



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

DISTRIBUIÇÃO DOS ORGANISMOS EDÁFICOS E EVOLUÇÃO DE
CO₂ EM ÁREAS DE CAATINGA SOB DIFERENTES ESTÁGIOS
SUCESSIONAIS NA PARAÍBA

MANOELLA DE QUEIROZ RODRIGUES

PATOS – PARAÍBA
JUNHO / 2011

MANOELLA DE QUEIROZ RODRIGUES

DISTRIBUIÇÃO DOS ORGANISMOS EDÁFICOS E EVOLUÇÃO DE
CO₂ EM ÁREAS DE CAATINGA SOB DIFERENTES ESTÁGIOS
SUCESSIONAIS NA PARAÍBA

Monografia apresentada ao curso de
Licenciatura em Ciências biológicas da
Universidade Federal de Campina Grande em
cumprimento as normas para a obtenção
do Título de Licenciado em Ciências em
Biológicas.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Jacob Silva Souto

PATOS – PARAÍBA
JUNHO / 2011



Biblioteca Setorial do CDSA. Agosto de 2022.

Sumé - PB

FICHA CATALOGADA NA BIBLIOTECA SETORIAL DO CSTR /
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

R696d

2011

Rodrigues, Manoella de Queiroz

Distribuição dos organismos edáficos e evolução de CO₂ em áreas de caatinga sob diferentes estágios sucessionais na Paraíba/
Manoella de Queiroz Rodrigues - Patos - PB: UFCG/UACB, 2011.

54f.

Inclui Bibliografia.

Orientador (a): Jacob Silva Souto.

(Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas). Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande.

1 - Biologia do solo – Monografia. 2 – Biodiversidade do solo. 3 – Respiração edáfica. 4 – Ciclagem de nutrientes 1 –
Titulo.

CDU: 631.46

MANOELLA DE QUEIROZ RODRIGUES

DISTRIBUIÇÃO DOS ORGANISMOS EDÁFICOS E EVOLUÇÃO DE
CO₂ EM ÁREAS DE CAATINGA SOB DIFERENTES ESTÁGIOS
SUCESSIONAIS NA PARAÍBA

Monografia aprovada pela comissão em 16/07/2010

Banca examinadora

Prof. Dr. Jacob Silva Souto

Profa. Dra. Solange Maria Kerpel

Proe. Dr. Saulo Cabral Gondim

PATOS – PARAÍBA
JUNHO / 2011

Dedico este trabalho:

Aos meus pais Manoel e Maria José e ao meu irmão Gabriel.

Agradecimentos

A Deus, meu refúgio e minha fortaleza nos momentos de aflição e a Maria santíssima, minha fonte de inspiração;

A minha família especialmente a minha tia Ana Selma por sempre acreditar em mim e torcer pra que tudo desse certo

Ao meu namorado Clécio pela ajuda na condução do trabalho e pela força nos momentos mais difíceis da minha vida;

Aos professores Jacob Silva Souto e Patrícia Carneiro Souto, pela orientação e apoio permanentes durante a condução dos trabalhos e pela contribuição na minha formação intelectual;

A Mario proprietário da fazenda que permitiu e contribuiu para a condução do experimento;

Aos amigos do curso de engenharia florestal Roberto, Isaías, César, Cheila e Rênio que me ajudaram a conduzir os trabalhos;

A Maésia que foi uma pesa fundamental para realização deste trabalho, pois contribuiu muito para realização do trabalho;

A todos os colegas de turma, e em especial a Érika, Tássia, Janaina e Cammila pela convivência e amizade durante todo o curso e Everton pela permanente amizade desde a infância;

A Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal - Campus de Patos, pela concessão de suas instalações para realização das análises e unidade de Ciências Biológica pela oportunidade de realização do curso;

A todos os docentes da Unidade Acadêmica de biologia, especialmente a professora Maria das Graças Veloso Marinho que foi como uma mãe par todos os alunos, ajudando-nos e incentivando-nos;

A todos os funcionários do campus pela grandiosa prestação de serviço;

Aos amigos Lauter e José da Silva que me ajudou durante todo o experimento;

Agradeço a todos que auxiliaram de maneira direta ou indireta para a realização desse trabalho.

Muito obrigada!

Sumário

	Folhas
Lista de Figuras	iv
Lista de Tabelas.....	vi
Resumo	1
Abstract	2
1.Introdução Geral.....	3
2.Referencial Teórico.....	4
2.1 Caracterização do bioma caatinga.....	4
2.2 Organismos edáficos.....	5
2.3 Respiração edáfica.....	7
3. Referências Bibliográficas.....	9

**CAPÍTULO 1: DIVERSIDADE DA FAUNA EDÁFICA EM SOLO DE CAATINGA SOB
DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIOAIS**

Resumo.....	15
Abstract.....	15
Introdução.....	16
Material e Métodos.....	16
Resultados.....	21
Discussão.....	29
Conclusões.....	30
Referências Bibliográficas.....	30

**CAPÍTULO 2. RESPIRAÇÃO EDÁFICA EM SOLO DE CAATINGA SOB DIFERENTES
ESTÁGIOS SUCESSIONAIS**

Resumo.....	33
Abstract.....	34
Introdução.....	35
Material e Métodos.....	35
Resultados e Discussão.....	40
Conclusões.....	44
Referências Bibliográficas.....	44
Anexos.....	47

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO 1

- Figura 1. Áreas em estágios seccionais de caatinga onde foram realizados os experimentos no município de Várzea -Paraíba; A: caatinga sem vegetação arbórea, A1: período seco (setembro a dezembro/2009), A2: período chuvoso (março a junho/2010); B: Caatinga no estágio inicial (\pm 12 anos) B1: período seco, B2: período chuvoso; C: Caatinga no secundário (\pm 25 anos), C1: período seco, C2: período chuvoso; D: Caatinga no estágio clímax ($>$ 50 anos), D1: período seco, D2: período chuvoso..... 18
- Figura 2. Armadilha tipo Trampa de Tretzel modificada utilizada na coleta da macrofauna do solo, na Fazenda Cachoeira de são Porfírio, Várzea, PB, entre setembro e dezembro de 2009 e março a junho de 2010..... 19
- Figura 3. Procedimentos utilizados na coleta do solo para extração da mesofauna, na Fazenda Cachoeira de são Porfírio, Várzea, PB, entre setembro e dezembro de 2009 (período seco) e março a junho de 2010 (período chuvoso), (a) Anel metálico utilizado na coleta do solo, (b) anel totalmente enterrado para coleta do solo, (c) retirada do anel..... 20
- Figura 4. Equipamento Berlese-Tullgren modificado, usado na extração dos organismos da mesofauna do solo. na Fazenda Cachoeira de são Porfírio, Várzea, PB, entre setembro e dezembro de 2009 (período seco) e março a junho de 2010 (período chuvoso)..... 20
- Figura 5. Pluviosidade (mm) média registradas durante os meses de experimentação no município de Várzea – PB (AESAPB, 2010)..... 22
- Figura 6. Conteúdo de água no solo (%) registrado durante os meses de setembro/2009 a junho/2010, no município de várzea- Paraíba..... 22

CAPITULO 2

- Figura 1. Áreas em estágios secessionais de caatinga onde foram realizados os experimentos no município de Várzea -Paraíba; A: caatinga sem vegetação arbórea, A1: período seco (setembro a dezembro/2009), A2: período chuvoso (março a junho/2010); B: Caatinga no estágio inicial (\pm 12 anos) B1: período seco, B2: período chuvoso; C: Caatinga no secundário (\pm 25 anos), C1: período seco, C2: período chuvoso; D: Caatinga no estágio clímax ($>$ 50 anos), D1: período seco, D2: período chuvoso..... 37
- Figura 2. Método utilizado na avaliação da atividade microbiana na Fazenda Cachoeira de são Porfírio, Várzea, PB, entre setembro e dezembro de 2009 (período seco) e março a junho de 2010 (período chuvoso), (a)recipiente de vidro contendo KOH, (b) balde de PVC cobrindo o vidro..... 38
- Figura 3. Índices pluviométricos (mm) registrados nos meses agosto/09 a junho/10 no município de Várzea - PB (AESAPB, 2010)..... 40
- Figura 4. Conteúdo de água no solo (%) nas áreas sem caatinga, estágio inicial, estágio secundário e clímax nos meses de setembro/09 a junho/10..... 40

LISTA DE TABELAS

CAPITULO 1.

- Tabela 1. Georreferenciamento e latitudes das parcelas por estágio sucessional..... 17
- ..
- Tabela 2. Densidade populacional e índices de Shanon e Pielou para mesofauna nas quatro áreas em estudos (área sem caatinga A1; área de caatinga no estágio inicial A2; área de caatinga no estágio secundário A3; área de caatinga no estágio de clímax A4). nos dois períodos seco (setembro a dezembro/2009) e período chuvoso (março a junho/2010), no município de Várzea-PB..... 14
- Tabela 3. Densidade populacional para macrofauna do solo nas quatro áreas em estudos(área sem caatinga; área de caatinga no estágio inicial; área de caatinga no estágio secundário; área de caatinga no estágio de clímax). nos dois períodos seco (setembro a dezembro/2009) e período chuvoso (março a junho/2010), no município de Várzea-PB..... 16
- Tabela 4. Índices de diversidade de Shanon (H)e equitabilidde de Pielou (e) para macrofuna do solo nas quatro áreas em estudos (área sem caatinga; área de caatinga no estágio inicial; área de caatinga no estágio secundário; área de caatinga no estágio de clímax). no período seco (setembro a dezembbro/2009), no município deVárzea-PB..... 17
- Tabela 5. Índices de diversidade de Shanon (H)e equitabilidde de Pielou (e) para macrofuna do solo nas quatro áreas em estudos (área sem caatinga; área de caatinga no estágio inicial; área de caatinga no estágio secundário; área de caatinga no estágio de clímax). no período chuvoso (março a junho/2010), no município deVárzea-PB..... 18

CAPITULO 2.

Tabela 1. Georreferenciamento e latitudes das parcelas por estágio sucessional.....	28
Tabela 2. . Médias de CO ₂ mg m ⁻² .h ⁻¹ liberados no solo sob caatinga na interação meses x áreas durante os meses de setembro a dezembro/2009 (período seco) e março a junho/2010 (período chuvoso) nos quatro estágios sucessionais (Várzea-PB).	41
Tabela 3. Médias de CO ₂ mg m ⁻² .h ⁻¹ liberados no solo sob caatinga na interação períodos diurno e noturno x meses, de setembro de 2009 a junho de 2010 (Várzea-PB).....	43

RODRIGUES, M. Q. DISTRIBUIÇÃO DOS ORGANISMOS EDÁFICOS E EVOLUÇÃO DE CO₂ EM ÁREAS DE CAATINGA SOB DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS NA PARAÍBA. 2011.54f. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Ciências Biológicas). Centro de Saúde e Tecnologia Rural. Universidade Federal de Campina Grande; Patos – PB.

Resumo:

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes sistemas de manejo do solo sobre as modificações na abundância dos grupos da mesofauna e macrofauna edáfica e determinar a atividade microbiana pela liberação de CO₂. O experimento foi conduzido na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, localizado no município de Várzea-PB, durante os meses de setembro a dezembro/2009 (período seco) e março a junho/2010 (período chuvoso). Utilizaram-se áreas em estágios sucessionais (sem vegetação (caatinga), estágio inicial de caatinga, secundário e clímax). Foram coletadas amostras de solo para a extração dos organismos da mesofauna utilizando o método de Berlese-Tullgren modificado e para a avaliação da macrofauna foram utilizadas armadilhas do tipo Trampa de Tretzel modificada; para avaliação da atividade microbiana utilizou-se o método estabelecido por Grisi. Na composição da macrofauna nos diferentes períodos estudados, os principais grupos encontrados foram: Hymenoptera, Coleoptera e Aranea e para a mesofauna o grupo Acarina, a área de clímax apresentou uma maior densidade de indivíduos. A atividade microbiana foi maior no período noturno quando comparada com o período diurno, sendo favorecida pela umidade e temperatura do solo, houve diferença significativa na liberação de CO₂ entre os períodos estudados.

Palavras- chave: respiração edáfica, biodiversidade do solo, ciclagem de nutrientes

RODRIGUES, M. Q. BIOTA EDAFIC DISTRIBUTION AND EVOLUTION CO₂ IN CAATINGA IN DIFERENT SUCCESSIONAL STAGES IN PARAÍBA. 2011.54f. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Ciências Biológicas). Centro de Saúde e Tecnologia Rural. Universidade Federal de Campina Grande; Patos – PB.

Abstract

This work aims to evaluate the effects of different soil management systems on the modifications on the abundance of the groups of soil mesofauna and macrofauna and to determine the microbial activity through CO₂ liberation. The experiment was carried out at Cachoeira de São Porfirio Farm, situated in the municipality of Varzea-PB, between the months of September and December, 2009 (dry season) and March to June, 2010 (rainy season). It was used areas in successional stages (without vegetation caatinga, initial, secondary and caatinga climax stages). Soil samples were collected in order to extract the organisms groups of mesofauna using the Berlese-Tullgren modified method and in order to evaluate macrofauna it was used pitfall Tretzel modified and to evaluate the microbial activity it was used the method established by Grisi. In the macrofauna composition during the different studied seasons, the main groups found were: Hymenoptera, Coleoptera e Aranea whereas in the mesofauna composition the group was acarina, the climax area shown a greater density of individuals. Microbial activity was larger at night when compared to the day time, as it was helped by the humidity and soil temperature; there has been significant difference on the CO₂ liberation during the studied periods.

Key words: soil respiration, soil biodiversity, nutrient cycling.

1. Introdução geral

A cada ano que passa aumenta os impactos ambientais causados pela ação do homem em diversos biomas, deixando a sociedade e pesquisadores em alerta para promoverem meios de minimizar desastres, que contribui para um processo de desertificação dos ecossistemas florestais, na redução dessas áreas e na fragmentação do ecossistema. De acordo com Moreira et al, (2008), a disponibilidade de terras, em ecossistemas naturais, esta atualmente sob severa pressão, levando a destruição e fragmentação de áreas ricas em biodiversidade.

O uso inadequado dos recursos naturais despertou movimentos ambientalistas em defesa dessas áreas, levando os governantes a criarem várias medidas para reduzir essa devastação desenfreada que só traz prejuízos para a população (SOUTO, 2006). Dentre os biomas brasileiros, a Caatinga é um dos menos conhecidos e estudados. De acordo com Almeida (2010), este fato dificulta o entendimento da estrutura e dinâmica de funcionamento do ecossistema inviabilizando, por exemplo, a tomada de soluções frente aos problemas causados por possíveis perturbações de origem natural ou antrópica.

Existem vários meios para preservação da vegetação, entre elas, as Reservas Particulares e as Reservas Nacionais. No Estado da Paraíba as unidades de conservação perfazem um total de 43.430 ha, representando 0,77% em relação à área territorial do Estado, onde nesse sistema existem várias categorias, destacando-se oito RPPN (SUDEMA, 2004).

Em áreas de caatinga grande parte da população vive da extração inadequada dos recursos naturais. Araujo Filho e Barbosa (2000), relatam que a aceleração dos processos de degradação do solo e as grandes perdas da diversidade da flora e fauna, que foram observados nesta região, são provocadas por um método de desenvolvimento baseado na exploração madeireira predatória como fonte de energia, aliada a uma pecuária extensiva por meio do superpastoreio e a uma agricultura com base no desmatamento e queimadas.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes sistemas de manejo do solo sobre as modificações na abundância dos grupos da mesofauna e macrofauna edáfica e determinar a atividade microbiana pela liberação de CO₂.

2. Referencial teórico

2.1 Caracterização do bioma caatinga

O Nordeste brasileiro compreende uma área de 1,55 milhões de km², correspondente a 18,3% do total do território brasileiro, divididos administrativamente em nove estados, com uma população de cerca de 51.871.449 milhões de habitantes. Cerca de 980 mil km² (60% da área total) constituem o semiárido nordestino, de ocorrência em todos os estados desta região e também numa porção aproximada de 50.000 km² do estado de Minas Gerais (IBGE, 2010).

O clima na região semi-árida do nordeste brasileiro apresenta irregularidade do regime pluviométrico, com apenas duas estações definidas: a estação chuvosa (inverno) que dura em média de três a cinco meses e a estação seca (verão) que predomina na maior parte do ano e dura de sete a nove meses. As chuvas são torrenciais e irregulares o que ocasionam prolongadas épocas de seca. O balanço hídrico na região é deficitário, principalmente em virtude da elevada evaporação, a qual é quatro vezes superior a precipitação (RODRIGUES et al., 2007).

A vegetação da caatinga é adaptada às condições de aridez (xerofilia) de porte arbóreo, arbustivo e herbáceo, com ampla variação de fisionomia e flora e elevada diversidade de espécies, predominando representantes de Caesalpinaceae, Mimosaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae e Cactaceae. Entre as principais adaptações, seja morfológicas e/ou fisiológicas apresentadas pelas espécies vegetais da caatinga que possibilitam a sobrevivência em condições de seca estão a redução da área foliar, a senescência (a perda de folhas), os mecanismos de fechamento dos estômatos e o controle osmótico (SILVA et al., 2004).

Na região Nordeste a produção de biomassa depende da precipitação anual e de sua distribuição. Com a intensa devastação da Caatinga, essa produção sofreu uma redução drástica, favorecendo a exposição direta dos solos, deixando-os com baixos níveis de fertilidade, face as perdas de nutrientes através das erosões hídricas e eólica tornando essas áreas degradadas (SOUTO et al., 1999).

Araujo Filho (2002) a produção de sistemas agrícolas totalmente extrativistas no semiárido brasileiro, representado principalmente pelo desmatamento incontrolável, contribui enormemente para a fragmentação e redução da vegetação nativa da caatinga.

À medida com que a vegetação da caatinga está sendo explorada, sem nenhum plano de manejo, está pondo em risco a existência de várias espécies arbóreas de valor econômico e de valor ecológico. Estas extrações, seja para retirada de madeira para lenha, carvão, moirões

ou serrarias, seja para a ampliação de áreas de cultivo (brocas), provocam sérios danos ambientais, desencadeando muitas vezes de processos irreversíveis de degradação e o empobrecimento desta vegetação, ainda pouco estudada e cujo potencial genético pouco se conhece (SOUTO, 2006).

2.2 Organismos edáficos

A fauna do solo compreende milhões de animais invertebrados que vivem no solo ou que passam uma ou mais fases ativas no solo (AQUINO, 2001). Existem várias formas de classificar os organismos edáficos quanto ao seu habitat preferencial, hábito alimentar, meio de locomoção, tempo em que vivem no solo e seu tamanho corporal.

Para algumas espécies de invertebrados, o solo é o ambiente utilizado apenas na fase larval, considerando – se, assim, um habitat temporário. O habitat enquanto adulto pode ser aquático ou terrestre. O hábito alimentar pode ser biófagos (alimentam-se de outro ser vivo) ou saprófagos (obtem alimento a partir da matéria orgânica em decomposição). Quanto à locomoção eles podem ser escavadores ou não escavadores. O tempo em que vivem no solo pode variar de acordo com a espécie, sendo que alguns grupos passam toda a sua vida exclusivamente no solo, como por exemplo, as minhocas. O tamanho dos organismos é tradicionalmente baseado no comprimento do animal (AQUINO e CORREIA, 2005).

Segundo Swift et al., (1979) os organismos são divididos em três grupos: Microfauna do solo, que compreende organismo com tamanho do corpo inferior a 100 μ m, que incluem os protozoários e nematóides; Mesofauna do solo, incluindo invertebrados com tamanho corporal que variam entre 100 μ m a 2,0mm, que podem ser representados pelos ácaros, colêmbolos, proturos e dipluros, e a macrofauna do solo que são organismos maiores que 2,0mm. Os organismos da macrofauna do solo podem ser representados por mais de 20 grupos taxonômicos, entre eles, cupins, formigas, minhocas, besouros, tatuzinhos, aranhas, centopéias, piolhos-de-cobra, baratas, tesourinhas, grilos, caracóis, escorpiões, percevejos, cigarras, larvas de mosca e de mariposas (MELO et al., 2009).

Os organismos edáficos exercem um papel fundamental na fragmentação do material vegetal e na regulação indireta dos processos biológicos do solo, estabelecendo interação em diferentes níveis com os microrganismos (ARAÚJO et al., 2009). A fauna do solo pode influenciar os processos edáficos através de duas vias principais: uma direta, pela modificação física da serrapilheira e do ambiente do solo, e outra indireta, através de interações com a comunidade microbiana (GONZALEZ et al., 2001).

Pela sua grande importância nos processos biológicos dos ecossistemas naturais, a fauna edáfica é utilizada, como importante indicador biológico de qualidade do solo, podendo ser útil na avaliação de agrossistemas degradados. Dentre esses organismos edáficos mais estudados como bioindicadores estão alguns representantes dos Hymenoptera (formigas), Isoptera (cupins), Coleoptera (besouros), Arachnida (aranhas), Collembola (colêmbolos), Oligochaeta (minhocas), entre outros integrantes da meso e macrofauna do solo (WINK et al, 2005).

A ciclagem dos nutrientes depende diretamente da atividade dos microrganismos no solo, dos invertebrados que vivem na serapilheira acumulada, e nas camadas superiores do solo, com participação em cerca de 95% na decomposição, sendo estes responsáveis pelo rearranjo dos detritos e sua desintegração (SOUTO, 2006). Correia e Andrade (1999) afirmam que o conjunto serapilheira - solo representa para os organismos edáficos além do seu habitat, mas também o seu alimento, os quais garantem a sua sobrevivência e reprodução.

Quanto mais conservada for a vegetação, a abundância e diversidade de espécies desses grupo será mais elevada. No entanto, qualquer alteração no ambiente resultará em mudanças nessas comunidades, promovendo alterações nos ciclos dos elementos. Neste sentido, a sensibilidade dos invertebrados edáficos a essas modificações nos atores ambientais justifica a sua utilização como indicadora das condições ecológicas do ambiente em estudo, permitindo a criação de um banco de dados que estabeleça padrões e categorizações sobre a organização de comunidades bióticas em ecossistemas naturais não perturbados (ALMEIDA, 2010).

Os efeitos de perturbações sobre a população e diversidade de animais, em áreas de caatinga, é pouco documentado. No entanto, também pouco ainda se conhece sobre a estrutura e sazonalidade das populações de invertebrados do solo, em ecossistemas naturais preservados, neste bioma. No semiárido da Paraíba destacam-se os trabalhos desenvolvidos por Rodrigues et al., (2007); Araújo et al., (2009); Correia et al., (2009); Souto et al., (2009).

A meso e a macrofauna do solo desenvolvem principalmente funções detritívoras e predatórias nas teias tróficas de detritos da serapilheira e do interior do solo. Os organismos da mesofauna habitam espaços porosos do solo e não são capazes de criar suas próprias galerias, sendo por isso particularmente afetados pela compactação do solo (HEISLER e KAISER, 1995). Já a macrofauna do solo apresentam tamanho corporal suficiente para romper as estruturas dos horizontes minerais e orgânicos do solo ao se alimentar, movimentar e construir galerias no solo (ANDERSON, 1988).

Para Giracca et al., (2003) a determinação e diversidade da mesofauna é de fundamental importância para avaliar as interações biológicas no sistema solo/planta. No solo, as atividades principais desses organismos são: decomposição da matéria orgânica, produção de húmus, ciclagem de nutrientes e energia, e produção de complexos que causam agregação do solo, entre outros.

A diversidade de espécie da fauna do solo está associada a uma relação entre o número de espécies (riqueza de espécies) e a distribuição do número de indivíduos entre as espécies (equitabilidade) (WALKER, 1989). Esta definição está explicitada nos índices de Shannon e de Pielou, que conjugam estas duas variáveis. O Índice de Uniformidade de Pielou é um índice de equitabilidade em que a uniformidade se refere ao padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies (MOÇO et al., 2005). O índice de diversidade de Shannon é um dos mais comumente usados e mostra-se extremamente apropriado para o uso em ecologia do solo, uma vez que atribui maiores valores às espécies raras presentes na comunidade (TOLEDO, 2003).

O conhecimento da estrutura da comunidade dos invertebrados edáficos é muito importante, pois oferece subsídios para a escolha de melhor manejo para o ecossistema, ou seja, manejos que afetarão em menor escala o equilíbrio do mesmo (TAUK-TORNISIELO, 1997).

2.3 Respiração edáfica

O termo respiração do solo é definido como a absorção de O_2 ou liberação de CO_2 pelas entidades vivas e metabolizantes do solo. Já a respiração microbiana é definida como a absorção de O_2 ou a liberação de CO_2 pelas bactérias, fungos, algas e protozoários no solo, incluindo as trocas gasosas que resultam de ambos os metabolismos, aeróbio e anaeróbio (ANDERSON, 1982).

A respiração edáfica é um método comum e simples de avaliar a atividade biológica no solo (SAVEN et al., 2001). Segundo Schilenter e Cleve (1985), este processo surge de pelo menos três fontes metabólicas: a respiração microbiana, respiração das raízes e respiração dos organismos. Maia (2002) cita que a respiração edáfica ou atividade microbiana é a liberação de CO_2 pelo solo, devido em grande parte à atividade dos organismos decompositores que degradam a matéria orgânica, e em menor proporção, à atividade respiratória dos sistemas subterrâneos das plantas.

Berg et al., (2001) relatam que as atividades desenvolvida pela fauna do solo aumentam freqüentemente a respiração microbiana, especialmente na camada superficial do solo onde a densidade destes organismos é maior. A atividade biológica do solo depende de fatores abióticos tais como: temperatura, água e nutrientes, e de fatores bióticos como: adição de carbono para sua atividade e desenvolvimento.

O conjunto de fatores bióticos e abióticos determinam a taxa de fluxo de CO₂ para a superfície do solo (SILVA et al., 2006). A temperatura do solo é de fundamental importância no desenvolvimento dos microrganismos, intensificando ou retardando as atividades biológicas no solo (SOUTO, 2002). Em consequência das altas temperaturas, a velocidade de decomposição da matéria orgânica no solo é maior, desprendendo gás carbônico que é liberado para a atmosfera.

A perturbação antrópica de ecossistemas estáveis (solo + cobertura vegetal) tende a causar mais perdas do que ganhos de carbono, acarretando em redução da qualidade do solo ao longo do tempo (BARETTA et al., 2005). Essas perturbações ocasionam alterações na biomassa microbiana, que podem ser avaliadas quantificando-se o CO₂ produzido. A exposição do solo aos processos erosivos, com remoção da vegetação devido ao uso ou manejo inadequado, considerando-se que a maior intensidade de atividade microbiana ocorre na camada superficial do solo, irão acarretar na redução de sua qualidade (HABTE, 1989).

A introdução de matéria orgânica no solo exerce grande influência sobre suas propriedades químicas, físicas e biológicas (SILVA et al., 2006). Ao se incorporar material vegetal ao solo, parte do carbono adicionado é desprendido na forma de CO₂ e parte pode permanecer inalterada ou ser incorporada à biomassa microbiana. Se um material rico em C-orgânico é adicionado ao solo esse material será utilizado pelos organismos como fonte de carbono e energia, ocorrendo um aumento na atividade biológica com posterior liberação de CO₂ (PASSIANOTO et al., 2001).

Tendo em vista a degradação de paisagens naturais pela prática predatória, a respiração edáfica pode ser utilizada para se documentar mudanças na dinâmica do carbono do solo em áreas semi-áridas que sofreram desmatamento para a implantação de culturas ou pecuária extensiva e que estão passando por um processo de regeneração natural (DUARTE, 2003).

Para Souto et al., (2009) as análises de CO₂ são muito importantes para o estudo dos solos envolvendo a atividade biológica, material orgânico em decomposição, quantidade de biomassa microbiana e a determinação do conteúdo de carbonato. A vantagem de se medir

CO₂, ao invés de O₂, está no fato do CO₂ refletir a atividade tanto de microorganismos aeróbios quanto de anaeróbios (OLIVEIRA, 2005).

3. Referências Bibliográficas

ALMEIDA, M. A. X., **Fauna edáfica, decomposição foliar e liberação de nutrientes em área de caatinga do curimataú da Paraíba, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 136 f., 2010.

ANDERSON, J. M. Invertebrate-mediated transport process in soils. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v. 25, p.5-14, 1988.

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

AQUINO, A. M.; CORREIA, M. E. F. **Invertebrados edáficos e o seu papel nos processos do solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005.52 p. (Documentos, 201).

AQUINO, A. M.; **Manual para coleta de macrofauna do Solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2001. 21p. (Documentos, 130)

ARAÚJO FILHO, J. A.; BARBOSA, T. M. L. Manejo agroflorestal de Caatinga: uma proposta de sistema de produção. In: OLIVEIRA, T. S.; ASSIS JUNIOR, R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. **Agricultura, sustentabilidade e o semiárido**, 2000, p. 47-57.

ARAÚJO FILHO, J. A. Caatinga: agroecologia versus desertificação. **Ciência Hoje**, v. 30, n. 180, p. 44-45, 2002.

ARAÚJO, K. D.; PARENTE, H. N.; CORREIA, K. G.; RODRIGUES, M. Q.; DANTAS, R. T.; ANDRADE, A. P. de; SOUTO, J. S. Influência da precipitação pluvial sobre a mesofauna invertebrada do solo em área de caatinga no semiárido da Paraíba. **Geoambiente On-line**, n.12, p.1-12, 2009.

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

BERG, M.; RUITER, P.; DIDDEN, W.; JANSSEN, M.; SCHOUTEN, T. VERHOEF, H. Community food web, decomposition and nitrogen mineralisation in a stratified Scots pine forest soil. **Oikos**, v. 94, n. 1, p. 130-142, 2001.

CORREIA, K.G.; SANTOS, T. S.; ARAÚJO, K. D; SOUTO, J. S.; FERNANDES, P.D. Atividade microbiana do solo em quatro estágios sucessionais da caatinga no município de Santa Terezinha, Paraíba, Brasil. **Engenharia ambiental**, v. 6, n. 3, p. 534-549, 2009.

CORREIA, M.E.F.; ANDRADE, A.G. Formação da serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto alegre: Gênese, 1999. p. 197-225.

DUARTE, J. J. Desertificação do semi-árido paraibano. **Conceitos**, v. 9, p. 53-60, 2003.

GIRACCA, E. M. N.; ANTONIOLLI, Z. I.; ELTZ, F. L. F.; BENEDETTI, E.; LASTA, E.; GONZALEZ, G. LEY, R. E.; SCHMIDT, S. K.; ZOU, X.; SEASTEDT, T. R. Soil ecological interactions: comparisons between tropical and subalpine forests. **Oecologia**, v. 128, n. 4, p. 549-556, 2001.

HABTE, M. Impact of simulated erosive on the abundance and activity of indigenous vesicular-arbuscular mycorrhizal endophytes in as oxissol. **Biology and Fertility of Soils**, v.7, p.164-167, 1989.

HEISLER, C.; KAISER, E. A. Influence of agricultural traffic and crop management on Collembola and microbial biomass in arable soil. **Biology and Fertility of Soils**, v. 19, p. 159-165, 1995.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por amostra de Domicílio (PNAD)**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010.

MAIA, E. L. **Decomposição de esterco em Luvisolos no semi-árido da Paraíba.** Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal da Paraíba, Patos, 37f. 2002.

MELO, F. V. de; BROWN, G. G.; CONSTANTINO, R.; LOUZADA, J. N.C.; LUIZÃO, F. J.; MORAIS, J. W. DE; ZANETTI, R. A et al. A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. **Boletim Informativo da SBCS**, jan.-abr. 2009. Disponível em <<http://sbc.solos.ufv.br/solos/boletins/biologia%20macrofauna.pdf>> Acesso em: 26 mar. 2011.

MOÇO, M.K.S.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; GAMARODRIGUES, A.C. & CORREIA, M.E.F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, v. 29, p.565-571,2005.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L. (Ed) Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros. Lavras: Ed. UFLA, 2008. 768 p.

OLIVEIRA, F. L. N.; **Respiração edáfica e decomposição de esterco e serrapilheira em áreas de cultivo agrícola, pastagem e mata**, dissertação (Mestrado e agronomia em Agronomia), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 74f. 2005

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

RODRIGUES, M. Q.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; BEZERRA, D. M.; SALES, F. C. V. Diversidade da fauna edáfica como bioindicadora para o manejo do solo no semiárido da Paraíba. **Pesquisa**, v.1, n.1, p.137-142, 2007.

SAVIN, M.C.; GÖRRES, J.H.; NEHER, D.A.; AMADOR, J.A. Biogeophysical factors influencing soil respiration and mineral nitrogen content in an old field soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v.33, n.4-5, p. 429-438, 2001.

SCHILENTER, R. E.; CLEVE, K. V. Relations hisps between CO₂ evolution from soil, substrate temperature, and substrate moisture in four mature forest types in interior Alaska. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 15, p. 97- 106, 1985.

SILVA, D. F. da; SILVA, A. M. de A.; LIMA, A. B. de; MELO, J. R. M. de. Exploracao da Caatinga no Manejo Alimentar Sustentavel de Pequenos Ruminantes. In: 2º CONGRESSO BRASILEIRO DE EXTENSAO UNIVERSITARIA. **Anais...** 2004.

SILVA, G. A. E.; SOUTO, J. S.; ARAUJO, J. L. Atividade microbiana em Luvissole do semiárido da Paraíba após a incorporação de resíduos vegetais. **Agropecuária Técnica**, v.27, n.1, p.13-20, 2006.

SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição da serrapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de Caatinga na Paraíba, Brasil**. Tese (Doutorado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 146 f 2006.

SOUTO, P.C. **Estudo da dinâmica de decomposição de esterco na recuperação de solos degradados no semi-árido paraibano**. Areia, Universidade Federal da Paraíba, (Dissertação de Mestrado), 110p, 2002.

SOUTO, P.C.; SOUTO, J.S.; MAIA, E.L.; ARRIEL, E.F. SANTOS, R.V.; ARAÚJO, G.T. Avaliação da decomposição de resíduos vegetais pela medição da respiração edáfica em área de caatinga, em Patos, Paraíba. In. ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS, 3., 1999. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, p. 329-331, 1999.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V. dos; BAKKE, I. A. Características químicas da serapilheira depositada em area de caatinga. **Revista Caatinga**, v. 22, n.1, p. 264-272, 2009.

SUPERINTENDÊNCIA DE ADMINISTRAÇÃO DO MEIO AMBIENTE. **Atualização do diagnóstico florestal do Estado da Paraíba**. João Pessoa: SUDEMA, 2004. 268 p.

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

TAUK-TORNISIELO, S.M. Microorganismos como indicadores de impactos ambientais. In: MARTOS, H.L.; MAIA, N.B. (Coord.) **Indicadores ambientais**. Sorocaba, 1997. p. 157-165.

TOLEDO, L. de O. **Aporte de serrapilheira, fauna edáfica e taxa de decomposição em áreas de floresta secundária no Município de Pinheiral, RJ**. 2003. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

WALKER, D. Diversity and stability. In: EDWARDS, C.A. (Ed.) **Ecological concepts**. Oxford: Blackwell Scientific Public, 1989, p. 115-146.

WINK C.; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K.; ROVEDDER, A. P. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 4, n.1, p. 60-71, 2005.

CAPÍTULO I

DIVERSIDADE DA FAUNA EDÁFICA EM SOLOS SOB CAATINGA EM DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS

DIVERSIDADE DA FAUNA EDÁFICA EM SOLOS SOB CAATINGA EM DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS

Manoella de Queiroz Rodrigues¹; Jacob Silva Souto²; Patrícia Carneiro Souto²; Roberto Ferreira Barroso³

Resumo

O objetivo do presente trabalho foi caracterizar a distribuição da fauna edáfica nos compartimentos solo e serrapilheira, em duas épocas do ano e em quatro diferentes áreas em estágios sucessionais. O experimento foi conduzido na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, município de Várzea – PB, durante os meses de setembro a dezembro/2009 (período seco) e março a junho/2010 (período chuvoso). Para a extração da mesofauna utilizou-se do método de Berlese-Tullgren modificado e para a avaliação da macrofauna foram utilizadas armadilhas do tipo Trampa de Tretzel modificada. Na composição da macrofauna nos diferentes períodos estudados, os principais grupos encontrados foram: Hymenoptera, Coleoptera e Aranea e para a mesofauna foi o grupo Acarina, a área de clímax apresentou uma maior densidade de indivíduos.

Palavras-chaves: Fauna do solo, armadilhas Pitfall, Método Berlese-Tungren

DIVERSITY OF EDAFIC FAUNA IN CAATINGA SOIL IN DIFFERENCE TRAINEESHIPS SUCESSIONAIS

Abstract:

The aim of this work was to characterize the distribution of groups of organisms in soil and litter compartments in two seasons of the year and four different areas in successional stages. The experiment was carried out at Cachoeira de São Porfírio Farm, in Varzea-PB, from September to December 2009 (dry season) and from March to June 2010 (rainy season). In order to extract the organisms groups of mesofauna it was used the Berlese-Tullgren modified method and to evaluate macrofauna it was used pitfall Tretzel modified. In the macrofauna composition during the different studied seasons, the main groups found were: Hymenoptera > Coleoptera > Aranea whereas in the mesofauna composition the group was acarina, the climax area shown a greater density of individuals.

Key words: Soil fauna, Pitfall Tretzel, Berlese-Tullgren method

¹Aluna do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, UFCG/ Patos- PB, E-mail: manoella_rodrigues@hotmail.com;

²Professor. Doutor, Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal/ UFCG/ Patos- PB, jacob_souto@yahoo.com.br;

³ Aluno do de Engenharia Florestal, UAEEF/UFCG/ Patos, PB.)

Introdução

A retirada da caatinga - vegetação nativa das regiões semiáridas do Nordeste brasileiro - aliada a longos períodos de estiagem - provoca acentuada degradação física, química e biológica no solo, deixando-o totalmente descoberto e exposto por mais tempo às ações da temperatura, da chuva e dos ventos, reduzindo, conseqüentemente, seu potencial produtivo e causando danos muitas vezes irreversíveis ao meio (SOUTO et al., 2005).

O sistema solo-serapilheira é o habitat natural para grande variedade de organismos, microrganismos e animais invertebrados, com diferenças no tamanho e no metabolismo, que são responsáveis por inúmeras funções. A diversidade da fauna edáfica está relacionada com a grande variedade de recursos e microhabitats que o sistema solo-serapilheira oferecem, uma mistura de fases aquáticas e aéreas altamente compartimentalizadas, gerando um mosaico de condições microclimáticas e favorecendo, portanto, grande número de grupos funcionais associados (LAVELLE, 1996). A macro e a mesofauna são invertebrados com fundamental importância no equilíbrio de um ecossistema. A macrofauna ocupa todos os níveis tróficos da cadeia alimentar do solo.

O conhecimento da fauna edáfica torna-se importante para melhor avaliar a disponibilidade de recursos no solo, devido à sensibilidade dos organismos edáficos e às mudanças no ecossistema. A diversidade e densidade desses organismos sofrem alterações com o manejo inadequado e com as modificações climáticas. A diversidade da fauna do solo será tanto maior quanto maior for o carbono e a fonte de energia do ecossistema, no entanto, pode reduzir drasticamente, com a indisponibilidade desses recursos (GOMES, 2009).

As práticas de manejo utilizadas em um sistema de produção podem afetar de forma direta e indireta a fauna do solo, o que reflete na sua densidade e diversidade. Para Wink et al. (2005) o equilíbrio ambiental dos solos pode ser medido pela observação das características populacionais de grupos de organismos específicos, considerados bioindicadores do grau de alteração ou fragmentação de um local (NUNES et al., 2008) A fauna edáfica responde ao grau de equilíbrio do solo.

Os usos de diferentes coberturas vegetais e de práticas culturais podem atuar diretamente sobre a população da fauna edáfica. Esse efeito, muitas vezes, está relacionado à permanência de resíduos orgânicos sobre a superfície do solo. As coberturas geralmente formam uma camada espessa de folhas mortas, com vários estratos de matéria fresca e em decomposição, capaz de abrigar uma fauna mais diversificada (CANTO, 1996).

O objetivo do presente estudo foi caracterizar a distribuição da fauna edáfica no compartimento solo-serapilheira, em áreas de caatinga, em diferentes estágios sucessionais.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, no município de Várzea (PB), no período compreendido entre os meses de setembro a dezembro/2009 (período seco) e, março a junho/2010 (período chuvoso) utilizando-se parcelas de 1000m² (20m x 50m), em cada ambiente de estudo (04 estágios sucessionais). A distribuição das parcelas, em quatro estágios sucessionais na caatinga foi aleatória, conforme o estágio sucessional. Para marcação e orientação das parcelas foi utilizada bússola com nivelamento, e para localização destas parcelas na área de estudo, coordenadas geográficas foram obtidas com GPS (Tabela 1).

Tabela 1 – Georreferenciamento e latitudes das parcelas por estágio sucessional.

Estágios Sucessionais de caatinga	Altitude (m)	Coordenadas Geográficas
Sem vegetação arbórea	295,1	06°48'30,9"S e 36°56'97,6"W
Estágio inicial	278,5	06°48'41,1"S e 36°57'17,7"W
Estágio secundário	288,2	06°48'36,3"S e 36°57'7,2"W
Climax	275,8	06°48'54,5"S e 36°57'14,3"W

Os ambientes sucessionais (tratamento) estudados foram: a) Sem caatinga com predomínio de capim panasco (*Aristida setifolia*) - A1; b) Caatinga no estágio inicial (\pm 12 anos) - A2; c) Caatinga no secundário (\pm 25 anos) - A3 e d) Caatinga no estágio clímax ($>$ 50 anos) - A4 (Figura 1).

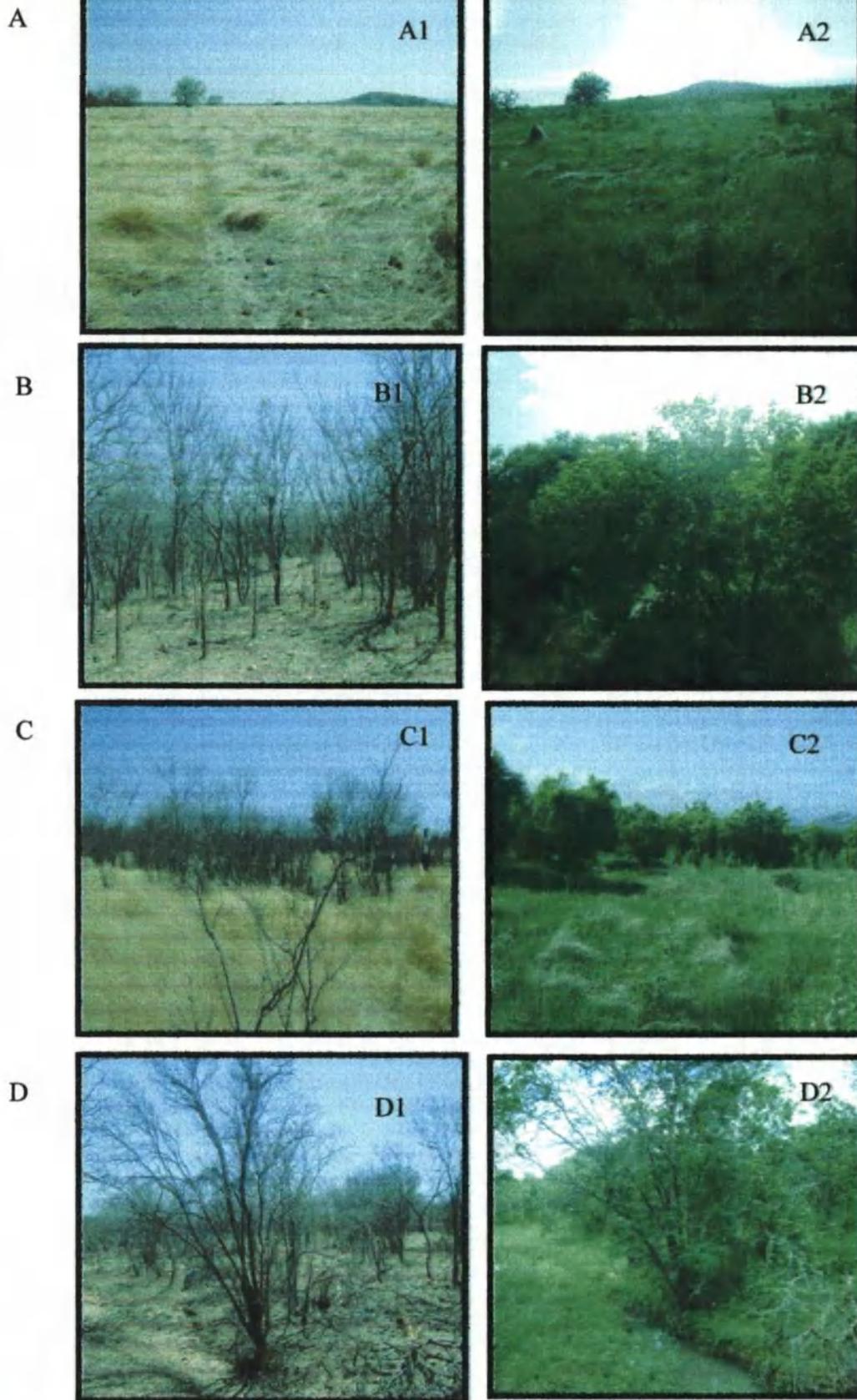


Figura 1. Áreas em estágios seccionais de caatinga onde foram realizados os experimentos no município de Várzea -Paraíba; A: caatinga sem vegetação arbórea, A1: período seco (setembro a dezembro/2009), A2: período chuvoso (março a junho/2010); B: Caatinga no estágio inicial (\pm 12 anos) B1: período seco, B2: período chuvoso; C: Caatinga no secundário (\pm 25 anos), C1: período seco, C2: período chuvoso; D: Caatinga no estágio clímax ($>$ 50 anos), D1: período seco, D2: período chuvoso.

Para captura dos organismos da macrofauna do solo utilizou-se armadilhas do tipo Trampa de Tretzel modificado, que consistiu de um prato plástico descartável (número 21) fixado ao solo por meio de uma haste de madeira no formato de "L" invertido e, metade de uma garrafa de plástico tipo PET (capacidade de dois litros) (Figura 2).



Figura 2. Armadilha tipo Trampa de Tretzel modificada utilizada na coleta da macrofauna do solo, na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, Várzea, PB, entre setembro e dezembro de 2009 e março a junho de 2010.

Cada armadilha foi instalada no campo por um período de quatro dias, contendo em seu interior 250 mL de solução de detergente (15%), mais 5-7 gotas de formol (2%). As garrafas foram enterradas no solo de modo que as bordas ficassem ao nível da superfície do solo. Foram coletadas seis amostras mensais por áreas.

Para se estimar a mesofauna do solo foram coletadas seis amostras por tratamento (solo + serapilheira). As coletas foram feitas com o emprego de anéis metálicos ($\varnothing = 5,0\text{cm}$ e $h = 5,3\text{ cm}$) (Figura 3a) introduzidos no solo com sucessivos golpes de martelo em uma tábua resistente sobreposta ao anel, até que o mesmo fosse totalmente preenchido (Figura 3b). Para retirar o anel do solo (Figura 3c) foi colocada água no entorno do anel de modo a evitar o desprendimento da amostra. Utilizou-se material metálico (faca) que foi introduzido lateralmente; o excedente de terra foi retirado e as amostras foram acondicionadas em caixas de isopor visando à minimização de perdas de umidade e material. Em seguida, as amostras coletadas foram transportadas até as dependências do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal/UFCG.



Figura 3. Procedimentos utilizados na coleta do solo para extração da mesofauna, na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, Várzea, PB, entre setembro e dezembro de 2009 (período seco) e março a junho de 2010 (período chuvoso), (a) Anel metálico utilizado na coleta do solo, (b) anel totalmente enterrado para coleta do solo, (c) retirada do anel.

Extração da mesofauna e macrofauna do solo

A extração das populações constituintes da mesofauna foi feita através de equipamento do tipo Berlese-Tullgren modificado (Figura 4).

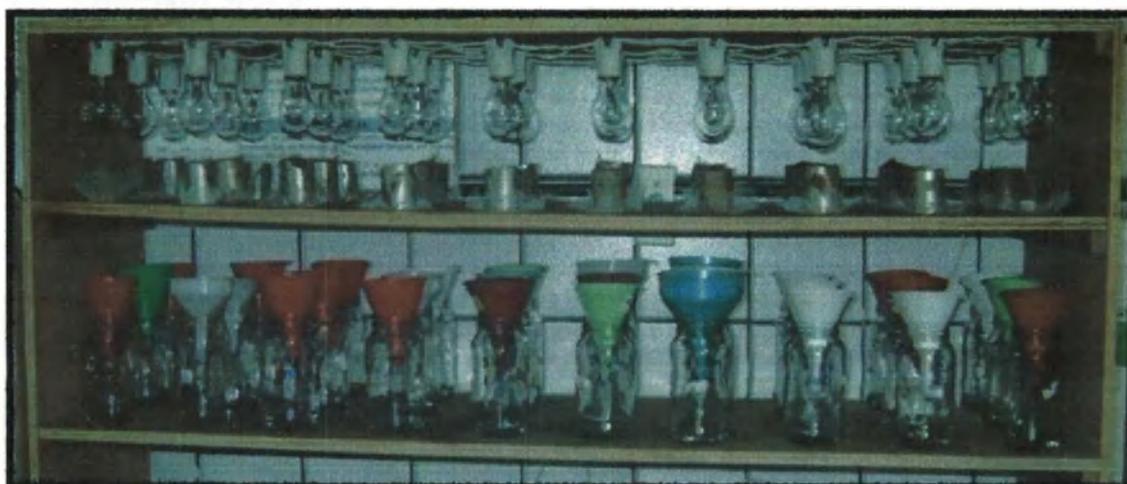


Figura 4. Equipamento Berlese-Tullgren modificado, usado na extração dos organismos da mesofauna do solo, na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, Várzea, PB, entre setembro e dezembro de 2009 (período seco) e março a junho de 2010 (período chuvoso),

Este equipamento foi composto por uma estrutura retangular de madeira, dividida em dois compartimentos, contendo trinta lâmpadas de 25 W, dividida em três filas de dez lâmpadas cada. No compartimento superior foram postos os anéis com as amostras e as lâmpadas, enquanto no compartimento inferior foram colocados os funis e os frascos de vidro com solução de álcool etílico a 70% para o recolhimento dos organismos. As amostras foram mantidas no extrator por 96 horas expostas à luz, com a temperatura na parte superior do anel atingindo $\pm 42^{\circ}\text{C}$.

Avaliação do parâmetro ecológico dos organismos

Na avaliação dos parâmetros ecológico dos organismos foi mensurado o número total de indivíduos (abundância) e foram feitas comparações das comunidades nos períodos estudados utilizando o índice de diversidade de Shannon e o índice de equitabilidade de Pielou (e).

O índice de diversidade de Shannon (H) é definido por:

$$\text{Eq (1): } H = -\sum p_i \cdot \log p_i$$

Onde: $p_i = n_i/N$; n_i = densidade de cada grupo;

$N = \sum$ da densidade de todos os grupos.

Esse índice assume valores que pode variar de 0 a 5, sendo que o declínio de seus valores é o resultado de uma maior dominância de grupos em detrimento de outros.

O Índice de Uniformidade de Pielou (e) é um índice de equitabilidade, sendo definido por:

$$\text{Eq (2): } e = H/\log S$$

Onde: H = índice de Shannon;

S = Número de espécies ou grupos.

Conteúdo de água no solo

Para determinar o conteúdo de água no solo foram coletados amostras na profundidade 0-15cm e condicionadas em cápsulas de alumínio de peso conhecido. Após a coleta, as cápsulas foram levadas para o laboratório de Nutrição Mineral de Plantas (UFCEG-CSTR) para serem pesadas (peso da massa úmida do solo), sendo em seguida, colocado em estufa a $\pm 105^\circ\text{C}$ onde permaneceram por um período de 24h. posteriormente, foram colocadas em dessecador para esfriamento, sendo pesadas em seguida (peso da massa seca do solo). O conteúdo de água no solo foi determinada através da equação:

$$U = (P_u - P_s) / P_s \times 100.$$

Onde, P_u = Peso do solo úmido; P_s = Peso do solo seco.

Resultados

Foram determinadas durante o período experimental as médias mensais de pluviosidade e do conteúdo de água no solo, cujos resultados estão representados na Figura um e dois, respectivamente.

Segundo dados da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA) foi registrado para o município de Várzea - PB uma precipitação pluviométrica acumulada de 492,3mm para os meses estudados. Os períodos de maior precipitação foram registrados nos meses de janeiro a março/10 (290,9mm) e junho (93,5mm) (figura 5).

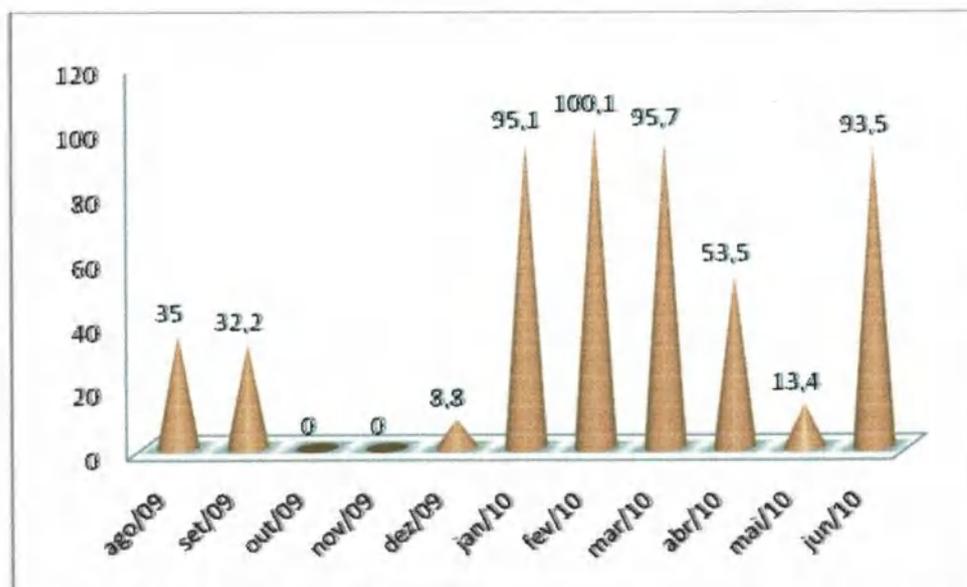


Figura 5. Pluviosidade (mm) média registradas durante os meses de experimentação no município de Várzea - PB (AESA-PB, 2010).

As médias mensais do conteúdo de água no solo determinadas ao longo do período experimental seguiram a tendência natural de variação do teor de água no solo em função do regime de precipitação aferido no mesmo período. O mês de janeiro a março, e junho registraram o maior valor de percentagem de água no solo, mês este de maior volume registrado de precipitação no período experimental, e os meses de novembro e dezembro de 2008 as menores médias percentuais de umidade do solo (figura 6).

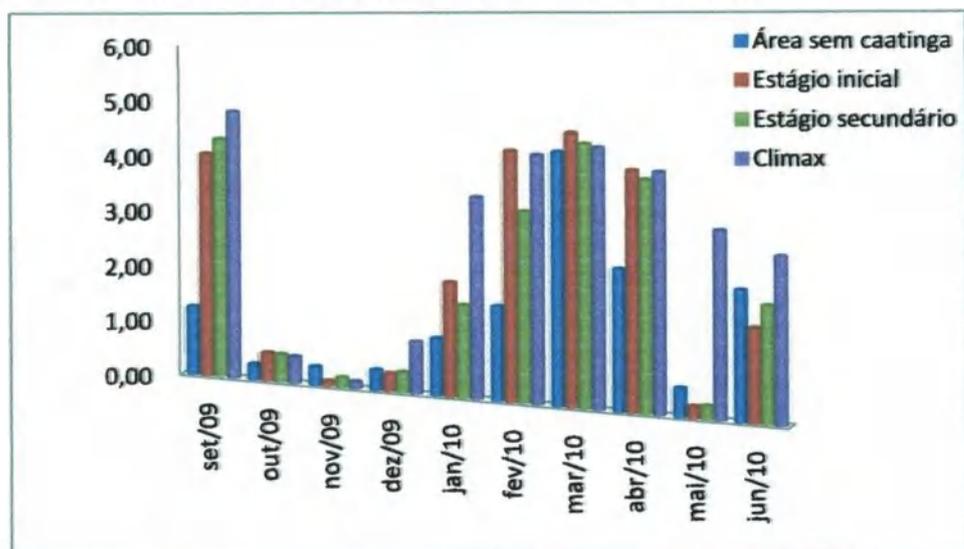


Figura 6. Conteúdo de água no solo (%) registrado durante os meses de setembro/2009 a junho/2010, no município de Várzea- Paraíba.

O conteúdo de água no solo, durante o período seco (setembro a dezembro/09) variou de 4,86 a 0,13% em função da pouca precipitação neste período; já no período chuvoso (março a junho/10), o conteúdo de água no solo variou em 0,23 a 5,02%. No mês de março/2010 se registrou maior precipitação e foi verificado um conteúdo maior de água no solo que variou entre 4,65 a 5,02%.

Durante o período experimental foram coletadas 192 amostras de solo + serapilheira onde delas foram extraídos 92 indivíduos no total, distribuídos em seis grupos faunísticos. No período seco foram, registrados 39 organismos classificadas em três ordens, e no período chuvoso 53 organismos classificados em seis ordens (Tabela 2).

No período seco, na área clímax, foram coletados 20 organismos, seguido das áreas de estágio secundário com nove organismos, sem caatinga com cinco e inicial com cinco organismos. No período chuvoso, na área clímax também foram coletados o maior número de indivíduos (27), seguidos das áreas de estágio inicial com 11, sem caatinga com 10 e secundário com quatro organismos (Tabela 2).

O predomínio de ácaros e Collembolas em relação aos demais grupos foram observados nos dois períodos estudados, seguidos de Symphyla no período seco e Diplura, Protura, Larva de Tenebrionidae e Symphyla no período chuvoso (Tabela 2).

Conforme tabela 2, observa-se que no mês de março foram identificados 24 indivíduos onde corresponde ao maior número de organismos registrados, isso deve-se a um maior conteúdo de água no solo. E o mês de junho apresentou apenas dois organismos, sendo o menor número de organismos encontrados em relação aos demais meses estudados.

O índice de Shannon variou entre 0,01 (março/10) a 1,11 (abril/10), e o índice de Pielou variou entre 0,03 (abril/10) a 0,53 (abril/10). Nos meses de setembro e novembro foram encontrados indivíduos na área clímax.

Os valores 0 é devido ao aparecimento de apenas uma ordem de organismos (Tabela 2).

No período experimental foram instaladas 192 armadilhas onde delas foram extraídos 9533 indivíduos no total, distribuídos em 15 grupos faunísticos. No período seco foram registrados 3572 organismos classificadas em 14 ordens, e 5961 organismos classificados em 13 ordens no período chuvoso (Tabela 3).

Nos períodos estudados o maior número de indivíduos da macrofauna do solo foi na Área de caatinga em estágio de clímax com 4368 organismos, seguidos das áreas caatinga em estágio secundário com 1903, sem caatinga com 1719 e caatinga em estágio inicial com 1612(Tabela 3).

As áreas estudadas durante o período seco e chuvoso apresentaram 16 grupos faunísticos com destaque para os grupos Hymenoptera, Coleoptera e Aranea.

O predomínio de Hymenoptera, Coleoptera e Aranea pode ser observado nos dois períodos estudados, sendo a maior representatividade do grupo Hymenoptera.

No período seco o mês de dezembro apresentou uma menor densidade de organismos (619) e no período chuvoso foi o mês de junho (1096). A maior densidade no período seco foi registrada no mês de novembro (1088) no período seco e em maio (2229) no período chuvoso(Tabela 3).

Os resultados da Tabela 4 revelam os valores dos índices de Shannon e Pielou e uma dominância do grupo Hymenoptera no período seco. E na tabela 5 os valores dos índices de Shannon e Pielou e uma dominância também do grupo Hymenoptera

Os menores valores do índice de Shannon foram encontrados no grupo Hymenoptera em função da maior diversidade revelada pelos menores índices de Pielou. Isso indica ter sido esse o grupo de maior expressão, dentre os demais grupos avaliados durante o período seco e chuvoso. Os menores índices de Shannon foram registrada no período seco(Tabela 3)..

Tabela 3. Densidade populacional para macrofauna do solo nas quatro áreas em estudos (área sem caatinga; área de caatinga no estágio inicial; área de caatinga no estágio secundário; área de caatinga no estágio de clímax). nos dois períodos seco (setembro a dezembro/2009) e período chuvoso (março a junho/2010), no município de Várzea-PB.

Mcroinvertebrados	Período chuvoso															
	Setembro/09				Outubro/09				Novembro/09				Dezembro/09			
	A1*	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4
Aranea	4	9	5	7	4	4	4	8	10	4	3	8	4	6	4	5
Chilopoda	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coleoptera	2	2	10	18	11	3	19	18	6	4	18	44	11	42	4	21
Díptera	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hemiptera	1	1	3	4	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Hymenoptera	96	87	138	393	116	84	102	388	292	152	216	622	70	33	161	253
Isoptera	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Larva de Coleoptera	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ortoptera	-	2	6	-	1	-	-	1	-	3	1	1	-	-	1	-
Pseudoescorpionida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Scorpionida	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scutigermorpha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-
Solpugida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Thyssanura	-	-	3	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Período chuvoso															
	Março/10				Abril/10				Maio/10				Junho/10			
	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4
Aranea	4	5	6	-	6	4	7	8	4	7	9	8	2	-	2	-
Coleoptera	4	4	4	18	2	-	10	1	15	4	14	10	3	4	3	2
Diplopoda	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hemiptera	-	2	3	5	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Hymenoptera	427	173	262	550	249	338	27	498	234	447	570	883	106	164	275	520
Isoptera	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	1	-	2	1	2
Larva de Lepdoptera	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-
Ortoptera	1	1	1	2	1	3	1	2	3	4	3	-	3	2	1	2
Pseudoescorpionida	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Scorpionida	1	-	-	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
Scutigermorpha	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-
Solpugida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Thyssanura	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	-	-	1	-

* A1: área sem caatinga; A2: área de caatinga no estágio inicial; A3: área de caatinga no estágio secundário; A4: área de caatinga no estágio de clímax.

Tabela 4. Índices de diversidade de Shanon (H) e equitabilidade de Pielou (e) para macrofauna do solo nas quatro áreas em estudos (área sem caatinga; área de caatinga no estágio inicial; área de caatinga no estágio secundário; área de caatinga no estágio de clímax), no período seco (setembro a dezembro/2009), no município de Várzea-PB.

Macroinvertebrados		Período seco															
		Setembro/09				Outubro/09				Novembro/09				Dezembro/09			
		A1*	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4
Aranea	H	1,41	1,05	1,53	1,78	1,53	1,36	1,50	1,71	1,49	1,61	1,90	1,93	1,34	0,56	0,98	1,05
	e	0,85	0,82	1,45	1,39	1,30	0,82	1,05	1,03	0,71	0,97	1,14	1,35	0,94	0,56	0,98	1,05
Chilopoda	H	-	-	2,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	e	-	-	2,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coleoptera	H	1,71	1,71	1,23	1,37	1,09	1,49	0,83	1,36	1,71	1,61	1,12	1,19	0,90	0,4	1,63	1,12
	e	1,03	1,33	1,16	1,07	0,93	0,89	0,58	0,82	0,82	0,97	0,67	0,83	0,63	0,38	0,98	0,67
Diptera	H	-	-	2,23	2,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	e	-	-	1,66	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hemiptera	H	2,01	1,64	2,23	2,03	2,13	-	2,10	-	-	-	-	-	-	1,72	-	-
	e	1,21	1,57	2,11	1,58	1,81	-	1,47	-	-	-	-	-	-	1,03	-	-
Hymenoptera	H	0,03	0,07	0,09	0,03	0,07	0,04	0,10	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,09	0,02	0,02	0,04
	e	0,02	0,05	0,08	0,03	0,06	0,02	0,07	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,07	0,12	0,01	0,03
Isoptera	H	-	2,01	2,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	e	-	1,57	2,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Larva de Coleoptera	H	-	-	-	-	2,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	e	-	-	-	-	1,81/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ortoptera	H	-	1,71	1,45	-	2,13	-	-	2,32	-	1,71	2,38	2,83	-	-	2,23	-
	e	-	1,33	1,37	-	1,81	-	-	1,39	-	1,04	1,43	1,98	-	-	1,34	-
Pseudoscorpionida	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,94	-	-	-
	e	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,36	-	-	-
Scorpionida	H	-	-	-	2,63	2,13	-	2,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	e	-	-	-	2,05	1,81	-	1,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scutigermorpha	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,94	-	-	-
	e	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,36	-	-	-
Solpugida	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,45
	e	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,47
Thysanura	H	-	-	1,75	2,63	-/	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	e	-	-	1,66	2,05	-	1,81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* A1: área sem caatinga; A2: área de caatinga no estágio inicial; A2: área de caatinga no estágio secundário; A4: área de caatinga no estágio de clímax.

Tabela 5. Índices de diversidade de Shanon (H) e equitabilidade de Pielou (e) para macrofauna do solo nas quatro áreas em estudos (área sem caatinga; área de caatinga no estágio inicial; área de caatinga no estágio secundário; área de caatinga no estágio de clímax). no período chuvoso (março a junho/2010), no município de Várzea-PB.

Macroinvertebrados		Período chuvoso															
		Março/10				Abril/10				Maio/10				Junho/10			
		A1*	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4
Aranea	H	2,04	1,57	1,66	-	1,63	1,75	1,71	1,80	1,81	1,85	1,82	2,05	1,76	-	2,50	2,25
	e	1,59	1,23	1,16	-	0,98	1,23	1,02	1,26	1,63	1,66	1,28	1,75	1,05	-	1,68	1,57
Coleoptera	H	2,04	1,67	1,84	1,51	2,11	-	1,55	2,71	1,30	2,09	1,63	1,96	1,58	1,64	1,97	2,42
	e	1,59	1,30	1,29	1,05	1,27	-	0,93	1,90	1,17	1,88	1,14	1,66	1,58	1,17	1,54	1,70
Hemiptera	H	-	1,97	1,96	2,06	-	2,35	-	-	-	2,69	-	-	-	-	-	-
	e	-	1,54	1,37	1,44	-	1,65	-	-	-	2,40	-	-	-	-	-	-
Hymenoptera	H	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,04	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01
	e	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01
Isoptera	H	-	-	-	-	-	-	-	2,71	-	-	-	2,96	-	1,49	2,45	2,42
	e	-	-	-	-	-	-	-	1,90	-	-	-	2,51	-	1,36	1,91	1,70
Larva de lepidoptera	H	-	-	-	-	-	2,35	-	-	-	-	-	2,96	-	2,24	-	-
	e	-	-	-	-	-	1,65	-	-	-	-	-	2,51	-	1,57	-	-
Orthoptera	H	2,64	2,27	2,44	2,46	2,41	1,88	2,55	2,41	1,93	2,09	2,30	-	1,58	1,94	2,45	2,42
	e	2,06	1,77	1,71	1,72	1,45	1,31	1,53	1,68	1,74	1,88	1,61	-	0,95	1,36	1,91	1,70
Pseudoescorpionida	H	-	-	-	-	-	-	-	-	2,41	-	-	-	-	-	-	-
	e	-	-	-	-	-	-	-	-	2,17	-	-	-	-	-	-	-
Scorpionida	H	2,64	-	-	2,76	-	-	-	-	2,41	2,69	-	-	-	-	-	-
	e	2,06	-	-	1,93	-	-	-	-	2,17	2,42	-	-	-	-	-	-
Scutigermorpha	H	-	-	-	-	-	-	-	-	2,41	-	-	2,96	-	-	-	-
	e	-	-	-	-	-	-	-	-	2,17	-	-	2,51	-	-	-	-
Solpugida	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,69	-	-	-	-	-	-
	e	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,42	-	-	-	-	-	-
Thyssonura	H	-	2,27	-	-	-	-	-	-	2,41	2,69	2,78	2,96	-	-	2,45	-
	e	-	1,77	-	-	-	-	-	-	2,17	2,42	1,96	2,51	-	-	1,91	-

* A1: área sem caatinga; A2: área de caatinga no estágio inicial; A3: área de caatinga no estágio secundário; A4: área de caatinga no estágio de clímax.

Discussão

A maior densidade e diversidade de organismos ocorreram na caatinga de estágio de clímax, ambos os períodos chuvoso e seco. Segundo Damé, et al. (1996) a grande expressividade dos ácaros e collembolas no solo serve de indicador da condição biológica do solo, pela sensibilidade às condições ambientais. Trabalhando em áreas de caatinga Souto (2006); Araújo et. al., (2009), registraram uma maior dominância nos grupos de ácaros e collembolas

O período chuvoso apresentou uma maior densidade de organismos. Para Poggiani et al., 1996 A maior densidade de organismos no período chuvoso está relacionada com o maior conteúdo de matéria orgânica, pois no período chuvoso há uma maior contribuição do solo rizosférico pela presença mais efetiva do estrato herbáceo.

O domínio do grupo Hymenoptera em todas as áreas estudadas e nos períodos de estudos pode ser explicada por: Leal (2003), que afirma que as formigas possuem grande capacidade de localizarem alimento, mesmo distantes de suas áreas de forrageamento usuais, o que pode ser intensificado em ambientes muito sazonais, com grande escassez de alimento em uma época do ano, como é a Caatinga, Silva et al. (2006) que diz que a elevada densidade de formigas nos sistemas não significa que esse seja o ambiente com a estrutura de comunidade mais complexa, uma vez que as formigas se adaptam facilmente às condições locais, podendo haver predomínio de uma ou poucas espécies.

Toledo (2003), ao estudar a fauna edáfica em floresta secundária, relata que esses insetos são sociais e possuem grande resistência às variações climáticas, o que pode explicar a ocorrência mais constante. Ainda segundo esse autor, os indivíduos pertencente ao grupo Coleoptera são muito rústicos e resistentes às alterações ambientais e parte deles possui hábito saprófago, atuando na decomposição da liteira.

A área de clímax apresentou a maior densidade de organismos nos dois períodos estudados, segundo Aquino e Assis (2005), os ecossistemas naturais com maior diversidade são mais resistentes a perturbação e a interferências, onde estes tendem a se recuperar mais rapidamente da perturbação e restaurar o equilíbrio em seus processos de ciclagem de materiais e fluxo de energia.

Alguns organismos apresentaram um número bem reduzidos de indivíduos e, segundo Martins e Santos (1999) afirma que, numa comunidade, cada espécie tem uma abundância diferente, sendo algumas muito abundantes (dominantes), outras de abundância intermediária e ainda outras, de abundância muito pequena (raras).

A menor densidade de organismos no período chuvoso também foi observado por Souto et al. (2008) que avaliou a distribuição da comunidade da mesofauna edáfica no semiárido da Paraíba, relatando que a maior riqueza de indivíduos foi observada no período chuvoso e que decréscimos na população da mesofauna nos períodos secos foram decorrentes da diminuição na oferta de alimento, o que limita a existência de alguns grupos, restando apenas os mais adaptados às condições de escassez hídrica e de alimento, bem como as temperatura no solo.

Conclusões

- A disponibilidade hídrica e cobertura vegetal são determinantes na distribuição dos grupos faunísticos;
- Na composição da macrofauna nas diferentes áreas e períodos estudados, os principais grupos encontrados foram Hymenoptera > Coleoptera > Aranea;
- A ordem Acarina dominou todas as áreas estudadas nos dois períodos;
- A área de caatinga no estágio de clímax apresentou uma maior densidade de organismos nos dois períodos estudados.
- A ordem Hymenoptera dominou a macrofauna do solo em todas as áreas de estudos e nos períodos estudados.

Referências bibliográficas

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba: www.aesa.pb.gov.br/ acesso em: 10 de julho de 2010.

ARAUJO, K. D.; PARENTE, H. N.; CORREIA, K. G.; RODRIGUES, M. Q.; DANTAS, R. T.; ANDRADE, A. P.; SOUTO, J. S. 2009. Influência da precipitação pluvial sobre a mesofauna invertebrada do solo em área de caatinga no semiárido da Paraíba. *Geoambiente On-line*, n.12, p.1-12,

CANTO, A.C. 1996. Alterações da mesofauna do solo causadas pelo uso de cobertura com plantas leguminosas na Amazônia Central. *Revista Ciências Agrárias*, v.4, n.5, p.79-94.

DAMÉ, P.R.V.; QUADROS, F.L.F.; KERSTING, C.E.B; TRINDADE, J.P.P. 1996. Efeitos da queimada seguida de pastejo ou deferimento sobre o resíduo, temperatura do solo e mesofauna de uma pastagem natural. *Revista Ciência Rural*, v.26, n.3, p.391-396.

GOMES, M. M. S. 2009. Invertebrados edáficos e decomposição de resíduos vegetais em sistemas de uso do solo no semiárido da Paraíba. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Campina Grande.

LAVELLE, P. 1996. Diversity of soil fauna and ecosystem function. *Biol. Intern.*, v.33, p.3-16.

MARTINS, F.R.; SANTOS, F.A.M. 1999. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. *Revista Holos*, edição especial, p. 236-267.

LEAL, I. R. Diversidade de formigas em diferentes unidades de paisagem da caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M. SILVA, J. M. C. (Ed.) *Ecologia e conservação da Caatinga*. Recife: Editora Universitaria da UFPE, 2003. p. 435-461.

NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO FILHO, J. A.; MENEZES, R. I. Q. 2008. Recolonização da fauna edáfica em áreas de caatinga submetidas a queimadas. *Revista Caatinga*, v.21, n.3, p.214-220.

POGGIANI, F.; OLIVEIRA, R.E.; CUNHA, G.C. 1996. Práticas de ecologia florestal. *Documentos Florestais*, n.16, p. 1-44.

SILVA, G. A. e; SOUTO, J. S.; ARAUJO, J. L. 2006. Atividade microbiana em Luvisolo do SemiArido da Paraíba após a incorporação de resíduos vegetais. *Agropecuária Técnica*, v. 27, n. 1, p. 13-20.

SILVA, R. F.; AQUINO, A. N.; MERCANTE, F. M.; et al. 2006. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v.41, n.4, p.697-704.

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

SOUTO, P. C.; SOUTO J. S.; MIRANDA, J. R. P. 2008. Comunidade microbiana e mesofauna edáfica em solo sob caatinga no semi-árido da Paraíba. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.151-160.

SOUTO, P. C.; SOUTO J. S.; SANTOS, R. V. et al., 2005. Decomposição de esterco disposto em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29 p. 125-130.

TOLEDO, L. de O. 2003. Aporte de serrapilheira, fauna edáfica e taxa de decomposição em áreas de floresta secundária no Município de Pinheiral, RJ. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ.

WINK, C.; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K. et al. 2005. Insetos edáficos como bioindicadores da qualidade ambiental. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v.4, n.1, p.60-71.

CAPÍTULO II

RESPIRAÇÃO EDÁFICA EM SOLO SOB CAATINGA EM DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS

RESPIRAÇÃO EDÁFICA EM SOLOS SOB CAATINGA EM DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS

Manoella de Queiroz Rodrigues¹, Jacob Silva Souto², Patrícia Carneiro Souto², Roberto Ferreira Barroso³, Tássia Laycia Vieira de Souza¹

(1- Aluna do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, UFCG/ Patos- PB, E-mail: manoella_rodrigues@hotmail.com; 2-Professor. Doutor, Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal/ UFCG/ Patos- PB, jacob_souto@yahoo.com.br; 3- Aluno do de Engenharia Florestal, UAEF/UFCG/ Patos, PB.)

Resumo

O objetivo do presente estudo foi avaliar a evolução de CO₂ em área de caatinga sob diferentes estágios sucessionais no semi-árido da Paraíba. O experimento foi conduzido na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, município de Várzea – PB, durante os meses de setembro a dezembro/2009 (período seco) e março a junho/2010 (período chuvoso), nos períodos diurno (6h00min às 18h00min) e noturno (18h00mn às 06h00min). Foram distribuídos 20 recipientes de vidro contendo 10 mL de KOH a 0,5 N para captar o CO₂ liberado da superfície do solo. Esses recipientes foram cobertos com balde de 23,5cm de diâmetro. Utilizaram-se áreas em diferentes estágios sucessionais (sem caatinga, estágio inicial, secundário e clímax). A atividade microbiana foi maior no período noturno quando comparada com o período diurno, sendo favorecida pela umidade do solo, houve diferença significativa na liberação de CO₂ entre os períodos estudados.

Palavras-chave: Atividade microbiana, Liberação de CO₂, Região semiárida.

RESPIRATION EDAFIC IN CAATINGA SOIL IN DIFFERENCE TRAINEESHIPS SUCESSIONAIS

Abstract

The objective of this work was to evaluate the CO₂ in an area of caatinga in the semiarid region of Paraíba. The experiment was conducted in the Cachoeira in São Porfírio farm, municipality Várzea-PB, during from September to December 2009 (dry season) and from March to June 2010 (rainy season), in daytime (5:00 AM to 5:00 PM) and night (5:00 PM to 5:00 AM). We distributed 20 containers of glass containing 10 mL of 0.5 N KOH to absorb the CO₂ released. They were covered with cylinders with a capacity for 23,5cm diâmetro. used different areas in successional stages (without caatinga, initial, secondary and climax stages). The microbial activity estimated by CO₂ production was higher in the evening, when compared with the daily period, being promoted by moisture in soil, there has been significant difference on the CO₂ liberation during the studied periods.

Key words: Microbial activity, CO₂ liberation, semiarid area

Introdução

A Caatinga encontra-se em acentuado processo de degradação, e isso se deve principalmente, ao desmatamento e o uso inadequado dos recursos naturais, apresentando menos de 50% de sua cobertura vegetal original (CORREIA et al., 2009). A retirada da cobertura vegetal expondo o solo a ação da temperatura e dos ventos reduz seu potencial produtivo, causando danos muitas vezes irreversíveis ao meio (SOUTO et al., 2005; MENEZES et al., 2005). A perturbação antrópica de qualquer sistema estável (solo + cobertura vegetal) tende a causar mais perdas do que ganhos de carbono, acarretando em redução da qualidade do solo ao longo do tempo (Baretta et al., 2005).

Segundo Souto et al. 2009 as análises de avaliação de CO₂ são muito importante para o estudo do solo envolvendo a atividade biológica, material orgânico em decomposição, quantidade de biomassa e determinação do conteúdo de carbono. A temperatura é um dos fatores no qual influência diretamente a liberação de CO₂ para atmosfera. Para Silva et al., (2006) além da temperatura vários fatores como umidade, profundidade do solo, aeração e populações microbianas determinam a taxa de fluxo de CO₂ para a superfície do solo.

Para Schilenter & Cleve (1985), o processo de liberação de CO₂ surge de pelo menos três fontes metabólicas: a respiração microbiana, respiração das raízes e respiração dos organismos. A respiração edáfica ou atividade microbiana é a produção de gás carbônico pelo solo, devido em grande parte à atividade dos organismos decompositores ali presentes que degradam a matéria orgânica, e em menor proporção, à atividade respiratória dos sistemas subterrâneos das plantas (MAIA 2002).

Souto (2006) afirma que a taxa de respiração edáfica indica a emissão real do CO₂ no solo florestal e tais resultados podem ser utilizadas para calcular o estoque de carbono do ecossistema. A atividade biológica do solo depende de fatores abióticos, como temperatura, água e nutrientes, e fatores bióticos como, principalmente, adição de carbono para sua atividade e desenvolvimento (Vezzani et al., 2003).

Neste contexto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a liberação de dióxido de carbono (CO₂) em área de caatinga sob diferentes estágios sucessionais no semi-árido da Paraíba em períodos diurno e noturno.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, localizada no município de Várzea-PB. Os trabalhos de pesquisa se desenvolveram nos meses de setembro

a dezembro/2009 que correspondeu ao período seco e, os meses de março a junho/2010 que correspondeu ao período chuvoso. As coletas dos dados foram realizadas em quatro ambientes de estudos (estágios sucessionais) em estado de estágios sucessionais de 1000m² (20m x 50m). Para marcação e orientação das parcelas foi utilizada bússola com nivelamento e para localização destas parcelas na área de estudo, coordenadas geográficas foram obtidas com GPS (Tabela 1).

Tabela 1 – Georreferenciamento e latitudes das parcelas por estágio sucessional.

Estágios Sucessionais	Altitude (m)	Coordenadas Geográficas
Sem vegetação de caatinga	295,1	06°48'30,9"S e 36°56'97,6"W
Estágio inicial	278,5	06°48'41,1"S e 36°57'17,7"W
Estágio secundário	288,2	06°48'36,3"S e 36°57'7,2"W
Climax	275,8	06°48'54,5"S e 36°57'14,3"W

Os ambientes sucessionais estudados foram: a) Sem caatinga com predomínio de capim panasco (*Aristida setifolia*) - A1; b) estágio inicial (\pm 12 anos) - A2; c) secundário (\pm 25 anos) - A3 e d) clímax ($>$ 50 anos) - A4 (Figura 1).

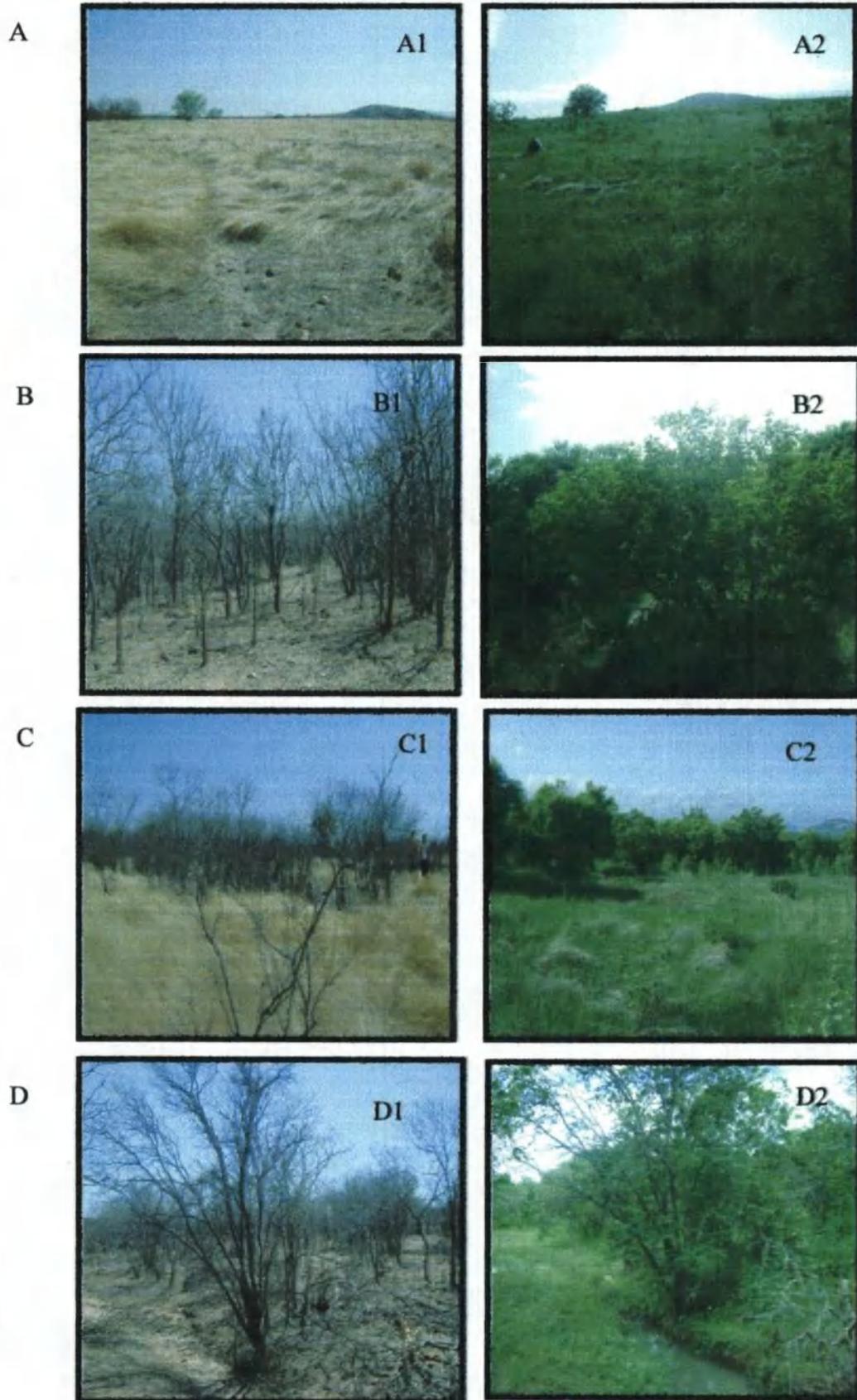


Figura 1. Áreas em estágios seccionais de caatinga onde foram realizados os experimentos no município de Várzea -Paraíba; A: caatinga sem vegetação arbórea, A1: período seco (setembro a dezembro/2009), A2: período chuvoso (março a junho/2010); B: Caatinga no estágio inicial (\pm 12 anos) B1: período seco, B2: período chuvoso; C: Caatinga no secundário (\pm 25 anos), C1: período seco, C2: período chuvoso; D: Caatinga no estágio clímax ($>$ 50 anos), D1: período seco, D2: período chuvoso;

A avaliação da atividade microbiana foi realizada através da respiração edáfica, utilizando o método estabelecido por Grisi (1978). Nesse método o CO_2 liberado por uma área do solo é capturado por uma solução de KOH (0,5 N) e quantificado por titulação com HCl (0,1N). Foram utilizados como indicadores a fenolftaleína e o alaranjado de metila.

Utilizou-se recipiente de vidro com 10 ml de KOH distribuídos em cada área experimental. A liberação de CO_2 foi estimada mensalmente, durante o período experimental, nos períodos diurno (das 06 às 18 horas) e noturno (das 18 às 06 horas do dia seguinte), distribuindo-se cinco recipientes por tratamento (estágios sucessionais), em cada período.

Os recipientes, depois de destampados (Figura 2a), foram cobertos com balde de PVC de formato cilíndrico, com 23,5cm de diâmetro, cobrindo uma área de solo de $452,16\text{cm}^2$ (Figura 2b).



Figura 2. Método utilizado na avaliação da atividade microbiana na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, Várzea, PB, entre setembro e dezembro de 2009 (período seco) e março a junho de 2010 (período chuvoso), (a) recipiente de vidro contendo KOH, (b) balde de PVC cobrindo o vidro.

Após o período de 12 horas de permanência no local, os baldes foram retirados e os recipientes recolhidos, tampados hermeticamente para evitar as trocas gasosas com o meio e, transportados para o Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas/CSTR/UFCG. A cada medição foi utilizado também um frasco controle que permaneceu hermeticamente fechado no Laboratório.

A quantificação do CO_2 desprendido do solo foi realizada através da titulação do KOH remanescente nos recipientes com a solução de HCl. O frasco controle também passou por

este processo durante todas as etapas da análise. A massa de CO₂ desprendida por unidade de área e tempo (mg.m⁻².h⁻¹), foi obtida considerando a massa de CO₂ total desprendida no período de permanência debaixo do balde de PVC e sua área de abrangência. Foi utilizada a seguinte equação:

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

Onde:

M_{CO₂} : massa de CO₂ em mg . m⁻² . h⁻¹

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

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

N_A: concentração de HCl, em n-eq/L

N_B: concentração de KOH, em n-eq/L

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

A_B: área de abrangência do balde (cm²)

Os dados de produção de CO₂ foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa computacional ASSISTAT 6.1 (SILVA, 2011).

Para determinar o conteúdo de água no solo foram coletados amostras na profundidade 0-15cm e condicionadas em cápsulas de alumínio de peso conhecido. Após a coleta, as cápsulas foram levadas para o laboratório de Nutrição Mineral de Plantas (UFMG-CSTR) para serem pesadas (peso da massa úmida do solo), sendo em seguida, colocado em estufa a ±105°C onde permaneceram por um período de 24h. posteriormente, foram colocadas em dessecador para esfriamento, sendo pesadas em seguida (peso da massa seca do solo). O conteúdo de água no solo foi determinada através da equação:

$$U = (P_u - P_s) / P_s \times 100.$$

Onde, P_u= Peso do solo úmido; P_s = Peso do solo seco.

Resultados e discussão

Ocorreram maiores índices pluviométrico nos meses de janeiro a março/10 (290,9mm), e menor no mês de outubro/09 e novembro/09 quando não houve precipitação. A precipitação nos meses de agosto/09 a junho/10 totalizou 527,3mm (Figura 3).

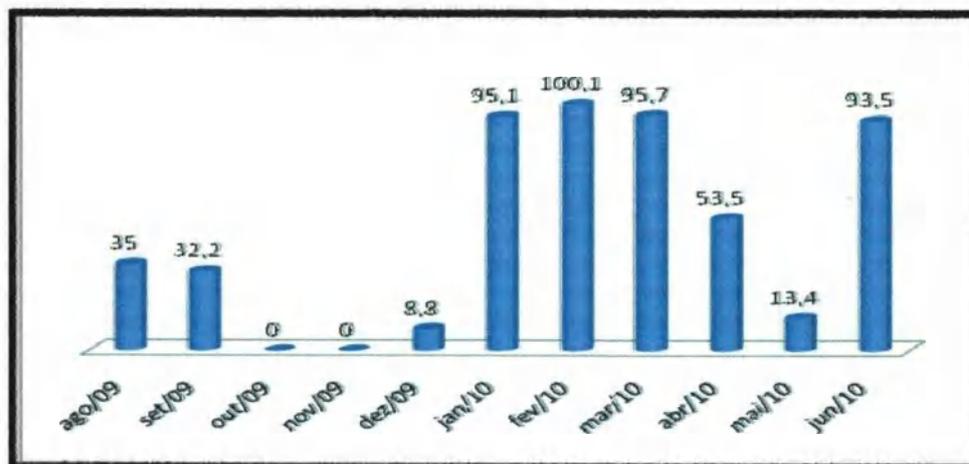


Figura 3. Índices pluviométricos (mm) registrados nos meses agosto/09 a junho/10 no município de Várzea - PB (AESAPB, 2010)

O menor conteúdo de água no solo foi registrado no mês de novembro em todas as áreas e o maior no mês de março em todas as áreas (Figura 4).

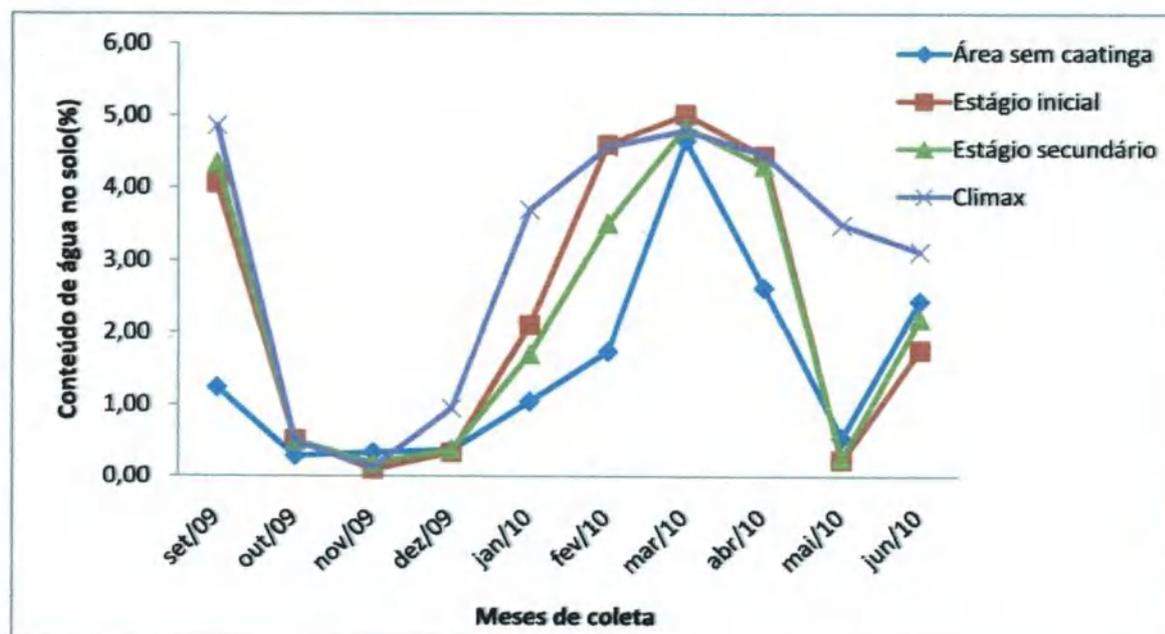


Figura 4. Conteúdo de água no solo (%) nas áreas sem caatinga, estágio inicial, estágio secundário e clímax nos meses de setembro/09 a junho/10.

O conteúdo de água no solo, durante o período seco (setembro a dezembro/09) variou de 4,86 a 0,13% em função da pouca precipitação neste período; já no período chuvoso (março a junho/10), o conteúdo de água no solo variou em 0,23 a 5,02%. O mês de março registrou uma maior precipitação e foi verificado um conteúdo maior de água no solo que variou entre 4,65 a 5,02%. Para Souto, (2006) o monitoramento contínuo das condições atmosféricas e o conteúdo de água no solo são de fundamental importância na avaliação do processo de atividade dos microrganismos edáficos. A grande oscilação no conteúdo de água no solo em área degradada no semi-árido paraibano relata-se que essas variações intensas que poderão influenciar nos declínios e acréscimos da população microbiana no solo (SOUTO, 2002).

Na tabela 2 são mostrados os valores de CO₂ captados durante o período experimental. Constata-se nessa tabela que não ocorreram diferenças significativas ($p > 0,05$) para respiração do solo nos meses de setembro, outubro e novembro/2009 (período seco) e maio e junho/2010 (período chuvoso), dentro das áreas estudadas. Nestes meses relatados, com exceção do mês de junho, no qual a pluviosidade atingiu 93,5mm, nos demais a pluviosidade foi muito baixa, não sendo registrado nenhum evento pluviométrico em outubro e novembro/2009.

Tabela 2. . Médias de CO₂ mg m⁻² .h⁻¹ liberados no solo sob caatinga na interação meses x áreas durante os meses de setembro a dezembro/2009 (período seco) e março a junho/2010 (período chuvoso) nos quatro estágios sucessionais (Várzea-PB).

		ÁREAS					
		Meses	A1*	A2	A3	A4	dms
PERÍODO SECO	Setembro/2009	236,04abA**	260,03aA	259,59aA	259,24aA		
	Outubro/2009	165,13cdA	172,34bcA	180,67cdA	161,41cdA		
	Novembro/2009	137,62deA	120,13dA	129,85eA	143,49dA		
	Dezembro/2009	125,34eC	240,31aA	200,67bcB	232,42abAB		
							33,0037
PERÍODO CHUVOSO	Março/2010	260,94aAB	272,54aA	229,82abB	255,07aAB		
	Abril/2010	196,35cB	162,42bcC	161,29deC	248,20aA		
	Maió/2010	147,65deA	135,26cdA	128,13eA	153,97dA		
	Junho/2010	199,40bcA	190,60bA	195,45bcdA	194,66bcA		
		dms		39,0011			

* A1: área sem caatinga; A2: área de caatinga no estágio inicial; A2: área de caatinga no estágio secundário; A4: área de caatinga no estágio de clímax. **Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Dados semelhantes ao encontrado nos trabalhos de Souto (2002) e Souto, (2006) que avaliaram a produção de CO₂ em região semiárida e constataram que as condições favoráveis para uma maior atividade dos microrganismos ocorreram na estação chuvosa.

Nos meses de dezembro/2009 e, março e abril/2010, ocorreram diferenças para a quantidade de CO₂ encontrados no solo. No mês de dezembro/2009, na área sem caatinga os valores para a respiração do solo foram os menores (125,34 mg CO₂ m⁻² . h⁻¹); já a área clímax, apresentou maior valor da respiração do solo no mês de abril/2010, demonstrando, desta forma, maior atividade microbiana e reparação das raízes (Tabela 2).

A área sem caatinga apresentou uma maior liberação de CO₂ no mês de junho, já na área de clímax constata-se uma maior liberação de CO₂ nos meses de outubro e novembro de 2009 e Abril e maio de 2010 (Tabela 2). Lira (1999) também encontrou valores mais elevados de CO₂ em vegetação natural, quando as temperaturas do solo estavam mais amenas e conteúdo de água no solo mais elevado. No entanto Silva, (2000) relata que áreas degradadas seriam mais emissoras do que receptoras do CO₂ atmosférico, fato este preocupante, já que esta área não possui cobertura vegetal que possibilite “inputs” adequados de biomassa ao solo, amenizando a liberação de carbono que possa ocorrer sob melhor condição de umidade.

Quando se observa o total da respiração do solo dentro de cada área, nos meses estudados, nota-se que ocorreu diferença significativa entre os meses. De forma geral, para todas as áreas estudadas foi nos meses de setembro/2009 e março/2010, onde ocorreram os maiores valores para a respiração do solo.

A maior liberação de CO₂ foi registrada no período noturno (Tabela 3). É provável que durante o período noturno, a temperatura do solo nas camadas superficiais, favoreceu a aceleração do metabolismo microbiano, resultando em maior liberação de CO₂. Souto et al. (2004) encontraram maior produção de CO₂ no período noturno, quando comparado com o diurno e atribuíram a esse resultado às menores oscilação da temperatura no período noturno, favorecendo melhores condições para os microrganismos do solo. Bakke et al. (2001), trabalhando em duas áreas distintas na Caatinga, também observaram que as altas temperaturas inibiram a atividade microbiana.

Tabela 3. Médias de CO₂ mg m⁻² .h⁻¹ liberados no solo sob caatinga na interação períodos diurno e noturno x meses, de setembro de 2009 a junho de 2010 (Várzea-PB).

		PERÍODOS			dms
		Meses	Diurno	Noturno	
PERÍODO SECO	Setembro/2009		240,54aB*	266,92aA	
	Outubro/2009		154,92bcB	184,85cA	
	Novembro/2009		127,98cdA	137,57dA	
	Dezembro/2009		177,52bB	221,84bA	
PERÍODO CHUVOSO	Março/2010		225,94aB	283,25aA	17,7683
	Abril/2010		164,45bB	219,68bA	
	Maió/2010		111,58dB	170,92cA	
	Junho/2010		152,9bcB	237,15bA	
	dms		27,5780		

*Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Teste F seguido de Tukey .

No entanto, Araújo (2005), ao avaliar os efeitos da variabilidade climática e perdas de CO₂ durante 12 horas no Cariri paraibano, observou maior liberação de CO₂ durante a manhã, nos horários das 11:00 as 14:00 horas. De acordo com Souto (2002) a maior produção de CO₂ em áreas de caatinga no período diurno pode ser explicada pelas diferenças climáticas entre as áreas onde foram conduzidos os experimentos, onde essas podem apresentar maiores índices pluviométricos e temperaturas mais baixas, o que não ocorre na área onde foi desenvolvido o presente estudo.

Verificou-se que houve diferença significativa no período diurno nos meses estudados com exceção do mês de outubro/2009. Já no período noturno todos os meses apresentaram uma diferença significativa.

Os valores na produção de CO₂ medida mensalmente, resultante da atividade microbiana nos período diurno e noturno, não diferiram estatisticamente, com exceção do mês de maio.

De uma maneira geral, constatou-se que as alterações na atividade microbiana, observadas a partir da liberação de CO₂, estiveram relacionadas com as variações climáticas.

Nos períodos mais úmidos e de temperaturas mais amenas, ocorreu maior liberação de CO₂. Dados também registrados em Souto, (2006).

Conclusões

- O teor de umidade do solo e precipitação são elementos que influenciam a atividade microbiana;
- Ocorreu maior atividade microbiana no período noturno;
- A menor liberação de CO₂ ocorreu no período diurno;
- Houve diferença significativa na liberação de CO₂ entre os meses estudados;

Referências bibliográficas

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba: www.aesa.pb.gov.br/ acesso em: 10 de julho de 2010.

ARAÚJO, K.D. 2005. 101f. **Variabilidade temporal das condições climáticas e perdas e CO₂ da encosta do açude Namorados, em São João do Cariri – PB.** Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água), Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal da Paraíba, Areia (PB).

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

BAKKE, I.A.; LIRA, J.E. de; OLIVEIRA, V.M. de; LEITE, R.M.B.; SOUTO, P.C.; MAIA, E.L.; SOUTO, J.S.; ARAÚJO, G.T. de. Cinética da respiração edáfica em dois ambientes distintos no semi-árido da Paraíba. In: ENCONTRO NORDESTINO DE BIOGEOGRAFIA – ENB, 2., Maceió. **Anais ...** Maceio: UFAL, 2001. p. 225-231.

CORREIA, K.G.; SNTOS, T.S.; ARAÚJO,K.D.; SOUTO, J. S.; FERNANDES, P.D. Atividade microbiana do solo em quatro estágios sucessionais da caatinga no município de Santa Terezinha, Paraíba, Brasil. **Engenharia Ambiental** – Espírito Santo do Pinhal , v. 6, n. 3, p. 534-549, 2009.

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

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

MAIA, E. L. 2002. 37f. **Decomposição de esterco em Luvisolos no semi-árido da Paraíba**. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal da Paraíba, Patos.

MENEZES, R. C. S.; GARRIDO, M. da S.; PEREZ M., A. M. Fertilidade dos solos no semi-árido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30. 2005. Recife. **Palestras...** Recife: UFPE/SBCS, 2005. CD-ROM.

SCHILENTER, R. E.; CLEVE, K. V. Relations hisps betwen CO₂ evolution from soil, substrate temperature, and substrate moisture in four mature forest types in interior Alaska. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 15, p. 97- 106, 1985.

SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2011.

SILVA, R.B. 2000. 69 f. **Avaliação da qualidade do solo sob três agrossistemas do município de Areia-PB.** Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SILVA, G. A. e; SOUTO, J. S.; ARAUJO, J. L. Atividade microbiana em Luvisolo do Semi-árido da Paraíba após incorporação de resíduos vegetais. **Agropecuária Técnica**, v. 27, n. 1, p. 13 – 20, 2006.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V. dos; BAKKE, I. A. Características químicas da serapilheira depositada em área de caatinga. **Revista Caatinga**, v. 22, n.1, p. 264-272, 2009.

SOUTO, P. C. 2006. 146f. **Acumulação e decomposição da serrapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de Caatinga na Paraíba, Brasil**. Tese (Doutorado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SOUTO, P. C. 2002. 110 f. **Estudo da dinâmica de decomposição de esterco na recuperação de solos degradados no semi-árido paraibano**. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SOUTO, J.S.; ALVES, A. R; SANTOS, R.V. dos; SOUSA, A.A. de; FREIRE, A.L. de O; RODRIGUES, C. R.F.; SILVA, G.A. Decomposição de serapilheira de espécies arbóreas, enterrada e aplicada na superfície de um Luvisolo na Paraíba - Brasil. In: FERTBIO 2004, Lages - SC. **Anais...** Lages, 2004. CD-ROM.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V. ARAÚJO, G. T.; SOUTO, L. S. Decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n.1, p. 2005.

ANEXOS

ANEXO 1.

Normas da Revista Biota Neotropica utilizada para elaboração do 1º capítulo dessa monografia

Revista Biota Neotropica

Normas de envio de trabalhos:

➤ Devem ser divididos em dois arquivos: um primeiro arquivo contendo todo o texto do manuscrito, incluindo o corpo principal do texto (primeira página, resumo, introdução, material, métodos, resultados, discussão, agradecimentos e referências) e as tabelas, com os respectivos títulos em português e inglês; um segundo arquivo DOC contendo as figuras e as respectivas legendas em português e inglês. Estas deverão ser submetidas em baixa resolução (e.g., 72 dpi para uma figura de 9 x 6 cm), de forma que o arquivo de figuras não exceda 2 MBytes.

➤ Em todos os textos deve ser utilizada, como fonte básica, Times New Roman, tamanho 10. Nos títulos das seções usar tamanho 12. Podem ser utilizados negritos, itálicos, sublinhados, subscritos e superscritos, quando pertinente. Evite, porém, o uso excessivo desses recursos. Em casos especiais (ver fórmulas abaixo), podem ser utilizadas as seguintes fontes: Courier New, Symbol e Wingdings.

Título conciso e informativo:

Títulos em português ou espanhol e em inglês (Usar letra maiúscula apenas no início da primeira palavra e quando for pertinente, do ponto de vista ortográfico ou de regras científicas pré-estabelecidas);

Título resumido

Autores

Nome completo dos autores com numerações (sobrescritas) para indicar as respectivas filiações

Filiações e endereços completos, com links eletrônicos para as instituições. Indicar o autor para correspondência e respectivo e-mail

Resumos/Abstract - com no máximo 350 palavras

Título em inglês e em português ou espanhol

Resumo em inglês (**Abstract**)

Palavras-chave em inglês (**Keywords**) evitando a repetição de palavras já utilizadas no título

Resumo em português ou espanhol

Palavras-chave em português ou espanhol evitando a repetição de palavras já utilizadas no título. As palavras-chave devem ser separadas por vírgula e não devem repetir palavras do título. Usar letra maiúscula apenas quando for pertinente, do ponto de vista ortográfico ou de regras científicas pré-estabelecidas.

Corpo do Trabalho:

1. Seções

Introdução (Introduction)

Material e Métodos (Material and Methods)

Resultados (Results)

Discussão (Discussion)

Agradecimentos (Acknowledgments)

Referências bibliográficas (References)

Tabelas

A critério do autor, no caso de Short Communications, os itens Resultados e Discussão podem ser fundidos. Não use notas de rodapé, inclua a informação diretamente no texto, pois torna a leitura mais fácil e reduz o número de links eletrônicos do manuscrito.

2. Citações bibliográficas

Colocar as citações bibliográficas de acordo com o seguinte padrão:

Silva (1960) ou (Silva 1960)

Silva (1960, 1973)

Silva (1960a, b)

Silva & Pereira (1979) ou (Silva & Pereira 1979)

Silva et al. (1990) ou (Silva et al. 1990)

(Silva 1989, Pereira & Carvalho 1993, Araújo et al. 1996, Lima 1997)

Citar referências a resultados não publicados ou trabalhos submetidos da seguinte forma: (A.E. Silva, dados não publicados). Em trabalhos taxonômicos, detalhar as citações do material examinado, conforme as regras específicas para o tipo de organismo estudado.

3. Números e unidades

Citar números e unidades da seguinte forma:

- Escrever números até nove por extenso, a menos que sejam seguidos de unidades;
- Utilizar, para número decimal, vírgula nos artigos em português ou espanhol (10,5 m) ou ponto nos escritos em inglês (10.5 m);
- Utilizar o Sistema Internacional de Unidades, separando as unidades dos valores por um espaço (exceto para porcentagens, graus, minutos e segundos);
- Utilizar abreviações das unidades sempre que possível. Não inserir espaços para mudar de linha caso a unidade não caiba na mesma linha.

4. Referências bibliográficas

Adotar o formato apresentado nos seguintes exemplos, colocando todos os dados solicitados, na seqüência e com a pontuação indicadas, não acrescentando itens não mencionados:

FERGUSON, I.B. & BOLLARD, E.G. 1976. The movement of calcium in woody stems. *Ann. Bot.* 40(6):1057-1065.

SMITH, P.M. 1976. *The chemotaxonomy of plants*. Edward Arnold, London.

SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. 1980. *Statistical methods*. 7 ed. Iowa State University Press, Ames.

SUNDERLAND, N. 1973. Pollen and anther culture. In *Plant tissue and cell culture* (H.F. Street, ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford, p.205-239.

BENTHAM, G. 1862. Leguminosae. Dalbergiae. In *Flora Brasiliensis* (C.F.P. Martius & A.G. Eichler, eds). F. Fleischer, Lipsiae, v.15, pars 1, p.1-349.

MANTOVANI, W., ROSSI, L., ROMANIUC NETO, S., ASSAD-LUDEWIGS, I.Y., WANDERLEY, M.G.L., MELO, M.M.R.F. & TOLEDO, C.B. 1989. Estudo fitossociológico de áreas de mata ciliar em Mogi-Guaçu, SP, Brasil. In *Simpósio sobre mata ciliar* (L.M. Barbosa, coord.). Fundação Cargil, Campinas, p.235-267.

STRUFFALDI-DE VUONO, Y. 1985. Fitossociologia do estrato arbóreo da floresta da Reserva Biológica do Instituto de Botânica de São Paulo, SP. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FISHBASE. <http://www.fishbase.org/home.htm> (último acesso em dd/mmm/aaaa)

Abreviar títulos dos periódicos de acordo com o "World List of Scientific Periodicals" (<http://library.caltech.edu/reference/abbreviations/>) ou conforme o banco de dados do Catálogo Coletivo Nacional (CCN -IBICT) (busca disponível em <http://ccn.ibict.br/busca.jsf>).

Para citação dos trabalhos publicados na **BIOTA NEOTROPICA** seguir o seguinte exemplo:

PORTELA, R.C.Q. & SANTOS, F.A.M. 2003. Alometria de plântulas e jovens de espécies arbóreas: copa x altura. *Biota Neotrop.* 3(2):

<http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?article+BN00503022003>

(último acesso em dd/mm/aaaa)

Todos os trabalhos publicados na **BIOTA NEOTROPICA** têm um endereço eletrônico individual, que aparece imediatamente abaixo do(s) nome(s) do(s) autor(es) no PDF do trabalho. Este código individual é composto pelo número que o manuscrito recebe quando submetido (005 no exemplo acima), o número do volume (03), o número do fascículo (02) e o ano (2003).

5. Tabelas

Nos trabalhos em português ou espanhol os títulos das tabelas devem ser bilíngües, obrigatoriamente em português/espanhol e em inglês, e devem estar na parte superior das respectivas tabelas. O uso de duas línguas facilita a compreensão do conteúdo por leitores do exterior quando o trabalho está em português. As tabelas devem ser numeradas sequencialmente com números arábicos.

Caso uma tabela tenha uma legenda, essa deve ser incluída nesse arquivo, contida em um único parágrafo, sendo identificada iniciando-se o parágrafo por Tabela N, onde N é o número da tabela.

6. Figuras

Mapas, fotos, gráficos são considerados figuras. As figuras devem ser numeradas sequencialmente com números arábicos.

ANEXO 2.

Normas da Revista geoambiente utilizada para elaboração do 2º capítulo dessa monografia

Revista Geoambiente

Os autores deverão esforçar-se para apresentar textos com o mínimo de 08 e o máximo de 30 páginas. Todo material enviado para publicação deverá ser digitado em Word 6.0, fonte Times New Roman, tamanho 12, com espaçamento entre linhas de 1½, e numeração das páginas no canto inferior a direita.

A Configuração da página deve ser em tamanho A4 com as seguintes margens para configuração: superior: 3,0 cm; inferior: 2,0 cm; esquerda: 3,0 cm; direita: 2,0 cm.

Cada original deve conter:

O título do trabalho, deve ser em negrito com letras maiúsculas e aparecer centralizado em Times New Roman, tamanho 14 e, na linha abaixo ao título do artigo, deverá aparecer o nome completo do autor ou autores, com indicação do seu local de trabalho ou atividade acadêmica; também se incluirá o endereço eletrônico e a direção postal do autor principal.

Resumo em português, inglês, Francês ou Espanhol de, no máximo, 20 linhas e indicação de palavras-chave (mínimo 3 palavras chave), ou termos para indexação. É necessário traduzir o título do artigo conforme as duas línguas estrangeira proposta pelo autor.

As figuras e tabelas devem apresentar títulos e legendas em português e opcionalmente em Espanhol ou Inglês com números na forma arábica. Como denominação de figuras incluem-se gráficos, mapas, fotografias e similares, o formato das mesma deve ser JPEG ou GIF.

A bibliografia que deverá aparecer completa ao final do artigo, ordenada alfabeticamente e por autor, em ordem cronológica. As referência bibliográficas deverão seguir as normas da ABNT.

Letras maiúsculas, em negrito, serão utilizadas somente para o título do artigo e para os sobrenomes dos autores na citação e referência bibliográfica.

As letras em *itálico* serão utilizadas somente para os títulos das subdivisões de primeiro nível do artigo, e para os títulos dos artigos citados nas referências bibliográficas.

O texto dos artigos, uma vez publicados, não serão modificados de forma alguma.

No texto deverão constar, além da introdução, os materiais e as metodologias utilizadas na pesquisa, assim como revisão bibliográfica (fundamentação teórica), os resultados e discussão dos dados e conclusões.