	23

3. 5. 3. Avaliação da decomposição.....	24
3. 6. Respiração edáfica.....	25
3. 7. Microartrópodos do solo.....	27
3. 8. Delineamento experimental e análises estatísticas.....	28
3. 8. 1. Decomposição de serapilheira.....	28
3. 8. 2. Respiração edáfica.....	28
3. 8. 3. Microartrópodos do solo.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4. 1 Temperatura e conteúdo de água do solo.....	31
4. 2. Decomposição dos resíduos de nim.....	32
4. 3. Respiração edáfica.....	36
4. 4. Microartrópodos do solo.....	39
5. CONCLUSÕES.....	40
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Área de campo em estágio de sucessão e agroecossistema de nim respectivamente.....	20
Figura 2. Amostra de sacolas de náilon expostas no campo em estágio de sucessão e agroecossistema de nim.....	24
Figura 3. Desenho esquemático do método utilizado na medição da respiração edáfica.....	25
Figura 4. Aparato de Berlese- Tullgren modificado.....	27
Figura 5. Temperatura e conteúdo de água do solo na superfície observada durante o período experimental.....	31
Figura 6. Percentual da serapilheira de nim decompostas nas duas áreas estudadas durante o período experimental.....	35
Figura 7. Interação entre respiração edáfica, distâncias e períodos.....	36
Figura 8. Gráfico representativo do modelo matemático que relaciona umidade do solo e distância do caule com a respiração edáfica durante o período diurno.....	37
Figura 9. Gráfico representativo do modelo matemático que relaciona umidade do solo e distância do caule com a respiração edáfica durante o período noturno.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização química dos solos das áreas experimentais.....	22
Tabela 2. Esquema da ANOVA utilizado no experimento para avaliar a decomposição de serapilheira em agroecossistema de nim.....	28
Tabela 3. Esquema da ANOVA utilizado no experimento para avaliar respiração edáfica em agroecossistema de nim.....	29
Tabela 4. Esquema da ANOVA utilizado no experimento para ácaros e collêmbolos em agroecossistema de nim.....	30
Tabela 5. Percentual remanescente dos resíduos de nim em agroecossistema de nim e campo em estágio de sucessão primária.....	33
Tabela 6. Média da população de ácaros no solo coletado no agroecossistema de nim a três distâncias do caule das plantas, durante o período experimental.....	41
Tabela 7. Média da população de collêmbolos no solo coletado no agroecossistema de nim a três distâncias do caule das plantas, durante o período experimental.....	41

Benvinda, Jordânia Martins de Souza. **“DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE NIM (*Azadiractha indica*) EM AGROECOSSISTEMAS NO SEMI-ÁRIDO DA PARAÍBA”**

Resumo:

O trabalho objetivou estudar a dinâmica de decomposição de material orgânico, através da determinação das taxas de material perdido, estudando ainda, emissão CO_2 , temperatura e umidade do solo e microartrópodos do solo. O estudo foi conduzido em agroecossistema de nim e o outro que estava em campo aberto ou em estágio de sucessão primária, no município de São José de Espinharas – PB. Foram analisadas os seguintes atributos, temperatura e conteúdo de água e solo, emissão de CO_2 e microartrópodos do solo, sendo utilizados, delineamento em blocos casualizados (decomposição), parcelas subdivididas (microartrópodos do solo) e parcelas sub-sub-divididas (respiração edáfica). De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que a taxa de decomposição de serapilheira de nim foi mais pronunciada no campo em estágio de sucessão durante alguns meses e que a emissão de CO_2 resultante da atividade microbiana e respiração das raízes foi maior no período noturno. Quanto à fauna ocorreu maior população de microartrópodos quando à distância de 40 cm de distância do caule das plantas de nim.

Palavras chaves: respiração do solo, atividade microbiana, ácaros, colêmbola.

Benvinda, Jordania Martins de Souza. **NEEN (*AZADIRACHTA INDICA*) RESIDUES DECOMPOSITION IN AGROECOSYSTEM ENVIRONMENTS IN THE SEMIARID REGION OF PARAÍBA.**

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the decomposition rates from residues of neen plants (*Azadirachta indica*), soil respiration and soil microarthropods under neen agroecosystem and area of primary succession. The experiment was carried in the randomized blocks (rate decomposition), split pot (soil microarthropods) and split split pot (soil respiration) design, with five replications, in São José de Espinharas, PB, Brazil. The residues were placed in 1.0 mm mesh nylon bags (20 cm x 20 cm) which were placed on soil surface and taken out at 30, 60, 90, 120, 150 and 180 days after. At each sampling date the material was dried at 65°C, cleaned and the amount of dry matter remaining were weighed to determine the loss percentage in relation to the initial weight. Micro-arthropods were collected in the Berlese-Tullgren extractor. The soil respiration was obtained with through of the CO₂ release. The data showed that densities of Collembola were higher in the neen agroecosystem than those in primary succession and decomposition rates of neen residues not differed significantly in the two different systems; whereas the soil respiration was highest in the nocturnal period. The microarthropods population was highest when to long-distance of 40.0 cm stem of neen plants.

1. INTRODUÇÃO

O Semi-Árido Brasileiro abrange uma área de 764 a 950 mil km². O fator comum para inclusão na área tem sido considerado um limite máximo de precipitação anual média (800-1000 mm) que também é identificada pelo tipo de vegetação. Os solos exibem pouca profundidade sendo na maioria das vezes pedregosos, com pH elevado, e alta saturação por bases. Nestas áreas há o predomínio de algumas culturas agrícolas. O regime hídrico do semi-árido, com chuvas de curta duração, mas de alta intensidade, aliado ao cultivo em áreas com declividade determinam a erosividade dos solos.

Os agricultores destas áreas em geral não usam fertilizantes nas culturas, pois são considerados antieconômicos, principalmente em função do risco da falta de água. Uma vez que na situação atual a utilização de fertilizantes é praticamente inexistente, a produtividade depende dos níveis de fertilidade natural dos solos e da possibilidade de mantê-los através da ciclagem de nutrientes. A Paraíba exibe áreas de demanda por fósforo de aproximadamente 62% do total do território. Assim como a maioria dos estados nordestinos tem essa carência por este elemento (SAMPAIO *et al.*; 1995).

No semi-árido do nordeste do Brasil tem havido uma crescente pressão sobre a vegetação nativa decorrente do aumento da demanda por produtos energéticos; neste caso, a exploração dos recursos florestais é praticada sem considerar um plano adequado de manejo. A atividade predatória sobre a vegetação da caatinga é, portanto, uma prática de uso amplo na região semi-árida gerando conseqüências negativas à

medida que a ação de alguns fatores como chuva e vento têm causado a erosão dos solos e perdas irrecuperáveis na diversidade florística e faunística além do declínio da fertilidade dos solos e da qualidade da água, neste último caso em decorrência dos processos de sedimentação. Desta forma, deve haver uma maior conscientização da população rural quanto aos efeitos da utilização indiscriminada da vegetação da caatinga bem como um maior empenho por parte dos órgãos de pesquisa no sentido de se viabilizar práticas de manejo com vistas a minimizar os efeitos negativos sobre o solo, desta atividade predatória (SAMPAIO *et al.*, 1995).

Em regiões semi-áridas alguns autores enfocam que os materiais orgânicos provenientes de plantas são agentes condicionadores do desenvolvimento. Manlay *et al.* (2002), verificaram que na savana da África cultivos semipermanentes, ou agroecossistemas podem ser implantados com intuito de se devolver ao solo carbono, nitrogênio e fósforo. Os mesmos autores enfocam que, o uso de técnicas agroflorestais pode ser uma saída para o sistema de cultivo de culturas naquelas regiões.

O nim é uma espécie de origem indiana tendo recebido atenção especial dos pesquisadores, em todo o mundo, em razão da sua multiplicidade de uso e pela grande importância de seus extrativos. Sua importância está relacionada ao uso como inseticida, carrapaticida e nematicida. Outrossim, esta espécie de planta apresenta uma concentração de nitrogênio nas folhas que poderia ser aproveitado pelos organismos do solo. Colaborando com isto há uma constante e considerável deposição de material vegetal (serapilheira) que, em última análise, exerce um forte impacto sobre o processo e disponibilização de nutrientes, estruturação e atividade microbiológica dos solos por aumentar, cada vez mais, o seu teor em matéria orgânica.

1. 1 - OBJETIVOS

1. 1. 1 - OBJETIVO GERAL

Determinar as taxas de decomposição de material orgânico, através da determinação das taxas de material perdido.

1. 1. 2. – OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estudar a temperatura e umidade do solo

Verificar a emissão de CO₂ do solo

Quantificar os microartrópodos do solo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2. 1. Importância do Nim

A nim também chamada indiana lilás é uma meliaceae dicotiledônea dotada de um bom nível de nitrogênio nas folhas, que pode ser comparado a espécies fixadoras de nitrogênio (DEANS *et al*, 2003). Esta árvore é resistente a condições de altas temperaturas e baixa disponibilidade de água, retirando-a das camadas mais profundas (SMITH *et al*, 1997). Predominam em solos característicos da região semi-árida, além de adaptar-se a condições de baixa fertilidade.

As folhas e galhos finos de nim têm sido usados com sucesso como cobertura e fertilizante de solos. A torta da semente é um excelente fertilizante, tão rica em nutrientes quanto os esterco. A torta de nim libera 56, 6% de nitrogênio em 60 dias (KOUL *et al.*, 1990).

Nim é comumente usada como cobertura de solo no período chuvoso no semi-árido de Burkina Faso. Utilizando folhas de nim como cobertura morta TILANDER (1993) encontrou aumento de cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), onde cobertura foi aplicada no começo da estação chuvosa, sendo observado que houve melhoramento do cultivo, disponibilidade de nutrientes provenientes das folhas, assim como alta capacidade de retenção de água.

Nim tem sido bem sucedida na recuperação de áreas degradadas e terras áridas do ocidente. As espécies crescem em áreas atingidas por teor de salinidade 5 dS m⁻²,

sendo muito susceptível a alcalinidade. A espécie responde com produtividade em áreas degradadas, e disponível para inclusão em florestas e também em plantios de culturas. Outras utilidades e nim podem se citadas a exemplo de boa sombra e como quebra ventos em zonas áridas (BISWAS *et al.*, 1995).

2. 2. Decomposição de Serapilheira

A decomposição é importante para muitos ecossistemas terrestres, majoritariamente para os de produtividade primária que dependem da decomposição do compartimento de serapilheira. Contudo, a taxa de decomposição varia em função da temperatura, umidade, composição química do (KOUKOURA, 1998; KOKOURA *et al.*; 2003; MORETO *et al.*; 2001; PALM e SANCHEZ, 1991; TIAN *et al.*; 1992) estado nutricional do solo (VERHOEVEN e TOTH, 1995; KISCHMANN *et al.*; 2000) e microorganismos do solo (MOORE *et al.*, 1988).

A decomposição do material orgânico é vital para manutenção da fertilidade dos solos e ciclagem de nutrientes. A fauna edáfica em conjunto com diversos fatores como temperatura, umidade, composição química dos materiais e fertilidade do solo dentre outros, fazem com que esta decomposição seja acelerada ou retardada.

Teklay e Malmer (2004) citam que em condições secas a cobertura das árvores pode não afetar a decomposição, e que resíduos orgânicos ricos em polifenóis, considerados pobres, podem promover uma decomposição mais lenta do material, o que promoverá uma maior fertilidade ao longo do tempo.

Musvoto *et al* (2000) verificaram que algumas espécies de plantas disponibilizam nutrientes mais rapidamente que outras. Os mesmos autores citam a importância do serapilheira de plantas para manutenção do carbono orgânico do solo.

Tornquist *et al* (1999) comparando sistemas agroflorestais com pastagem verificaram que dos elementos encontrados, os maiores valores dos elementos Ca, Mg, K e Na foram no local onde estava implantada pastagem. Os mesmos autores ainda citam que o C mineralizável está presente nesta área, não percebendo diferenças nos níveis de matéria orgânica e biomassa microbiana.

Inicialmente, a decomposição é realizada pela fauna edáfica (PETERSEN e LUXTON, 1982). Depois, o material é colonizado por bactérias e fungos, de modo que os invertebrados artrópodes quebram fisicamente a serapilheira melhorando a habilidade da microfauna e incrementando a ciclagem de nutrientes (ETTEMA, 1998; WALL E MOORE, 1992).

Este parâmetro é frequentemente quantificado usando sacolas com conhecida quantidade de serapilheira. As sacolas postas no campo e contabilizadas pela perda de massa ou índice de decomposição. A técnica tem limitações, de modo que se ignora o fato de o material que está dentro da sacola estar em condição micro-climática diferente do que está fora da sacola. Assim, enquanto o serapilheira da espécie em condições normais se encontra em contato com outros de outras espécies, isso pode favorecer sua decomposição (INESON e BRIONES, 1996; HANDAYANTO *et al.*; 1997; SANTOS *et al.*; 2003) os que estão no interior da sacola não. Além disso, a técnica pode excluir certos indivíduos da fauna. No entanto, as sacolas com serapilheira podem ser usadas como ferramenta nos estudos de decomposição assim como estas limitações são

estudadas em outros, mais sensivelmente mensurados de modo que a respiração e a mineralização são feitas concomitantemente.

O incremento dos resíduos de plantas propicia a produtividade dos sistemas agrícolas. Através destes resíduos a ciclagem dos nutrientes do solo, matéria orgânica, e melhoramento das propriedades físicas e biológicas são bem conhecidas, e isto é uma pequena informação sobre o papel dos resíduos de espécies usados em sistemas agroflorestais (KANG *et al.*; 1990). As decomposições dos resíduos de plantas e liberação de nutrientes são conhecidas por afetarem a composição química do solo e a natureza dos organismos.

Nos ambientes semi-árido, as características químicas e físicas do solo podem influenciar a abundância de microorganismos do solo (NOBLE *et al.*; 1996) que são necessários para decomposição do serapilheira.

As espécies vegetais de ambiente semi-árido podem diferir suas taxas de decomposição por causa da variação interespecífica da qualidade, e em particular, pelo tipo de serapilheira. Nos campos do semi-árido Mediterrâneo, as taxas de decomposição de espécies abundantes podem influenciar a disponibilidade de nutrientes, crescimento de plantas e produtividade destes. Relativamente poucos estudos têm demonstrado o efeito de espécies vegetais sob a taxa de decomposição e disponibilidade de nutrientes no semi-árido (VINTON e BURKE, 1995; CHEN e STARK, 2000).

A decomposição em sistemas agroflorestais difere daquela em sistemas naturais ou agrícolas devido às diferenças no tipo e qualidade do material orgânico. A serapilheira é um termo geral para as partes senescentes da planta. Ela difere do material da biomassa verde foliar em que muito das compostos de C solúvel e

nutrientes são translocados das folhas durante a senescência, ocorrendo após a abscisão e queda das mesmas. Como resultado a qualidade e taxa de decomposição de serapilheira e folhagem de uma mesma planta pode ser completamente diferente (CONSTANTINIDES e FOWNES, 1994).

Reddy (1992) desenvolvendo trabalho para estimar a taxa de perda de massa de serapilheira de nim na região de Andhra Pradesh (Índia), verificou que no final de um ano, a perda de massa tinha sido de 50 % do peso inicial. No entanto, as perdas foram maiores durante a estação chuvosa.

Teklay e Malmer (2004) verificaram no sudoeste da Etiópia, em sistemas agroflorestais, que a serapilheira de *Albizia gummifera* decompõem-se mais rapidamente que a serapilheira de *Cordia africana*; porém, os referidos autores observaram que não houve nenhum efeito significativo do uso da terra nas taxas de decomposição.

A perda de massa em *Albizia gummifera*, segundo Teklay e Malmer (2004) correlacionou-se positivamente com a relação (lignina + polifenóis solúveis)/ nitrogênio nos resíduos. Já em *Cordia africana*, a perda de massa correlacionou-se positivamente com a concentração de taninos condensados, e as relações tanino condensados/ nitrogênio e (lignina + polifenóis solúveis) nos resíduos. Contudo, neste estudo, os autores supracitados concluíram que, sob condições de seca, não houve alteração significativa nas taxas de decomposição das espécies.

No Zimbábue, Muscovoto *et al* (2000) conduziram experimento com a finalidade de comparar a taxa de decomposição de serapilheira de manga (*Mangifera indica*) com a de espécies florestais. Após 18 meses, verificaram que a perda de massa da serapilheira da mangueira foi menor que a de espécies florestais. Estes atribuíram tal

resultado as altas taxas de polifenóis, relação C/P, relação lignina/ N e relação C/N. Contudo, os autores recomendaram o uso de serapilheira de manga, em virtude da disponibilidade destes materiais nas propriedades, apesar da baixa qualidade destes.

Monteiro *et al* (2002), ao avaliarem a dinâmica de decomposição de material vegetal proveniente de gramíneas e de leguminosas forrageiras, verificaram que, apesar dos resíduos de *Leucaena leucocephala* possuírem altos teores de N, baixa relação C/N e baixo teor de FDA, observaram menor evolução de C-CO₂, o que é justificado pelo alto teor de polifenóis solúveis capazes de complexar proteínas. Esses resultados concordam com as afirmações de que a decomposição dos resíduos de leguminosas pode ser dificultada pelo alto teor de polifenóis e sua relação com o nitrogênio (PALM e SANCHEZ, 1991) e (lignina + polifenol)/ N (FOX *et al.*; 1990).

2. 3. Respiração Edáfica

Respiração edáfica é toda emissão de CO₂ proveniente da atividade das raízes e de organismos que vivem no solo. Os meios que regem esta respiração estão ligados na maioria das vezes à temperatura e a umidade, fertilidade, tipo de solo e de vegetação (RUSTEAD *et al.*; 2000).

Segundo SCHILENTER e CLEVE (1985), este processo surge de pelo menos três fontes metabólicas: a respiração microbiana, das raízes e dos organismos. Além disso, podem ser incluídas ainda, algumas fontes não metabólicas como oxidação química dos minerais do solo (LIRA, 1999) e reações com compostos fenólicos (DEC *et al.*; 2003).

O mais utilizado método para medir a respiração edáfica é o de solução com álcalis, apesar de existirem outros métodos mais eficazes. Jensen *et al* (1996) comparando dois métodos de medição para esta variável verificaram que os métodos dinâmicos, como o uso de analisador portátil de gás infravermelho é mais eficaz do que os obtidos pela solução de álcali. Os mesmos autores citam que enquanto o método por álcali consegue medir apenas de 0- 300 mg de CO₂-C. m⁻². h⁻¹, o método infravermelho mede de 0- 2500 mg de CO₂-C. m⁻². h⁻¹.

Welsch *et al* (2004) verificaram que a temperatura e a umidade podem atuar no aumento desta respiração. Os autores observam que aquelas quando altas são responsáveis por maiores valores, não sendo isso observado em solos secos, onde a respiração é baixa. Estes dados concordam com os de Reichstein *et al* (2002) quando estudavam o efeito da temperatura e umidade em dois tipos de solos. Estes autores mostraram que sozinha, a temperatura não é capaz de aumentar os níveis de respiração edáfica se não houver uma dada umidade, e que com a diminuição de compostos lábeis há uma diminuição desta atividade. A temperatura e a umidade, segundo Sjogersten e Wookey (2002) são capazes de explicar apenas 60% da taxa de emissão de CO₂ pelos solos.

O efluxo de CO₂ também é induzido pela presença de substratos orgânicos. Neely *et al* (1991) verificaram que materiais remanescentes foram significativamente relacionados à respiração. Neste sentido, há uma grande perda de compostos lábeis, devido à atuação de microorganismos.

Comparando solos aráveis, pastagem e de floresta, Hofman *et al* (2004) observaram que os primeiros apresentaram menor respiração basal. Os maiores valores encontrados foram para os solos de pastagem e de floresta, respectivamente.

Gough e Seiler (2004) examinando a respiração edáfica notaram que esta se dava em maior proporção quando medida no canteiro das árvores, e também pode perceber que a mesma aumentava com a idade da planta, sugerindo que o tempo é responsável pela correlação destes parâmetros. Os autores creditam esses valores ao aumento do número de raízes com a idade da planta.

Tentando encontrar fatores que possam explicar a respiração edáfica, Ekblad *et al* (2005) citam não só a temperatura e umidade do solo, mas também a umidade e temperatura do ar, ou seja, que as condições de tempo também podem influenciá-la. Além disso, a produção de fotoassimilados pode também influir de maneira significativa (EKBLAD e HOGBERG, 2002).

Os maiores níveis de respiração acontecem no período noturno, Souto *et al.* (1996) contabilizando a atividade microbiana pela decomposição de esterco no semi-árido brasileiro, pode verificar que esta se apresentava maior neste período.

Shlesinger *et al* (1996) incubando solos a temperatura de 38, 22, 15 e 4° C, observaram que a taxa de emissão de CO₂ variou com a temperatura e o tempo de observação. Os mesmos autores verificaram mudanças conferidas pelo tipo de horizonte do solo, e ainda, que o aumento da temperatura decresceu a taxa de emissão com o tempo, nas temperaturas de 15, 22 e 38° C, isso devido ao desaparecimento do substrato orgânico. Nesta última, pode-se notificar que, decresceu 50% durante as três primeiras semanas.

As análises de CO₂ são muito importantes para o estudo dos solos envolvendo a atividade biológica, material orgânico em decomposição, a quantidade de biomassa microbiana.

A temperatura do solo sofre variações diárias e sazonais, com marcada influência nos horizontes superficiais, que são de maior atividade microbiana. Portanto, várias pesquisas demonstram a estreita correlação entre atividade biológica medida pela respiração ou liberação de CO₂ e a temperatura do solo medida “*in situ*” (TSAI *et al.*; 1992). Ao investigarem a influência da respiração do solo e padrões sazonais sobre a produtividade florestal em dois diferentes ecossistemas, Toland e Zak, (1994) verificaram que a respiração da raiz diminuía, enquanto a respiração microbiana aumentava, em resposta as temperaturas mais quentes do solo e a maior disponibilidade de carbono neste.

A respiração do solo para Singh e Gupta (1977) é um indicador da intensidade de decomposição, e essa intensidade mostra-se distinta no curso diário e anual, dependendo do clima e da atividade biológica do solo. Para esses autores a respiração do solo aumenta com a temperatura, e para determinada temperatura ela é maior em condição de umidade ótima.

Para Conant *et al* (1998) a respiração do solo pode variar espacialmente e sazonalmente estando bastante relacionada à umidade do solo. A umidade do solo pode influenciar a respiração do solo em quase todas as estações do ano, particularmente em ecossistemas áridos e semi-áridos (AMUNDSON *et al.*; 1989).

Os ecossistemas áridos e semi-áridos compreendem mais de um terço da superfície terrestre, e neles, a temperatura incrementando a respiração do solo é facilitada pela baixa umidade deste durante o ano nestas áreas (RAICH e POTTER, 1995).

Condições extremas de umidade podem limitar o efluxo de CO₂; a baixa umidade limita a respiração microbiana e das raízes (YUSTE *et al.*; 2003) e a alta umidade pode

diminuir a porosidade do solo limitando desta forma a liberação de oxigênio e CO₂ (BOUMA e BRYLA, 2000). A influência da umidade pode não explicar completamente o efluxo de CO₂, pois existem outros parâmetros a serem observados como, raízes e microorganismos que podem responder diferentemente a níveis de umidade e temperatura.

Dilustro *et al* (2004) encontrou que o efluxo de CO₂ é influenciado pela umidade, temperatura e textura do solo. Fang e Monerieff (2001) também afirmam que a temperatura exerce forte influência sobre esse parâmetro. Reich *et al* (1997) cita também a influencia da disponibilidade de nutrientes do solo sob o efluxo de CO₂.

O método usual para quantificar a atividade microbiana nos solos consiste na medição da respiração do solo através da evolução do dióxido de carbono ou consumo de oxigênio, os quais dependem da composição da biomassa microbiana no solo, temperatura ambiente e conteúdo de umidade.

Usualmente, o dióxido de carbono produzido pelos microorganismos no solo é aprisionado em uma solução de KOH ou NaOH para determinar a respectiva quantidade através de métodos titrimétricos ou condutimétricos. A primeira técnica mede o excesso de hidróxido que não reagiu, permitindo sua determinação, por diferença da evolução do gás do solo. O método condutimétricos emprega a medição direta da condutância de íons na solução por considerar a soma de todos os íons presentes (RODELLA e SABOYA, 1999).

Outro método aplicado na investigação da atividade microbiana do solo é o uso da técnica calorimétrica a qual têm aumentado devido a sua facilidade na coleta dos dados. Alguma pesquisa calorimétrica tem sido comparada com métodos clássicos para

microbiologia do solo fazendo referência a solos temperados, porém tais comparações são escassas para solos tropicais (RAUBUCH E BEESE, 1999).

No semi-árido existem poucos trabalhos que quantifiquem a respiração edáfica emitida pelos solos. Souto *et al* (2002) estudou nestas regiões a decomposição de esterco de animais em determinadas profundidades. Outros trabalhos sobre o mesmo tema acerca de decomposição de serapilheiras na caatinga foram conduzidos na mesma região por Rodrigues *et al* (2004) e Silva (2003).

2. 4. Microartrópodos do Solo

Os microartrópodos do solo compreendem os ácaros, collêmbolos com tamanho variando de 0,08 mm e 0,5 mm, representando o principal grupo da fauna do solo que tem uma importante função na ciclagem de nutrientes através de sua atividade reguladora na decomposição dos materiais orgânicos e ciclagem de nutrientes (SEASTEDT, 1984).

A degradação do solo devido aos distúrbios físicos associados com o cultivo, depressão da matéria orgânica do solo, redução na diversidade florística e ausência de cobertura vegetal em parte do ano, induz a diminuição na população dos microartrópodos do solo (CURRY e GOOD, 1992).

A densidade da população e composição da fauna do solo é um indicador das condições do solo e reabilitação da qualidade do ecossistema, por estes integrarem informações sobre outros valores bem como a qualidade do solo (KAISER e LUSSENHOP, 1992). Espécies arbóreas afetam a população da fauna do solo devido

modificarão a qualidade do material orgânico e as condições microclimáticas ambientais do solo.

A decomposição do serapilheira é essencial para transferência de nutrientes e energia para os ecossistemas. A fauna do solo controla esse processo pela digestão e quebra do serapilheira e estimulação dos microorganismos (BYZOV *et al.*; 1996; MARAUN e SCHEU, 1996).

A composição do solo e a da serapilheira dependem principalmente da fauna e das condições ambientais. Em condições alcalinas, de vento e solo rico em nutrientes a fauna é caracterizada por largas espécies (macrofauna), que contribuem para formação de húmus mull. Em condições ácidas e pobres em nutrientes, a micro e mesofauna dominam e desenvolvem húmus modder (SCHAEFER e SCHAUERMANN, 1990; DAVID *et al.*; 1993). Naturalmente na transição entre estes tipos pode ser formados húmus mull e modder (IRMLER *et al.*; 1997). Durante a decomposição a composição da fauna sofre modificações que induzem mudanças estruturais, químicas e biológicas no serapilheira (HASEGAWA e TAKEDA, 1996).

Os processos de decomposição são alterados pela rede alimentar (DILLY e IRMLER, 1998). As condições ambientais e as sucessivas mudanças da composição da comunidade do solo influenciam a atividade da fauna, portanto o modo de decomposição de serapilheira.

O impacto dos organismos do solo sobre a fertilidade em plantações de árvores em regiões tropicais não são explorados largamente, apesar da fauna ser um fator de grande contribuição para os processos de decomposição da matéria orgânica em trópicos úmidos (LAVELLE *et al.*; 1993), e que a fertilidade dos solos tropicais que dependem largamente dos sistemas biológicos para regulação da decomposição.

Tian *et al* (1992) observaram que resíduos de plantas de várias qualidades induzem mudanças microclimáticas no solo, como temperatura e umidade; no entanto, fatores ambientais isoladamente não podem explicar as diferenças na população da fauna.

Henegan *et al* (1999) verificaram que o efeito dos microartrópodos do solo sobre a perda de massa dos substratos são significativos nos trópicos. Os estudos dos sistemas temperados, com evidência dos trópicos, indicam que plantações de espécies que variam a qualidade do serapilheira podem afetar a população faunística, resultando em diferentes mobilizações de nutrientes, afetando assim a ciclagem de nutrientes e a fertilidade dos solos.

Fonseca e Sarkar (1998) verificaram que os entre os meses do ano há uma mudança significativa da quantidade de indivíduos da mesma espécie. O mesmo autor cita que a quantidade de ácaros e collêmbolos estão relacionados a solos que contém materiais orgânicos.

A presença de ácaros é percebida nos mais variados ambientes, em solos de floresta esse percentual pode chegar a 49,42 % do total, sendo que em regiões de savana esse percentual cai para 26,11% (NOTE *et al.*; 1996). Estes animais estão presente em maior quantidade durante a estação chuvosa e representam 76% do total da fauna edáfica (ADEJUYIGBE *et al.*; 1999).

Segundo Stamou *et al* (1995) os ácaros exibem um aumento da taxa respiratória em altas temperaturas, sendo capazes de se adaptar depois de um certo tempo.

Maraun *et al* (1996) verificaram que os ácaros são importantes para desenvolvimento da biomassa microbiana em solos. O mesmo autor cita a importância desta espécie para resiliência de fungos nos solos. Franklin *et al* (2005) observa que

esta espécie está situada geralmente em maior quantidade perto de arbustos, sendo as gramíneas pouco escolhidas como habitat.

Ouédraogo *et al* (2004) estudando a fauna do solo em Burkina Faso na África verificaram que esta exerce forte influência na quebra da matéria orgânica. O autor ainda cita a interação entre, qualidade das fontes orgânicas, fauna do solo e tempo de decomposição.

Lindberg e Bengtsson (2005) perceberam que alguns organismos do solo sofrem os efeitos da seca. Este autor observa a maior capacidade dos collêmbolos se reproduzirem nestas condições, sendo os ácaros pouco eficientes.

Correa Neto *et al* (2001) estudando mesofauna edáfica puderam verificar que esta migra para a serapilheira no verão, sendo a maior diversidade verificada no outono. Os autores citam que a floresta secundária é responsável pelos maiores valores de fauna, podendo isto estar relacionado a maior variedade da cobertura vegetal existente nesta área quando comparada com a área de floresta de eucalipto, o que pode estar favorecendo uma maior manutenção da umidade do solo nesta área.

A fauna é de grande importância para os processos físicos do solo. Sarr *et al* (2001) verifica que a ausência destes indivíduos em zonas semi-áridas diminuem a capacidade de infiltração de água.

Alguns autores investigando a fauna do solo perceberam que alguns indivíduos são mais influenciados pelas condições climáticas que outros. Isso foi verificado na comunidade de collêmbolos e ácaros onde estes últimos se apresentaram mais estáveis nestas condições que aqueles (IRMLER, 2004). Pflug e Wolters (2001) citam que collembolas são sensivelmente afetados pela falta de umidade.

Irmiler (2000) estudando a contribuição da fauna edáfica do solo, verificou que esta é positivamente correlacionada a perda de massa e idade do serapilheira. O mesmo autor enfoca que as maiores taxas de liberação de N se dão em sacolas de maiores malhas.

A formação de agregados do solo se deve em grande parte a presença da população microbiana. Este autor suprimindo a vidas destes organismos verificou que sem estes, a formação de agregados diminuía (BOSSUYT *et al.*; 2001).

Bardgett e Chan (1999) estudando o efeito de collembolas e nematóides do solo verificaram os nematóides sozinhos não influem na mineralização, mas quando na presença daqueles a mineralização de compostos orgânicos mostra-se significativa.

Kaneko *et al* (1998) cita que a fauna do solo pode interferir na respiração edáfica. O mesmo autor ainda cita que estes animais podem ter efeito negativo sobre a biomassa de fungos.

Mandeeel (2002) observam que a comunidade fúngica associada a raízes de plantas em habitat semi-árido está presente em menor número durante o período seco. O autor relaciona a presença destes a idade da planta, umidade do solo e produção de exudados.

Estudando a densidade de microartrópodos na serapilheira de nim, em Andhra Pradesh (Índia), Reddy (1992) observou que não houve diferenças significativas para densidade, quando se comparou sacolas de náilon com aberturas de malha de 1mm e 4 mm. O autor verificou que nas condições experimentais, os ácaros e collembolas constituíram mais de 82% do total de microartrópodos do solo.

Reddy (1992) observou também que a densidade de microartrópodos aumentou significativamente quando ocorreram maiores precipitações e a serapilheira de nim estava úmida.

Badejo *et al* (1998) Observaram no Instituto Internacional de Agricultura Tropical, em Ibadan, na Nigéria, que o aumento do número de collembolas foi sempre superior nas áreas onde havia a presença de espécies arbóreas (*Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*) em detrimento de outras áreas onde se encontravam gramíneas como *Treculia africana* e *Dactyladeria barteri*, ou seja, em pastagens.

Os ácaros, segundo Stamov *et al* (1995) apresentam variação na atividade metabólica em função da temperatura do solo. Suportam tanto temperaturas elevadas como mais baixas, indicando a existência de um mecanismo energético homeostático, prevenindo um aumento do metabolismo e, dessa forma, um maior custo de manutenção durante períodos desfavoráveis do ano.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3. 1. Descrição da área de estudo

O experimento foi conduzido entre maio e outubro de 2004 no semi-árido da Paraíba, a aproximadamente 9 km do município de São José de Espinharas, sob as coordenadas geográficas 6° 48' 45" latitude sul e 37° 18'45" de longitude oeste na microrregião de Patos. O clima da região é de característica semi-árida (Bsh, segundo Köppen), com temperaturas médias anuais térmicas superiores a 25° C, pluviosidade média anual de 1000 mm e chuvas irregulares. Na época em que o estudo foi realizado, o plantio de nim (Figura 1) contava com quatro anos de idade.

Figura 1. Área de campo em estágio de sucessão e agroecossistema de nim respectivamente

O município de São José de Espinharas apresenta uma área territorial de 726, 654 km², fica situado na depressão do Alto Piranhas. É um município de forte influência agrícola e constantemente sujeito a grandes secas.

No município predomina a associação de luvisolos fase pedregosa e neossolos litólicos eutróficos com horizonte "A" fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa sendo o substrato gnaisse e granito (BRASIL, 1972).

O espaçamento apresentado no povoamento é de 5m x 5m.. Nos três primeiros anos de implantação do nim foram feitas podas de condução para permitir a formação

de um fuste bem definido. Dois anos antes do experimento foi realizada adubação química com uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, sendo que, anualmente é realizada adubação orgânica com esterco bovino.

3. 2. Análise do Solo

Foram coletadas amostras de solo da camada arável (0-20 cm) das áreas experimentais, homogeneizadas, sendo enviada duas amostras composta ao Laboratório de Análises de Solo e Água do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande em Patos, para realização das análises químicas de rotina. As análises foram realizadas de acordo com o método descrito em EMBRAPA (1999). Foi analisado o pH por extração em solução de CaCl_2 a 0,1 M, Na^+ e K^+ por fotometria de chama, P por espectrofotometria e Ca^{+2} e Mg^{+2} por titulometria, cujos resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização química dos solos das áreas experimentais, em São José de Espinharas - 2004.

Áreas	pH	P mg. dm^{-3}	Ca	Mg	Na	K	H+Al cmolc. dm^{-3}	CTC	SB	V %
Nim	6,3	211,7	10,0	2,0	0,4	1,4	1,3	15,1	13,8	91
CESP*	6,3	161,9	5,8	3,5	0,35	1,7	1,3	13,1	11,4	86

*CESP= campo em estágio de sucessão primária

3. 3. Temperatura do Solo

A medição da temperatura do solo foi realizada quinzenalmente, às 6:00 e às 18:00 horas, na superfície do solo, 10 e a 20 cm de profundidade, utilizando termômetro digital.

3. 4. Conteúdo de Água do Solo

A umidade do solo também foi avaliada quinzenalmente, sendo coletadas amostras a 10 cm de profundidade aleatoriamente na área experimental em recipientes de peso conhecido. O conteúdo de água do solo também seguiu o mesmo período de dias de observação, sendo coletadas amostras a 10 cm de profundidade aleatoriamente na área experimental em recipiente de peso conhecido. Sendo determinada pelo método da estufa, em que a massa de uma amostra de solo é pesada antes e depois da secagem para verificação da perda de água. Utilizou-se a expressão:

$$U = \frac{\text{massa de água}}{\text{massa de solo seco}}$$

3. 5. Decomposição da Serapilheira

3. 5. 1. Coleta e Preparo da Serapilheira

A coleta do material vegetal utilizado na determinação da taxa de decomposição da serapilheira foi concentrada no terço inferior da copa das árvores de nim, sendo o material coletado constituído de folhas e galhos finos ($\varnothing < 2,0$ cm e 20 cm de comprimento). Após a coleta, o material vegetal foi lavado com água corrente e exposto às condições ambientais para secagem, durante 24h. Em seguida, foi acondicionado em sacos de papel e levados para secagem em estufa de circulação forçada de ar até peso constante, a uma temperatura de 65 ° C.

3. 5. 2. Confeção das Sacolas de Náilon

As sacolas foram confeccionadas com tela de náilon, com dimensões de 20cm x 20 cm e malha de abertura 1, 0 mm², costuradas, deixando-se um dos lados aberto para colocação da serapilheira do nim, cerca de 20 g por sacola, sendo dispostas na superfície do solo.

A abertura da malha foi planejada para permitir o acesso da mesofauna, tais como cupins, pequenos besouros e artrópodes, assim como microorganismos (bactérias, fungos, nematóides e protozoários).

3. 5. 3. Avaliação da decomposição

Para avaliar a decomposição de serapilheira, 30 sacolas de náilon foram aleatoriamente posicionados sobre o solo no povoamento de nim (Figura 2), enquanto que outras 30 sacolas foram dispostos em campo em estágio de sucessão; mensalmente coletou-se cinco sacolas de cada área para análises. O material contido em cada sacola de náilon coletada foi limpo e submetido à secagem em estufa de circulação forçada de ar, a uma temperatura de 65° C, até peso constante. Após esta fase, o material vegetal foi pesado em balança de precisão para se determinar o percentual remanescente.

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

Figura 2.- Amostra de sacolas de náilon expostas no campo em estágio de sucessão e agroecossistema de nim.

3. 6. Respiração Edáfica

A respiração edáfica foi estimada quinzenalmente, utilizando-se o método descrito por Grisi (1978), onde nesse método o CO_2 liberado por uma área do solo é absorvido por solução de KOH 0,5 N e sua dosagem por titulação com HCl 0,1N, utilizando como indicadores a fenolftaleína e o alaranjado de metila, preparados, seguindo metodologia utilizada por Morita e Assumpção (1993).

O conteúdo de cada recipiente plástico foi coletado em dois intervalos distintos, cada um de 12 horas; o primeiro correspondeu ao período diurno, entre às 6: 00 h e 18: 00 h e o segundo, ao período noturno, entre às 18: 00 h e 6: 00 h. Os recipientes foram divididos em três grupos de 15 sendo cada grupo posicionado na superfície do solo a 20, 40 e 60 cm de distância do caule das plantas de nim. Aos recipientes contendo 10 mL da solução de KOH foram sobrepostos recipientes de PVC que cobriam uma área de $660,52 \text{ cm}^2$, vedados com o solo (Figura 3).

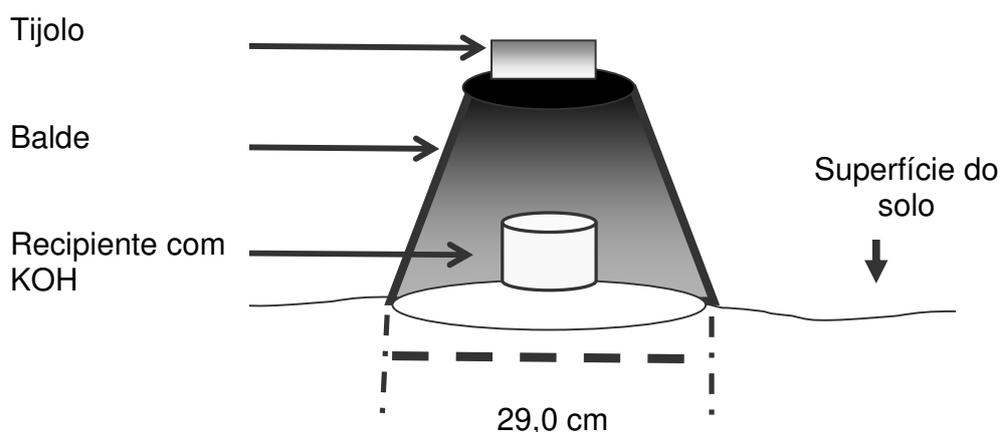


Figura 3. Desenho esquemático do material utilizado na medição da respiração edáfica.

O controle experimental foi estabelecido a partir de um recipiente plástico hermeticamente fechado, contendo a mesma solução usada nos tratamentos. Após o término da coleta das amostras correspondentes ao período diurno, novos recipientes contendo a solução foram colocados para a estimativa da respiração edáfica relativa ao período noturno. As amostras retiradas foram hermeticamente fechadas e transportadas para o LASAG/ CSTR/ UFCG, para análise e determinação da concentração de CO₂ dissolvido no KOH, utilizando-se a equação:

$$\text{mg CO}_2 = \frac{352 \cdot (V_A - V_B) \times N_B \times N_A \cdot 10^4}{3 \cdot P \cdot A_B}$$

onde:

m_{CO_2} = massa de CO₂ em mg. m⁻². h⁻¹

V_A = diferença de volume de HCl gasto na primeira e segunda etapa da titulação da amostra (mL)

V_B = diferença de volume de HCl gasto na primeira e 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 (cm²)

3. 7. Microartrópodos do Solo

Para a estimativa dos componentes da mesofauna, procedeu-se à coleta de solo, a distâncias de 20, 40, e 60 cm do caule das plantas de nim; as amostras foram retiradas com auxílio de anéis de aço, com 5,0 cm de diâmetro e 5,0 cm de altura, as quais foram adequadamente armazenadas e transferidas. A análise da extração dos ácaros e collêmbolos foi conduzida de acordo com os procedimentos do método de Berlese-Tullgren, com modificações feitas por Lira (1999). Esse método consiste na migração descendente da mesofauna em decorrência da elevação da temperatura sobre as amostras do solo provocadas pelo calor emanado por lâmpadas de 25 W (Figura 4). Os ácaros e collêmbolos foram coletados em recipientes contendo solução de álcool a 80%, tendo os ácaros e collembolas sido identificados com auxílio de lupa.

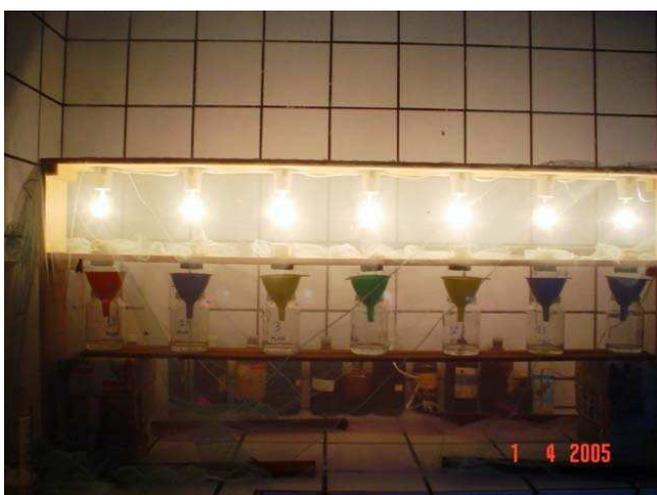


Figura 4. Aparato de Berlese-Tullgren.

3. 8. Delineamento Experimental e Análises Estatísticas

3. 8. 1. Decomposição de Serapilheira

Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados com cinco repetições, e corresponderam às coletas mensais das sacolas de náilon. Os blocos foram os dois ambientes amostrais (povoamento de nim e campo em estágio de sucessão). As análises foram conduzidas com auxílio do software Estatística (1999); O esquema de análise de variância (ANOVA) utilizado é mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Esquema da ANOVA utilizado no experimento para avaliar a decomposição de serapilheira em agroecossistema de nim, Em São José de Espinharas - 2004.

Fonte de Variação	GL
Meses	5
Bloco	1
Tratamento x Bloco	5
Resíduo	48
Total	59

3. 8. 2. Respiração Edáfica

Na avaliação deste parâmetro foi utilizado o delineamento em blocos casualizados com parcelas sub-subdivididas segundo Steel e Torrie (1980), com a distância nas parcelas, as quinzenas nas sub-parcelas e os turnos nas sub-sub-parcela. Cada parcela foi constituída de 3 árvores, sendo 15 observações nestas. E, para cada sub-parcela e sub-sub-parcela 150 e 300 observações respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3 - Esquema de ANOVA utilizado no experimento para avaliar respiração edáfica em agroecossistema de nim, em São José de Espinharas - 2004.

Fonte de Variação	GL
Distancias (D)	2
Blocos (B)	4
Resíduo (a) D x B	8
Parcelas	14
Quinzenas (Q)	9
D x Q	18
B x Q	36
Resíduo (b) B x D x Q	72
Sub-Parcelas	149
Turno (T)	1
D x T	2
Fonte de Variação	GL
B x T	4
D x B x T	8
Q x T	9
D x Q x T	18
B x Q x T	36
Resíduo (c) D x B x Q x T	72
Sub-sub-parcelas (Total)	299

3. 8. 3. Microartrópodos do Solo

Na avaliação deste parâmetro foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com as parcelas sub-subdivididas, sendo a distância nas parcelas e as quinzenas nas sub-parcelas. Cada parcela foi constituída de três árvores, sendo 15 observações nestas. E, para cada sub-parcela 150 observações (Tabela 4) .

Tabela 4 - Esquema de ANOVA utilizado no experimento para ácaros e collembolas em agroecossistema de nim, em São José de Espinharas - 2004.

Fonte de Variação	GL
Distâncias (D)	2
Blocos (B)	4
Resíduo (a) D x B	8
Parcelas	14
Quinzenas (Q)	9
D x Q	18
B x Q	36
B x D x Q (Resíduo b)	72
Sub-parcelas (Total)	149

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4. 1. Temperatura e Umidade do Solo

A precipitação durante o período experimental foi de 17; 28; 20; 0; 0; 0 e 0 mm para maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro e novembro respectivamente. A representação gráfica da temperatura e umidade do solo nos cinco meses do período experimental encontra-se na Figura 1.

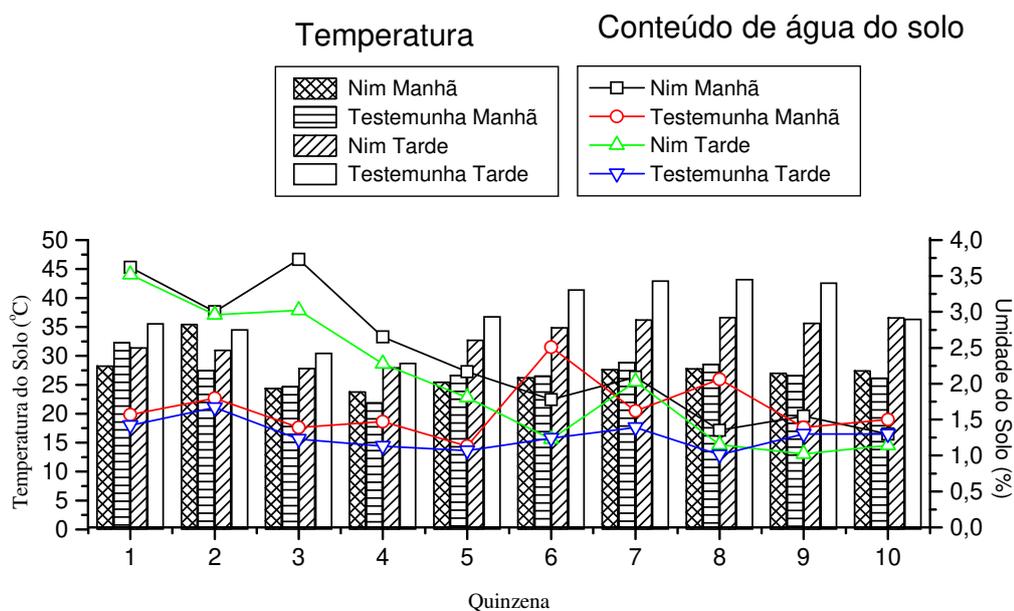


Figura 5. Temperatura e conteúdo de água do solo na superfície e a 10 cm de profundidade respectivamente observada durante o período experimental.

A temperatura e o conteúdo de água do solo nos períodos manhã e tarde, medida quinzenalmente, durante a condução do experimento. Observa-se que, de maneira geral, as temperaturas à tarde foram superiores as obtidas pela manhã e que

os teores de umidade seguiram efeito contrário ao da temperatura. Essa maior temperatura do solo no período da tarde pode ser atribuída ao acúmulo de calor no solo, no decorrer do dia, refletindo, desta forma, temperaturas mais elevadas.

Esses valores contrastam com os obtidos nos meses seguintes onde a temperatura se elevou como consequência da diminuição da água do solo. Segundo Souto (2002) a temperatura do solo, no semi-árido nos meses de janeiro, março, maio e dezembro atingem mais de 30° C. Os dados de temperatura do solo obtidos no presente estudo foram semelhantes aos observados por Silva *et al.* (2003) e Maia *et al.* (2002) quando desenvolveram trabalhos em Patos (PB).

Tian *et al* (1993) verificaram que resíduos de plantas podem induzir mudanças microclimáticas no solo, como temperatura e o conteúdo de água do solo. Extremos de conteúdo de água do solo podem limitar o efluxo de CO₂; já que quando baixa, este limita a respiração microbiana e das raízes (YUSTE *et al.*, 2003).

4. 2. Decomposição dos resíduos de nim

A influência dos ambientes sobre o processo de decomposição foi verificada nas duas áreas. No campo em agroecossistema de nim a taxa de decomposição foi significativamente inferior a do campo em estágio de sucessão (Tabela 5) apenas nos meses de setembro e outubro de 2004. A partir deste instante não houve diferenças significativas para ambas as áreas.

Tabela 5 - Percentual remanescente dos resíduos de nim em agroecossistema de nim e campo em estágio de sucessão primária (CESP).

Área	%	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
Serapilheira							
Nim	100	74,43 a	71,90 a	65,57 a	64,55 a	59,92 a	50,38 a
Cesp	100	77,83 a	66,57 a	61,41 a	54,64 b	50,46 b	47,19 a

Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

As taxas de decomposição apresentadas foram semelhantes às aquelas obtidas por Reddy (1992) na região semi-árida de Andhra Pradesh na Índia, entre março de 1985 a abril de 1986. O autor verificou que a taxa de decomposição de folhas de nim foi mais pronunciada durante os meses iniciais do experimento, o qual coincidiu com o período onde ocorreram maiores precipitações. No entanto Teklay e Malmer (2004) relatam que a decomposição de resíduos orgânicos provenientes de plantas em condição de seca não sofrem maiores alterações quando as precipitações são baixas. Assim no presente estudo as características microclimáticas favoreceram essa maior decomposição (\pm 50%) em apenas seis meses, que correspondeu ao período experimental.

A diferença na taxa de decomposição do material entre as áreas expressa uma maior interação entre o ambiente e a qualidade do material exposto ao solo. A decomposição do material situado na área de campo em estágio de sucessão foi mais pronunciada durante os meses de setembro e outubro de 2004; isso talvez se deva à presença de materiais de várias espécies de plantas que crescem nestes locais, essa mistura pode ter sido um agente condicionador para as reações do processo de decomposição da serapilheira.

Alguns autores citam que a decomposição e mineralização de materiais provenientes de plantas podem ser benéficas, melhorando a capacidade dos materiais de se decompor (SANTOS *et al.*, 2003; INESON e BRIONES, 1996). Mas outros

autores citam que essa mistura pode condicionar a complexação de proteínas podendo prolongar esse processo (HANDAYANTO *et al.*, 1997).

A influência do tempo nas taxas de decomposição foi verificada somente no mês de setembro e outubro para as áreas de nim e campo em estágio de sucessão, onde esta última apresentou maiores taxas. As sacolas sobre o campo em estágio de sucessão também podem ter sofrido maior decomposição pela interação com os esterco de animais que circulavam na área.

Muscovoto *et al.* (2000) citam que apesar de alguns materiais vegetais não apresentarem altas taxas de decomposição, estes são importantes devido a disponibilização de nutrientes e proteção dos solos. Teklay e Malmer (2004) acrescentam que em condições de seca a cobertura de árvores pode não afetar a decomposição, e que resíduos orgânicos ricos em polifenóis podem promover decomposição mais lenta de materiais, o que promove uma maior fertilidade ao longo do tempo.

A Figura 6 mostra o modelo da análise de regressão do percentual de decomposição de nim situada no agroecossistema de nim e campo em estágio de sucessão. O comportamento da curva mostra de modo geral que, com o tempo houve um maior percentual de decomposição nas duas áreas estudadas. Assim pode-se dizer que mesmo em condições diferentes a decomposição se mostrou semelhante na maior parte do tempo, apesar de que na área de campo em estágio de sucessão ter apresentado maiores valores de decomposição que a área onde estava situado o plantio de nim. Foi observada pela equação, que nos primeiros 60 dias houve uma maior decomposição de serapilheira de nim tendo nos outros meses a decomposição apresentado comportamento constante.

A maior decomposição no campo em estágio de sucessão durante os meses de setembro e outubro deve ter sido influenciada pela presença de gramíneas. Tornquist *et al* (1999) evidenciaram que os maiores valores dos elementos Ca, Mg, K e Na no solo foram encontrados em ambiente de pastagem. Os autores ainda dão importância aos maiores níveis de biomassa microbiana para estas áreas. Com isso, pode-se dizer que em condição de maior fertilidade pode ter havido uma maior mineralização da matéria orgânica.

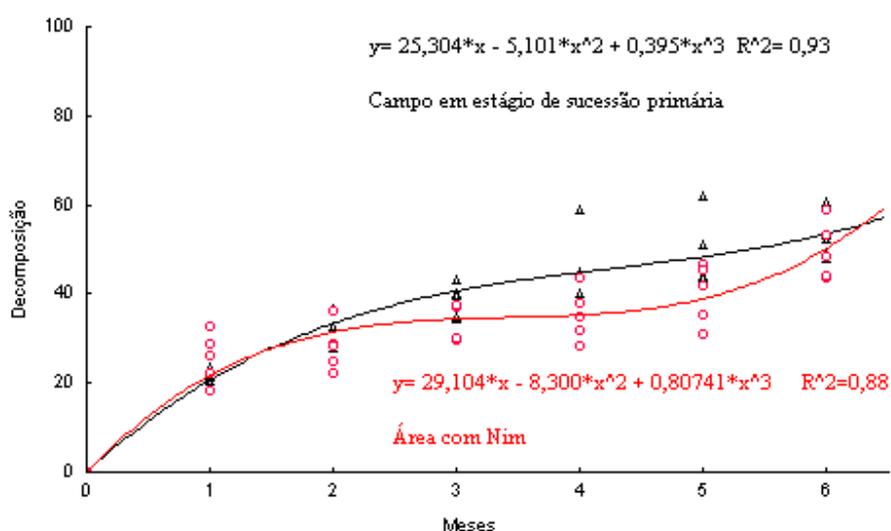


Figura 6. Percentual da serapilheira de nim decompostas nas duas áreas estudadas durante o período experimental.

4. 3. Respiração Edáfica

A respiração noturna apresentou-se significativamente maior que a diurna (Figura 7) apenas onde o efluxo de CO₂ foi mensurado a 40 e 60 cm do caule das plantas de nim. Esses dados concordam com os de Souto *et al.* (1999) quando

verificaram que a atividade microbiana através da respiração edáfica no semi-árido brasileiro. Os dados de respiração diurna e noturna provavelmente apresentaram variação significativa devido ao aumento gradual de temperatura do solo que recebe calor durante o dia e que se mantém até determinado período.

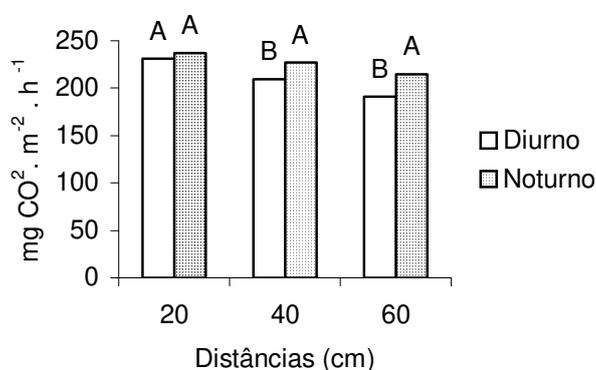


Figura 7. Interação entre respiração edáfica, distâncias e períodos.

A temperatura não exerceu influência significativa para equação de predição da respiração edáfica ($P > 0,05$). Dentre os fatores estudados, a quinzena poderia explicar com maior percentual, ou maior coeficiente de correlação. Mas pela não adequação, marcada pela incerteza das condições ambientais em anos posteriores, não se optou por colocar a quinzena na equação matemática. A marcada influência desta variável para explicar o parâmetro deve ocultar alguns outros efeitos isolados como: umidade e temperatura do ar, já que (EKBLAD et al, 2005) verificaram que a temperatura e umidade do ar também têm influência sobre a respiração do solo.

Então pela não observância destes efeitos utilizou-se a para explicar esse fenômeno apenas as distâncias e o conteúdo de água do solo com a equação mostrada na Figura 8. Esta equação explica apenas 30% desta variável.

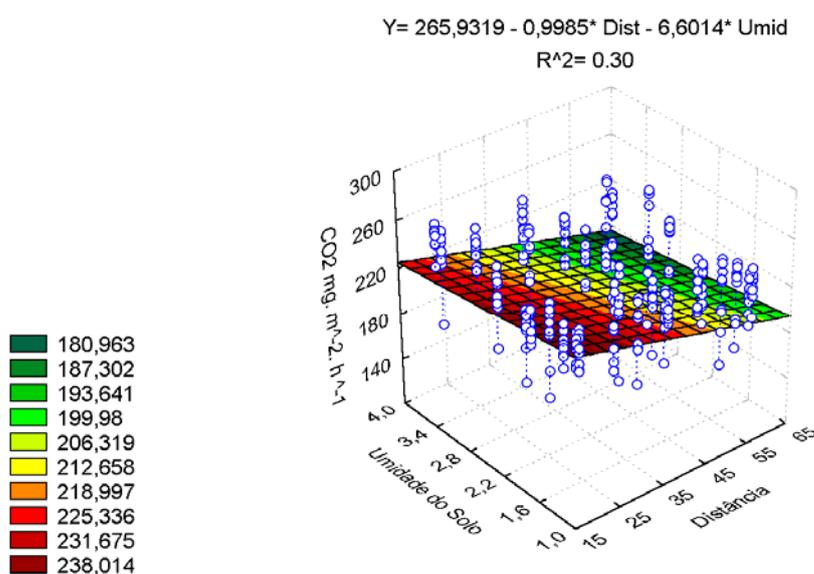


Figura 8. Gráfico representativo do modelo matemático que relaciona conteúdo de água do solo (%) e distância do caule (cm) com a respiração edáfica durante o período diurno.

O pequeno percentual de explicação desta variável pode ser entendido já que Ekblad *et al*(2005) quando contabilizaram a respiração edáfica usando a temperatura e umidade do solo conseguiu explicá-la com 55%. Valor próximo (60%) aos destes autores foi encontrado por Sjogersten e Wookey (2002) também estudando a influência da temperatura e umidade.

Os maiores valores de respiração edáfica foram encontrados perto do caule das árvores. Gough e Seiler (2004) também encontraram valores semelhantes a este

quando mediram esta variável. Estes autores perceberam que com a distância a respiração era diminuída.

Quanto à respiração noturna o modelo matemático que referencia o conteúdo de água do solo como condicionador das mudanças na respiração está colocada na Figura 9. Este modelo semelhante aquele para respiração diurna, só conseguiu explicar também 30% dos dados.

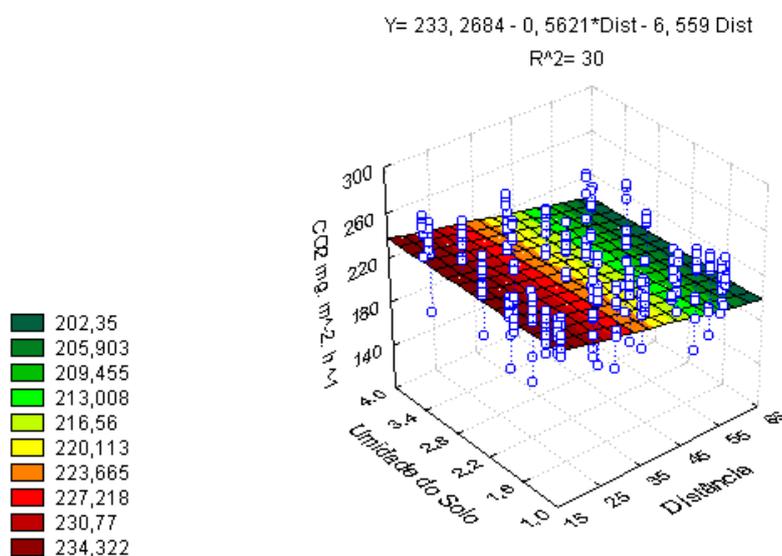


Figura 9. Gráfico representativo do modelo matemático que relaciona o conteúdo de água do solo (%) e distância do caule (cm) com a respiração edáfica durante o período noturno.

Silva (2001) desenvolvendo trabalho no município de Patos (PB) verificou que onde se incorporou resíduo de nim ao solo, obteve-se alta produção de CO₂, quando comparado a incorporação de resíduos de tamboril e jucá. Contudo, o efluxo de CO₂ obtido por este autor foi 2, 5 a 3 vezes menor do que os dados obtidos no presente estudo.

Os valores elevados de emissão de CO₂ neste trabalho pode ter sido propiciado pela adubação orgânica realizada anualmente pelo proprietário da área experimental, já que Rodrigues (2004) encontrou valores semelhantes, em torno de 210 mg CO₂ m⁻² h⁻¹.

4. 4. Fauna do Solo

As quinzenas nas variáveis médias de collêmbolos e ácaros apresentaram significância pelo teste F a 1% de significância, tendo a distância apresentado significativa apenas para ácaros.

Ao observar os dados de densidade média de ácaros no solo nos meses de condução do experimento (Tabela 6), verifica-se que a maior incidência ocorreu em Q1 (P < 0,05) situado no mês de maio onde ocorreu o maior índice pluviométrico na área experimental. As quinzenas que apresentaram os menores valores se situaram entre Q8 e Q10 isso devido ao menor índice pluviométrico que pode ter causado uma depressão desta população.

Tabela 6. Média da população de ácaros no solo coletado no agroecossistema de nim a três distâncias do caule das plantas, durante o período experimental.

Distâncias (cm)	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Média
	Quinzenas										
20	50,0	30,2	36,4	16,4	30,6	38,6	0,6	2,0	1,4	1,4	20,76 B
40	36,0	31,0	27,4	22,4	17,8	5,6	1,0	0,6	1,8	3,2	29,12 A
60	58,0	3,8	11,8	19,2	8,4	0,6	0,0	1,4	0,6	3,4	7,82 C
Média	30,6 a	21,67 a	25,33 a	19,33 ab	18,93 ab	14,93 ab	0,53 b	0,73 b	1,27 b	2,67 b	

Médias seguidas de letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Médias seguidas de letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Quanto à análise da média de indivíduos dentro das distâncias pode-se observar que houve predomínio de maior quantidade dentro da distância de 40 cm do caule e menor a 60 cm. Assim, a fauna só encontra condição mais propícia à vida dentro da distancia de 40 cm. A distancia de 20 cm também apresentou uma média satisfatória de indivíduos.

Para a população de colêmbolos (Tabela 7) verificou-se que a maior população estava situada na Q1 do mês de maio sendo os demais valores menores a esta, não apresentando diferenças significativas ($P > 0,05$). A média de colêmbolos dentro da distancia não apresentaram diferenças estatísticas. Apesar se reproduzirem bem em condições de seca quando comparados aos ácaros (LINDBERG e BENGTTSSON, 2005) os collembolas neste trabalho se apresentaram em menor quantidade que aqueles.

Tabela 7. Média da população de collêmbolos por m^{-2} em agroecossistema de nim a três distâncias do caule das plantas, durante o período experimental.

Distâncias (cm)	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Média
20	2,2	1,2	1,0	0,8	0,8	0,2	0,4	0,4	0,0	0,2	0,72 ns
40	2,8	1,6	0,8	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,4	0,2	0,74 ns
60	2,2	0,4	0,4	1,6	0,2	0,4	0,2	0,4	0,4	0,6	0,68 ns
Média	2,4 a	1,06 b	0,73 b	0,93 b	0,4 b	0,33 b	0,26 b	0,33 b	0,33 b	0,33 b	

Médias seguidas de letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Médias seguidas de letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Fonseca e Sakar (1998) verificaram entre os meses do ano há uma mudança significativa de indivíduos da fauna do solo. Os mesmos autores citam que ácaros e collembolas estão relacionados a solos que contém materiais orgânicos.

Noble et al. (1996) citam que os ácaros estão presentes em maior quantidade na maioria dos locais totalizando 49,42% do total dos indivíduos do solo, sendo que em regiões de savanna esse percentual decresce para 26,11%. Apesar de estarem em

maior número durante a estação chuvosa. Essa explicação pode também servir de base para este trabalho já que os maiores valores foram encontrados no início do experimento onde havia maior índice pluviométrico (Tabela 6).

A maior quantidade de ácaros possivelmente está relacionada a maior adaptação a condições de altas temperaturas pela adequação do seu metabolismo quando exposto muito tempo a uma condição (STAMOU et al., 1995). Segundo Franklin *et al*(2005) os ácaros estão geralmente situados perto de árvores e arbustos tendo pouca preferência por gramíneas. Estes indivíduos podem atuar na quebra de matéria orgânica, isso foi verificado por Ouedraogo *et al*(2004) quando estudava fauna edáfica em Burkina Faso na África.

O maior percentual de fauna do solo sob as distâncias de 20 e 40 cm pode estar associado a maiores taxas de matéria orgânica devido estarem localizadas dentro da área onde foram abertas as covas de nim. A distância de 60 cm estava situada em área de solo pedregoso onde o esterco não estava presente. Curry e Good (1992) observaram que a depressão de matéria orgânica e a ausência da cobertura vegetal podem reduzir a população de microartropodes do solo.

A quantidade de indivíduos encontrada próximo no agroecossistema de nim deve ter sido ocasionado pela presença de árvores já que Kaiser e Lussenhop (1992) citam que as espécies arbóreas afetam a quantidade destes indivíduos por modificarem a qualidade das condições microclimáticas do ambiente.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente estudo, depois de analisados e interpretados, permitiram apresentar as seguintes conclusões:

- O período da tarde proporcionou temperaturas mais altas;
- A taxa de decomposição de serapilheira foi mais pronunciada no campo em estágio de sucessão durante dois meses do período estudado;
- Pode-se criar uma equação de regressão que expressa a quantidade de material perdido;
- O efluxo de CO₂ foi maior durante o período noturno;
- O maior valor para respiração edáfica foi dado pela distância de 40 cm do caule das árvores;
- A maior população de ácaros e collembolas situou-se na distância de 40 cm das árvores de nim;
- No final do experimento pode-se criar modelos matemáticos com base no conteúdo de água do solo e nas distâncias das árvores de nim para os períodos diurno e noturno.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEJUYIGBE, C. O.; TIAN, G.; ADEOYE, G. O. Soil microarthropod populations under natural and planted fallows in southwestern Nigeria. **Agroforestry Systems**, v. 47, n. 1/3, p. 263-272. 1999.
- AMUNDSON, R. G; CHADWICK, O. A; SOWERS, J. M. A comparison of soil climate and biological activity along an elevation gradient in the eastern Mojave desert. **Oecologia**, v. 80, p. 395- 400. 1989
- BARDGETT, R.; CHAN, K. F. Experimental evidence that soil fauna enhance nutrient mineralization and plant nutrient uptake in montagne grassland ecosystems. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 31, n. 7, p. 1007-1014. 1999.
- BISWAS, S.; SINGH, P.; CHANDRA, S. Nim (*Azadiractha indica* A. Juss.) – A versatile multipurpose tree. **The Indian Forester**, v. 121, n. 11, p. 1057- 1062, 1995.
- BOSSUYT, H.; DENEFF, K.; SIX, J.; FREY, S.D.; MERCK, R.; PAUSTIAN, K. Influence of microbial populations and residue quality on aggregate stability. **Applied Soil Ecology**, v. 16, n.3, p.195–208. 2001.
- BOUMA, T. J; BRYLA, D. R. On the assessment of root and soil respiration for soils of different textures: interactions with soil moisture contents on soil CO₂ concentrations. **Plant Soil**, v. 227, p. 215- 221. 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura; I- **Levantamento Exploratório- Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba. II. Interpretação para uso Agrícola dos Solos do Estado da Paraíba**. M. A/ CONTAP/ USAID/ BRASIL (Boletim DPFS. EPE- MA, 15- Pedobiologia, 8) Rio de Janeiro. 1972. 683 p.
- BYZOV, B.A., CHERNJAKOVSKAYA, T.F., ZENOVA, G.M., DOBROVOLSKAYA, T.G. Bacterial communities associated with soil diplopods. **Pedobiologia**, v. 40, p. 67–79, 1996.
- CHEN, J.; STARK, J. M. Plant species effects and carbon and nitrogen cycling in a sagebrush-crested wheat grass soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 32, n. 4, p. 47–57. 2000.
- CONANT, R. T; KLOPATEK, J. M; MALIN, R. C; KLOPATEK, C. C. Carbon pools an fluxes along an environment gradient in Northern Arizona. **Biogeochemistry**, v. 43, n. 1, p. 43- 61. 1998
- CONSTANTINIDES, M; FOWNES, J. H. Nitrogen mineralization from leaves and litter of tropical plants: relationship to nitrogen, lignin and soluble polyphenol concentrations. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 26, n. 1, p. 49-55. 1994.

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

CURRY, J. P.; GOOD, J. A. Soil fauna degradation and restoration. **Advances in Soil Science**, v. 17, p. 171- 215, 1992.

DAVID, J.F., PONGE, J.E., DELECOUR, F. The sarcophagus macrofauna of different types of humus in beech forests of the Ardennes (Belgium). **Pedobiologia**, v. 37, p. 49–56, 1993.

DEC, J.; HAIDER, K.; BOLLAG, J. Release of substituents from phenolic compounds during oxidative coupling reactions. **Chemosphere**, v. 52, p. 549-556. 2003.

DILLY, O.; IRMLER, U. Succession in the food web during the decomposition of leaf litter in a black alder (*Alnus glutinosa* (Gaertn.) L.) forest. **Pedobiologia**, v. 42, p. 109–123, 1998.

EKBLAD, A., HOGBERG, P. Natural abundance of ¹³C in CO₂ respired from forest soils reveals speed of link between photosynthesis and root respiration. **Oecologia**. v. 127, n.3, p.305–308. 2001.

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

ETTEMA, C. H. Soil nematode diversity: species coexistence and ecosystem function. **Journal de Nematology**, v. 30, p. 159- 169, 1998.

FANG, C.; MONCRIEFF, J. B. The dependence of soil CO₂ efflux on temperature. **Soil Biology Biochemistry**, v. 33, p. 155-165. 2001.

FONSECA, J. P. C.; SARKAR, S. Soil microarthropods in two different managed ecological systems (Tripura, India). **Applied Soil Ecology**, v. 9, n. 1/3, p. 105-107. 1998.

FOX, R. H.; MYERS, R. J. K.; VALLIS, I. The nitrogen mineralization rate of legume in soil as influenced by their polyphenol, lignin and nitrogen contents. **Plant and Soil**, v. 129, n. 2, p. 252- 259. 1990.

FRANKLIN, E.; MAGNUSSON, W.E.; LUIZÃO, F.J. Relative effects of biotic and abiotic factors on the composition of soil invertebrate communities in an Amazonian savanna **Applied Soil Ecology**, v, 25, n. 3, p. 231-239. 2005.

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

GOUGH, C. M.; SEILER, J. R. The influence of environmental, soil carbon, root, and stand characteristics on soil CO₂ efflux in loblolly pine (*Pinus taeda* L.) plantations located on the South Carolina Coastal Plain. **Forest Ecology and Management**, v. 191, n. 1/3, p. 353-363. 2004.

HANDAYANTO, E.; GILLER, K. E.; CADISCH, G. Regulating N release from legume tree prunings by mixing residues of different quality. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 29, n.9/10, p. 1417-1426. 1997.

HASEGAWA, M., TAKEDA, H. Carbon and nutrient dynamics in decomposing needle litter in relation to fungal abundances. **Pedobiologia**, v. 40, p. 171–184, 1996.

HENEGAN, L., COLEMAN, D.C., ZOU, X., CROSSLEY JR., D.A., HAINES, B.L. Soil microarthropod contributions to decomposition dynamics: tropical–temperate comparisons of a single substrate. **Ecology**, v. 80 n. 6, p. 1873–1882, 1999.

HOFMAM, J.; DUSEK, L.; KLÀNOVÁ, J. B.; HOLOUBEC, I. Monitoring microbial biomass and respiration in different soils from the Czech Republic – a summary of results. **Environment International**, v. 30, n. 1, p. 19- 30. 2004.

INESON, P. e BRIONES, M. J. I. Decomposition of eucalyptus leaves in litter mixtures. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 28, n. 10-11, p. 1381- 1388. 1996.

IRMLER, U. Changes in the fauna and its contribution to mass loss and N release during leaf litter decomposition in two deciduous forests. **Pedobiologia**, v. 44, n. 2, p. 105–118. 2000.

IRMLER, U., WACHENDORF, C., BLUME, H. P. Landscape pattern of humus forms and their soil biology. Recent Research Development in **Soil Biology & Biochemistry**, v. 1, p. 93–108, 1997.

JENSEN, L. S.; MUELLER, T.; TATE, K. R.; ROSS, D. J.; MAGID, J.; NIELSEN, N. E. Soil surface co₂ flux as an index of soil respiration in situ: a comparison of two chamber methods. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 28, n. 10/1 1, p. 1297-1306. 1996

KAISER, P. A.; LUSSENNHOP, J. Collembolan effects on establishment of vesicular-arbuscular mycorrhizae in soybean (*Glicine max*). **Soil Biology and Biochemistry**, v. 23, n. 3, p. 307- 308, 1991.

KANEKO, N.; MCLEANB, M. A.; PARKINSONB, D. Do mites and Collembola affect pine litter fungal biomass and microbial respiration? **Applied Soil Ecology**, v. 9, n. 1/3, p. 209-213. 1998.

KANG, B. T; REYNOLDS L. ATA- KRAH, A. N. Alley farming. **Advances in Agronomy**, v. 43, p. 315- 359, 1990.

KISCHMANN, H; CAMPBELL, B. M; MUSVOTO, C. Decomposition and nutrient release from mango and miombo woodland litter in Zimbabwe. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 32, n. 8-9, p. 1111-1119. 2000.

KOUKOURA, Z. Decomposition and nutrient release from C3 e C4 plant litters in a natural grassland. **Acta Oecologica**. v. 19, n. 2, p. 115-123. 1998.

KOUKOURA, Z.; MAMOLOS, A. P.; KALBURTJI, K. L. Decomposition of dominant plant species litter in semi-arid grassland. **Applied Soil Ecology**, 23: 13-23. 2003

KOUL, O; ISMAM, M. O; KETKAR, C. M. Properties and uses of neem (*Azadiractha indica*). **Canad. J. Bot.**, v. 68, p. 1- 11, 1990.

LAVELLE, P., BLANCHART, E., MARTIN, A., MARTIN, S., SPAIN, A., TOUTAIN, F., BAROIS, I., SCHAEFER, R. A hierarchical model for decomposition in terrestrial ecosystems: application to soils of the humid tropics. **Biotropica**, v. 25, n. 2, p. 130–150, 1993.

LINDBERG, N.; BENGTSSON, J. Population responses of oribatid mites and collembolans after drought. **Applied Soil Ecology**, v. 28, n. 2, p. 163–174. 2005.

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.** Piracicaba, 1999. 70p. Dissertação (M. S.) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba: ESALQ.

MANLAY, R. J.; KAIRE, M.; MASSE, D.; CHOTTE, JEAN-LUC.; CIORNEI, G.; FLORET, C. Carbon, nitrogen and phosphorus allocation in agro-ecosystems of West Africa savanna I. The plant component under semi-permanent cultivation. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 88, p. 215-132. 2002.

MARAUN, M., SCHEU, S. Changes in microbial biomass, respiration and nutrient status of beech (*Fagus sylvatica*) leaf litter processed by millipedes (*Glomeris marginata*). **Oecologia**, v. 107, p. 131–140, 1996.

MONTEIRO, H. C. F.; CANTARRUTTI, R. B.; NASCIMENTO Jr.; D.; REGAZZI, A J.; FONSECA, D. M. Dinâmica de decomposição e mineralização do nitrogênio em função da qualidade de resíduos de gramíneas e leguminosas forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1092-1102. 2002.

MORETTO, A. S; DISTEL; DIDONE, N. G. Decomposition and nutrient dynamic of leaf litter and roots from palatable and unpalatable in a semi-arid grassland. **Applied Soil Ecology**, v. 18, p. 31-37. 2001.

MORITA, T.; ASSUMPÇÃO, R. M. V. **Manual de soluções, reagentes e solventes.** São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1993. 629p.

MUSVOTO, C.; CAMPBELL, B. M.; KIRSCHMANN, H. Decomposition and nutrient release from mango and miombo woodland litter in Zimbabwe. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 32, n. 8/9, p. 1111-1119. 2000.

NEELY, C. L.; BEARE, M. H.; HARGROVE, W. L.; COLEMAN, D. Relationship between fungal and bacterial substrate-induced respiration, biomass and plant residue decomposition. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 23, n. 10, p. 947- 954. 1991.

NOBLE, A.D.; BENNECK. I.; RANDALL, P.J. Leaf litter ash alkalinity and neutralization of soil acidity. **Plant and Soil**, v. 179, n. 2, p. 293-302. 1996.

NOTI, M.; ANDRÉ, H. M.; , DUFRÊNE, M. Soil oribatid mite communities (Acari: Oribatida) from high Shaba (Zgire) in relation to vegetation. **Applied Soil Ecology**, v. 5, n. 1, p. 81-96. 1997.

OUÉDRAOGO, E.; MANDO, A.; BRUSSAARD, L. Soil macrofaunal-mediated organic resource disappearance in semi-arid West Africa. **Applied Soil Ecology**, v. 27, n. 3, p. 259–267. 2004.

PALM, C. A.; SANCHEZ, P. A. Nitrogen release from the leaves of some tropical legumes as affected by their lignin and polyphenolic contents. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 23, n. 1, p. 83-88. 1991.

PETERSEN, H; LUXTON, M. A comparative analyses of soil fauna populations and their role in soil decomposition processes. **Oikos**, v. 39, 287- 388, 1982.

PFLUG, A.; WOLTERS, V. Influence of drought and litter age on collembola communities. **Eur. J. Soil Biol**, v. 37, n. 4, p. 305-308. 2001.

RAICH, J. W.; POTTER, C. S. Global patterns of carbon dioxide emissions from soils. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 9, p. 23- 26. 1995.

RAUBUCH, M.; BEESE, F. Comparison of microbial properties measured by O₂ consumption and microcalorimetry as bioindicators in forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v.31, p. 949-956. 1999.

REDDY, M. V. Effects of microarthropod abundance and abiotic variables on mass-loss, and concentration of nutrients during decomposition of *Azadiractha indica* leaf litter. **Tropical Ecology**, v. 33, n. 1, p. 89-96, 1992.

REICHSTEIN, M.; TENHUNEN, J. D.; ROUPSARD, O.; OURCIVAL, J. M.; RAMBAL, S.; DORE, S.; VALENTINI R. Ecosystem respiration in two Mediterranean evergreen Holm Oak forests: drought effects and decomposition dynamics. **Functional Ecology**, v. 16, n. 1, p. 27-39. 2002.

REYNOLDS, B. C.; HUNTER, M. D. Responses of soil respiration, soil nutrients and litter decomposition to inputs from canopy herbivores. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 33, p. 1641-1652.

RODELLA, A. A.; SABOYA, L. V. Calibration for conductimetric determination of carbon dioxide. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 3, p. 2059-2060, 1999.

RODRIGUES, C. R. F. **Decomposição de esterco em condições de campo no semi-árido da Paraíba**. 2004. 40f. Trabalho de conclusão de curso (graduação). Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Campina Grande/ Campus de Patos, Patos, 2004.

RUSTAD, L.E.; HUNTINGTON, T.G.; BOONE, R.D. Controls on soil respiration: implications for climate change. **Biogeochemistry**, v. 49, n. 1, p. 1–6. 2000.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H.; SILVA, F. B. R. Fertilidade de solos do semi-árido do nordeste. Fertilizantes: Insumo básico para agricultura e combate a fome; In: XXI Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. Petrolina, 1995. **Anais...** Petrolina, 1995. p. 273.

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

SARR, M.; AGBOGBA, C.; RUSSEL-SMITH, A.; MASSE, D. Effects of soil faunal activity and woody shrubs on water infiltration rates in a semi-arid fallow of Senegal. **Applied Soil Ecology**, v. 16, n. 3, p. 283–290. 2001.

SCHAEFER, M.; SCHAUERMANN, J. The soil fauna of beech forests: comparison between a mull and a modder soil. **Pedobiologia**, v. 34, p. 299–314, 1990.

SCHLENTNER, R.E.; VAN CLEVE, K., Relationships between CO₂ evolution from soil, substrate temperature, and substrate moisture in four mature forest types in interior Alaska. **Can. J. For. Res**, v. 15, p. 97–106.1985.

SEASTEDT, T. R. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. **Annual Review of Entomology**, v. 29, p. 25-46, 1984.

SHLESINGER, W. H.; WINKLER, J. P.; CHERRY, R. S. The Q₁₀ relationship of microbial respiration in a temperate forest soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 28, n. 8, p. 1067-1072. 1996.

SILVA, G. A **Decomposição da celulose e da serapilheira em área de caatinga no município de Patos (PB)- serapilheira**. 2001. 46f. Trabalho de conclusão de curso (graduação). Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Campina Grande/ Campus de Patos, Patos, 2001.

- SINGH, J.S., GUPTA, S.R., 1977. Plant decomposition and soil respiration in terrestrial ecosystems. **Botanical Reviews**, v. 43, p. 449–528.
- SJÖGERSTEN, S.; WOOKEY, P. A. Climatic and resource quality controls on soil respiration across a forest-tundra ecotone. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 34, n. 11, p. 1633–1646. 2002.
- SMITH, V. C.; BRADFORD, M. A. Litter quality impacts on grassland litter decomposition are differently dependent on soil fauna across time. **Applied Soil Ecology**, v. 24, p. 197-203. 2003.
- SOUTO, J. S.; MAIA, E. L.; SOUTO, P. C.; ARRIEL, E. F.; SANTOS, R. V. dos.; ARAÚJO, G. T. de. Dinâmica de esterco em solos do semi-árido da Paraíba, Brasil. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE SUBSTÂNCIAS HUMICAS, 3., 1999, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: IHSS. 1999. p. 249-251.
- STAMOU, G. P.; ASIKIDIS, M. D.; ARGYROPOULOU, M. D.; IATROU, G. D. Respiratory responses of oribatid mites to temperature changes. **Journal Insect Physiology**, v. 41, n. 3, p. 229-233. 1995.
- STATISTICA – Stat Soft, Inc (Data analysis Software Systems), Version 5. www.statsoft.com. 1995.
- STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and Practice of Statistics: A biometrical Approach**, Second ed. McGraw-Hill, New York. p. 633. 1980.
- TEKLAY, T.; MALMER, A. Decomposition of leaves from two indigenous trees of contrasting qualities under shaded-coffee and agricultural land-uses during the dry season at Wondo Genet, Etiopia. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 36, n. 5, p. 777-786. 2004.
- TIAN, G., KANG, B. T., BRUSSAARD, L. Biological effects of plant residues with contrasting chemical compositions under humid tropical conditions- decomposition and nutrient release. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 24, n. 10, p. 1051-1060. 1992.
- TILANDER, Y. Effects of mulching with *Azadiractha indica* and *Albizia lebbek* leaves on the yield of sorghum under semi-arid conditions in Burkina Faso. **Agroforestry systems**, v. 24, p. 277- 293, 1993.
- TOLAND, D. E.; ZAK, D. R. Seasonal patterns of soil respiration in intact and clear-cut northern hard wood forests. **Canadian Journal of forest Research**, v. 34, p. 1711-1716, 1994.
- TORNQUIST, C. G.; HONS, F. M.; FEAGLEY, S. E.; HAGGAR, J. Agroforestry system effects on soil characteristics of the Sarapiquí region of Costa Rica. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 73, n. 1, p. 19-28. 1999.

TSAI, S. M; CARDOSO, E. J. B. N; NEVES, M. C. P. Microbiologia do solo. **Soc. Bras. Ciên. Solo**. Campinas, 1992. 360p.

VERHOEVEN, J. T. A; TOTH, E. Decomposition of *Carex* and *Sphagnum* litter in fens: Effect of litter quality and inhibition by living tissue homogenates. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 27, p. 271- 275, 1995.

VINTON, M.A.; BURKE, I.C. Interactions between individual plant species and soil nutrient status in short grass steppe. **Ecology**, v.76, p. 1116-1133.1995.

WALL, D. H; MOORE, J. C. Interactions underground: soil biodiversity, mutualism and ecosystem processes. **Bioscience**, v. 49, p. 109- 117.

WELSCH, D. L.; HORNBERGER, GEORGE M. Spatial and temporal simulation of soil CO₂ concentrations in a small forested catchment in Virginia. **Biogeochemistry**, v. 71, n. 3, p. 415- 436. 2004.

YUSTE, J. C; JANSSENS, I. A; CARRARA, A; MEIRESONNE, L; CEULEMANS, R. Interactive effects of temperature and precipitation on respiration in a temperature maritime pine forest. **Tree Physiology**, v. 23, p. 1263- 1270, 2003.

ANEXOS

ANEXO I - Quadro de dados das variáveis estudadas

BLOCO	DIST	QUINZ	TURNO	TEMPSOLO	UMIDSOLO	RESPIR	COLEM	ACARO	MESES	AMBIE	DECOMP
1	20	1	D	28,38	3,62	245,04	0	18	1	A1	22,2
1	40	1	D	28,38	3,62	181,38	2	83	1	A1	18,15
1	60	1	D	28,38	3,62	133,63	2	4	1	A1	26,15
1	20	2	D	26,78	3	265,4	2	7	1	A1	28,7
1	40	2	D	26,78	3	255,41	2	68	1	A1	32,65
1	60	2	D	26,78	3	191,37	0	3	2	A1	24,7
1	20	3	D	27,8	3,73	252,08	3	63	2	A1	28,85
1	40	3	D	27,8	3,73	224,31	3	8	2	A1	28,45
1	60	3	D	27,8	3,73	193,59	0	3	2	A1	22,15
1	20	4	D	27,24	2,65	232,46	0	6	2	A1	36,35
1	40	4	D	27,24	2,65	206,55	0	7	3	A1	29,65
1	60	4	D	27,24	2,65	186,56	0	10	3	A1	37,15
1	20	5	D	28,5	2,17	225,42	1	3	3	A1	37,5
1	40	5	D	28,5	2,17	184,71	0	14	3	A1	30,2
1	60	5	D	28,5	2,17	196,92	1	3	3	A1	37,65
1	20	6	D	29,6	1,78	244,67	0	8	4	A1	35,1
1	40	6	D	29,6	1,78	181,38	1	5	4	A1	43,7
1	60	6	D	29,6	1,78	133,63	0	1	4	A1	28,3
1	20	7	D	30,8	2,09	218,39	1	0	4	A1	32,1
1	40	7	D	30,8	2,09	235,42	1	0	4	A1	38,05
1	60	7	D	30,8	2,09	186,56	1	0	5	A1	46,75
1	20	8	D	31,54	1,35	244,67	0	4	5	A1	31
1	40	8	D	31,54	1,35	230,98	1	0	5	A1	41,85
1	60	8	D	31,54	1,35	209,14	1	0	5	A1	35,55
1	20	9	D	30,76	1,55	239,12	0	5	5	A1	45,25
1	40	9	D	30,76	1,55	239,86	0	5	6	A1	48,4
1	60	9	D	30,76	1,55	222,09	1	0	6	A1	58,95
1	20	10	D	30,56	1,3	248,74	1	0	6	A1	53,25
1	40	10	D	30,56	1,3	244,3	0	3	6	A1	43,5
1	60	10	D	30,56	1,3	224,68	2	2	6	A1	44

2	20	1	D	28,38	3,62	234,68	5	49	0	A1	0
2	40	1	D	28,38	3,62	151,02	4	23	0	A1	0
2	60	1	D	28,38	3,62	162,87	1	9	0	A1	0
2	20	2	D	26,78	3	245,04	0	40	0	A1	0
2	40	2	D	26,78	3	241,71	1	41	0	A1	0
2	60	2	D	26,78	3	177,67	1	3	1	A2	21,6
2	20	3	D	27,8	3,73	240,97	0	11	1	A2	20,5
2	40	3	D	27,8	3,73	222,09	0	11	1	A2	23,6
2	60	3	D	27,8	3,73	157,32	0	5	1	A2	23,4
2	20	4	D	27,24	2,65	256,89	0	20	1	A2	21,75
2	40	4	D	27,24	2,65	238,01	0	22	2	A2	28,05
2	60	4	D	27,24	2,65	228,76	0	2	2	A2	32,95
2	20	5	D	28,5	2,17	203,59	0	95	2	A2	36,6
2	40	5	D	28,5	2,17	156,95	0	4	2	A2	36,75
2	60	5	D	28,5	2,17	166,94	0	4	2	A2	32,8
2	20	6	D	29,6	1,78	197,29	0	22	3	A2	40,25
2	40	6	D	29,6	1,78	151,02	0	2	3	A2	43,05
2	60	6	D	29,6	1,78	162,86	1	0	3	A2	34,55
2	20	7	D	30,8	2,09	223,94	0	2	3	A2	35,15
2	40	7	D	30,8	2,09	203,96	0	0	3	A2	39,95
2	60	7	D	30,8	2,09	175,82	0	0	4	A2	38,4
2	20	8	D	31,54	1,35	234,68	0	2	4	A2	44,5
2	40	8	D	31,54	1,35	246,52	0	0	4	A2	40,15
2	60	8	D	31,54	1,35	193,22	0	3	4	A2	44,9
2	20	9	D	30,76	1,55	239,86	1	0	4	A2	58,85
2	40	9	D	30,76	1,55	240,97	1	2	5	A2	46,9
2	60	9	D	30,76	1,55	214,32	0	1	5	A2	62
2	20	10	D	30,56	1,3	230,61	0	0	5	A2	44,15
2	40	10	D	30,56	1,3	243,93	0	0	5	A2	51
2	60	10	D	30,56	1,3	223,94	1	1	5	A2	43,65
3	20	1	D	28,38	3,62	227,28	2	46	6	A2	53,25
3	40	1	D	28,38	3,62	182,49	0	30	6	A2	49,4
3	60	1	D	28,38	3,62	207,66	4	4	6	A2	48,25

3	20	2	D	26,78	3	241,34	0	40	6	A2	60,85
3	40	2	D	26,78	3	219,87	2	33	6	A2	52,3
3	60	2	D	26,78	3	153,98	1	6	0	A2	0
3	20	3	D	27,8	3,73	247,63	2	37	0	A2	0
3	40	3	D	27,8	3,73	195,44	0	61	0	A2	0
3	60	3	D	27,8	3,73	173,6	0	19	0	A2	0
3	20	4	D	27,24	2,65	248,74	2	33	0	A2	0
3	40	4	D	27,24	2,65	228,76	1	7			
3	60	4	D	27,24	2,65	231,72	1	14			
3	20	5	D	28,5	2,17	218,76	0	10			
3	40	5	D	28,5	2,17	149,17	0	51			
3	60	5	D	28,5	2,17	170,27	0	14			
3	20	6	D	29,6	1,78	227,28	0	12			
3	40	6	D	29,6	1,78	182,49	0	8			
3	60	6	D	29,6	1,78	207,66	0	2			
3	20	7	D	30,8	2,09	209,14	0	0			
3	40	7	D	30,8	2,09	203,59	0	0			
3	60	7	D	30,8	2,09	178,41	0	0			
3	20	8	D	31,54	1,35	216,54	0	0			
3	40	8	D	31,54	1,35	214,32	1	0			
3	60	8	D	31,54	1,35	203,96	1	2			
3	20	9	D	30,76	1,55	231,72	0	2			
3	40	9	D	30,76	1,55	241,71	0	0			
3	60	9	D	30,76	1,55	228,83	0	0			
3	20	10	D	30,56	1,3	244,67	0	7			
3	40	10	D	30,56	1,3	219,87	1	0			
3	60	10	D	30,56	1,3	224,68	0	4			
4	20	1	D	28,38	3,62	230,98	2	63			
4	40	1	D	28,38	3,62	186,19	6	27			
4	60	1	D	28,38	3,62	182,86	4	6			
4	20	2	D	26,78	3	260,59	2	32			
4	40	2	D	26,78	3	233,19	1	5			
4	60	2	D	26,78	3	128,81	0	4			

4	20	3	D	27,8	3,73	241,34	0	1
4	40	3	D	27,8	3,73	199,88	1	47
4	60	3	D	27,8	3,73	166,57	2	28
4	20	4	D	27,24	2,65	241,71	2	16
4	40	4	D	27,24	2,65	228,39	1	49
4	60	4	D	27,24	2,65	222,09	0	63
4	20	5	D	28,5	2,17	236,59	1	24
4	40	5	D	28,5	2,17	168,79	1	19
4	60	5	D	28,5	2,17	172,12	0	13
4	20	6	D	29,6	1,78	230,98	0	140
4	40	6	D	29,6	1,78	186,19	1	8
4	60	6	D	29,6	1,78	182,86	1	0
4	20	7	D	30,8	2,09	222,09	1	0
4	40	7	D	30,8	2,09	201,36	1	5
4	60	7	D	30,8	2,09	159,91	0	0
4	20	8	D	31,54	1,35	218,39	0	0
4	40	8	D	31,54	1,35	222,83	0	3
4	60	8	D	31,54	1,35	182,49	0	2
4	20	9	D	30,76	1,55	239,12	1	0
4	40	9	D	30,76	1,55	226,54	0	2
4	60	9	D	30,76	1,55	219,87	0	0
4	20	10	D	30,56	1,3	241,34	0	0
4	40	10	D	30,56	1,3	244,67	0	3
4	60	10	D	30,56	1,3	228,02	0	10
5	20	1	D	28,38	3,62	175,08	2	74
5	40	1	D	28,38	3,62	180,64	2	17
5	60	1	D	28,38	3,62	180,64	0	6
5	20	2	D	26,78	3	257,26	2	32
5	40	2	D	26,78	3	214,32	2	8
5	60	2	D	26,78	3	176,19	0	3
5	20	3	D	27,8	3,73	221,72	0	70
5	40	3	D	27,8	3,73	213,21	0	12
5	60	3	D	27,8	3,73	161,02	0	4

5	20	4	D	27,24	2,65	243,93	0	7
5	40	4	D	27,24	2,65	254,67	0	27
5	60	4	D	27,24	2,65	225,79	7	7
5	20	5	D	28,5	2,17	173,97	2	21
5	40	5	D	28,5	2,17	202,47	0	1
5	60	5	D	28,5	2,17	193,96	0	8
5	20	6	D	29,6	1,78	175,08	1	11
5	40	6	D	29,6	1,78	180,64	0	5
5	60	6	D	29,6	1,78	180,64	0	0
5	20	7	D	30,8	2,09	236,53	0	1
5	40	7	D	30,8	2,09	143,221	0	0
5	60	7	D	30,8	2,09	192,48	0	0
5	20	8	D	31,54	1,35	214,69	0	4
5	40	8	D	31,54	1,35	184,34	0	0
5	60	8	D	31,54	1,35	223,2	0	0
5	20	9	D	30,76	1,55	227,65	0	0
5	40	9	D	30,76	1,55	248	0	0
5	60	9	D	30,76	1,55	230,24	1	2
5	20	10	D	30,56	1,3	232,09	0	0
5	40	10	D	30,56	1,3	241,34	0	10
5	60	10	D	30,56	1,3	228,39	0	0
1	20	1	N	32,64	3,62	254,3		
1	40	1	N	32,64	3,62	226,16		
1	60	1	N	32,64	3,62	226,91		
1	20	2	N	32,52	3	261,69		
1	40	2	N	32,52	3	255,04		
1	60	2	N	32,52	3	234,68		
1	20	3	N	28,72	3,73	257,63		
1	40	3	N	28,72	3,73	242,82		
1	60	3	N	28,72	3,73	235,42		
1	20	4	N	28,78	2,65	186,56		
1	40	4	N	28,78	2,65	210,25		
1	60	4	N	28,78	2,65	189,15		

1	20	5	N	33,4	2,17	232,46
1	40	5	N	33,4	2,17	225,42
1	60	5	N	33,4	2,17	214,32
1	20	6	N	36,28	1,78	254,29
1	40	6	N	36,28	1,78	226,16
1	60	6	N	36,28	1,78	226,91
1	20	7	N	38,04	2,09	226,91
1	40	7	N	38,04	2,09	203,59
1	60	7	N	38,04	2,09	209,51
1	20	8	N	37,7	1,35	235,05
1	40	8	N	37,7	1,35	242,45
1	60	8	N	37,7	1,35	228,39
1	20	9	N	37,28	1,55	220,24
1	40	9	N	37,28	1,55	234,68
1	60	9	N	37,28	1,55	227,28
1	20	10	N	37,52	1,3	214,69
1	40	10	N	37,52	1,3	238,01
1	60	10	N	37,52	1,3	234,31
2	20	1	N	32,64	3,62	253,93
2	40	1	N	32,64	3,62	208,39
2	60	1	N	32,64	3,62	226,91
2	20	2	N	32,52	3	253,93
2	40	2	N	32,52	3	252,82
2	60	2	N	32,52	3	245,04
2	20	3	N	28,72	3,73	251,34
2	40	3	N	28,72	3,73	247,26
2	60	3	N	28,72	3,73	216,91
2	20	4	N	28,78	2,65	229,13
2	40	4	N	28,78	2,65	242,45
2	60	4	N	28,78	2,65	229,13
2	20	5	N	33,4	2,17	231,35
2	40	5	N	33,4	2,17	210,25
2	60	5	N	33,4	2,17	194,33

2	20	6	N	36,28	1,78	253,93
2	40	6	N	36,28	1,78	208,39
2	60	6	N	36,28	1,78	226,91
2	20	7	N	38,04	2,09	213,95
2	40	7	N	38,04	2,09	216,54
2	60	7	N	38,04	2,09	210,62
2	20	8	N	37,7	1,35	239,12
2	40	8	N	37,7	1,35	230,61
2	60	8	N	37,7	1,35	223,57
2	20	9	N	37,28	1,55	224,68
2	40	9	N	37,28	1,55	228,76
2	60	9	N	37,28	1,55	181,38
2	20	10	N	37,52	1,3	220,24
2	40	10	N	37,52	1,3	223,94
2	60	10	N	37,52	1,3	210,25
3	20	1	N	32,64	3,62	255,04
3	40	1	N	32,64	3,62	222,83
3	60	1	N	32,64	3,62	215,8
3	20	2	N	32,52	3	276,88
3	40	2	N	32,52	3	248
3	60	2	N	32,52	3	204,69
3	20	3	N	28,72	3,73	252,45
3	40	3	N	28,72	3,73	230,61
3	60	3	N	28,72	3,73	232,83
3	20	4	N	28,78	2,65	231,71
3	40	4	N	28,78	2,65	229,49
3	60	4	N	28,78	2,65	231,71
3	20	5	N	33,4	2,17	225,42
3	40	5	N	33,4	2,17	185,08
3	60	5	N	33,4	2,17	203,58
3	20	6	N	36,28	1,78	255,04
3	40	6	N	36,28	1,78	222,83
3	60	6	N	36,28	1,78	215,8

3	20	7	N	38,04	2,09	220,24
3	40	7	N	38,04	2,09	216,91
3	60	7	N	38,04	2,09	205,44
3	20	8	N	37,7	1,35	230,24
3	40	8	N	37,7	1,35	230,98
3	60	8	N	37,7	1,35	213,95
3	20	9	N	37,28	1,55	217,65
3	40	9	N	37,28	1,55	225,79
3	60	9	N	37,28	1,55	218,39
3	20	10	N	37,52	1,3	229,13
3	40	10	N	37,52	1,3	227,65
3	60	10	N	37,52	1,3	218,39
4	20	1	N	32,64	3,62	249,11
4	40	1	N	32,64	3,62	211,36
4	60	1	N	32,64	3,62	222,83
4	20	2	N	32,52	3	268,73
4	40	2	N	32,52	3	250,59
4	60	2	N	32,52	3	196,92
4	20	3	N	28,72	3,73	250,59
4	40	3	N	28,72	3,73	215,43
4	60	3	N	28,72	3,73	217,28
4	20	4	N	28,78	2,65	222,09
4	40	4	N	28,78	2,65	234,31
4	60	4	N	28,78	2,65	223,2
4	20	5	N	33,4	2,17	231,35
4	40	5	N	33,4	2,17	188,04
4	60	5	N	33,4	2,17	187,67
4	20	6	N	36,28	1,78	249,11
4	40	6	N	36,28	1,78	211,36
4	60	6	N	36,28	1,78	222,83
4	20	7	N	38,04	2,09	239,12
4	40	7	N	38,04	2,09	210,99
4	60	7	N	38,04	2,09	205,1

4	20	8	N	37,7	1,35	233,2
4	40	8	N	37,7	1,35	233,94
4	60	8	N	37,7	1,35	215,8
4	20	9	N	37,28	1,55	245,04
4	40	9	N	37,28	1,55	184,71
4	60	9	N	37,28	1,55	156,58
4	20	10	N	37,52	1,3	213,58
4	40	10	N	37,52	1,3	226,91
4	60	10	N	37,52	1,3	191,74
5	20	1	N	32,64	3,62	238,01
5	40	1	N	32,64	3,62	222,46
5	60	1	N	32,64	3,62	209,14
5	20	2	N	32,52	3	264,66
5	40	2	N	32,52	3	254,67
5	60	2	N	32,52	3	247,63
5	20	3	N	28,72	3,73	248
5	40	3	N	28,72	3,73	236,53
5	60	3	N	28,72	3,73	216,17
5	20	4	N	28,78	2,65	225,79
5	40	4	N	28,78	2,65	255,41
5	60	4	N	28,78	2,65	226,54
5	20	5	N	33,4	2,17	221,35
5	40	5	N	33,4	2,17	218,39
5	60	5	N	33,4	2,17	195,44
5	20	6	N	36,28	1,78	238,01
5	40	6	N	36,28	1,78	222,46
5	60	6	N	36,28	1,78	209,14
5	20	7	N	38,04	2,09	220,24
5	40	7	N	38,04	2,09	242,45
5	60	7	N	38,04	2,09	212,47
5	20	8	N	37,7	1,35	234,31
5	40	8	N	37,7	1,35	243,56
5	60	8	N	37,7	1,35	215,8

5	20	9	N	37,28	1,55	208,03
5	40	9	N	37,28	1,55	233,94
5	60	9	N	37,28	1,55	177,67
5	20	10	N	37,52	1,3	232,83
5	40	10	N	37,52	1,3	232,09
5	60	10	N	37,52	1,3	215,8

ANEXO II

Tabela 1 - Esquema da análise de variância para avaliar decomposição de serapilheira em agroecossistema de nim e no campo em estágio de sucessão primária

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Tratamento (Meses)	5	4809.9	962.0	30.99*
Bloco	1	342.0	342.0	11.02*
Tratamento x Bloco	5	295.9	59.2	1.91
Resíduo	48	1490.0	31.0	
Total	59	6937.7		

* Significância a 5% pelo teste de Tukey

Tabela 2 - Esquema da análise de variância para avaliar respiração edáfica em agroecossistema de nim

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Distancia (D)	2	48707	24354	40.66*
Bloco (B)	4	1735	434	NS
Resíduo (a) D x B	8	4789	599	
Parcelas	14			
Quinzena (Q)	9	31952	3550	16.28*
D x Q	18	22358	1242	5.69*
B x Q	36	14192	394	1.80*
Resíduo (b) B x D x T	72	15723	218	
Sub-Parcela	149			
Turno (T)	1	17737	17737	110.85*
D x T	2	3947	1973	12.33*
B x T	4	935	234	1.46 ^{NS}
D x B x T	8	3750	469	2.93*
Q x T	9	32041	3560	22.25*
D x Q x T	18	5846	235	2.03*
B x Q x T	36	5079	141	NS
Resíduo (c) D x B x Q x T	72	11524	160	
Sub-sub-parcelas (Total)	299	220315		

* Significância pelo teste de Tukey a 5%

Tabela 3 - Esquema da análise de variância para avaliar ácaros em agroecossistema de nim

Fonte Variação	GL	SQ	QM	F
Distância (D)	2	5906	2953,0	11,98*
Bloco (B)	4	1341,6	335,4	1,36 ^{NS}
Resíduo (a) D x B	8	1971,2	246,4	
Parcelas	14			
Quinzena (Q)	9	17215,2	1912,8	5,11*
D x Q	18	8769,6	487,2	1,30 ^{NS}
B x Q	36	9046,8	251,3	0,67 ^{NS}
B x D x Q (Resíduo b)	72	26929,44	374,02	
Sub-parcelas (Total)	149	206,6733		

* Significância pelo teste de Tukey a 5%

Tabela 4 - Esquema da análise de variância para avaliar colêmbolos em agroecossistema de nim

Fonte Variação	GL	SQ	QM	F
Distância (D)	2	0,0934	0,0467	0,13469 ^{NS}
Bloco (B)	4	3,7068	0,9267	2,6729 ^{NS}
Resíduo (a) D x B	8	2,7736	0,3467	
Parcelas	14			
Quinzena (Q)	9	58,4064	6,4896	5,4566*
D x Q	18	12,1734	0,6763	0,5686 ^{NS}
B x Q	36	43,8948	1,2193	1,0252 ^{NS}
B x D x Q (Resíduo b)	72	85,6296	1,1893	
Sub-parcelas (Total)	149	71177,66		

* Significância pelo teste de Tukey a 5%