



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
CAMPUS DE PATOS - PB

OSILENE DA NÓBREGA PEREIRA

**REINTRODUÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS EM ÁREA DEGRADADA DE
CAATINGA E SUA RELAÇÃO COM OS ATRIBUTOS DO SOLO**

Patos – Paraíba – Brasil
2011

OSILENE DA NÓBREGA PEREIRA

**REINTRODUÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS EM ÁREA DEGRADADA DE
CAATINGA E SUA RELAÇÃO COM OS ATRIBUTOS DO SOLO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências à obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais, Área de Concentração Ecologia e Manejo dos Recursos Florestais.

Orientador: Prof. Ph.D. Olaf Andreas Bakke

Patos – Paraíba – Brasil
2011

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

P436r
2011

Pereira, Osilene da Nóbrega

Reintrodução de espécies nativas em área degradada de Caatinga e sua relação com os atributos do solo / Osilene da Nóbrega Pereira – Patos - PB: UFCG/PPGCF, 2011.

83f.: il. Color.

Inclui Bibliografia.

Orientador: Olaf Andreas Bakke.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande.

1-. Recuperação de áreas degradadas - Dissertação. 2 - Reflorestamento. 3 - Solos - Atributos. 4 - Mesofauna. 5 - Espécies nativas.

CDU: 630*232

OSILENE DA NÓBREGA PEREIRA

**REINTRODUÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS EM ÁREA DEGRADADA DE
CAATINGA E SUA RELAÇÃO COM OS ATRIBUTOS DO SOLO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências à obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais, Área de Concentração Ecologia e Manejo dos Recursos Florestais.

APROVADA em: 10/05/2011

Prof. Ph.D. OLAF ANDREAS BAKKE (UAEF/UFCG)
Orientador

Prof. Dr. RIVALDO VITAL DOS SANTOS (UAEF/UFCG)
1º Examinador

Prof. Dr. JOSINALDO LOPES ARAUJO (CCTA/UFCG)
2º Examinador

A toda a minha família, especialmente aos meus pais
Otavio Pereira Vieira e Maria da Nóbrega Pereira

A meu esposo
Flávio Alves de Medeiros

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre me guiou e me deu força para continuar.

À minha família, que sempre contribuiu para minha educação.

À Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR), em especial, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, pela oportunidade concedida.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Olaf Andreas Bakke, pela orientação e por todo o ensinamento.

Ao Professor Rivaldo Vital dos Santos e a todos os Professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, pela contribuição aos meus conhecimentos.

Aos funcionários do Laboratório de Solos e Água (Aminthas e Walter), por realizarem as análises de solo incluídas na dissertação.

Ao professor Jacob Silva Souto, que permitiu a utilização do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Campina Grande - Campus de Patos-PB, e a colaboração de Manuela e Anne.

Aos estudantes do curso de Engenharia Florestal: Joab e Jaile e da Pós-Graduação em Ciências Florestais: Juliana Figueiredo, Shirley Nunes, Bruna Vieira, Edinalva, Daniel e aos meus irmãos: Ozenildo Nóbrega, Osvaldo Nóbrega e Ozileide Nóbrega, pelo apoio em campo e laboratório.

A todos os colegas de mestrado, pelo companheirismo e pela sólida amizade.

A todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho e para minha formação, meus sinceros agradecimentos.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1 –	Análise química da fertilidade do solo nas covas de cada bloco e nas que foram plantadas mudas de cada espécie.....	34
Tabela 2 –	Análise física do solo nas covas de cada bloco em que foram plantadas mudas de cada espécie.....	35
Tabela 3 –	Coeficientes de correlação linear entre a variação do comprimento e diâmetro de três espécies arbóreas e os atributos do solo e da cova.....	36
Tabela 4 –	Variáveis independentes e o número de vezes em que as mesmas foram incluídas nos modelos de regressão linear múltipla.....	44

CAPÍTULO II

Tabela 1 –	Número e frequência relativa de indivíduos coletados, por grupo de mesofauna.....	66
Tabela 2 –	Variação mensal do número total de indivíduos coletado da mesofauna em cada data.....	71
Tabela 3 –	Índices de diversidade de Shannon e índice de equitabilidade de Pielou nas parcelas de cada tratamento.....	75
Tabela 4 –	Número de indivíduos edáficos de acordo com o grupo da mesofauna e do tratamento experimental de diâmetro.....	77
Tabela 5 –	Índice de Shannon e índice de equitabilidade de Pielou.....	78

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1 –	Precipitação mensal e temperatura máxima média mensal do ar, de novembro de 2008 a novembro de 2010.....	25
Figura 2 –	Imagem de satélite da área experimental.....	26
Figura 3 –	Comprimento e diâmetro basal das espécies catingueira, jurema preta e favela plantadas em área degradada de Caatinga, Patos-PB.....	31
Figura 4 –	Profundidade e espessura dos horizontes do solo-catingueira	45
Figura 5 –	Comprimento e diâmetro da catingueira.....	46
Figura 6 –	Profundidade e espessura dos horizontes do solo-jurema preta.....	47
Figura 7 –	Comprimento e diâmetro da jurema preta.....	48
Figura 8 –	Relação entre a espessura do horizonte B e a variação no comprimento da jurema preta.....	49
Figura 9 –	Profundidade e espessura dos horizontes do solo-favela.....	50
Figura 10 –	Comprimento e diâmetro da favela.....	50

CAPÍTULO II

Figura 1 –	Imagem de satélite da Fazenda NUPEARIDO, do município de Patos-PB, com as áreas de estudo em destaque.....	59
Figura 2 –	Precipitação mensal e temperatura máxima média mensal.....	60
Figura 3 –	Introdução do anel metálico no solo, umedecimento e remoção do anel metálico do solo.....	63
Figura 4 –	Extração da mesofauna edáfica.....	63
Figura 5 –	Variação do número total de indivíduos coletados nos dois anos de estudos.....	68
Figura 6 –	Precipitação e número total de indivíduos coletados nos dois anos de estudos.....	69
Figura 7 –	Temperatura máxima e número total de indivíduos da mesofauna coletados nos dois anos de estudos.....	70
Figura 8 –	Variação da mesofauna edáfica entre os tratamentos em cada bloco.....	72

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	9
1.1 Conceitos e fatores de degradação ambiental.....	9
1.2 Degradação ambiental no Brasil e no mundo.....	9
1.3 A região semiárida do Nordeste do Brasil.....	10
1.4 Caracterização de um solo degradado.....	11
1.5 Formas de recuperação de áreas degradadas.....	12
1.6 O solo e a sua comunidade de seres vivos.....	13
1.7 Caracterização das espécies.....	14
1.7.1 Catingueira (<i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L.P. Queiroz).....	14
1.7.2 Jurema preta (<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poiret).....	15
1.7.3 Favela (<i>Cnidocolus quercifolius</i> Pohl.).....	16
REFERÊNCIAS.....	17

CAPÍTULO I: CRESCIMENTO INICIAL DE ÁRVORES NATIVAS REINTRODUZIDAS EM ÁREA DEGRADADA DE CAATINGA E SUA RELAÇÃO COM OS ATRIBUTOS QUÍMICOS, FÍSICOS E MORFOLÓGICOS DO SOLO.....

DO SOLO.....	21
RESUMO.....	21
ABSTRACT.....	22
1 INTRODUÇÃO.....	23
2 METODOLOGIA.....	25
2.1 Localização e caracterização da área.....	25
2.2 Preparo das mudas.....	26
2.3 Preparo da área experimental e plantio das mudas.....	27
2.4 Parâmetros avaliados.....	28
2.4.1 Diagnóstico dos atributos do solo.....	28
2.4.2 Comprimento e diâmetro das mudas.....	29
2.5 Análise de regressão linear múltipla.....	29
2.5.1 Curva de crescimento do comprimento e do diâmetro.....	29
2.5.2 Relação da variação no comprimento e diâmetro das espécies arbóreas com os atributos do solo e com as dimensões da cova.....	29

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
3.1 Curva de crescimento das espécies arbóreas.....	31
3.2 Atributos químicos e físicos do solo e sua relação com o crescimento inicial das espécies arbóreas.....	34
3.2.1 Catingueira.....	36
3.2.2 Jurema preta.....	37
3.2.3 Favela.....	41
3.3 Perfil do solo e desenvolvimento das espécies arbóreas.....	44
3.3.1 Participação dos horizontes A, B e C no perfil das covas com catingueira.....	45
3.3.2 Participação dos horizontes A, B e C no perfil das covas com jurema preta.....	47
3.3.3 Participação dos horizontes A, B e C no perfil das covas com favela.....	49
4 CONCLUSÕES.....	52
REFERÊNCIAS.....	53

CAPÍTULO II: MESOFAUNA EDÁFICA EM ÁREA DEGRADADA DE CAATINGA APÓS REINTRODUÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS..	55
RESUMO.....	55
ABSTRACT.....	56
1 INTRODUÇÃO.....	57
2 METODOLOGIA.....	59
2.1 Localização e caracterização da área.....	59
2.2 Preparo das mudas.....	60
2.3 Preparo da área experimental e plantio das mudas.....	61
2.4 Parâmetros avaliados.....	62
2.4.1 Avaliação da mesofauna do solo.....	62
2.5 Delineamento estatístico.....	64
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	66
4 CONCLUSÕES.....	80
REFERÊNCIAS.....	81

1 INTRODUÇÃO GERAL

1.1 Conceitos e fatores de degradação ambiental

A degradação ambiental é um problema que ocorre principalmente nas regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas. Entende-se degradação como a redução ou perda da produtividade biológica ou econômica de uma área (MMA, 2004). Segundo Balensiefer (1998), citado por Moreira (2004), a reinserção de uma área degradada ao sistema de produção é um processo demorado caso não ocorra a intervenção humana. Assim, o conceito de área degradada contrasta com o de área perturbada, quando, no primeiro caso, a resiliência está comprometida, e a intervenção humana é necessária para a recuperação da cobertura vegetal aos padrões originais, enquanto, no segundo caso, observa-se a manutenção da resiliência (GALVÃO; PORFÍRIO-DA-SILVA, 2005).

Geralmente, o processo de degradação inicia-se de maneira localizada, podendo formar áreas desertificadas (MMA, 2004). Em regiões tropicais, uma das causas mais frequentes de degradação é a remoção da vegetação seguida de queimada, para o cultivo de culturas agrícolas. Após a exaustão do solo, a área é transformada em pastagem e abandonada posteriormente. O desmatamento de outra área começa mais um ciclo de degradação, que pode levar à desertificação pela ausência de práticas conservacionistas, falta de recursos para obtenção de insumos, ausência de planejamento, a médio e longo prazos, e pressão pelo uso do solo. O superpastejo é responsável por 34,5% das áreas mundiais degradadas, seguido de desmatamento (29,4%), atividades agrícolas (28,1%), exploração da vegetação para fins domésticos, industriais ou bioindustriais (12%) (ALTIERI, 2000; DIAS; GRIFFITH, 1998; OLDEMAN, 1994).

1.2 Degradação ambiental no Brasil e no mundo

A degradação ambiental afeta mais de 33% da superfície terrestre do planeta e aproximadamente 2,6 bilhões de pessoas. Cerca de 73% das pastagens em áreas de sequeiro, 47% das terras agrícolas marginais de sequeiro e uma percentagem significativa de terras irrigadas estão em processo de degradação. A degradação dos solos afeta de 20 a 50% do território da África subsaariana e cerca de 200

milhões de seus habitantes. A degradação do solo também é comum na Ásia e América Latina (SNEL; BOT, 2002).

Na América Latina, aproximadamente 516 milhões de hectares de terras são afetados pela desertificação, tendo como principais causas para esse problema as condições climáticas, combinadas com atividades humanas, tais como o desmatamento, o superpastejo, a expansão da fronteira agrícola em áreas frágeis e a exploração da vegetação para uso doméstico (FAO 1998).

No Brasil, as áreas suscetíveis à degradação e à desertificação correspondem a 1.338.076 km² (15,72% do território brasileiro) e atingem 31,6 milhões de habitantes (18,65% da população do país), em 1482 municípios, distribuídos em 11 Estados, especialmente os da região Nordeste, e os do norte de Minas Gerais e do Espírito Santo (MMA, 2004).

A região Nordeste apresenta uma área de 1.662.000 km². Destes, 40% são de áreas úmidas costeiras, chapadas altas e de vegetação pré-amazônica maranhense, e 60% são de terras semiáridas, com risco alto a muito alto de degradação (BARRETO; SILVA, 2000) devido às condições climáticas, à natureza dos solos e à cobertura vegetal. Cerca de 181.000 km² das terras semiáridas do Nordeste estão em processo de desertificação (graus alto e muito alto de degradação ambiental) (MMA, 2001; 2003).

1.3 A região semiárida do Nordeste do Brasil

O semiárido do Nordeste do Brasil ocupa uma área de 900.000 a 1.000.000 km² (~10% da área total do Brasil) dos estados do Nordeste, menos o Maranhão, além do norte de Minas Gerais. Essa região se caracteriza por apresentar clima seco e quente, temperaturas médias em torno de 28°C, sem variações significativas, estações seca e úmida bem definidas, e pluviosidade anual entre 300 e 800 mm, concentrada em três a quatro meses do ano. Isto acarreta um balanço hídrico negativo em oito a nove meses do ano, caracterizados por altos níveis de evapotranspiração e índice de aridez (ARAÚJO FILHO *et al.*, 1995).

O bioma Caatinga é estritamente brasileiro e abrange 844.453 km² do semiárido da região Nordeste do Brasil, estendendo-se entre os paralelos 3° e 17°S, e os meridianos 35° e 45°W, correspondendo a 9,92% do território nacional

(PROBIO/MMA, 2004). Esse bioma apresenta alta biodiversidade, com, pelo menos, 932 espécies de plantas, das quais 380 são endêmicas.

A população de 20 milhões de habitantes do semiárido nordestino o caracteriza como a região semiárida mais populosa do mundo. Esta ocupação humana reduziu, entre 1984 e 1990, a cobertura vegetal de 1.002.915 para 725.965 km² (MMA, 2001), e, em 2008, restavam 443.182,41 km² (53,62% da área do bioma) (PROBIO/MMA, 2004), o que resulta em degradação ambiental e, mais especificamente, do solo.

1.4 Caracterização de um solo degradado

A caracterização do grau de degradação do solo é de difícil percepção em determinadas situações, pois os solos podem estar em processo de degradação sem consequências visuais claras e bem caracterizadas. Os processos de degradação do solo se classificam em físicos, químicos e biológicos (LAL, 1997).

Os processos físicos envolvem a estrutura do solo, a formação de crostas, a erosão, a compactação e a anaerobiose, dentre outros itens. Os processos químicos incluem a acidificação, lixiviação, salinização, redução na CTC e perda de fertilidade. Os processos biológicos se referem ao total de carbono orgânico e de biomassa e à biodiversidade da flora e fauna edáfica (LAL, 1997).

Power e Myers (1991), citados por Dias e Griffith (1998), definem qualidade de um solo como a sua capacidade de manter o crescimento de plantas, incluindo fatores como agregação, conteúdo de matéria orgânica, profundidade, capacidade de retenção de água, taxa de infiltração, capacidade tampão de pH e disponibilidade de nutrientes. Uma definição mais holística se refere à capacidade de um solo funcionar como ecossistema limite para sustentar a produtividade biológica e manter a saúde de plantas e animais (DORAN; PARKIN, 1994).

Solos degradados por atividades antrópicas geralmente apresentam alterações das características físicas originais, tal como a remoção dos horizontes superficiais, que acarreta a exposição de materiais pouco estruturados e susceptíveis à fragmentação devido à ausência de matéria orgânica, um agente cimentante das partículas para a formação dos agregados do solo (DIAS, 1998).

Os métodos de preparo e manejo do solo afetam o uso sustentável dos seus recursos, prejudicando a sua estabilidade, resiliência e qualidade. A estabilidade

refere-se à suscetibilidade do solo à mudança por perturbações naturais ou antrópicas. A resiliência é a capacidade do solo para restaurar seus processos de suporte à vida depois de ser perturbado. O termo qualidade refere-se à capacidade do solo para realizar as suas três funções principais: produtividade econômica, regulação do meio ambiente e atuação estética e cultural (LAL, 1997).

A definição e a quantificação da qualidade do solo são difíceis de caracterizar pelo fato de que não é diretamente consumido pelo homem e animais (BIANCHI, 2009). A qualidade do solo é avaliada através de indicadores físicos, químicos e biológicos, que são atributos que medem ou refletem o estado ambiental ou a condição de sustentabilidade do ecossistema (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007).

1.5 Formas de recuperação de áreas degradadas

Uma das formas mais antigas de renovação de uma floresta é a regeneração natural. Todas as espécies arbóreas possuem, em maior ou menor grau, mecanismos de perpetuação natural, relacionados com o ambiente em que a espécie evoluiu (SEITZ; JANKOVSKI, 1998). O potencial de regeneração das espécies em um sítio é variável no espaço e no tempo, podendo ocorrer a restauração parcial ou total da vegetação (RODRIGUES, 1999).

A regeneração natural da vegetação ocorre por meio do banco de sementes no solo, constituído de sementes, rebrotas de raízes e troncos, dentre outras formas de propágulos, através de um lento processo direcional e contínuo de colonização e substituição de espécies. Na falta do banco de sementes, há a alternativa do seu restabelecimento artificial, podendo apresentar resultados favoráveis para algumas espécies e em incipiente regeneração para outras (BARNET; BAKER, 1991).

Alternativamente, podem-se transplantar mudas de espécies lenhosas pioneiras para revegetação de áreas degradadas. Este procedimento, apesar dos custos de produção de mudas, preparo das covas, adubação e tratos culturais, pode acelerar o processo de recuperação da vegetação quando se propiciam as condições para o estabelecimento de outras espécies no estrato herbáceo e arbóreo-arbustivo.

A recuperação de áreas degradadas da Caatinga e de outros biomas depende da escolha de espécies vegetais rústicas, tolerantes aos períodos secos e à baixa fertilidade do solo, sendo produtoras de grande quantidade de matéria

orgânica e sementes viáveis (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). Normalmente, há espécies pioneiras adaptadas às condições adversas de extrema seca e altas temperaturas, que devem ser utilizadas nos estádios iniciais de regeneração de áreas degradadas.

Dentre as espécies da Caatinga, destacam-se a jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret), a catingueira (*Poincianella pyramidalis* Tul.) e a favela (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.), espécies rústicas e adaptadas às condições de semiaridez, cujo sistema radicular é capaz de absorver a umidade do solo nas condições da região semiárida, sendo indicadas para ocupação inicial e secundária de sítios antropizados (MAIA, 2004; LORENZI, 1998).

1.6 O solo e a sua comunidade de seres vivos

O ambiente do solo é complexo. É constituído por uma fração mineral e uma fração orgânica e por vazios ou poros. A fração mineral, originada da rocha matriz, pode ser encontrada em vários estágios de intemperização, a qual determina a sua capacidade de fornecer nutrientes para os vegetais e a atividade da fração argila (MELO, 1994). Na fração orgânica, podemos encontrar material orgânico vivo, constituído por organismos de diferentes tamanhos, exigências nutricionais e tipo de metabolismo, e material orgânico sem vida em diferentes estágios de decomposição. Os poros existentes no solo, cujo volume e tamanho dependem da textura e da estrutura, são ocupados pelo ar ou pela água, sendo que a relação água e ar determina as condições de aerobiose ou anaerobiose do sistema (MELO, 1994).

Num solo de floresta temperada, cerca de 6% do peso do solo são substâncias orgânicas, 85% das quais constituídas de material morto (matéria vegetal e animal depositada sobre ou no solo, produtos de decomposição e húmus), e o restante é biomassa viva, metade formada por raízes e metade por organismos vivos que perfazem 1% do peso do solo. Cerca de 50% da biomassa dos organismos vivos é formada por bactérias, um quarto por fungos, e um quarto por animais (fauna edáfica) (EHRNSBERGER, 1993 citado por SAUTTER, 1998).

Swift *et al.* (1979) classificam a biota do solo em: a) microfauna (elementos da fauna que apresentam comprimento total entre 4 e 100 μm , tendo como principais representantes organismos dos filos Nematoda, Protozoa e Rotifera; b) mesofauna (de 100 μm a 2 mm), que são os Acarina, Collembola, Diplura, Isoptera; e c)

macrofauna (2 a 20 mm), que possuem como principais representantes os Aracnídeos, Oligoquetas, Coleóptera, Chilopodes e Diplópodes.

A mesofauna tem importante papel na sustentabilidade do sistema ecológico, pois atua no processo de formação, estruturação e aeração do solo. Além disto, seus integrantes produzem pelotas fecais, fragmentam detritos vegetais, promovem a humificação da matéria orgânica, alteram a ciclagem de nutrientes e regulam as populações de fungos e da microfauna, afetando os atributos químicos e físicos do solo, a regeneração e a conservação dos solos (CORREIA; OLIVEIRA, 2000).

O comportamento destes organismos no solo está diretamente relacionado ao sistema de manejo utilizado nos agroecossistemas. Por exemplo, a população de ácaros e colêmbolos varia de acordo com o teor de matéria orgânica, nível de cobertura vegetal do solo, espécies cultivadas, atributos do solo, umidade, temperatura, dentre outras condições e situações (SILVA *et al.*, 2007).

Devido à sua grande sensibilidade às interferências no ecossistema, a composição das comunidades da fauna edáfica pode refletir o padrão de funcionamento do solo (PRIMAVESI, 2002). Em área de Caatinga preservada, Souto *et al.* (2008) observaram a grande expressividade dos grupos Acarina e Collembola, grupos que mantêm relação positiva com o grau de preservação ambiental, de acordo com Damé *et al.* (1996). Estes organismos são extremamente dependentes das condições de umidade, iluminação, temperatura e aeração do solo (CORREIA; OLIVEIRA, 2000). Os Collembola requerem umidade no solo entre 40 e 70 % da capacidade de campo (SILVA *et al.*, 2007). Muitos organismos do solo não suportam radiação solar direta e, sempre que se utiliza o revolvimento do solo através da aração ou da gradagem, deve-se considerar que os organismos do solo são expostos à radiação solar direta, o que pode determinar sua morte (MELO, 1994).

1.7 Caracterização das espécies

1.7.1 Catingueira (*Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz)

A catingueira (*Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz) é uma *Fabaceae*, arbórea de 4-6 m de altura, que apresenta folhas bipinadas, com 5-11 folíolos alternos ou opostos. Suas flores são amarelas, dispostas em racimos curtos. Apresenta ampla dispersão no Nordeste semiárido, ocorrendo nos estados do Piauí,

Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia e é considerada espécie endêmica da Caatinga (MAIA, 2004).

No processo de sucessão, a catingueira é uma espécie pioneira, que adota a estratégia de um crescimento inicial relativamente lento, apresenta uma alta resistência à seca e uma boa capacidade de competição por luz, podendo se manter numa área por longos períodos e ser uma das espécies dominantes nas etapas posteriores de sucessão (SAMPAIO *et al.*, 1998).

A catingueira é considerada uma planta tolerante a áreas abertas, podendo ser utilizada para plantios em áreas degradadas, sendo tolerante a vários tipos de ambientes, pois são encontradas em áreas de Caatinga arbórea até aquelas de condições extremas de aridez (LORENZI, 1998). Adapta-se a diversos tipos de solos, incluindo os mais pobres, secos e rasos. Nestas condições, não ultrapassa 0,80-1,00 m de altura. As suas folhas tenras e as senescentes e caídas sobre o solo servem de alimento ao animais (MAIA, 2004).

1.7.2 Jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret)

A jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret), uma *Fabaceae* arbórea de aproximadamente 5-7 m de altura, apresenta caule levemente inclinado, revestido por uma casca de cor castanho escura. Suas folhas são compostas, alternas, bipinadas, e suas flores são alvas e pequenas, dispostas em pequenas espigas isoladas. É encontrada no Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, na Caatinga e no Carrasco, e no México (MAIA, 2004).

Sampaio *et al.* (1998) observaram que a jurema preta é menos afetada pelo corte e pelo fogo do que outras espécies e que leva vantagem das situações de antropização, sendo dominante nos estágios iniciais da sucessão ecológica. É indicada para ser introduzida nas pastagens sem a proteção de suas mudas e na presença do gado, podendo entrar na composição de pastos arbóreos devido à palatabilidade de suas ramas para os ruminantes (DIAS; SOUTO, 2007).

A jurema preta é uma planta pioneira e rústica, recomendada para a primeira fase de restauração florestal de áreas degradadas, prevenindo a erosão, melhorando as condições do ambiente e recuperando o teor de nitrogênio do solo e preparando o ambiente para outras plantas mais exigentes (DIAS; SOUTO, 2007; MAIA, 2004).

1.7.3 Favela (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl.)

A favela (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl.) é uma *Euphorbiaceae* arbórea que atinge 4-8 m de altura e cujo tronco se ramifica acima (2 a 3 m) ou próximo da base. O tronco é revestido por uma casca lisa e levemente rugosa de cor cinza-escura. As folhas são simples, alternas, espessas, de 8-16 cm de comprimento, com pequenos espinhos urticantes. Suas flores apresentam-se em pequenos cachos de coloração alva de 4 mm de diâmetro, e as raízes possuem tubérculos contendo reservas alimentares (MAIA, 2004).

A favela é encontrada no Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, geralmente nos tabuleiros rasos e pedregosos dos sertões mais secos do Nordeste. Por ser uma planta pioneira de múltipla utilidade e por apresentar adaptação a condições ambientais extremas, como seca, calor e radiação solar, é uma planta indicada para o reflorestamento de áreas degradadas (MAIA, 2004).

REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M.A. **Agroecologia: a dinâmica da produtividade da agricultura sustentável**. 3.ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2000. 112p.
- ARAÚJO, A.S.F. de; MONTEIRO, R.T.R. Indicadores Biológicos de Qualidade do Solo. **Bioscien Journal**, Uberlândia, v. 23, n.3, p. 66-75, July./Sept. 2007.
- ARAÚJO FILHO, J.A. *et al.* Pastagens no semiárido: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável, 1995. Brasília, DF. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p.63-75.
- BALENSIEFER, M. Estado da arte em recuperação e manejo de áreas frágeis e/ou degradadas. In: WORKSHOP RECUPERAÇÃO E MANEJO DE ÁREAS DEGRADADAS. 1998, Campinas, **Memória...** Jaguariúna: EMBRAPA, CNPMA, EMBRAPA – CNPMA. Documentos, 13. 1998. p.15-18.
- BARNETT, J. P.; BAKER, J. B. Regeneration methods. In: DUREYA, L.; DOUGHERTY, P. M. **Forest regeneration manual**. Dordrecht: Kluwer. 1991, p.35-50.
- BARRETO, F.; SILVA, R. **Recursos naturais do nordeste brasileiro**. Brasília: EMBRAPA, jun. 2000. Disponível em:
<<http://www.embrapa.br:8080/aplic/rumos.nsf>>. Acesso em: 26 dez. 2010.
- BIANCHI, M. de O. **Avaliação da funcionalidade do solo em sistemas florestais enriquecidos com leguminosas**. Rio de Janeiro, 2009. 56 f.
Fevereiro de Dissertação (Mestrado em Agronomia). Curso de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- CORREIA, M.E.F.; OLIVEIRA, L. C. M. **Fauna de solo**: aspetos gerais e metodológicos. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, (Documentos, 112), 2000, 46p.
- DAMÉ, P. R. V. *et al.* Efeitos da queima seguida de pastejo ou diferimento sobre o resíduo, temperatura do solo e mesofauna de uma pastagem natural. **Revista Ciência Rural**, v.26, n.3, p.391-396, 1996.
- DIAS, L. E. Caracterização de substratos para fins de recuperação de áreas degradadas. In: DIAS, L. E.; MEILO, J. W. V. de. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, Departamento de Solos; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p. 27-44.
- DIAS, L. E.; GRIFFITH, J. J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas. In: DIAS, L. E.; MEILO, J. W. V. de. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, Departamento de Solos; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p.1-7.

DIAS, P.F.; SOUTO S.M. Jurema preta (*Mimosa tenuiflora*): leguminosa Arbórea recomendada para ser introduzida em pastagens em condições de mudas sem proteção e na Presença do gado. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.14, n.1, p.258-272. 2007.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and Assessing Soil Quality. In: DORAN, J. B.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. **Defining Soil Quality for a Sustainable Environment**. Soil Science Society of America Madison. SSSA Special Publication. n. 5, 1994, 244p.

EHRNSBERGER, R. **Bodenzoologie und Agrarokosysteme**. Inf Natursch. Landschaftspfl., n.6, 1993, p.11-41.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **A new framework for conservation-effective land management and desertification control in Latin America and the Caribbean Guidelines for the preparation and implementation of National Action Programmes**. Rome, FAO, 1998. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/W9298E/W9298E00.htm>>. Acesso em: 02 jan. 2011.

GALVÃO, A.P.M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. (eds.) **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 139p.

LAL, R. Degradation and resilience of soils. **Phil. Trans. R. Soc. Lond.** The Royal Society *Printed in Great Britain*. B, 352, p. 997-1010. 1997.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 1998. v.2, p.92.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D & Z Computação Gráfica e Editora, 2004, 413 p.

MELO, W. J. Manejo: Aspectos Biológicos. In: PEREIRA, V. DE P.; FERREIRA, M. E.; PESSÔA DA CRUZ, M. C. **Solos altamente suscetíveis à erosão**. Jaboticabal, FCAV-UNESP/SBCS.1994, p. 123-148.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **A Desertificação no Brasil**. Brasília: 2003. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/redesert/desertbr.html>>. Acesso em: 08 jan. 2010.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Agenda 21. **Encontro Regional – Nordeste**. Brasília, novembro de 2001. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/redesert/desertbr.html>>. Acesso em: 08 jan. 2010.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca PAN-Brasil**. 2004. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/sitio/>>. Acesso em: 08 jan. 2010.

MOREIRA, P. R. **Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas à recuperação de áreas degradadas pela extração de Bauxita, Poços de Caldas, MG.** Rio Claro-SP, 2004. 155 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista. Campus de Rio Claro.

OLDEMAN, L. R. The Global extent of soil degradation. In: GREENLAND, D.J.; SZABOCLS. **Soil Resilience and Sustainable Land Use.** eds. Cab International, Wallingford, UK. 1994. p.99-118.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação.** Londrina: E. Rodrigues. 2001, 328p.

PRIMAVESI, A. M. **O manejo ecológico do solo:** Agricultura em regiões tropicais. 9.ed. São Paulo: Nobel, São Paulo, 2002, 550p.

PROBIO. **Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira** – PROBIO Edital PROBIO 02/2004 Levantamento dos remanescentes da cobertura vegetal dos biomas brasileiros. Ministério do Meio Ambiente: Brasília, abril de 2004, 19p.

RODRIGUES, R. R. **Colonização e enriquecimento de um fragmento florestal urbano após a ocorrência de fogo.** Fazenda Santa Elisa, Campinas, SP: Avaliação temporal da regeneração natural (66 meses) e do crescimento (51 meses) de 30 espécies florestais plantadas em consórcios sucessionais. Piracicaba, 1999. 167f. Tese (Livre Docência). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

SAMPAIO, E. V. S. B. *et al.*. Regeneração da vegetação de Caatinga após corte e queima em Serra Talhada, PE. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.5, p.621-632. 1998.

SAUTTER, K. D. Meso (Acari e Collembola) e Macrofauna (*Oligochaeta*) na recuperação de solos degradados. In: DIAS, L. E.; MEILO, J. W. V. de. **Recuperação de áreas degradadas.** - Viçosa: UFV, Departamento de Solos; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p.197-202.

SEITZ, R. A.; JANKOVSKI, T. A regeneração natural de *Pinus taeda*. In: SIMPÓSIO FLORESTAL DO RIO GRANDE DO SUL, 5. Associação Gaúcha de Empresas Florestais (AGEFLOR), Sindicato das Indústrias da Madeira da Região Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul (SINDIMADEIRA), Centro de pesquisas Florestais (CEPEF), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFSM (PPGEF), 1998, Caxias do Sul. **Anais...** Caxias do Sul, 1998. p.37-53.

SILVA, J. *et al.* Avaliação da mesofauna (colêmbolos e ácaros) do solo em agroecossistemas de base familiar no Rio Grande do Sul. Resumos do V CBA-Sociedade e Natureza. **Rev. Bras. de Agroecologia.** v.2, n.2, out. 2007.

SNEL, M.; BOT, A. "Some suggested indicators for land degradation assessment of drylands". In: "**Land Degradation Assessment of Drylands-LADA**", International Electronic Mail Conference, accomplished in October, 09, November, 11, 2002.

SOUTO, P. C. *et al.* Comunidade microbiana e mesofauna edáficas em solo sob Caatinga no semi-árido da Paraíba. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**. Viçosa, n.1 vol.32, Jan./Feb. 2008.

SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. **Decomposition in Terrestrial Ecosystems**. Oxford: Blackwell, 1979. 372p.

CAPÍTULO I

PEREIRA, Osilene da Nóbrega. **Crescimento inicial de árvores nativas reintroduzidas em área degradada de Caatinga e sua relação com os atributos químicos, físicos e morfológicos do solo.** Patos-PB: UFCG, 2011. 83f. (Dissertação – Mestrado em Ciências Florestais)

RESUMO: No semiárido do Nordeste do Brasil, a pressão antrópica sobre a cobertura vegetal é forte e consiste na remoção parcial ou total da vegetação lenhosa para obtenção de produtos florestais e abertura de novas áreas para atividades agrícolas e pecuárias. Combinada com os rigores climáticos da região resulta em degradação ambiental. A recuperação de áreas degradadas baseia-se no potencial de adaptação das espécies arbóreas nativas, no grau de degradação ambiental e no conhecimento das características químicas, físicas e morfológicas do solo. O crescimento inicial de três espécies arbóreas reintroduzidas em área desflorestada e superpastejada de Caatinga foi avaliado em função dos atributos químicos, físicos e morfológicos do solo. As mudas foram produzidas em sacos plásticos com 4 L de substrato composto de solo, esterco caprino e fertilizantes químicos, e foram transplantadas para o campo no espaçamento de 2 m x 2 m, em covas de 40 cm x 40 cm e de profundidade variável de acordo com as condições do solo de cada local. Os dados foram coletados nas 4 covas centrais das parcelas de 12 m x 12 m de um experimento em blocos, conduzido em área desflorestada e superpastejada, com cinco tratamentos (testemunha, introdução de *Poincianella pyramidalis*, *Mimosa tenuiflora* e *Cnidoscolus quercifolius* em plantio puro ou consorciado das três espécies) e três repetições de 36 mudas. No momento da abertura das quatro covas centrais de cada parcela, foi medida a espessura dos horizontes A, B e C do solo, bem como foram coletadas duas amostras de solo (0-20 cm e >20 cm de profundidade) para análises físicas e químicas. Modelos de regressão linear múltipla relacionando o crescimento em comprimento e diâmetro basal das mudas das três espécies arbóreas entre fevereiro de 2009 (5,5 meses de idade) e outubro de 2010 (25,5 meses de idade), com os atributos químicos, físicos e morfológicos do solo foram estimados. O crescimento das espécies catingueira, jurema preta e favela foi significativo, principalmente no primeiro ano de desenvolvimento no campo. No geral, as variáveis P, H+Al, condutividade elétrica, teor de argila, área e profundidade da cova foram as que mais frequentemente afetaram significativamente o crescimento inicial das mudas e participaram dos modelos de regressão. Em recuperação de áreas degradadas, o plantio das mudas deve ser feito em covas que contenham uma maior quantidade de material do horizonte C do solo, para aproveitar a sua fertilidade natural.

Palavras-chave: Recuperação. Degradação. Atributos do solo. Catingueira. Jurema preta. Favela. Semiárido.

CHAPTER I

PEREIRA, Osilene of Nóbrega. **Initial growth of native trees reintroduced in degraded Caatinga site and its relation with chemical, physical and morphological attributes of the soil.** Patos-PB: UFCG, 2011. 83f. (Dissertation - Master's Degree in Forest Sciences)

SUMMARY: Anthropogenic pressure on the vegetation of the semiarid region of Brazil Northeast is widespread, and consists of partial or total removal of shrub and trees to collect firewood and other forest products, or to open new farming areas. This combined with the harsh climate conditions results in environmental degradation. Recovery of such areas is based on the adaptation potential of native trees to the degree of local degradation, and on the chemical, physical and morphological characteristics of the soil. The initial growth of three tree species reintroduced in a deforested overgrazed Caatinga site was evaluated and correlated with its chemical, physical and morphological soil characteristics. Seedlings were produced in plastic bags containing 4L of soil, goat manure and chemical fertilizers. They were transplanted in a 2 m x 2 m grid into 40 cm x 40 cm planting holes in the field, with a depth of 40 cm or less according to soil conditions. Data were collected from the four inner plants of squared-144 m² plots of a current complete block design experiment carried out in a deforested overgrazed Caatinga site, with five treatments (no tree planting, and planting of *Poincianella pyramidalis*, *Mimosa tenuiflora* and *Cnidocolus quercifolius* seedlings in pure or intermixed three species stands) and three replications of 36 seedlings. At the moment of the opening of the four central pits of each plot, thickness of A, B and C soil layers was measured, and two soil samples were collected at two soil depth (0-20 and >20 cm), for physical and chemical analyses. Multiple linear regression models were estimated to correlate the seedling length and basal diameter growth observed from February 2009 (5,5 months of age) to October 2010 (25,5 months of age) with the chemical, physical and morphological soil attributes. Growth of *P. pyramidalis*, *M. tenuiflora* and *C. quercifolius* was significant especially in the first growing season. In general, soil P, H+Al, electric conductivity and clay, and planting hole area and depth were the variables that more frequently showed a significant effect on seedling growth and participated in the regression models. When recovering degraded Caatinga sites, tree seedlings should be planted into planting holes containing more material of the C soil layer in order to take advantage of its natural fertility.

Key words: Recovery. Degradation. Soil attributes. Catingueira. Jurema preta. Favela. Semiarid.

1 INTRODUÇÃO

No semiárido do Nordeste do Brasil, a pressão antrópica é intensa, provocada pela retirada da cobertura florestal para obtenção de produtos florestais e abertura de novas áreas agrícolas e pecuárias. Além disto, a região apresenta elevada temperatura e evapotranspiração, além de baixo índice pluviométrico (300 a 800 mm/ano) (ARAÚJO FILHO *et al.*, 1995). A combinação dos fatores antrópicos e climáticos resulta em degradação ambiental.

A vegetação predominante na região é a Caatinga, caracterizada por extrato herbáceo estacional e espécies arbóreas xerófilas de porte baixo, com folhas pequenas e espinhos. A sua manutenção é essencial para a preservação da fertilidade do solo e equilíbrio do ambiente.

A degradação ambiental, geralmente, começa com a remoção da vegetação arbórea nativa, seguida de manejo que desconsidera o uso sustentável dos recursos naturais da área. Sem essa proteção, o solo fica susceptível à erosão hídrica e à eólica, o que altera negativamente os atributos químicos, físicos, e biológicos do solo.

Áreas degradadas geralmente apresentam alterações químicas no solo que influenciam em sua qualidade produtiva como a baixa disponibilidade de nutrientes no solo, alterações no pH e condutividade elétrica, que prejudicam a atividade biológica e, conseqüentemente, o crescimento dos vegetais. As alterações físicas que ocorrem em áreas degradadas estão principalmente relacionadas à estrutura, à densidade e à capacidade de retenção de umidade do solo, prejudicando, assim, o armazenamento e o transporte de água e nutrientes para as plantas. Tais alterações negativas dos atributos químicos e físicos do solo afetam as populações dos organismos edáficos, os quais são responsáveis pela mineralização e reposição de nutrientes (N, P e S) disponibilizados às plantas (DORAN; PARKIN, 1994). No conjunto, estas alterações prejudicam a capacidade produtiva de uma área degradada.

A degradação ambiental tem se tornado um problema comum em todos os estados da região Nordeste do Brasil, os quais apresentam alta densidade populacional, com conseqüências negativas sobre a capacidade produtiva dos solos (MONTEIRO, 1995). A degradação ambiental origina problemas de ordem social, econômica e ambiental, particularmente alarmantes no Ceará e na Paraíba. Três

quartos da área da Paraíba são classificados como semiárido, sendo o Estado com o maior percentual de degradação ambiental no Brasil: mais de 70% é considerado degradado, 29 e 21% no nível muito grave e severo (SILVA *et al.*, 2004).

A recuperação de áreas degradadas demanda tempo e recursos. A regeneração natural é um processo lento que começa com a cessação da ação do agente degradante. Caso seja possível, o processo pode ser acelerado pela adoção de medidas compensatórias, como a adição de nutrientes via esterco e fertilizantes químicos e plantio de mudas em covas, dentre outras.

Para o sucesso da recuperação de áreas degradadas, é necessário o conhecimento dos atributos químicos, físicos e morfológicos do solo e do potencial de adaptação de espécies arbóreas nativas ao grau de degradação local. Assim, o crescimento inicial de três espécies arbóreas reintroduzidas em área degradada de Caatinga foi avaliado em função dos atributos químicos, físicos e morfológicos do solo.

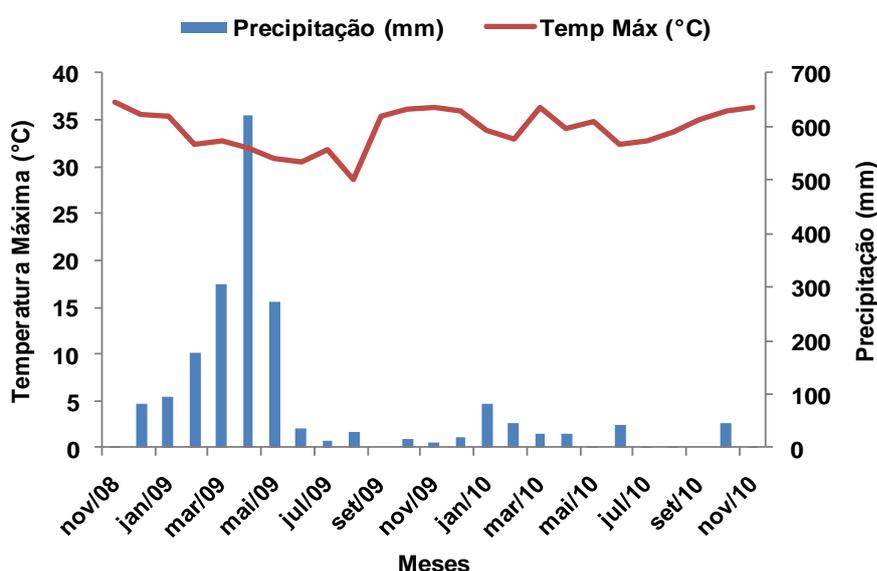
2 METODOLOGIA

2.1 Localização e caracterização da área

O experimento foi conduzido em uma área degradada da Fazenda NUPEARIDO (Núcleo de Pesquisa para o Semiárido), da Universidade Federal de Campina Grande – Campus de Patos-PB, a 9 km ao sul do município de Patos – PB (07°04'45" S e 37°16'26" W, e 258 m de altitude). Esta área está cercada e protegida do pastejo desde agosto de 2008, com um histórico de desmatamento e superpastejo caprino, ovino e bovino de mais de 30 anos.

Segundo Bezerra *et al.* (2004), o clima da região é do tipo Aw', quente e úmido, com chuvas irregulares e concentradas em 3 a 4 meses do ano, totalizando em média 800 mm anuais. As peculiaridades do seu clima resultam em características de região semiárida recoberta de vegetação arbóreo-arbustiva hiperxerófila conhecida como Caatinga. Entre novembro de 2008 e novembro de 2009, a precipitação atingiu 1663 mm e, no segundo ano, a precipitação foi de 290 mm, concentrada nos primeiros meses do ano (Figura 1) (INMET, 2010). A média mensal da temperatura máxima diária do ar, nos dois anos de estudos, variou entre 28,6°C e 36,9°C e tendeu a ser mais baixa no primeiro ano.

Figura 1 – Precipitação mensal e temperatura máxima média mensal do ar, de novembro de 2008 a novembro de 2010.



Fonte – INMET (2010).

A área de estudo não apresentava cobertura arbórea em novembro de 2008, como resultado da exploração madeireira e do superpastejo dos animais criados no sistema extensivo, resultando em pequenos sulcos de erosão e erosão laminar em alguns pontos, evidenciada pela exposição de horizontes subsuperficiais do solo (Figura 2).

Figura 2 – Imagem de satélite da Fazenda NUPEARIDO, situada no município de Patos-PB, com as áreas de estudo em destaque.



Fonte – Google earth (2009).

2.2 Preparo das mudas

Foram produzidas 300 mudas de cada espécie no viveiro da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos/PB, para atender à demanda do plantio e replantio.

As sementes de catingueira e jurema preta foram semeadas diretamente nos tubetes. As de favela foram semeadas em bandejas de plástico dispostas sobre bancada do Laboratório de Sementes, em substrato de areia lavada, esterilizada e umedecida com água destilada. Após a emergência da radícula, as plântulas foram

repicadas para tubetes. Estes procedimentos aconteceram entre 10 e 20 de setembro de 2008.

Em novembro de 2008, foram preparados sacos plásticos com 4 L de substrato composto de material de subsolo e esterco caprino, na proporção de 3:1 (v/v). Cada recipiente recebeu 5 g de superfosfato simples (0,9 g de P_2O_5) e 2,8 g de KCl (1,68 g de K_2O). No início de dezembro de 2008, todas as mudas foram repicadas dos tubetes para os sacos e, 15 dias após, foram adicionados a cada saco 40 ml de uma solução preparada com 1 kg de $(NH_4)_2SO_4$ mais 0,3 Kg de KCl em 100 L de água (20 mg de N/L, 15,75 mg K/L).

As mudas foram regadas duas vezes ao dia até o terceiro mês, e apenas uma vez a cada dois dias no período final no viveiro, para adaptação às condições futuras de campo.

2.3 Preparo da área experimental e plantio das mudas

A área onde foi implantado o experimento foi protegida por uma cerca de tela de arame para evitar a entrada de pequenos ruminantes. Cada um dos três blocos foi constituído de cinco parcelas de 12 m x 12 m, nas quais foram sorteados aleatoriamente os cinco tratamentos experimentais (testemunha, introdução de catingueira, jurema preta, favela em plantio puro ou as três espécies em plantio consorciado, intercaladas nas covas das parcelas em iguais proporções). Após o sorteio, foram feitas as covas no espaçamento de 2 m x 2 m (36 covas por parcela, 16 covas centrais constituindo a parcela útil), com a largura e o comprimento variando de 40 a 50 cm, e a profundidade de 13 a 50 cm, resultando em áreas e volume de cova entre 1.520 e 2.500 cm², com 30.375 e 92966 cm³, respectivamente. Esta variação não foi intencional e deveu-se à variação resultante da abertura manual das covas e às diferenças de profundidade do solo.

Em dezembro de 2008, foram homogeneizados 20 L (aproximadamente 5,8 kg de matéria seca ao sol) de esterco caprino ao solo revolvido de cada cova. Os teores médios de carbono e nitrogênio deste tipo de esterco são 359,6 e 16,6 g.kg⁻¹, respectivamente, resultando numa relação C/N de 21,6 (SOUTO, 2002). Foram incorporados, também, ao solo de cada cova 16 g de superfosfato simples (2,88g de P_2O_5) e 4,3 g de KCl (2,58 g de K_2O). Considerando o esterco e os fertilizantes aplicados quando da produção das mudas e o espaçamento utilizado, essas

quantidades equivalem a 52.500 L (15,2 t) de esterco, 9,450 kg de P_2O_5 , e 10,830 kg de K_2O , colocados à disposição das mudas no ambiente das 2500 covas/ha.

No início da estação chuvosa, foram selecionadas no viveiro as mudas mais vigorosas e plantadas no campo nos dias 26 e 27 de janeiro de 2009. Em março e maio de 2009, foi feito um coroamento de 50 cm de diâmetro ao redor das mudas, com a finalidade reduzir a competição do estrato herbáceo. O material proveniente desse coroamento foi depositado sobre o solo.

2.4 Parâmetros avaliados

2.4.1 Diagnóstico dos atributos do solo

Antes do plantio das mudas, foi realizada uma descrição do perfil do solo nas quatro covas centrais de cada parcela, onde foram avaliados os seguintes atributos morfológicos: profundidade do solo, número e espessura de cada horizonte do solo. O solo encontrado em todos os perfis foi classificado como pertencente à classe Luvissolo.

Em seguida, foram coletadas, em cada uma destas 48 covas, duas amostras de solo, uma entre 0 e 20 cm de profundidade e outra de 20 a 40 cm de profundidade, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados, e conduzidas ao laboratório para análises. Do número total de covas centrais e se todas as mudas centrais sobrevivessem, estava previsto que cada espécie estaria presente em, no mínimo, 15 e em, no máximo, 18 covas.

As amostras de solo foram secas ao ar, peneiradas em peneira (malha de 2 mm) e analisadas no Laboratório de Solo e Água/UFMG-CSTR, Patos-PB, quanto aos atributos químicos (pH, P, Matéria orgânica (MO), Ca^{2+} , Mg^{2+} , K, Na^+ , $H+Al^{3+}$ e Condutividade elétrica (CE)) e físicos (% de areia, silte e argila).

O teor de matéria orgânica foi determinado por titulometria (RAIJ, 2001), o pH e $H+Al^{3+}$, por potenciometria, os teores de cálcio e de magnésio por titulometria, os de sódio e potássio, por fotometria de chama, o fósforo, por colorimetria, a condutividade elétrica, por condutimetria (EMBRAPA, 1997) e a granulométrica, pelo método do densímetro (Bouyoucos) (CAMARGO *et al.*, 1986). Foram computadas as médias dos atributos do solo das covas de cada bloco e das que receberam o plantio de mudas de cada espécie arbórea.

2.4.2 Comprimento e diâmetro das mudas

O crescimento das quatro mudas centrais de cada parcela em que foram plantadas a catingueira, a jurema preta e a favela, em plantio puro ou consorciado, foi acompanhado entre fevereiro de 2009 e outubro de 2010, anotando-se o comprimento do ramo mais longo e o diâmetro a 5 cm do solo, mensalmente no primeiro semestre e trimestralmente no segundo semestre de cada ano. Em fevereiro de 2009, as mudas contavam 5,5 meses de idade, desde a semeadura, e, em outubro de 2010, as plantas contavam com 25,5 meses de idade, desde a semeadura. As medições do comprimento e diâmetro basal foram realizadas utilizando vara graduada e paquímetro digital, respectivamente.

2.5 Análise de regressão linear múltipla

2.5.1 Curva de crescimento do comprimento e do diâmetro

Foram acompanhadas 15 a 18 mudas de cada espécie, e o modelo polinomial até o terceiro grau, relacionando comprimento e diâmetro com a idade das mudas desde a semeadura, foi estimado utilizando-se do procedimento *All effects* da subrotina *Model Building* do Módulo *General Stepwise Regression* do programa Statistica (STATSOFT INC., 1999).

2.5.2 Relação da variação no comprimento e diâmetro das espécies arbóreas com os atributos do solo e com as dimensões da cova

O estudo da relação entre os atributos do solo e o comprimento e diâmetro das mudas foi baseado em dados da caracterização do perfil do solo de 15 a 18 covas para cada espécie. Estes dados foram usados para escolher o melhor modelo de regressão que relacionasse os parâmetros do solo como variáveis independentes e a variação no comprimento e no diâmetro basal das mudas entre a idade 5,5 meses (fevereiro de 2009) e 25,5 meses (outubro de 2010) como variáveis dependentes. Foi utilizado o procedimento *Best subsets*, baseado no R^2_{aj} da subrotina *Model Building* do módulo *General Stepwise Regression* do programa Statistica (STATSOFT INC., 1999).

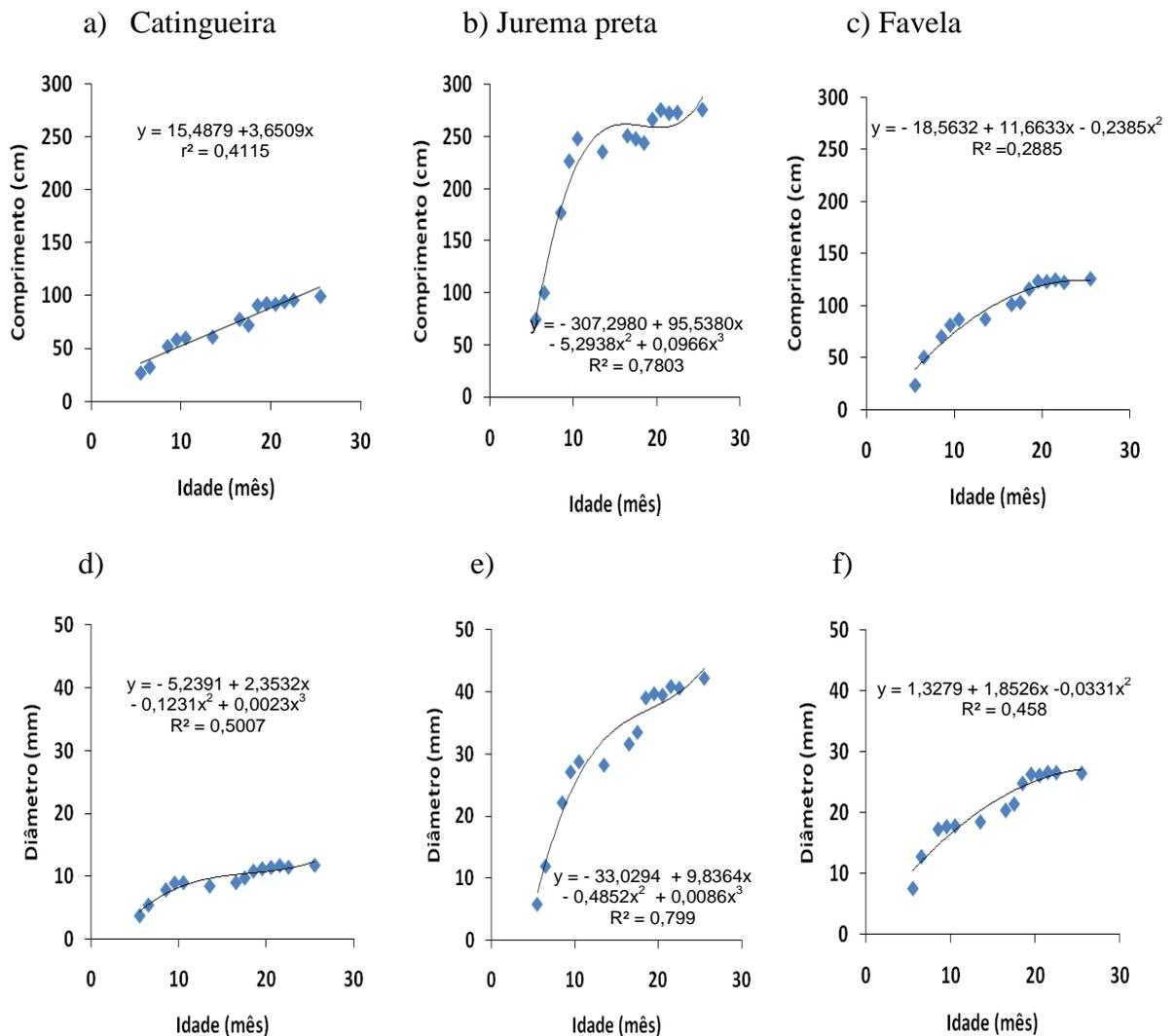
As variáveis independentes consideradas, inicialmente, na construção do modelo de regressão linear múltipla foram aquelas que apresentaram coeficiente de correlação linear significativo ($p \leq 0,30$ para a catingueira e $p \leq 0,10$ para a jurema preta e favela), com as variáveis de crescimento (variação no comprimento e no diâmetro) das espécies arbóreas. O modelo estimado final de regressão múltipla apresentado foi reduzido para, no máximo, 3 variáveis independentes, de acordo com o procedimento adotado (*Best Subsets*).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Curva de crescimento das espécies arbóreas

A catingueira aumentou significativamente o comprimento e o diâmetro entre 5,5 e 25,5 meses de idade, de acordo com um modelo linear e cúbico, respectivamente (Figura 3a e 3d), ultrapassando a média estimada de 108 cm de comprimento e 12,9 mm de diâmetro basal.

Figura 3 – Comprimento e diâmetro basal das espécies catingueira, jurema preta e favela, entre fevereiro de 2009 e outubro de 2010, plantadas em área degradada de Caatinga, em Patos (PB), Brasil, com indicação do modelo de regressão que relaciona as variáveis de crescimento com a idade, todos com nível de significância $P < 0,01$.



Fonte – Pereira (2011).

A jurema preta apresentou crescimento de acordo com um modelo cúbico, atingindo médias estimadas de 288 cm de comprimento e 45 mm de diâmetro basal aos 25,5 meses de idade (Figura 3b e 3e), enquanto a favela expressou seu crescimento de acordo com modelos quadráticos, atingindo 124 cm de comprimento e 27 mm de diâmetro ao final do período de observação (Figura 3c e 3f).

Os modelos cúbicos (diâmetro da catingueira e comprimento e diâmetro da jurema preta) indicam a retomada do crescimento no segundo ano após o repouso vegetativo provocado pelo período seco (Figura 1). Os modelos quadráticos obtidos para a favela sugerem uma retomada menos vigorosa no crescimento no segundo ano.

O modelo linear observado no crescimento em comprimento da catingueira sugere a continuidade do desenvolvimento desta espécie entre um ano e outro. Porém, a observação da Figura 3a mostra que há descontinuidade do crescimento no período seco do ano (Figura 1) e que, por razões estatísticas (incrementos não significativos no poder explicativo do modelo com o aumento no grau do polinômio), a equação cúbica linear foi preterida. A catingueira, apesar de pioneira, pode apresentar crescimento inicial lento, como forma de resistência à seca para aumentar as chances de sobrevivência (SAMPAIO *et al.* 1998).

O crescimento observado para estas espécies da Caatinga são maiores do que os encontrados em outros estudos. Sales (2008), ao estudar a revegetação de área degradada da Caatinga por meio de plantio de mudas de espécies lenhosas nativas em ambiente próximo (500 m) e cuja análise caracterizou o mesmo tipo e muita similaridade quanto à fertilidade do solo, quando comparado aos do presente estudo, reportou para a catingueira uma média de 35,7 cm de comprimento e 5,0 mm de diâmetro basal aos 11 meses de idade. A sobrevivência inicial das mudas foi alta (75,2%), enquanto foi praticamente nula a partir do segundo ano. Para a jurema preta, obteve uma média de 177,5 cm de comprimento e 24,8 mm de diâmetro basal aos 42 meses de idade, com uma alta sobrevivência inicial (93,9%).

Tais resultados mostraram-se inferiores aos observados no presente estudo, provavelmente em virtude dos seguintes fatores observados no trabalho de Sales (2008): a) menor volume de esterco e de substrato (2 vezes menor) presente nos recipientes utilizados na produção das mudas, b) utilização de covas menores (2 vezes menor), c) as quais também receberam menor quantidade de esterco, e d) não utilização de fertilizantes minerais na fase de produção de mudas e no campo.

Plantios puros, em áreas semelhantes, submetidos à poda anual, apresentaram, ao final de três anos, comprimentos médios de 107 e 127 cm e diâmetros médios de 29 e 33 mm, para a jurema preta sem acúleos e com acúleos, respectivamente (BAKKE *et al.*, 2007).

APNE (2008) reportou alturas de 3,6, 3,2 e 4,2 m aos 36, 48 e 60 meses de idade, respectivamente, para a jurema preta plantada em Limoeiro do Norte-CE, em espaçamentos de 1,5 m x 3 m e 3 m x 3 m, em área de Caatinga com solo do tipo Cambissolo. Mesmo considerando as diferenças de idade, espaçamento e tipo de medida (comprimento das mudas no presente trabalho e altura no trabalho da APNE), constata-se o bom desenvolvimento inicial da jurema preta relatada no presente estudo, tendo em vista que a mesma foi plantada em solo raso e degradado.

Candeia (2005), ao estudar o crescimento inicial da favela em duas áreas de Caatinga, por um período aproximado de 25 meses, observou um incremento médio, no seu comprimento, de 35,8 cm/planta e 137,4 cm/planta e, para o diâmetro, 3,6 mm/planta e 18,5 mm/planta, respectivamente, para os dois ambientes. Segundo a autora, tais diferenças no comprimento e diâmetro observadas, muito provavelmente, ocorreram devido às diferenças de fertilidade de solo entre as duas áreas em que o estudo ocorreu.

Com exceção do comprimento da favela para a área mais fértil, que se mostrou superior aos resultados do presente estudo, os demais resultados de comprimento e diâmetro mostraram-se inferiores aos observados no presente estudo. Isto, certamente, resulta de vários fatores observados naquele estudo: as mudas foram produzidas em tubetes de apenas 300 cm³, as dimensões da cova e a quantidade de esterco aplicada nos tubetes e nas covas de plantio foram reduzidas para 30 cm x 30 cm x 30 cm e 5,1 L, respectivamente, e não foi adicionado fertilizante mineral no substrato dos tubetes e no ambiente das covas.

Assim, constata-se que o crescimento inicial das três espécies do presente estudo foi beneficiado pela abertura de covas e enriquecimento do solo com esterco e fertilizante mineral. Espera-se que o crescimento continue e que a revegetação e cobertura do solo pelas copas das espécies arbóreas plantadas atinjam níveis que possam confirmar o sucesso já obtido da reintrodução das espécies nativas e a reinserção da área ao sistema produtivo.

3.2 Atributos químicos e físicos do solo e sua relação com o crescimento inicial das espécies arbóreas

Em média, os solos se apresentaram ácidos ($4,8 \leq$ média de pH $\leq 5,4$, nos primeiros 20 cm do solo, e $4,8 \leq$ média de pH $\leq 5,7$ na profundidade > 20 cm) para as covas de cada bloco e para as que receberam as mudas das diferentes espécies (Tabela 1). Os teores de cálcio e magnésio foram altos, variando de 3,5 a 8,2 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ para o Ca, e de 1,7 a 6,1 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, para Mg. Assim, pode-se dispensar a calagem num primeiro momento, porém recomenda-se a monitoração da fertilidade do solo nessa área. Os teores de matéria orgânica foram muito baixos (média de 4,5 a 10,4 g kg^{-1}), sendo maiores na camada de 0-20 cm, o que reflete o grau de degradação em que se encontra a área experimental como resultado do desmatamento e superpastejo caprino e ovino há mais de 30 anos. Os teores de P foram baixos (2,9 a 8,4 $\mu\text{g/cm}^3$), e os de potássio variaram de baixo (0,1 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) a médio (0,3 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$). A saturação por bases foi adequada (entre 78,5 e 92,3%) (SANTOS *et al.*, 2002). A condutividade elétrica foi baixa, indicando que os solos apresentam baixa concentração de sais solúveis.

Tabela 1 – Análise química da fertilidade do solo nas covas de cada bloco (média de 16 covas em cada bloco experimental) e nas covas em que foram plantadas mudas de catingueira, jurema preta e favela (médias de 15 a 18 covas por espécie).

	Prof. de coleta (cm)	pH	M.O. g.kg^{-1}	P $\mu\text{g/cm}^3$	Ca	Mg	K	Na	H+Al	CTC*	V* %	CE _{1:5} * dS m^{-1}	PST* %
					----- $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ -----								
Blocos													
1	0-20	4,8	10,4	2,9	3,5	2,0	0,2	1,2	1,9	8,8	78,5	0,2	13,6
	>20	4,9	6,0	7,1	5,4	3,0	0,1	1,1	1,7	11,3	84,7	0,2	9,7
2	0-20	5,4	7,2	8,4	3,6	2,1	0,1	1,1	1,3	8,2	83,3	0,2	13,4
	>20	5,3	5,4	7,0	4,2	2,9	0,1	1,3	1,5	10,1	84,0	0,2	13,0
3	0-20	5,3	7,3	4,9	6,1	4,4	0,2	1,7	1,4	13,7	88,9	0,3	12,3
	>20	5,4	4,6	5,6	8,2	6,1	0,1	1,9	1,3	17,5	92,3	0,4	10,8
Espécie													
Cating.	0-20	5,4	8,2	5,7	4,6	3,4	0,1	1,5	1,4	11,0	86,4	0,3	13,6
	>20	5,7	5,0	6,5	6,5	4,8	0,1	2,0	1,1	14,4	90,8	0,4	13,8
J. preta	0-20	5,3	9,4	5,6	4,6	3,4	0,2	1,3	1,4	11,0	84,5	0,2	11,9
	>20	5,2	5,1	4,3	6,0	4,5	0,1	1,3	1,5	13,4	87,5	0,2	9,7
Favela	0-20	4,8	7,3	4,9	3,9	1,7	0,3	1,2	1,7	8,8	79,7	0,2	13,6
	>20	4,8	4,5	8,3	5,7	3,1	0,2	1,1	1,8	11,9	83,9	0,2	9,2

Fonte – Pereira (2011).

*CTC=capacidade de troca de cátions, V=saturação de bases, CE=condutividade elétrica e PST=percentual de sódio trocável.

De maneira geral, nas profundidades estudadas (0-20 cm e >20 cm), os solos apresentam-se com fertilidade alta, com destaque para os teores de cálcio e magnésio, porém com limitação quanto aos teores de matéria orgânica, fósforo, potássio e reação do solo.

As diferenças observadas na fertilidade do solo entre blocos confirmam a necessidade da instalação de blocos para o controle da heterogeneidade ambiental quando da instalação do experimento no qual os dados do presente estudo foram coletados e são benéficas para a construção dos modelos de regressão linear múltipla numa faixa mais ampla de variação das variáveis independentes. As diferenças de fertilidade observadas entre as covas destinadas a cada espécie não prejudicam as análises, pois este estudo não objetiva comparar espécies. Essas diferenças demonstram que os atributos de fertilidade do solo podem variar em poucos metros numa área em que o solo, à primeira vista, parece bem homogêneo.

A classificação granulométrica média foi igual para as covas de todos os blocos e para as destinadas as três espécies: “franco arenosa”, com altos teores de areia ($64,6\% \leq \text{teor de areia} \leq 77,1\%$), principalmente na camada superficial do solo, e baixos teores de argila ($10,6\% \leq \text{teor de argila} \leq 17,9\%$) (Tabela 2). Isto indica que os solos apresentam uma mudança textural abrupta e que são propensos aos processos erosivos, principalmente considerando-se a deficiente cobertura vegetal do solo (em torno de 10%) e a declividade (6,5%) encontrada na área experimental.

Tabela 2 – Análise física do solo nas covas de cada bloco (média de 16 covas em cada bloco experimental) e nas covas em que foram plantadas mudas de catingueira, jurema preta e favela (médias de 15 a 18 covas por espécie).

	Prof. de coleta do solo (cm)	Areia g kg ⁻¹	Silte g kg ⁻¹	Argila g kg ⁻¹	Classe textural
Blocos					
1	0-20	726	153	121	Franco arenoso
	>20	716	150	134	Franco arenoso
2	0-20	771	123	106	Franco arenoso
	>20	720	133	147	Franco arenoso
3	0-20	689	148	164	Franco arenoso
	>20	646	163	191	Franco arenoso
Espécie					
Catingueira	0-20	715	138	148	Franco arenoso
	>20	673	149	179	Franco arenoso
Jurema Preta	0-20	743	140	118	Franco arenoso
	>20	711	141	147	Franco arenoso
Favela	0-20	729	145	126	Franco arenoso
	>20	691	156	153	Franco arenoso

Fonte – Pereira (2011).

3.2.1 Catingueira

As variáveis de crescimento (Delta comprimento = variação no comprimento entre fevereiro de 2009 e outubro de 2010 = Y1, e variação no diâmetro basal = diferença no diâmetro basal entre fevereiro de 2009 e outubro de 2010 = Y2), para a catingueira, apresentam fraca relação linear ($r^2 < 0,20$ e $p > 0,10$), com os atributos químicos e físicos do solo e com as dimensões da cova (Tabela 3).

Tabela 3 – Coeficientes de correlação linear* entre a variação do comprimento e diâmetro de três espécies arbóreas, entre fev. de 2009 e out de 2010, e os atributos químicos e físicos do solo e dimensionais da cova de plantio e respectivos níveis de significância (p^{**}), em área degradada da Caatinga.

Variáveis do solo	Espécies											
	Catingueira				Jurema preta				Favela			
	Variação				Variação				Variação			
	Comp.		Diâm.		Comp.		Diâm.		Comp.		Diâm.	
r^2	p	r^2	p	r^2	p	r^2	p	r^2	p	r^2	p	
pH _{0-20cm}	0,05	0,44	0,04	0,47	0,23	0,07	0,23	0,07	0,03	0,54	0,04	0,50
P _{0-20cm}	0,04	0,47	0,11	0,25	0,10	0,24	0,02	0,63	0,38	0,02	0,32	0,03
Ca _{0-20cm}	0,12	0,22	0,13	0,20	0,28	0,04	0,00	0,98	0,05	0,46	0,01	0,68
Mg _{0-20cm}	0,04	0,50	0,09	0,30	0,36	0,02	0,00	0,95	0,00	0,93	0,00	0,90
K _{0-20cm}	0,10	0,26	0,12	0,22	0,03	0,56	0,00	~1	0,41	0,01	0,19	0,12
Na _{0-20cm}	0,00	0,96	0,01	0,76	0,07	0,33	0,05	0,42	0,31	0,04	0,10	0,26
(H+Al) _{0-20cm}	0,00	1,00	0,00	0,93	0,11	0,22	0,33	0,02	0,03	0,54	0,03	2,59
CTC _{0-20cm}	0,06	0,37	0,10	0,27	0,29	0,04	0,00	0,96	0,07	0,36	0,03	0,57
V _{0-20cm}	0,01	0,71	0,03	0,59	0,26	0,05	0,12	0,21	0,00	0,85	0,00	0,91
MO _{0-20cm}	0,00	0,91	0,01	0,76	0,15	0,15	0,00	0,88	0,03	0,58	0,00	0,87
CE _{0-20cm}	0,11	0,25	0,18	0,13	0,01	0,76	0,00	0,91	0,27	0,06	0,27	0,06
Areia _{0-20cm}	0,01	0,76	0,01	0,70	0,50	0,00	0,00	0,95	0,22	0,09	0,17	0,14
Silte _{0-20cm}	0,09	0,28	0,15	0,17	0,42	0,01	0,02	0,66	0,18	0,14	0,11	0,24
Argila _{0-20cm}	0,04	0,47	0,07	0,35	0,19	0,10	0,03	0,57	0,16	0,16	0,15	0,18
pH _{>20cm}	0,04	0,53	0,02	0,64	0,08	0,36	0,56	0,44	0,05	0,46	0,10	0,26
P _{>20cm}	0,03	0,58	0,08	0,36	0,22	0,11	0,00	0,90	0,00	0,92	0,01	0,70
Ca _{>20cm}	0,00	0,86	0,02	0,64	0,23	0,10	0,04	0,53	0,48	0,01	0,31	0,04
Mg _{>20cm}	0,00	0,88	0,03	0,60	0,45	0,01	0,07	0,38	0,27	0,05	0,25	0,07
K _{>20cm}	0,09	0,35	0,06	0,43	0,14	0,20	0,03	0,59	0,02	0,65	0,09	0,30
Na _{>20cm}	0,00	0,97	0,02	0,68	0,07	0,39	0,37	0,03	0,32	0,04	0,31	0,04
H+Al _{>20cm}	0,13	0,26	0,04	0,52	0,06	0,40	0,01	0,77	0,16	0,16	0,21	0,10
CTC _{>20cm}	0,01	0,80	0,04	0,55	0,31	0,05	0,07	0,38	0,55	0,00	0,43	0,01
V _{>20cm}	0,07	0,41	0,01	0,74	0,24	0,09	0,02	0,61	0,07	0,35	0,02	0,63
MO _{>20cm}	0,01	0,81	0,01	0,71	0,15	0,19	0,03	0,57	0,05	0,43	0,06	0,42
CE _{>20cm}	0,02	0,68	0,06	0,45	0,05	0,48	0,02	0,65	0,59	0,00	0,30	0,04
Areia _{>20cm}	0,07	0,42	0,07	0,40	0,06	0,42	0,18	0,15	0,25	0,07	0,23	0,08
Silte _{>20cm}	0,11	0,29	0,05	0,48	0,10	0,29	0,02	0,69	0,00	0,81	0,00	0,90
Argila _{>20cm}	0,01	0,71	0,03	0,57	0,02	0,63	0,34	0,04	0,30	0,04	0,36	0,02
Prof. cova	0,00	0,76	0,01	0,72	0,12	0,20	0,43	0,01	0,42	0,01	0,35	0,02
Área cova	0,00	0,93	0,02	0,62	0,38	0,01	0,33	0,03	0,10	0,28	0,03	0,58
Vol. cova	0,01	0,74	0,02	0,62	0,00	0,81	0,15	0,16	0,37	0,02	0,26	0,07

Fonte – Pereira (2011).

*Valores de r^2 sombreados correspondem a coeficientes de correlação linear negativos. **O valor de p ($\leq 0,30$, para a catingueira e $p \leq 0,10$, para a jurema preta e favela) serviu para se decidir sobre a inclusão de uma determinada variável entre aquelas que teriam sua significância testada em modelo de regressão linear múltipla.

Porém, a utilização conjunta dos atributos do solo e das dimensões da cova que apresentaram relação linear significativa ($p \leq 0,30$) (nas demais espécies, o valor de P para incluir uma determinada variável na construção de um modelo de regressão linear múltipla foi $p \leq 0,10$) com as variáveis de crescimento da catingueira resultou em significância ($p < 0,05$) apenas para o modelo de regressão dado por:

$$Y_1 = 217,3780 - 1,6298CE_{0-20\text{cm}} - 81,9886(H+Al)_{>20\text{cm}} \quad (1)$$

($R^2_{aj} = 0,3743$ e $p = 0,0491$).

A catingueira tem o seu crescimento de comprimento afetado negativamente por condutividade elétrica (CE) e H+Al, indicando que, provavelmente, esta espécie deve ter o seu desenvolvimento afetado em solos salinos e com problemas de toxicidade provocada pelos teores de H+Al. No Nordeste, este tipo de toxicidade é menos frequente. Assim, o dado mais relevante é o do efeito da condutividade elétrica (CE).

Lopes *et al.* (2007), ao estudarem o crescimento, até o quarto mês, de catingueiras submetidas a estresse salino induzido por NaCl, observaram que o nível da condutividade elétrica (CE) de 2 dS m^{-1} induziu melhor desenvolvimento inicial das plantas de catingueira e que potenciais de 4 a 8 dS m^{-1} provocaram a morte das plantas aos 75 dias. O intervalo de variação da condutividade elétrica (CE), no presente estudo, foi de $0,2$ a $0,4 \text{ dS m}^{-1}$ e, portanto, o efeito negativo da condutividade elétrica (CE) observado neste estudo contradiz os achados de Lopes *et al.* (2007), ou então o efeito negativo no crescimento da catingueira pode ter sido provocado por outros sais, fato que deve ser analisado em futuros estudos.

3.2.2 Jurema preta

A variação do comprimento da jurema preta apresenta relação linear ($p \leq 0,10$) com o pH, os teores de Ca e Mg, a capacidade de troca catiônica (CTC) e a saturação de bases (V), e com os teores de areia, silte e argila do solo, entre 0 e 20 cm de profundidade, e com os teores de P, Ca e Mg, a capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação de bases (V) do solo, após 20 cm de profundidade, bem como com a área da cova.

A utilização conjunta dos atributos do solo até 20 cm de profundidade e dimensões da cova, na determinação de um modelo de regressão linear múltipla, resultou em:

$$Y_1 = 317,3446 - 3,3640 \text{Areia}_{0-20\text{cm}} + 0,0678 \text{Área da cova} \quad (2)$$

($R^2_{aj} = 0,6544$ e $p = 0,0007$).

Deste modelo, pode-se inferir que a variação no comprimento da jurema preta é afetada negativamente pelo percentual de areia no solo até 20 cm, e positivamente pela área da cova, o que está dentro do esperado. Isto indica que a jurema preta tem o seu crescimento prejudicado com o aumento do teor de areia do solo, ou seja, a jurema preta prefere solo mais argiloso. A variação do comprimento da jurema preta é beneficiada pelo aumento da área da cova. Utilizando-se dos citados atributos do solo da profundidade >20 cm (P, Ca, Mg, CTC e V), o modelo de regressão obtido foi:

$$Y_1 = 895,5719 - 14,1280 P_{>20\text{cm}} + 20,2624 Mg_{>20\text{cm}} - 8,2908 V_{>20\text{cm}} \quad (3)$$

($R^2_{aj} = 0,7304$ e $p = 0,0018$).

Por este modelo, o teor de P e o V, na camada do solo >20 cm de profundidade, afetam negativamente a variação do comprimento da jurema preta, e o de Mg positivamente. O efeito negativo de V no modelo de regressão múltipla é o inverso do encontrado para a correlação linear simples. Investigando a possibilidade de um modelo de regressão linear múltipla que não contenha a variável V, e neste contexto de exclusão de variáveis cujos efeitos têm sentido contrário ao sugerido pelo coeficiente de correlação linear simples, o modelo de regressão reduziu o seu poder explicativo, o que talvez prejudique a sua utilização, porém, resultou em:

$$Y_1 = 184,0999 - 4,8278 P_{>20\text{cm}} + 7,3157 Mg_{>20\text{cm}} \quad (4)$$

($R^2_{aj} = 0,4394$ e $p = 0,0223$).

Este modelo indica que a variação no comprimento é afetada negativamente pelo teor de P do solo e positivamente pelo teor de Mg. Novamente, o teor de P tem efeito negativo na variação do comprimento da jurema preta.

A explicação para este efeito negativo do P, neste e em outros modelos expostos, será tratada adiante nos itens 3.3.1, 3.3.2 e 3.3.3. Este resultado contradiz o observado por Dantas *et al.* (2006), que observaram que a produção de matéria seca total da jurema preta e da gliricídia foram maiores no Luvissole, que apresentava a maior fertilidade natural e maior concentração de P, quando comparado ao Neossolo. No entanto, ao compararem as duas espécies, os autores observaram que a jurema preta apresentou eficiências menores de utilização de P e K do esterco do que a gliricídia, fato que, segundo os autores, parece estar mais relacionado com aspectos fisiológicos da jurema preta do que com a disponibilidade de P e de K do esterco.

Considerando todas as variáveis do solo e dimensionais da cova, relacionadas linearmente ($p \leq 0,10$) com a variação do comprimento, e considerando três variáveis independentes, o modelo obtido foi:

$$Y_1 = 895,5719 - 14,1280P_{>20\text{cm}} + 20,2624Mg_{>20\text{cm}} - 8,2908V_{>20\text{cm}} \quad (5)$$

($R^2_{aj} = 0,7304$ e $p = 0,0018$).

Este modelo foi igual ao citado acima quando se inclui o $V_{>20\text{ cm}}$ no modelo, indicando que os atributos do solo abaixo de 20 cm explicam mais a variação do comprimento da jurema preta do que os atributos da camada superficial do solo. Isto pode ser verificado, também, pelos valores de r^2 da Tabela 3, quando se percebe que os coeficientes de correlação linear tendem a ser maiores entre os atributos do solo abaixo de 20 cm e a variação no comprimento e no diâmetro da jurema preta. Na verdade, isto também se verifica para as demais espécies.

A variação no diâmetro da jurema preta tem relação linear ($p \leq 0,10$) com o pH e os teores de H+Al no solo até 20 cm de profundidade, e com a profundidade e a área da cova. Dos atributos analisados para o solo abaixo de 20 cm, a variação no diâmetro se relacionou linearmente com o teor de Na e de argila.

O modelo estimado considerando as variáveis até 20 cm do solo e as dimensionais da cova que apresentou maior R^2_{aj} , contém apenas duas variáveis independentes, dado por:

$$Y_2 = 13,6796 - 9,2453(H+Al)_{0-20\text{cm}} + 0,01815 \text{ Área da cova} \quad (6)$$

($R^2_{aj} = 0,4743$ e $p = 0,0084$).

Este modelo indica que o teor de H+Al da camada superficial do solo tem efeito negativo, e a área da cova, efeito positivo, na variação do diâmetro da jurema preta.

Para os parâmetros do solo abaixo de 20 cm, o modelo estimado foi:

$$Y_2 = 18,0573 + 13,6306Na_{>20cm} \quad (7)$$

($r^2_{aj} = 0,3076$ e $p = 0,0287$).

Este modelo indica que a variação no diâmetro da jurema preta beneficia-se pelo aumento dos teores de Na no intervalo de variação desse elemento no solo (1,1 a 2,0 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) (Tabela 1).

Este resultado contraria o encontrado por Bakke *et al.* (2006), que obteve uma redução significativa na germinação de sementes de jurema preta quando submetidas ao estresse salino (NaCl), o que levou aqueles autores a classificá-la como uma espécie glicófito. No entanto, como citado anteriormente, há espécies que se beneficiam de aumentos no teor de sais no solo em baixas concentrações. Por exemplo, a catingueira, encontrada muitas vezes associada à jurema preta, beneficia-se de aumentos do teor de sódio no solo até 2 dS m^{-1} de NaCl, “o que equivale a 1.280 mg.L^{-1} de sais” (Lopes *et al.*, 2007).

Considerando todas as variáveis de solo e dimensionais da cova, o modelo de regressão obtido foi:

$$Y_2 = 17,6282 - 8,0712(H+Al)_{0-20cm} - 0,2820Prof. da cova + 0,0205Área da cova \quad (8)$$

($R^2_{aj} = 0,5549$ e $p = 0,0158$).

Do modelo acima, ressalta-se o efeito negativo da profundidade da cova e o efeito positivo da área da cova. Considerando que o sistema radicular da jurema preta é superficial, pode-se argumentar que a jurema preta prefere covas amplas, as quais proporcionam uma maior superfície de solo revolvido e descompactado.

O efeito negativo da profundidade da cova na variação do diâmetro basal da jurema preta (e da favela, também, com se verá adiante) será analisado nos itens 3.3.1, 3.3.2 e 3.3.3, quando foram estudadas a profundidade das covas e as espessuras médias dos horizontes A, B e C das covas de cada bloco.

3.2.3 Favela

A variação no comprimento da favela mostrou relação linear ($p \leq 0,10$) com os seguintes atributos do solo até 20 cm de profundidade e dimensões da cova: teores de P, K, Na, condutividade elétrica, teor de areia, profundidade e volume da cova, e com os teores de Ca, Mg, Na, a CTC, a condutividade elétrica, e os teores de areia e argila da camada abaixo de 20 cm do profundidade do solo.

A utilização conjunta destes atributos do solo até 20 cm de profundidade e das dimensões da cova resultou em:

$$Y_1 = 213,6098 - 4,7489P_{0-20\text{cm}} + 247,0276K_{0-20\text{cm}} - 4,8876\text{Prof. da cova} \quad (9)$$

($R^2_{aj} = 0,6865$ e $p = 0,0020$)

Este modelo indica que a variação no comprimento da favela é afetada negativamente pelo teor de P do solo e pela profundidade da cova e, positivamente, pelo teor de K. Novamente, o teor de P tem efeito negativo na variação do comprimento de uma espécie arbórea da Caatinga. Outra explicação refere-se à relação entre o P disponível e indisponível, a qual é afetada pelas características do perfil do solo (menor ou maior participação de material do horizonte C no volume total da cova). Como já mencionado, esta particularidade será discutida em itens subsequentes.

Considerando os atributos do solo abaixo de 20 cm, tem-se que o modelo de regressão estimado é dado por:

$$Y_1 = -93,8698 + 9,0032CE_{>20\text{cm}} + 3,5168\text{Argila}_{>20\text{cm}} \quad (10)$$

($R^2_{aj} = 0,6375$ e $p = 0,0015$)

O efeito positivo da CE e da argila na variação do comprimento pode indicar a preferência da favela por solos salinos e com alto teor de argila. Porém, verifica-se que a CE do solo variou de 0,2 a 0,4 dS.m^{-1} , intervalo de valores considerados baixos em termos de salinidade e, portanto, não caracteriza a preferência da favela por solos salinos, mas apenas que, dentro do intervalo de CE observado, a favela foi favorecida com incrementos da condutividade elétrica. Coelho e Araújo Filho (1981), ao estudarem a influência dos atributos do solo na distribuição da favela no Estado

do Ceará, observaram uma maior frequência específica da favela em solos que mostraram maior percentual de sódio trocável. Entretanto, Melo (2010) observou que houve influência negativa do NaCl sobre a velocidade e, aparentemente, sobre a taxa de germinação das sementes da favela. O efeito positivo do teor de argila é, provavelmente, explicado pelo aumento da fertilidade e capacidade de retenção de água do solo.

Considerando todas as variáveis do solo e dimensionais da cova, o modelo de regressão foi:

$$Y_1 = 49,7121 - 3,5045 \text{Prof. da cova} + 7,1633 \text{CE}_{>20\text{cm}} + 3,1259 \text{Argila}_{>20\text{cm}} \quad (11)$$

($R^2_{aj} = 0,7530$ e $p = 0,0006$)

É interessante observar, novamente, a participação maior nos modelos de regressão dos atributos do solo abaixo de 20 cm, como já foi observado para a jurema preta.

A variação no diâmetro da favela mostrou relação linear ($p \leq 0,10$) com os teores de P e condutividade elétrica no solo até 20 cm de profundidade, e com profundidade e o volume da cova. Dos atributos analisados para o solo abaixo de 20 cm de profundidade, a variação no diâmetro relacionou-se linearmente com os teores de Ca, Mg, Na, H+Al, a CTC, a condutividade elétrica e os teores de areia e argila. A utilização conjunta dos atributos do solo até 20 cm de profundidade e das dimensões da cova resultou no modelo:

$$Y_2 = 29,6449 - 1,0897 \text{P}_{0-20\text{cm}} + 0,5849 \text{CE}_{0-20\text{cm}} - 0,4951 \text{Prof. da cova} \quad (12)$$

($R^2_{aj} = 0,4797$ e $p = 0,0227$).

Segundo este modelo, a variação no diâmetro da favela é afetada negativamente pelo teor de P do solo (<20 cm) e a profundidade da cova e beneficia-se pelo aumento da condutividade elétrica. A explicação para o efeito negativo do P deve ser similar à exposta para a variação no comprimento.

O efeito positivo de $\text{CE}_{0-20\text{cm}}$ no diâmetro da favela foi similar ao observado no seu comprimento, quando considerado o solo abaixo de 20 cm ($\text{CE}_{>20\text{cm}}$), fato que mais indica um efeito positivo do CE no desenvolvimento da favela em geral do que

uma ação diferenciada desta variável (CE) das duas camadas do solo na variação do comprimento e do diâmetro desta espécie.

Utilizando-se dos atributos do solo abaixo de 20 cm de profundidade, o modelo obtido foi reduzido a duas variáveis, de acordo com as indicações do procedimento *Best subsets*, sendo elas:

$$Y_2 = -7,0494 + 2,2567Ca_{>20cm} + 7,4691(H+Al)_{>20cm} \quad (13)$$

$(R^2_{aj} = 0,4833 \text{ e } p = 0,0106)$.

Este modelo indica que a variação no diâmetro da favela é beneficiada pelos teores de Ca e H+Al presentes na camada abaixo de 20 cm do solo. Certamente, o efeito positivo dos teores de H+Al deve-se, quase que exclusivamente, ao aumento da concentração de H (a participação do Al é mínima nos solos da região), indicando que a variação do diâmetro da favela é afetada positivamente pelos aumentos na acidez do solo dentro do intervalo observado no presente estudo.

Considerando todas as variáveis de solo e dimensionais da cova, o modelo de regressão obtido foi:

$$Y_2 = 17,1352 - 0,6088Prof. \text{ da cova} + 6,8252(H+Al)_{>20cm} + 0,7254CTC_{>20cm} \quad (14)$$

$(R^2_{aj} = 0,6132 \text{ e } p = 0,0054)$.

Do modelo acima, ressalta-se, novamente, o efeito negativo que a profundidade da cova exerce sobre as espécies arbóreas estudadas e a preponderância de atributos da fertilidade do solo abaixo de 20 cm.

Numa visão geral do comportamento das três espécies, observa-se que o teor de P e a profundidade da cova têm efeito negativo quando incluídos no modelo de regressão linear múltipla (Tabela 4). O efeito negativo de P tende a ser significativo para a variação no comprimento da jurema preta e da favela, e o efeito negativo da profundidade da cova tende a ocorrer mais nos modelos de regressão estimados para a variação do comprimento e diâmetro da favela.

O teor de argila do solo e a área da cova apresentam efeito positivo quando incluídos no modelo de regressão linear múltipla. O teor de argila tendeu a afetar positivamente a variação do comprimento, e a área da cova afetou positivamente o desenvolvimento da jurema preta.

Tabela 4 – Variáveis independentes (VI) (variáveis químicas e físicas do solo e dimensionais da cova) e o nº de vezes em que as mesmas foram incluídas nos modelos de regressão linear múltipla (MRLM) considerados significativos, de acordo com a espécie (Catingueira=Cat, jurema preta=JP e Favela=FV) para a estimação da variação do comprimento e diâmetro, com indicação do sentido do efeito (+ ou -) no MRLS.

Var. independente	Nº de vezes em que a VI foi incluída nos MRLMs	Espécie	Variação no	
			Comprimento	Diâmetro
P	4	CAT	0	0
		JP	--	0
		FV	--	--
H+Al	5	Cat	--	0
		JP	0	--
		FV	0	+ +
CE	4	CAT	--	0
		JP	0	0
		FV	+ +	+
Argila*	3	CAT	0	0
		JP	+	0
		FV	+ +	0
Área da cova	3	CAT	0	0
		JP	+	+ +
		FV	0	0
Prof. da cova	5	CAT	0	0
		JP	0	--
		FV	--	--

Fonte – Pereira (2011).

*Considerando que um efeito negativo do teor de Areia é equivalente a um efeito positivo do teor de argila no solo.

Desconsiderando-se os resultados para a catingueira, pode-se dizer que os teores de H+Al do solo tendem a afetar negativamente a variação do diâmetro na jurema preta e positivamente na favela, e a condutividade elétrica tende a afetar positivamente o crescimento da favela.

Equivalentemente, há uma tendência da jurema preta se desenvolver menos, em resposta a aumentos de P e H+Al no solo, e se beneficiar de incrementos do teor de argila do solo e da área da cova. A favela é prejudicada por níveis crescentes de P no solo e beneficiada por teores de H+Al e argila do solo e pela condutividade elétrica. A jurema preta e a favela são prejudicadas quando a profundidade da cova aumenta, fato que será analisado com mais detalhes nos itens seguintes.

3.3 Perfil do solo e desenvolvimento das espécies arbóreas

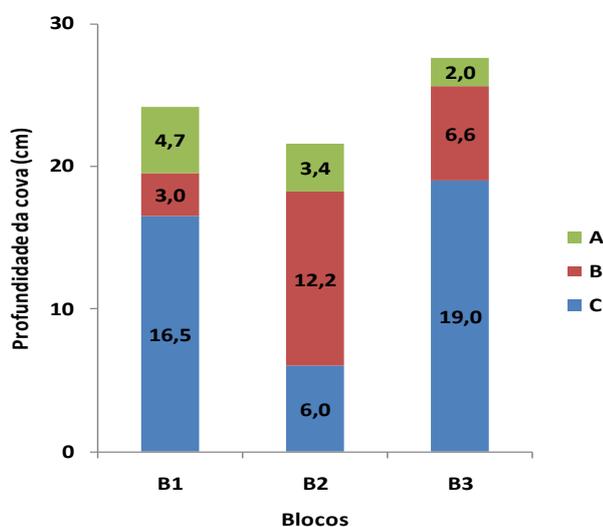
Na seção anterior, foi analisado o efeito da profundidade da cova na variação do comprimento e do diâmetro das mudas de catingueira, jurema preta e favela, a

qual foi incluída em vários modelos de regressão linear múltipla como prejudicial à variação do diâmetro da jurema preta e no desenvolvimento da favela. Naquele momento, a lógica deste efeito negativo não ficou clara. Agora, pode-se entender este efeito como resultado positivo da participação do horizonte C no perfil do solo das covas, o qual está inversamente relacionado com a profundidade da mesma, como se verá adiante.

3.3.1 Participação dos horizontes A, B e C no perfil das covas com catingueira

As covas dos blocos 1 e 3 apresentaram-se mais profundas (média de 24,2 e 27,6 cm de profundidade, respectivamente), com o horizonte C constituindo mais de 2/3 do perfil das covas (Figura 4). Em média, as covas do bloco 2 apresentaram a menor profundidade (21,6 cm), no entanto mostrou-se um horizonte B mais espesso, constituindo quase 2/3 do perfil da cova. Em geral, todos os blocos apresentaram o horizonte A pouco espesso (4,7, 3,4 e 2,0 cm, respectivamente). Entre os atributos que podem ser usados para avaliar o grau de degradação de um solo, está a espessura do horizonte A, que, neste caso, mostrou-se pouco espesso em todas as covas analisadas, principalmente nas parcelas com catingueira. Tal fato se deve à erosão laminar que ocorre na camada superficial do solo, principalmente em áreas com declive e desprovidas de vegetação.

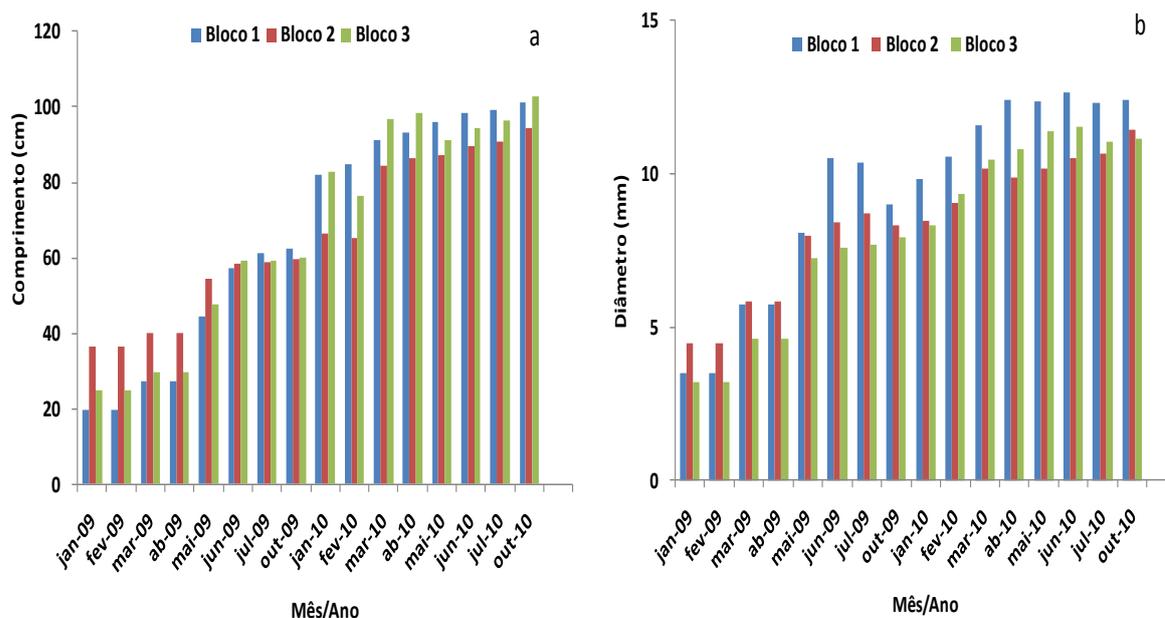
Figura 4 – Profundidade das covas e espessura dos horizontes (cm) do solo por bloco para o tratamento catingueira.



Fonte – Pereira (2011).

Durante o período de estudo (janeiro de 2009 a outubro de 2010), as mudas de catingueira apresentaram um aumento médio do comprimento e diâmetro de 375% e 234% (Figura 5a e Figura 5b, respectivamente).

Figura 5 – Comprimento e diâmetro da espécie catingueira nos dois anos de estudo.



Fonte – Pereira (2011).

As mudas de catingueira plantadas em janeiro de 2009, no bloco 2, apresentaram altura e diâmetros superiores às plantadas nos blocos 1 e 3 (Figura 5). Esta diferença se manteve até maio e começou a ser revertida em junho de 2009. A partir de julho de 2009, apresentou um melhor desenvolvimento nos blocos 1 e 3, apesar da desvantagem inicial no porte das mudas e da menor profundidade das covas nestes blocos. Esse resultado pode estar relacionado à maior participação de solo do horizonte C no volume total das covas desses blocos.

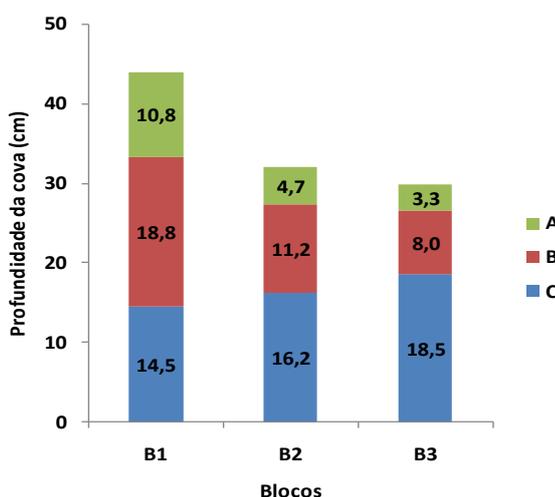
De acordo com os resultados da análise química (Tabela 1), observou-se que o solo da camada mais profunda, basicamente constituído de material do horizonte C, apresentou-se mais fértil. Desta forma, pode-se considerar a hipótese de que a maior espessura do horizonte C contribui para o maior desenvolvimento da catingueira, uma vez que o mesmo contém material parcialmente intemperizado, com maiores teores de nutrientes totais. Assim, a intemperização física do horizonte C, quando da abertura das covas e a homogeneização desse material com o dos

horizontes A e B, tenderam a favorecer a variação do comprimento e do diâmetro das catingueiras tanto mais quanto maior a participação de material do horizonte C.

3.3.2 Participação dos horizontes A, B e C no perfil das covas com jurema preta

As covas que receberam jurema preta, nos blocos 2 e 3, apresentaram-se em média com menor profundidade (32,1 e 29,8 cm, respectivamente). Os horizontes A e B totalizaram menos de 16 cm, e o horizonte C constituiu mais da metade da profundidade total (16,2 e 18,5 cm) das covas (Figura 6).

Figura 6 – Profundidade das covas e espessura dos horizontes (cm) do solo por bloco para o tratamento jurema preta.



Fonte – Pereira (2011).

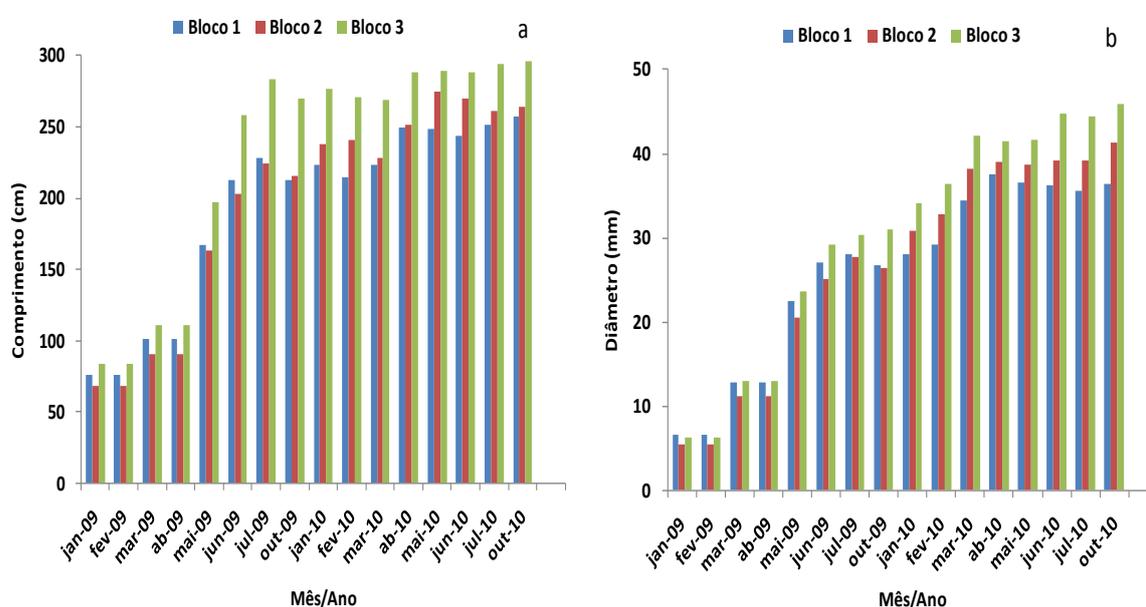
As covas do bloco 1 apresentaram em média a maior profundidade (44,1 cm) e mostraram os horizontes A e B mais espessos e o horizonte C com menor espessura, quando comparadas às do bloco 2, e estas, quando comparadas similarmente com as do bloco 3.

O acréscimo relativo do comprimento e do diâmetro das mudas de janeiro 2009 a outubro de 2010 foi de 250% e 541% (Figuras 7a e 7b, respectivamente). Nos três blocos, o crescimento se manteve até o final do experimento (outubro de 2010), notadamente no diâmetro das mudas nos blocos 2 e 3. Nestes blocos de covas rasas, horizontes A e B menos espessos, e maior participação absoluta e relativa do horizonte C, o diâmetro inicial das mudas, em janeiro de 2009, era menor

do que o das mudas no bloco 1 e, em outubro de 2009, a situação se inverteu. Isto também foi observado, apesar de, em menor grau, para a variação do comprimento.

A jurema preta mostrou maior crescimento no bloco 3, seguido do bloco 1 e 2, até julho de 2009, e seguido do bloco 2 e 1, a partir de outubro de 2009. Este resultado corrobora o efeito negativo da profundidade da cova na variação do diâmetro desta espécie, detectado pelo modelo de regressão na seção anterior, uma vez que a jurema preta obteve maior crescimento no bloco 3, seguido do bloco 2 e do bloco 1, exatamente na ordem inversa à profundidade da cova.

Figura 7 – Comprimento e diâmetro da espécie jurema preta nos dois anos de estudo.

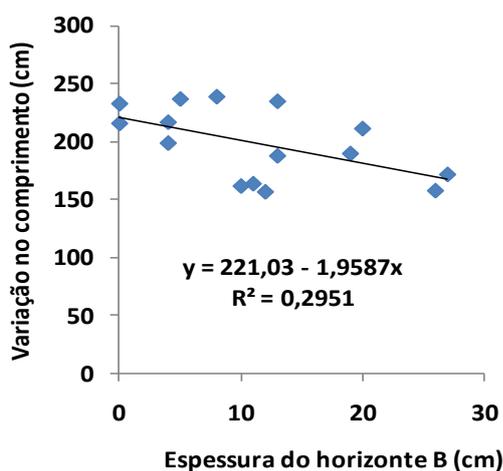


Fonte – Pereira (2011).

Foi detectado, também, efeito negativo da espessura do horizonte B na variação do comprimento da jurema preta (Figura 8). Pode-se argumentar que tanto o efeito negativo da profundidade da cova como o da espessura do horizonte B estão relacionados com o efeito positivo da espessura do horizonte C. Sendo assim, pode-se recorrer à mesma argumentação utilizada para explicar o maior crescimento da catingueira em covas cujo horizonte C era mais espesso, pois o crescimento da jurema preta (e da catingueira) foi maior nas covas com horizonte C mais espesso. Ou seja, quanto mais horizonte C, mais nutrientes no volume total da cova e mais desenvolvimento da muda. Assim, fica a constatação de que, em áreas com solos degradados e erodidos, deve-se aprofundar a cova o mais possível no horizonte C,

pois este material contribui positivamente para o desenvolvimento da muda, desde que tenha as suas propriedades físicas melhoradas mecanicamente quando da abertura da cova.

Figura 8 – Relação entre a espessura do horizonte B e a variação no comprimento da jurema preta.



Fonte – Pereira (2011).

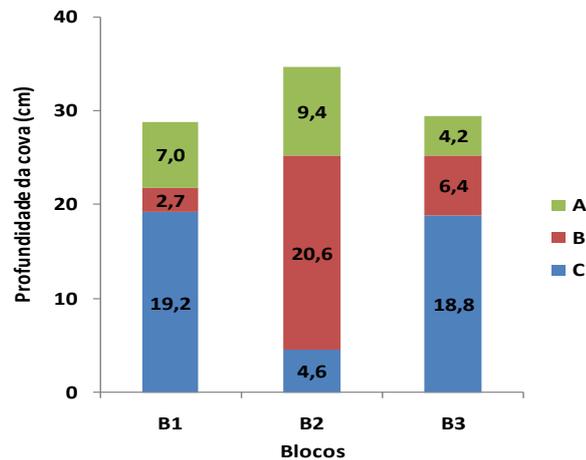
A maior participação de material do horizonte C no volume total da cova também pode explicar o efeito negativo do P no crescimento da jurema preta, pois este material é rico em minerais primários, pouco intemperizados e indisponíveis para as plantas, vários deles fontes de P do solo (e.g.: fluorapatita, carbonatoapatita e cloroapatita). Deste modo, com a maior participação relativa de material do horizonte C no volume total da cova, tem-se que os teores de P da Tabela 1 estão maiores, e parte deles representados por P indisponível a planta, e daí o efeito negativo de P no crescimento da jurema preta. Isto é confirmado pelo alto teor de P total encontrado no horizonte C, de $213 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Valor que contrasta com os teores de P da Tabela 1. Assim, incrementos no teor de P, detectados nas análises de solo, não resultaram em respostas positivas no crescimentos das plantas, implicando no efeito negativo de P nos modelos de regressão.

3.3.3 Participação dos horizontes A, B e C no perfil das covas com favela

Comparadas com o solo das covas dos bloco 1 e 3, que receberam mudas de favela, o solo das covas do bloco 2 apresentava-se mais profundo (~5 cm a mais), os horizontes A e B eram mais espessos (30 cm), e a participação do horizonte C no

perfil da cova resumia-se a menos de 5 cm (Figura 9). As covas dos blocos 1 e 3 apresentavam menor profundidade, perfil A+B modestos (9,7 a 10,6 cm) e o horizonte C participava com 18,8 a 19,2 cm.

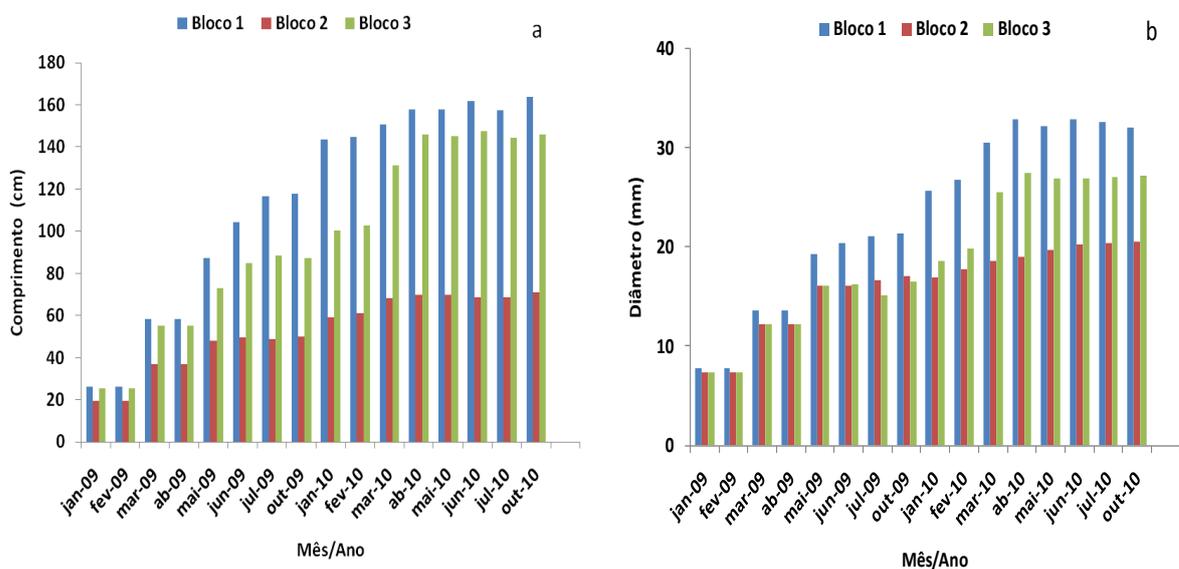
Figura 9 – Profundidade das covas e espessura dos horizontes (cm) do solo por bloco para o tratamento favela.



Fonte – Pereira (2011).

As mudas de favela apresentaram crescimento gradativo de maio de 2009 a outubro de 2010. O acréscimo percentual no comprimento e diâmetro das mudas de janeiro 2009 a outubro de 2010 foi de 446% e 274% (Figura 10a e 10b), respectivamente.

Figura 10 – Comprimento e diâmetro da espécie favela nos dois anos de estudo.



Fonte – Pereira (2011).

As mudas de favela apresentaram um crescimento gradativo de maio de 2009 a outubro de 2010, porém, a partir de maio de 2009 ou janeiro de 2010, foi maior no bloco 1, seguido do bloco 3, e, por último, do bloco 2, situação que permaneceu até o final do experimento (outubro de 2010). Assim, como observado para a catingueira e jurema preta, a favela apresentou um gradiente no crescimento, seguindo os decréscimos na espessura do horizonte C, e a mesma argumentação utilizada para explicar este comportamento para aquelas espécies é válida para a favela.

4 CONCLUSÕES

O crescimento da catingueira, jurema preta e favela em área degradada da Caatinga foi observado principalmente no primeiro ano de desenvolvimento no campo.

No geral, as variáveis P, H+Al, condutividade elétrica, teor de argila, área e profundidade da cova foram as que mais frequentemente afetaram o crescimento inicial de mudas de catingueira, jurema preta e favela em área degradada da Caatinga.

Em recuperação de áreas degradadas, o plantio de mudas deve observar a abertura de covas que forneçam maior quantidade de material do horizonte C do solo, para se ter um maior aproveitamento da sua fertilidade natural.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO FILHO, J.A. *et al.* Pastagens no semiárido: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável, 1995. Brasília, DF. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p.63-75.
- ASSOCIAÇÃO PLANTAS DO NORDESTE-APNE. **Avaliação dos plantios de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Mart.) Benth.) da empresa Carbomil Química S.A. – Limoeiro do Norte-CE.** Projeto conservação e uso sustentável da Caatinga. Recife, fev. 2008, p.18.
- BAKKE, I.A. *et al.* Forage yield and quality of a dense thorny and thornless “jurema preta” stand. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.3, p.341-347, mar. 2007.
- BAKKE, I.A.; FREIRE, A.L.O.; BAKKE, O. A.; ANDRADE, A.P. Water and sodium chloride effect on *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret seed germination. **Revista Caatinga**, v.19, n.3, p.261-267. 2006.
- BEZERRA, J. E. S. *et al.* Caracterização física do Estado da Paraíba. In: BEZERRA, J. E. S. (Ed.). **Atualização do diagnóstico florestal do Estado da Paraíba**. João Pessoa: SUDEMA, 2004, p.17-82.
- CANDEIA, B. L. **Faveleira (*Cnidoscopus phyllacanthus* (MART.) PAX et K. HOFFM.) Inerme:** obtenção de mudas e crescimento comparado ao fenótipo com espinhos. 2005. 52f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia / Sistemas Agrosilvipastoris no Semi-árido), Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Patos Paraíba.
- CAMARGO, O. A. de *et al.* **Métodos de análise química, mineralógica e física do solo do Instituto Agrônomo de Campinas.** Boletim técnico 106, Campinas, 1986, 94 p.
- COELHO, M. A.; ARAÚJO FILHO, J. A. Influência de características do solo na distribuição da faveleira (*Cnidoscopus phyllacanthus* (Mart.) Pax et Hoff) no estado do Ceará. **Revista Ciência Agrônoma**, Fortaleza-CE. v.12, n.1, p. 111-112, dez. 1981.
- DANTAS, J. S. *et al.* Crescimento inicial de duas leguminosas arbóreas forrageiras controlado pela disponibilidade de água e nutrientes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, UFRPE. v.1, n.único, p.7-12, out./dez. 2006.
- DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and Assessing Soil Quality. In: DORAN, J. B.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. **Defining Soil Quality for a Sustainable Environment**. Soil Science Society of America Madison. SSSA Special Publication. n. 5 1994, 244p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos: Métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

GOOGLE EARTH, 2009. Disponível em: <<http://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/index.html>>. Acesso em: 10 de set. 2010.

INMET - **Instituto Nacional de Meteorologia**, 2010. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 02 de nov. 2010.

LOPES, A. *et al.* Crescimento inicial de plântulas de catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.) submetidas ao estresse salino. In: JORNADA DE CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMI-ÁRIDO - PIBIC - FACEPE/CNPq/EMBRAPA, 2, 2007, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Documentos, 205. Embrapa Semi-Árido, 2007. p. 45-49.

MELO, Y. L. *et al.* Influência do NaCl na germinação de faveleira. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 4 & Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010, p. 915-919.

MONTEIRO, M. Desertificação ameaça o nordeste brasileiro. **Revista Ecologia e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, n.51, p.15-19, 1995.

RAIJ, B.van. *et al.* **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001, 285p.

SALES, F. C. V. **Revegetação de área degradada da Caatinga por meio da semeadura ou transplante de mudas de espécies arbóreas em substrato enriquecido com matéria orgânica**. 2008. 58 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agrosilvopastoris no Semi-Arido) UFCG/Patos-PB.

SAMPAIO, E. V. S. *et al.* Regeneração da vegetação de Caatinga após corte e queima em Serra Talhada, PE. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.5, p.621-632. 1998.

SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T. As paisagens e o processo de degradação do semi-árido nordestino. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M.T.; LINS, L.V. (Orgs.) **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, DF: MMA. UFPE, 2004. p. 17-36.

SANTOS, R. V. dos, *et al.* **Análise química do solo; amostragem, métodos instrumentais e analíticos, cálculos envolvidos**. Boletim técnico, 01. Patos-PB:UFPB/CSTR/DEF, 2002, 67p.

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

STATSOFT, INC., **Statistica for windows**: Computer program manual. Tulsa, OK: Statsoft, Inc., 2300 East 14th Street, Tulsa. 1999.

CAPÍTULO II

PEREIRA, Osilene da Nóbrega. **Mesofauna edáfica em área degradada de Caatinga após reintrodução de espécies arbóreas nativas.** Patos-PB: UFCG, 2011. 83f. (Dissertação – Mestrado em Ciências Florestais)

RESUMO: A mesofauna edáfica é importante na decomposição da matéria orgânica e desenvolvimento do solo. A redução e o desequilíbrio na mesofauna relacionam-se com o grau de degradação da área, e a restauração dessa comunidade é um processo lento. O grau de degradação ambiental pode ser estimado pela análise dos grupos taxonômicos encontrados nessa comunidade através de medidas que expressam a riqueza da mesofauna, como a abundância e o índice de diversidade de Shannon, e o equilíbrio entre os seus diversos grupos taxonômicos, como o índice de equitabilidade de Pielou. A mesofauna edáfica foi avaliada durante dois anos em parcelas sem e com a reintrodução das arbóreas nativas *Poinciana pyramidalis*, *Mimosa tenuiflora* e *Cnidoscolus quercifolius* em duas áreas de Caatinga desmatadas e superpastejadas, atualmente cercadas e livres dos animais. Nesta área foi implantado um experimento com cinco blocos de cinco parcelas, nas quais foram aleatorizados cinco tratamentos (testemunha, introdução de catingueira, jurema preta, favela em plantio puro ou consorciado das três espécies). A mesofauna edáfica foi caracterizada pela coleta quadrimestral (março, julho, e novembro de 2009 e 2010) de amostra aleatória de solo e serrapilheira em cada parcela, de acordo com a metodologia de Berlese-Tullgren modificada. A abundância da mesofauna encontra-se reduzida a um quarto da observada em área de Caatinga preservada, e a diversidade e a equitabilidade também foram prejudicadas. O plantio das espécies arbóreas nativas não aumentou a mesofauna edáfica, exceto o plantio consorciado das três espécies, que tendeu a aumentar a diversidade e a equitabilidade no segundo ano. Os ácaros predominaram na estação úmida, e os colêmbolos, na seca. A reintrodução de arbóreas nativas em áreas protegidas do pastejo pode beneficiar a mesofauna edáfica de áreas degradadas da Caatinga, porém as observações devem prosseguir para determinar a dinâmica da recuperação da mesofauna.

Palavras-chave: Degradação. Recuperação. Catingueira. Jurema preta. Favela.

CHAPTER II

PEREIRA, Osilene of Nóbrega. **Soil mesofauna in a Caatinga degraded area after reintroduction of native tree species**. Patos-PB: UFCG, 2011. 83f. (Dissertation - Master's Degree in Forest Sciences)

SUMMARY: Soil mesofauna is important for organic matter decomposition and soil development. Mesofauna reduction and disturbance correlate with the degree of site degradation, and its restoration is a time-consuming process. Soil mesofauna can be evaluated by means of parameters that express mesofauna richness, such as abundance and Shannon's diversity index, and the balance between its taxonomical groups, such as Pielou's equitability index. Soil mesofauna was evaluated during two years in two deforested and overgrazed Caatinga sites, currently fenced and protected from browsing, in which a complete block design experiment, with five treatments (no tree planting, and planting of *Poincianella pyramidalis*, *Mimosa tenuiflora* and *Cnidocolus quercifolius* seedlings in pure or mixed stands) and five replications is currently under way. Soil mesofauna was characterized by quarterly (March, July and November 2009 and 2010) random sampling of soil+litter in each plot, according to the Berlese-Tullgren's modified methodology. Mesofauna abundance was reduced to a fourth of the observed in preserved Caatinga sites, and diversity and equitability were also negatively affected. Soil mesofauna were not affected by planting of native trees, except in mixed stand of the three studied tree species that showed a trend to increase diversity and equitability in the second year. Acarine prevailed in the rainy season, and Collembolus in the dry season. Although reintroduction of native trees in sites protected from browsing can benefit soil mesofauna of degraded Caatinga sites, observations should continue to determine the dynamics of mesofauna recovery.

Key words: Degradation. Recovery. Catingueira. Jurema preta. Favela.

1 INTRODUÇÃO

O solo é um corpo natural organizado, vivo e dinâmico, que desempenha inúmeras funções no ecossistema terrestre, cujos componentes estão em contínuo intercâmbio. Neste sistema, é necessária a atuação biológica de diferentes seres vivos para que ocorra a formação do solo. A estes organismos dão-se as denominações de micro-, meso- e macrofauna edáficas (REINERT, 1998).

A mesofauna edáfica apresenta um diâmetro corporal entre 100 µm e 2 mm e compreende ácaros, colêmbolos, miriápodes, aracnídeos e diversas ordens de insetos, alguns oligoquetos e crustáceos. Tem grande importância na decomposição da matéria orgânica e no desenvolvimento do solo. As atividades tróficas destes animais incluem tanto o consumo de microrganismos e da microfauna, como também a fragmentação do material vegetal em decomposição, alteram a ciclagem de nutrientes, fragmentam detritos vegetais, produzem pelotas fecais, criam bioporos, promovem a humificação (CORREIA; OLIVEIRA, 2000). Participam, também, na decomposição da matéria orgânica e na melhoria das condições químicas do solo. A maioria dos componentes da mesofauna favorece a aeração e a estrutura física do solo quando revolve, cava e forma microgalerias como resultado da sua movimentação no ambiente edáfico (PRIMAVESI, 2002).

A remoção da vegetação de um ambiente para fins agrícolas ou pastoris é considerada uma grande perturbação para os seres vivos em geral, especialmente para a fauna do solo, cujos componentes sofrem com a falta de alimento, as altas temperaturas em virtude da ausência do sombreamento pelas copas das árvores, e as excessivas variações de umidade do solo. Por esta razão, a degradação de áreas inicia-se com a remoção da vegetação, seguida de manejo inadequado, tendo como consequência final um solo improdutivo, estéril ou com um nível reduzido de atividade biológica (MMA 2004).

A reabilitação de áreas degradadas começa pelo seu isolamento das perturbações que provocaram a sua degradação e, a depender da manutenção ou não da resiliência, depende da reintrodução ou enriquecimento da vegetação, além da adoção de práticas de manejo adequadas para que aconteça. Aos poucos, a vegetação se desenvolve, propiciando o surgimento de novas formas de vida, inclusive da fauna do solo. De acordo com Moço *et al.* (2005), a produção de serrapilheira aumenta a oferta de alimentos para a fauna edáfica, criando um

ambiente favorável para o crescimento da biota e da atividade biológica do solo de uma maneira geral.

A recolonização edáfica de uma área depende do grau de degradação e, geralmente, ocorre de maneira lenta, principalmente nos níveis elevados de impacto ambiental. A diversidade da comunidade edáfica vai depender da diversidade da comunidade vegetal, considerando que essa comunidade tem a serapilheira como habitat principal (OLIVEIRA; RODRIGUES, 2006).

O grau de equilíbrio ou de perturbação presente em um ambiente pode ser visualizado através do comportamento das comunidades ou grupos de espécies nele encontrados. Esta visualização pode ser realizada através do estudo da diversidade, representada pela riqueza e equilíbrio das espécies. A riqueza é uma função do número de espécies: quanto mais espécies, maior a diversidade. O equilíbrio ou equitabilidade expressa a maneira pela qual o número total de indivíduos está distribuído entre as diferentes espécies, ou, equivalentemente, se as diferentes espécies possuem abundância (número de indivíduos) semelhante ou divergente. A equitabilidade é o inverso da dominância. Desta forma, uma comunidade apresenta alta equitabilidade quando houver baixa dominância e baixa equitabilidade quando houver alta dominância. As medidas mais usadas para medir a diversidade de uma comunidade são os índices de diversidade de Shannon e o de equitabilidade ou de uniformidade de Pielou (GOMES; FERREIRA, 2004).

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar, durante dois anos, a comunidade da mesofauna edáfica em áreas desmatadas de Caatinga após a reintrodução das espécies arbóreas nativas catingueira, jurema preta e favela.

2 METODOLOGIA

2.1 Localização e caracterização da área

O experimento foi conduzido em duas áreas degradadas da Fazenda NUPEARIDO (Núcleo de Pesquisa para o Semiárido), pertencente à Universidade Federal de Campina Grande – Campus de Patos, a 9 km ao sul do município de Patos-PB. A Área 1 encontra-se nas coordenadas 07°04'53" S e 37°16'12" W, a 263 m de altitude, está cercada e protegida do pastejo desde março de 2005, e nela ficaram os blocos 1 e 2. A Área 2, distante aproximadamente 500m da anterior, apresenta as coordenadas 07°04'45" Sul e 37°16'26" Oeste, a 262 m de altitude, nela foram distribuídos os blocos 3, 4 e 5, e está cercada e protegida do pastejo desde agosto de 2008, com um histórico de desmatamento e superpastejo caprino, ovino e bovino de mais de 30 anos. O solo da área pertence à classe dos Luvisolos.

No início do período de coleta de dados, as áreas experimentais apresentavam incipiente cobertura arbórea como resultado da exploração madeireira e do superpastejo dos animais criados no sistema extensivo, e o solo apresentava evidências de erosão em sulco e laminar, provocada pelo escoamento de água (Figura 1).

Figura 1 – Imagem de satélite da Fazenda NUPEARIDO situada no município de Patos-PB com as áreas de estudo em destaque.

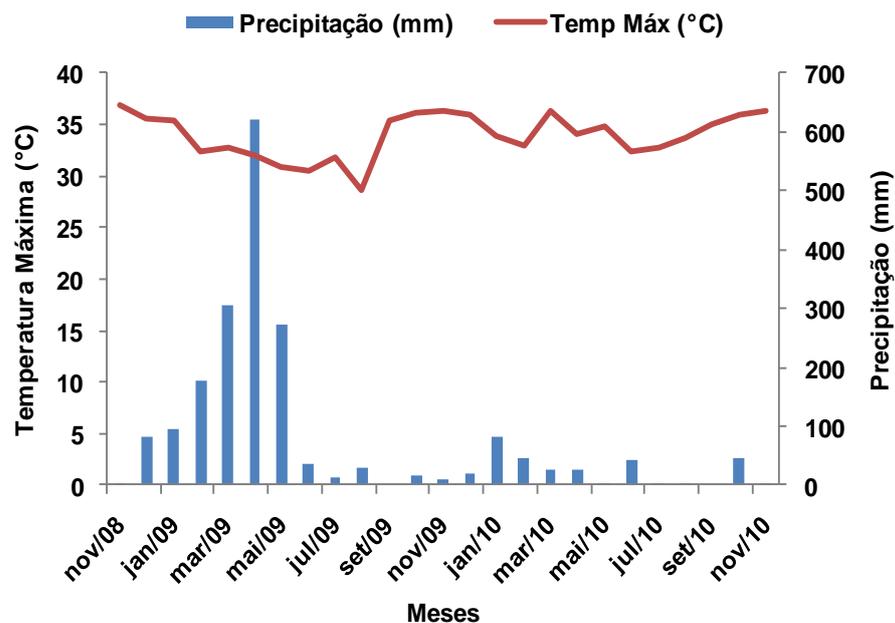


Fonte – Google earth (2009).

Segundo Bezerra *et al.* (2004), o clima da região é do tipo Aw', quente e úmido, com chuvas irregulares e concentradas em 3 a 4 meses do ano, totalizando em média 800 mm anuais. As peculiaridades do seu clima resultam em características de região semiárida recoberta de vegetação arbóreoarbusativa hiperxerófila conhecida como Caatinga.

Entre novembro de 2008 e novembro de 2009, a precipitação atingiu 1663 mm e, no segundo ano, a precipitação foi de 290 mm, concentrada nos primeiros meses do ano (Figura 2) (INMET, 2010). A média mensal da temperatura máxima diária do ar, nos dois anos de estudos, variou entre 28,6°C e 36,9°C e tendeu a ser mais baixa no primeiro ano.

Figura 2 – Precipitação mensal e temperatura máxima média mensal do ar, de novembro de 2008 a novembro de 2010.



Fonte – INMET (2010).

2.2 Preparo das mudas

Foram produzidas 300 mudas de cada espécie no viveiro da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos/PB, para atender à demanda do plantio e replantio com plantas vigorosas e sadias. As sementes de catingueira e jurema preta foram semeadas

diretamente nos tubetes. As sementes de favela foram semeadas em bandejas de plástico dispostas sobre bancada do Laboratório de Sementes, em substrato de areia lavada, esterilizada e umedecida com água destilada. Após a emersão da radícula, as plântulas foram repicadas para tubetes. Estes procedimentos aconteceram entre 10 e 20 de setembro de 2008, e as mudas permaneceram no viveiro até o momento do plantio.

Em novembro de 2008, foram preparados sacos plásticos com 4 L de substrato composto de material de subsolo e esterco caprino, na proporção de 3:1 (v/v). Cada recipiente recebeu 5 g de superfosfato simples (0,9 g de P_2O_5) e 2,8 g de KCl (1,68 g de K_2O). No início de dezembro de 2008, as mudas foram repicadas dos tubetes para sacos e, 15 dias após, foram adicionados a cada saco 40 ml de uma solução preparada com 1 kg de $(NH_4)_2SO_4$ mais 0,3 Kg de KCl em 100 L de água (20 mg de N/L, 15,75 mg K/L).

As mudas foram regadas duas vezes ao dia até o terceiro mês, e apenas uma vez a cada dois dias no período final no viveiro, para adaptação às condições futuras de campo.

2.3 Preparo da área experimental e plantio das mudas

A área onde foi implantado o experimento foi protegida por uma cerca de tela de arame para evitar a entrada de pequenos ruminantes. Cada um dos cinco blocos foi constituído de cinco parcelas de 12 m x 12 m, nas quais foram sorteados aleatoriamente os cinco tratamentos experimentais (testemunha, introdução de catingueira, jurema preta, favela em plantio puro ou as três espécies consorciado, intercaladas nas covas das parcelas em iguais proporções).

Após o sorteio das parcelas, foram feitas as covas no espaçamento de 2 m x 2 m (36 covas por parcela), com a largura e o comprimento das covas variando entre 40 e 50 cm, tendo em vista erros humanos no momento do esquadrejamento manual de cada cova, e 40 cm de profundidade quando o solo apresentava essa profundidade, apesar da intenção de se ter covas homogêneas de 40 cm x 40 cm x 40 cm.

Em dezembro de 2008, foram homogeneizados 20 L (aproximadamente 5,8 kg de matéria seca ao sol) de esterco caprino ao solo revolvido de cada cova. Os teores médios de carbono e nitrogênio deste tipo de esterco são 359,6 e 16,6 $g.kg^{-1}$,

respectivamente, resultando numa relação C/N de 21,6 (SOUTO, 2002). Foram incorporados ao solo de cada cova 16 g de superfosfato simples (2,88 g de P_2O_5) e 4,3 g de KCl (2,58 g de K_2O). Considerando o esterco e os fertilizantes aplicados quando da produção das mudas e o espaçamento utilizado, essas quantidades equivalem a 52500 L (15,2 t) de esterco, 9,450 kg de P_2O_5 , e 10,830 kg de K_2O , colocados à disposição das mudas no ambiente das 2500 covas covas/ha.

No início da estação chuvosa, foram selecionadas no viveiro as mudas mais vigorosas, plantadas no campo nos dias 26 e 27 de janeiro de 2009. Em março e maio de 2009, foi feito um coroamento de 50 cm de diâmetro ao redor das mudas, com a finalidade de reduzir a competição do estrato herbáceo. O material proveniente desse coroamento foi depositado sobre o solo.

2.4 Parâmetros avaliados

2.4.1 Avaliação da mesofauna do solo

Uma amostra de solo mais serrapilheira foi coletada a cada quatro meses (março, julho e novembro de 2009 e 2010) em um ponto aleatório de cada parcela, com o auxílio de um anel metálico de 5,2 cm de altura e 4,8 cm de diâmetro (Figura 3).

Nestas amostras, foi identificada e quantificada a mesofauna do solo utilizando-se o método de Berlese-Tullgren, com modificações feitas por Lira (1999). Esse método baseia-se na migração descendente dos organismos da amostra do solo devido à elevação da temperatura provocada por lâmpada incandescente de 25W, colocada próxima à superfície da amostra (serapilheira+solo) por um período de 96 horas. Com esta migração, os organismos caem em um funil que leva a um recipiente contendo álcool a 70%, quando, então, os microorganismos podem ser identificados. Este procedimento foi realizado no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Campina Grande - Campus de Patos-PB (Figura 4).

Os componentes da mesofauna foram contados e identificados, com o auxílio de uma lupa, nos grandes grupos taxonômicos (*i.e.*: invertebrados de uma mesma ordem) colêmbolos, ácaros e coleópteros até 2 mm.

Figura 3 – Introdução do anel metálico no solo (a e b), umedecimento e remoção do anel metálico do solo com amostras utilizando uma espátula (c e d).



Fonte – Pereira (2011).

Figura 4 – Extração da mesofauna edáfica empregando o equipamento de Berlese-Tullgren modificado.



Fonte – Pereira (2011).

Na avaliação do comportamento ecológico da mesofauna, foi determinado o número total de indivíduos (abundância) por grupo taxonômico, em cada um dos seis momentos amostrados. Ao mesmo tempo, a diversidade dos organismos da mesofauna foi medida pelos índices de diversidade de Shannon (H) e de equitabilidade de Pielou (e).

O índice de diversidade de Shannon (H) assume valores que podem variar de 0 a 5; o declínio de seus valores é o resultado de maior dominância de grupos em detrimento de outros e é calculado por: $H = -\sum p_i \ln p_i$, sendo (BEGON *et al.*, 1996):

$$p_i = n_i/N;$$

\ln = logaritmo natural;

n_i = densidade de cada grupo; e

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

O Índice de Uniformidade de Pielou (e) é um índice de equitabilidade e varia de 0 a 1. Seu valor máximo indica que todas as espécies são igualmente abundantes, e quanto menor o seu valor, maiores são as diferenças de abundância entre as espécies. Este índice é definido por: $e = H/\log S$, sendo (GOMES; FERREIRA, 2004):

H= valor do índice de diversidade de Shannon; e

S = número de grupos funcionais

2.5 Delineamento estatístico

O delineamento experimental para o estudo da mesofauna foi em blocos casualizados, com 5 tratamentos (testemunha, introdução de catingueira, jurema preta, favela em plantio puro ou consorciado (catingueira, jurema preta e favela intercaladas nas covas das parcelas em iguais proporções) e 5 repetições (blocos). As parcelas foram subdivididas no tempo (Ano 1=2009 e Ano 2=2010), e os dados de cada ano para cada tratamento resultaram da coleta de uma amostra de serrapilheira mais solo, na parcela de cada bloco, em três datas ao longo de cada ano, utilizando um anel metálico de 5,2 cm de altura e 4,8 cm de diâmetro. O número de graus de liberdade para Tratamento, Blocos e Res(a) foram 4, 4 e 16,

respectivamente, e, para Anos, Interação Tratamentos x Anos e Res(b) foram 1, 4 e 20, respectivamente.

Os dados da abundância foram transformados em $\log(x+1)$, para o atendimento às pressuposições da análise de variância (STEEL; TORRIE, 1960). As médias de abundância e índices de Shannon e de Pielou, para cada nível dos fatores de introdução de espécies arbóreas, foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, de acordo com as recomendações de Sampaio (1998).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos dois anos (novembro de 2008 a novembro de 2010) de coleta de dados da mesofauna edáfica, foram identificados 338 indivíduos, distribuídos em 8 grupos, principalmente Acarina (170 indivíduos), Collembola (63) e Coleóptera (45) (Tabela 1). Estes valores de 175 amostras de serapilheira mais solo, obtidos com o anel metálico de dimensões descritas anteriormente, correspondem a uma densidade média aproximada de 1.067, 537, 199 e 142 indivíduos por m² de superfície do solo, respectivamente, para o total e grupos principais citados. Os grupos Acarina, Collembola e Coleoptera foram os que apresentaram maior frequência relativa (50,3, 18,64 e 13,31%, respectivamente).

Tabela 1 – Número (N) e frequência relativa (f%) de indivíduos coletados, por grupo de mesofauna, no geral, em novembro de 2008 (25 amostras de serapilheira mais solo coletadas em novembro 2008, obtidas com anel metálico de 5,2 cm de altura e 4,8 cm de diâmetro) e em três datas (março, julho e novembro) de 2009 e 2010 (75 amostras de serapilheira mais solo em cada ano).

Grupo	Geral		2008		2009		2010	
	N	f%	N	f%	N	f%	N	f%
Acarina	170	50,30	5	29,41	153	64,83	12	14,12
Collembola	63	18,64	5	29,41	48	20,34	10	11,76
Coleoptera	45	13,31	2	11,76	4	1,69	39	45,88
Diplura	24	7,10	3	17,65	14	5,93	7	8,24
Diptera	19	5,62	2	11,76	8	3,39	9	1,59
Phallanginda	9	2,66	0	0	7	2,97	2	2,35
Isoptera	6	1,78	0	0	1	0,42	5	5,88
Trychoptera	2	0,59	0	0	1	0,42	1	1,18
Total	338	100,00	17	100,00	236	100,00	85	100,00

Fonte – Pereira (2011).

Hoffmann *et al.* (2009), ao estudarem, ao longo do ano, a diversidade da mesofauna edáfica, em área de mata nativa, e sob cultivo de mamona e pastagem (com densidade média de 11526, 3736 e 3684 indivíduos por m² de superfícies do solo, respectivamente), observaram que o grupo Acarina predominou em todas as áreas estudadas (densidade média de 5210, 2131 e 2473 indivíduos por m² de

superfícies do solo, respectivamente), seguido em área de mata pelos grupos Collembola e Hymenoptera (densidade média de 3184 e 2289 indivíduos por m² de superfícies do solo, respectivamente), em área de mamona, pelos grupos Aranea e Hymenoptera (736 e 578 indivíduos por m² de superfícies do solo, respectivamente), e, na área de pastagem, pelos grupos Aranea e Diplura (289 indivíduos por m² de superfícies do solo para os dois grupos).

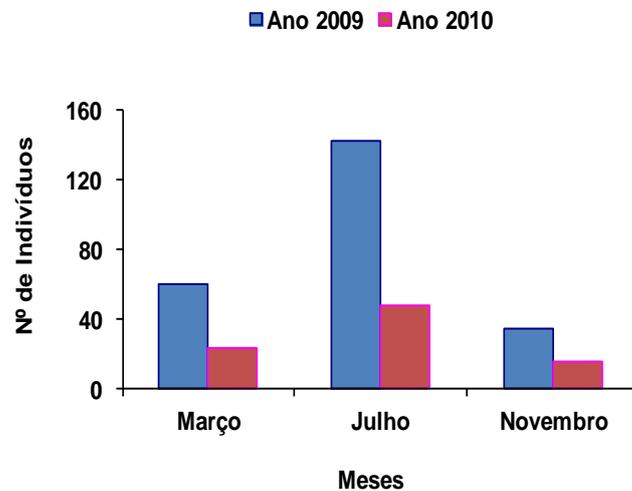
O número de indivíduos da mesofauna por m², na área de mata nativa, reportado por Hoffmann *et al.* (2009), é cerca de 10 vezes superior ao coletado na área do presente estudo. As áreas antropizadas de brejo de altitude para cultivo de mamona e pastagem citadas por esses autores apresentavam aproximadamente 3 vezes menos indivíduos que a área de mata nativa, mas ainda aproximadamente 2 vezes mais indivíduos por m² de superfícies do solo que a área do presente estudo. Isto pode ser o reflexo das diferenças climáticas entre o Brejo de Altitude mais úmido e com temperaturas mais amenas, e o Sertão seco e quente, como também refletir as diferenças de degradação ambiental dos sítios estudados.

Souto (2006) relatou uma media mensal de 4.318 indivíduos da mesofauna por m² de superfícies do solo de uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) no Bioma Caatinga. Este valor é 4 vezes maior que o obtido nas áreas do presente estudo, indicando o maior grau de degradação se comparadas à RPPN.

Estes resultados mostram que o manejo do solo exerce influência sobre os organismos da mesofauna, podendo diminuir significativamente o número de indivíduos de determinado ambiente, possibilitando que a mesofauna do solo seja utilizada como bioindicadora das condições e funcionamento do ambiente.

Mais indivíduos foram coletados em 2009 (236 indivíduos, provenientes de 75 amostras, o que equivale a uma densidade média de 1.739 indivíduos/m²) do que em 2010 (85 indivíduos, provenientes de 75 amostras, o que equivale a uma média de 626 indivíduos/m²) (P=0,06). Observou-se que, dentre os meses de coleta de dados da mesofauna edáfica, julho tendeu a apresentar o maior número de indivíduos coletados em cada ano (142 indivíduos em julho de 2009, obtidos de 25 amostras, o que equivale a uma densidade média de 3.138/m², e 47 indivíduos em julho de 2010, obtidos de 25 amostras, o que equivale a 1.038 indivíduos/m²). Em novembro a comunidade da mesofauna edáfica diminuiu (34 indivíduos em novembro de 2009, equivalente a uma densidade média de 751/m², e 15 indivíduos em novembro de 2010, equivalente a 331 indivíduos/m²) (Figura 5).

Figura 5 – Variação do número total de indivíduos coletados nos dois anos de estudos.



Fonte – Pereira (2011).

O maior número de indivíduos coletados ocorreu em 2009, o ano de maior precipitação pluviométrica. Porém, ao se analisarem os meses de coleta e comparando-os com a precipitação ocorrida, verificou-se que o mês de julho (mês com pouca ocorrência de chuvas) foi o que obteve o maior número de indivíduos coletados, seguido de março (mês com muita ocorrência de chuvas) e novembro (mês com pouca precipitação) (Figura 6). De acordo com Primavesi (2002), na seca, quase toda vida do solo superficial entra em declínio, como se pode constatar pelos dados de novembro de 2008, 2009 e 2010. Conforme este autor, a maioria da fauna do solo também é prejudicada se a umidade for excessiva, sobrevivendo somente uns poucos indivíduos de algumas espécies que se mantêm vivas nestas condições de anaerobismo.

Esta argumentação só é válida para março de 2009 (304 mm de precipitação) (Figura 6), pois, nessa data, ocorreram chuvas excessivas, mas não explica os números observados em março de 2010. Neste mês, a precipitação alcançou (25,4 mm) certamente uma quantidade insuficiente para a criação das condições de anaerobiose a que se referiu Primavesi (2002).

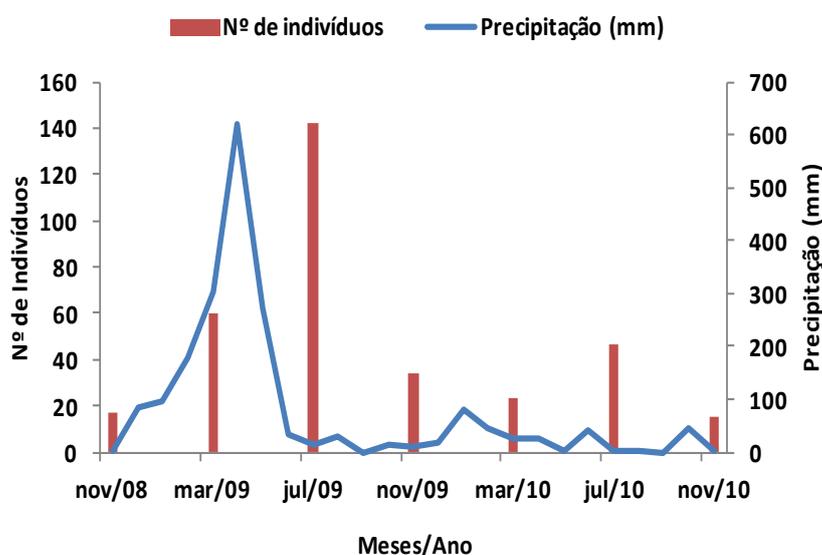
É provável que a flutuação da comunidade da mesofauna edáfica seja um processo cujo efeito só se verifique após certo tempo em que a umidade esteve ou se manteve presente no ambiente, como ocorre com a vegetação e o acúmulo de

matéria orgânica. Assim, apesar da comunidade da mesofauna edáfica ter aumentado entre novembro e março do ano subsequente, o pico dessa comunidade não ocorreu no mês de maior umidade no solo, mas em algum momento após essa situação de maior umidade, entre março e julho, um período normalmente com menos precipitação (Figura 6).

Ao se analisarem os dados de Souto (2006), pode-se constatar que os picos de ocorrência de indivíduos da mesofauna, nos dois anos de estudo, aconteceram no mês seguinte ao de maior precipitação (2004: maior precipitação em janeiro e pico no número de indivíduos em fevereiro, e 2005: maior precipitação em março e pico no número de indivíduos em abril), corroborando, assim, a tendência observada no presente estudo.

A fauna do solo mostra uma alta sensibilidade a fatores abióticos como umidade excessiva ou a falta dela, temperaturas do solo, muito elevadas ou baixas, e luz solar direta, e, portanto, as comunidades de seres vivos são determinadas pelas condições locais reinantes (PRIMAVESI, 2002). Em áreas degradadas, a atuação desses fatores pode se mostrar mais intensa, em virtude das péssimas condições físicas do solo e da escassa vegetação que o protege da incidência solar direta.

Figura 6 – Precipitação e número total de indivíduos coletados nos dois anos de estudos.

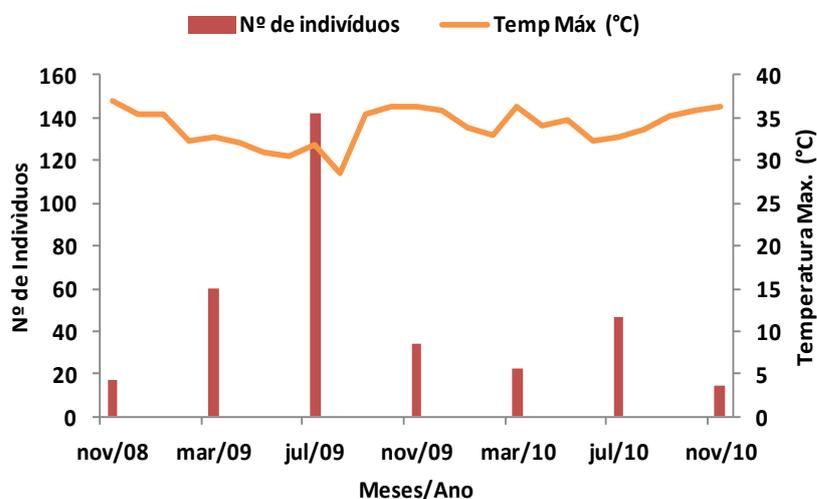


Fonte – Pereira (2011).

Observou-se que o maior número de indivíduos coletados da mesofauna edáfica foi obtido nos meses de coleta que apresentaram as menores temperaturas (julho e março, respectivamente). Com o aumento de temperatura no mês de novembro, a comunidade sofreu um decréscimo considerável nos dois anos de estudo (Figura 7). O aumento de temperatura está associado à diminuição da umidade do solo. Esta combinação alta temperatura x baixa umidade é prejudicial para a maioria dos organismos do solo, pois os mesmos são recobertos por uma película incapaz de protegê-los contra a perda de água provocada pela alta temperatura e falta de umidade no ambiente (PRIMAVESI, 2002).

O decréscimo na comunidade da mesofauna edáfica no período mais seco e quente do ano se deve, também, à diminuição da oferta de alimento, pois, sob a influência de umidade escassa e temperatura elevada, as plantas paralisam o crescimento, perdem suas folhas e entram em dormência. Apesar do aumento inicial de material orgânico sobre o solo proveniente da queda das folhas e que serve de alimento e abrigo para os organismos edáficos, com o passar do tempo, esse material é consumido, e a disponibilidade de alimento diminui. O solo torna-se mais exposto à radiação solar, aumentando a temperatura e reduzindo a umidade do solo a níveis mínimos. Desta forma, as condições de sobrevivência se tornam desfavoráveis, e poucos representantes de alguns grupos sobrevivem e permanecem em atividade.

Figura 7 – Temperatura máxima e número total de indivíduos da mesofauna coletados nos dois anos de estudos.



Fonte – Pereira (2011).

O grupo Acarina esteve presente em todas as datas de coleta, exceto em novembro de 2010. Observou-se que o maior número de indivíduos coletados do grupo Acarina ocorreu em março e julho de 2009 (ano de estudo com maiores ocorrência de chuvas), com 30 e 114 indivíduos, respectivamente. Nos dois anos de estudo, o mês de novembro (mês considerado seco e com ocorrência das mais altas temperaturas) teve uma redução no número de ácaros coletados: 9 indivíduos em 2009 e nenhum indivíduo em 2010 (ano de pouca ocorrência de chuvas) (Tabela 2).

O grupo Collembola foi o único que esteve presente em todos os meses de coleta e, diferentemente do grupo Acarina, tendeu a aumentar o número de indivíduos coletados no mês de coleta mais seco e com altas temperaturas: 5, 19 e 24 Collembola em 2009, e 2, 1 e 7 em 2010, para março, julho e novembro, respectivamente.

Diversos autores constataram comportamento semelhante para os grupos Acarina e Collembola em áreas degradadas ou antropizadas. Araujo *et al.* (2009) observaram maior número de indivíduos do grupo Acarina no período chuvoso, em área degradada de Caatinga, enquanto que, para o grupo Collembola, esse número foi maior no período de estiagem. Ducatti (2002) observou, em área de fragmentos de floresta e em área reflorestada com espécies de Mata Atlântica, que, no verão (época úmida), a quantidade de amostras sem ácaros foi menor que no inverno (época seca). Em áreas mais preservadas, onde a umidade e o alimento podem não ser fatores limitantes nem intensificadores da competição entre estes grupos, as flutuações nas populações podem se verificar de maneira diferente. Por exemplo, Souto (2006) observou uma maior população de ácaros e colêmbolos nos períodos mais úmidos, e decréscimos nos períodos secos, principalmente destes últimos.

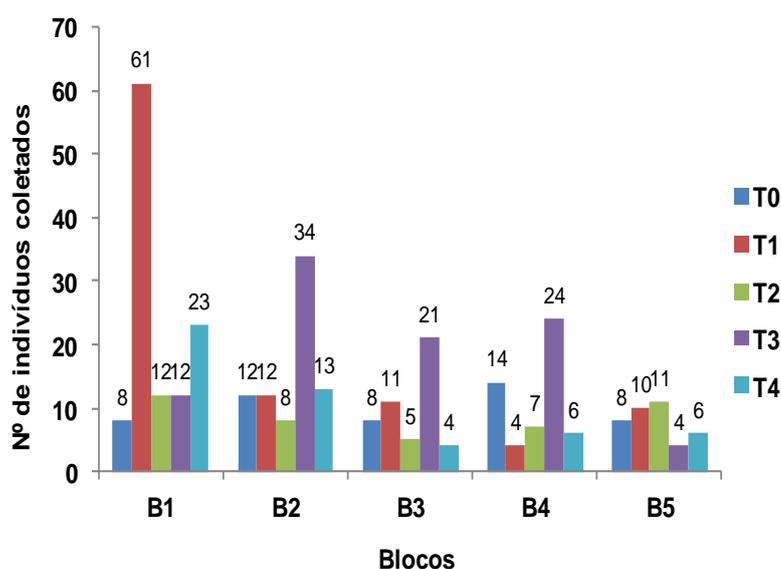
Tabela 2 – Variação mensal do número total de indivíduos coletados da mesofauna em 25 amostras de solo mais serrapilheira obtidas na data indicada.

Grupos	nov/08	mar/09	jul/09	nov/09	mar/10	jul/10	nov/10	Total
Acarina	5	30	114	9	9	3	0	170
Collembola	5	5	19	24	2	1	7	63
Coleoptera	2	4	0	0	8	26	5	45
Diplura	3	5	9	0	3	4	0	24
Diptera	2	8	0	0	0	8	1	19
Phallanginda	0	7	0	0	0	0	2	9
Isoptera	0	0	0	1	1	4	0	6
Trychoptera	0	1	0	0	0	1	0	2
Total	17	60	142	34	23	47	15	338

Fonte – Pereira (2011).

O número médio de indivíduos da mesofauna foi semelhante para todos os tratamentos ($p>0,05$). Houve uma tendência de maior número total de indivíduos coletados (61 indivíduos) nas parcelas do tratamento catingueira, porém como resultado de uma contagem alta na parcela do bloco 1 (Figura 8), em contraste com valores menores nas demais parcelas dos blocos 2, 3, 4 e 5. Esse alto número de indivíduos coletados no bloco 1 pode ter sido influenciado pela umidade do solo. No primeiro ano de estudo (2009), houve uma grande ocorrência de chuvas, o que causou um encharcamento do solo, principalmente no bloco 1. Aproximadamente 80% desse número de indivíduos coletados (61 indivíduos) correspondem à coleta da mesofauna realizada em julho de 2009 (mês seguinte ao final do período chuvoso) e apenas 16% correspondem ao mês de março 2009 (período com maior ocorrência de chuvas). Pode-se supor que, no período em que ocorreu o encharcamento do solo, a comunidade da mesofauna foi reduzida, mas que, posteriormente, esse excesso de água tenha resultado em um maior período com umidade no solo, que se prolongou até julho daquele ano, e, com isso, beneficiou a mesofauna no bloco 1.

Figura 8 – Variação da mesofauna edáfica entre os tratamentos (T0=Testemunha, T1=Catingueira, T2=Jurema Preta, T3=Favela e T4=Consortiadas) em cada bloco, de acordo com 7 amostras (sete datas: novembro/2008, março, julho e outubro de 2009 e 2010) de solo mais serapilheira, obtidas com o auxílio de 1 anel metálico de 5,2 cm de altura e 4,8 cm de diâmetro.



Fonte – Pereira (2011).

Apesar de não significativo ($p > 0,05$), o número de indivíduos capturados nas parcelas em que foram plantadas mudas de favela tendeu a superar o dos demais tratamentos nos blocos 2, 3 e 4. Uma hipótese para explicar esta tendência pode advir do maior tamanho de cada folha da favela comparado com o das folhas da catingueira e jurema preta: ao cair, a folha da favela protege individualmente uma maior área do solo e cria um microambiente com propensão a reter mais umidade e proporcionar mais proteção da radiação solar direta. Além disso, as folhas da favela apresentam níveis relativamente altos de proteína e palatabilidade, constituindo um alimento com maior potencial para afetar positivamente a mesofauna, tendo em vista que os organismos encontrados num determinado local do solo são determinados, em grande parte, pela qualidade e quantidade do alimento à sua disposição (PRIMAVESI, 2002).

Os tratamentos T_4 =consorciado (catingueira, jurema preta e favela, intercaladas nas covas das parcelas em iguais proporções) e T_0 =sem plantio de espécies arbóreas tenderam a apresentar as menores quantidades de organismos da mesofauna, superando apenas a observada nas parcelas do tratamento jurema preta.

Estas diferenças na comunidade da mesofauna edáfica devem ser explicadas pelas condições de cada local, inclusive as que cada tratamento proporcionou. Por exemplo, a catingueira e a favela forneceram folhas senescentes, as quais apresentam 12 a 19% de proteína e 43 a 47% de fibra, respectivamente (DAMASCENO, 2007; DRUMOND, 2007), o que as caracteriza como alimento de boa qualidade. Além disso, suas copas não impediram o desenvolvimento do extrato herbáceo por sombreamento excessivo, pois ambas proporcionaram apenas 12% de cobertura do solo no primeiro ano (março 2009) (FIGUEIREDO, 2010) e 13 e 20% no segundo ano (março de 2010), respectivamente (NUNES no prelo). Isto permitiu a produção de, respectivamente, 2.444 e 3.206 kg/ha de massa seca de biomassa herbácea no primeiro ano (FIGUEIREDO, 2010), e mais de, respectivamente, 6.000 e 4.400 kg/ha no segundo ano (NUNES no prelo), além das folhas senescentes das espécies arbóreas.

No ambiente das parcelas do tratamento sem plantio de espécies arbóreas, não há participação de folhas senescentes e cobertura do solo pelas copas das árvores, o que pode refletir negativamente na mesofauna. Por outro lado, o sombreamento de 49% (março de 2010) proporcionado pelas copas de jurema preta,

no segundo ano, inibiu o crescimento pleno do estrato herbáceo (3.750 e 2.728 kg/ha de massa seca de biomassa herbácea para 2009 e 2010, respectivamente) (NUNES no prelo). Além disso, as folhas senescentes desta espécie arbórea são ricas em taninos, uma substância de baixa palatabilidade (SILVA *et al.*, 1998; VASCONCELOS, 1997).

Certamente, estas condições (sombreamento e qualidade da serapilheira) reduziram as populações da mesofauna. É provável, também, que a serapilheira proveniente da jurema preta tenha prejudicado a mesofauna nas parcelas com plantio consorciado das três espécies, pois, apesar da alta produção de biomassa do estrato herbáceo em 2010 (6.752 kg/ha) (NUNES no prelo), a mesofauna nessas parcelas ficou quantitativamente apenas acima do tratamento testemunha e do de jurema preta em plantio puro.

Os blocos 1 e 2 tenderam ($P=0,14$) a apresentar o maior número de indivíduos capturados, seguido dos blocos 4, 3 e 5, respectivamente (Figura 8). Esta tendência pode ser explicada pelo fato de os blocos 1 e 2 se localizarem em área protegida do pastejo desde março de 2005, enquanto a área em que os blocos 3, 4 e 5 se encontram está protegida apenas desde agosto de 2008.

Provavelmente, a primeira área apresenta um maior acúmulo de biomassa herbácea e disponibilidade de alimento, o que, juntamente com o período mais longo de exclusão de ruminantes, tendeu a favorecer o desenvolvimento e a recuperação da mesofauna edáfica, se não quantitativamente, mas em termos de diversidade medida pelo índice de Shannon, como se poderá observar a seguir.

Os índices de diversidade de Shannon e equitabilidade de Pielou da comunidade da mesofauna edáfica não apresentaram diferenças significativas entre anos e entre tratamentos, exceto entre anos nas parcelas que receberam o plantio consorciado das três espécies arbóreas, para os dois índices, e entre a testemunha e o plantio consorciado em 2009, para o índice de equitabilidade de Pielou (Tabela 3).

Estas diferenças entre anos foram provocadas pelos valores muito baixos para esses índices obtidos para plantio consorciado em 2009 (ano em que foram observadas muitas amostras do plantio consorciado sem indivíduos ou contendo apenas um grupo da mesofauna) e a recuperação dos seus valores em 2010. É difícil concluir se resultaram das diferenças entre anos (e então qual a razão de se expressar apenas nas parcelas de tratamento com espécies consorciadas), ou se foi

devido ao acaso. Porém, vale ressaltar a recuperação significativa dos valores desses índices para o tratamento consorciado entre 2009 e 2010, o que pode sugerir que o plantio consorciado de espécies arbóreas seja mais indicado do que o plantio puro para a recuperação da mesofauna edáfica.

Tabela 3 – Índices de diversidade de Shannon (H) e índice de equitabilidade de Pielou (e) nas parcelas de cada tratamento (T0=Testemunha, T1=catingueira, T2=jurema preta, T3=favela e T4=consórcio).

Índice	Ano	Tratamentos				
		T0	T1	T2	T3	T4
H	2009	0,680	0,544	0,510	1,004a	0,126bB
	2010	0,536	0,662	0,358	0,538	0,938A
e	2009	0,780a	0,604	0,502	0,750	0,114bB
	2010	0,504	0,516	0,400	0,558	0,892A

Fonte – Pereira (2011).

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na linha, para cada índice, diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey, e médias seguidas de letras maiúsculas distintas na coluna, para cada índice, diferem significativamente ($P < 0,01$) pelo teste F da ANOVA.

Foi detectado efeito significativo ($P < 0,05$) para o índice de Shannon (H) entre blocos. As parcelas dos blocos 1 e 2 apresentaram valores médios para H superiores aos demais, provavelmente como resultado do maior tempo sem pastejo observado nos blocos 1 e 2 (68 meses) do que nos blocos 3, 4 e 5 (16 meses), o que favoreceu, dentre outros fatores, o desenvolvimento e a recuperação da mesofauna edáfica.

No geral, foram verificados baixos valores para o índice de Shannon para cada tratamento, indicando baixa diversidade da mesofauna. Isto resultou da dominância do grupo Acarina sobre os demais grupos observados.

O maior valor do índice de Shannon (1,004) foi observado no ano de 2009, nas parcelas com favela, possivelmente em razão do relativamente elevado número de organismos amostrados (74 indivíduos), distribuídos em 6 grupos de forma mais equilibrada, quando comparada aos demais tratamentos. Tal fato elevou, também, o valor da equitabilidade (segundo maior valor: $e = 0,750$ para o mesmo tratamento e ano) (Tabela 3 e 4). Isto sugere que a favela pode proporcionar melhores condições

para o desenvolvimento e equilíbrio da comunidade da mesofauna edáfica. Pode-se conjecturar que isto resultou do pouco desenvolvimento da copa da favela, o que proporcionou menor cobertura do solo e maior desenvolvimento do estrato herbáceo. Este proporcionou retenção de umidade e amenização da temperatura do solo, e o acúmulo de biomassa para alimentação e abrigo, o que, em última análise, beneficiou a mesofauna edáfica (DRESCHER, 2007). Como sugerido anteriormente, o maior tamanho e a ausência de taninos nas folhas da favela são fatores que, também, podem ter beneficiado a mesofauna edáfica nas parcelas com esta espécie arbórea.

O número de grupos foi semelhante entre tratamentos e variou de 6 a 8 (Tabela 4). No total dos dois anos, o menor número de indivíduos da mesofauna ocorreu nas parcelas dos tratamentos jurema preta, testemunha e plantio consorciado. Nas parcelas destes tratamentos, foram coletados, respectivamente, 43, 50 e 52 indivíduos, sendo 27, 27, e 25 de Acarina, e os restantes pertencentes a 7, 6 e 6 outros grupos, respectivamente, principalmente Collembola e Coleoptera.

O total de indivíduos da mesofauna coletados no mesmo período, nas parcelas com catingueira ou favela, foi praticamente o dobro (98 e 95 indivíduos, respectivamente), com predominância de ácaros, seguidos de colêmbolos e coleópteros, além de outros 4 grupos com menor participação. Esta diferença geral se deve aos dados de 2009, quando, das parcelas com plantio de catingueira e favela, resultaram maior número de indivíduos coletados (75 e 74 indivíduos, respectivamente).

É difícil concluir se isto resultou das espécies arbóreas recentemente plantadas nestas parcelas ou da variação aleatória no ambiente das parcelas. Porém, chama atenção a repetição do número reduzido de indivíduos coletados nas parcelas com jurema preta, especialmente no segundo ano (2010).

A jurema preta quando comparada à catingueira e à favela, proporcionou maior sombreamento ao solo (por exemplo, 49, 13 e 20% de sombreamento, respectivamente em 2010) e diminuiu o desenvolvimento do estrato herbáceo (2.728, 6.101 e 4.488 kg/ha de massa seca de biomassa, respectivamente) (NUNES no prelo). Além disso, suas folhas são pequenas e contêm taninos (PEREIRA FILHO, 2003), o que diminuiu o seu potencial de fornecer abrigo e alimento palatável à mesofauna edáfica, reduzindo as condições de sobrevivência, o que, provavelmente, gerou competição e redução das comunidades da mesofauna edáfica.

Tabela 4 – Número (total do período, em 2009 e em 2010*) de indivíduos edáficos de acordo com o grupo da mesofauna e do tratamento experimental (T0=testemunha, e plantio de T1=catingueira, T2=jurema preta, T3=favela em plantio puro e T4=consorciado), provenientes, respectivamente, de 35, 15 e 15 amostras de serapilheira mais solo, obtidas com 1 anel metálico de 5,2 cm de altura e 4,8 cm de diâmetro.

Grupos	Ano	Tratamentos					Total
		T0	T1	T2	T3	T4	
Acarina	Total	27	55	27	36	25	170
	2009	22	51	26	34	20	153
	2010	3	3	1	1	4	12
Collembola	Total	8	16	7	29	3	63
	2009	2	14	5	25	2	48
	2010	4	2	1	2	1	10
Coleoptera	Total	7	10	2	11	15	45
	2009	1	0	1	1	1	4
	2010	6	10	1	9	13	39
Diplura	Total	5	6	2	8	3	24
	2009	2	5	1	6	0	14
	2010	2	1	0	2	2	7
Diptera	Total	2	5	2	6	4	19
	2009	2	1	0	5	0	8
	2010	0	3	2	0	4	9
Phallanginda	Total	1	4	1	3	0	9
	2009	1	3	0	3	0	7
	2010	0	1	1	0	0	2
Isoptera	Total	0	2	1	2	1	6
	2009	0	1	0	0	0	1
	2010	0	1	1	2	1	5
Trychoptera	Total	0	0	1	0	1	2
	2009	0	0	1	0	0	1
	2010	0	0	0	0	1	1
Total		50	98	43	95	52	338
2009		30	75	34	74	23	236
2010		15	21	7	16	26	85

Fonte – Pereira (2011).

*Cada parcela foi amostrada em sete datas: nov/2008 e março, julho e novembro de 2009 e 2010. Como cada tratamento foi repetido em cinco blocos, o total de cada tratamento corresponde a 7x5 amostras de serapilheira mais solo, obtidas com 1 anel metálico de 5,2 cm de altura e 4,8 cm de diâmetro. O número de indivíduos da mesofauna coletados em novembro de 2008 pode ser obtido por subtração entre os valores total e os de 2009 e 2010.

Apesar de não ter sido realizada uma análise estatística formal da diversidade e equitabilidade entre as datas de coleta, seus valores podem indicar o efeito das condições ambientais na comunidade edáfica. Por exemplo, a menor diversidade e

equitabilidade foram verificadas no mês de julho/2009 (respectivamente, $H = -0,62$ e $e = 0,56$, para os índices de Shannon e de Pielou) (Tabela 5). Esta baixa diversidade e equitabilidade se devem ao domínio do grupo Acarina (114 indivíduos, que corresponderam a 80% do total dos indivíduos da mesofauna coletados nessa data) (Tabela 2) sobre os demais grupos. Provavelmente, as condições climáticas de 2009 favoreceram os Acarina pelo maior índice pluviométrico (Figura 2). No período anterior a julho de 2009, apesar das intensas chuvas, as parcelas não apresentavam ainda acúmulo significativo de biomassa. A combinação de umidade ainda alta e acúmulo de biomassa herbácea, em julho de 2009, favoreceu o grupo Acarina. Daí em diante, a umidade e a quantidade de indivíduos do grupo Acarina diminuíram, e o equilíbrio entre as populações melhorou. Resultados semelhantes foram encontrados por Hoffmann *et al.* (2009) e Almeida (2010).

Tabela 5 – Índice de Shannon (H) e índice de equitabilidade de Pielou (e) calculados em novembro de 2008 e março, julho e novembro de 2009 e 2010, baseado em 25 amostras de solo mais serapilheira, obtidas com 1 anel metálico de 5,2 cm de altura e 4,8 cm de diâmetro.

Índices	Mês/Ano						
	nov/08	mar/09	jul/09	nov/09	mar/10	jul/10	nov/10
H	1,530	1,529	0,620	0,701	1,349	1,388	1,171
e	0,950	0,786	0,565	0,638	0,838	0,713	0,845

Fonte – Pereira (2011).

O maior valor do índice de Shannon (1,53) e de Pielou (0,95) foi observado no mês de novembro/2008 e mostra que o número total de indivíduos coletados neste período está distribuído entre os diferentes grupos de maneira mais equitativa ou, equivalentemente, essa menor dominância do grupo Acarina no período seco imprimiu uma maior diversidade no ambiente (GOMES; FERREIRA, 2004).

Observa-se, assim, que uma maior diversidade e equitabilidade não implicam maior número de indivíduos nem condições ambientais mais favoráveis à mesofauna, pois novembro é um mês seco, e que, em 2009 e 2010, foram coletados os menores totais de indivíduos da mesofauna (Tabela 2). Em novembro de 2008, foram capturados apenas 17 indivíduos, distribuídos em 5 grupos, sendo: 5 Acarina, 5 Collembola, 3 Diplura, 2 Coleoptera e 2 Diptera. Em novembro, a precipitação foi pequena ou ausente (Figura 4), e as condições ambientais e a quantidade de

alimento diminuíram, reduzindo a quantidade de organismos edáficos e, ao mesmo tempo, equilibrando-os quantitativamente entre os grupos. Ao estudar a mesofauna edáfica em área de Caatinga, Almeida (2010) obteve resultados semelhantes ao observar muitos indivíduos e menor diversidade e equitabilidade em janeiro (início do período chuvoso na região) e menos indivíduos e maior diversidade e equitabilidade em outubro (período seco na região).

4 CONCLUSÕES

A comunidade da mesofauna edáfica apresentou abundância, diversidade e equitabilidade reduzidas, caracterizando o alto grau de degradação ambiental da área estudada.

A densidade média das comunidades da mesofauna edáfica da área degradada estudada manteve-se abaixo de 1100 indivíduos/m² de superfície do solo, muito abaixo dos valores normalmente reportados para áreas preservadas de Caatinga.

As três espécies arbóreas nativas não afetaram quantitativamente a comunidade da mesofauna edáfica, porém o plantio consorciado aumentou a diversidade e a equitabilidade medidas pelos índices de Shannon e de Pielou, respectivamente.

A comunidade de ácaros predominou na estação úmida, e os colêmbolos no período seco.

REFERÊNCIAS

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

ARAUJO K. D. *et al.* Influência da precipitação pluvial sobre a mesofauna invertebrada do solo em área de Caatinga no semiárido da Paraíba. **Geoambiente On-line**, v.12, p.1-12, 2009. Disponível em: <<http://www2.jatai.ufg.br/ojs/index.php/geoambiente>>. Acesso em: 5 dez. 2010.

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

BEZERRA, J. E. S. *et al.* Caracterização física do Estado da Paraíba. In: BEZERRA, J. E. S. (Ed.). **Atualização do diagnóstico florestal do Estado da Paraíba.** João Pessoa: SUDEMA, 2004, p.17-82.

CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. de. **Fauna de Solo:** Aspectos Gerais e Metodológicos. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 112). fev. 2000. 46p.

DAMASCENO, M. M. **Composição bromatológica de forragem de espécies arbóreas da Caatinga paraibana em diferentes altitudes.** 2007, 61f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Campina Grande.

DRESCHER, M. S. *et al.* **Mesofauna como bioindicador para avaliar a eficiência da revegetação com *Lupinus albescens* em solo arenizado do sudoeste do Rio Grande do Sul.** In. XXXI Congresso Brasileiro de Ciências do solo. Serrano Centro de Convenções – Gramado-RS. 4p. ago. 2007.

DRUMOND, M. A., *et al.* Produção, distribuição da biomassa e composição bromatológica da parte aérea da faveleira. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias.** Recife, PE, UFRPE. v.2, n.4, p.308-310, out./dez., 2007.

DUCATTI, F. **Fauna edáfica em fragmentos florestais e em áreas reflorestadas com espécies da Mata Atlântica.** 2002. 70f. Dissertação (Mestrado Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FIGUEIREDO J. M. **Revegetação de áreas antropizadas da Caatinga com espécies nativas.** 2010, 47f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Saúde e Tecnologia Rural. Patos-PB.

GOOGLE EARTH, 2009. Disponível em: <<http://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/index.html>>. Acesso em: 10 de set. 2010.

GOMES A. S.; FERREIRA S. P. **Análise de Dados Ecológicos**. Universidade Federal Fluminense Instituto de Biologia Centro de Estudos Gerais Departamento de Biologia Marinha. Apostila, Niterói, 2004. Disponível em: <<http://www.uff.br/ecosed/apostila.pdf/>>. Acesso em: 22 jan. 2010.

HOFFMANN, R. B. *et al.* Diversidade da mesofauna edáfica como bioindicadora para o manejo do solo em Areia, Paraíba, Brasil. **Revista Caatinga**. Mossoró, v.22, n3, p 121-125, jul./set. 2009.

INMET - **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 02 de Nov. 2010.

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

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca PAN-Brasil**. 2004. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/sitio/>. Acesso em: 08 jan. 2010.

MOÇO, M. K. da S. *et al.* Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.4, p.565-571, Jul/Ago 2005.

OLIVEIRA, E. P.; RODRIGUES, M. R. L. **A diversidade vegetal x diversidade da fauna do solo em áreas recuperadas com espécies florestais**. II Workshop de Avaliação Técnica e Científica da Rede CTPetro Amazônia Manaus/Amazonas – Brasil. 2006. Artigo. Disponível em: <<http://projetos.inpa.gov.br/ctpetro/workshop>>. Acesso em: 24 de jan. 2010.

PEREIRA FILHO, J. M. *et al.* Efeito do tratamento com hidróxido de sódio sobre a fração fibrosa, digestibilidade e tanino do feno de jurema preta (*Mimosa tenuiflora*, Wild). **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 32 n. 1. p. 70-76. 2003.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: Agricultura em regiões tropicais**. 9. ed. São Paulo: Nobel. 2002, p.139-160.

REINERT, D. J. Recuperação de solos em sistemas agropastoris. In: DIAS, L. E.; MEILO, J. W. V. de. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, Departamento de Solos; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998, p.163-176.

SAMPAIO, I. B. M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia/UFMG. 1998, 221p.

SILVA, A. M. A. *et al.* Aceitabilidade dos ovinos a espécies lenhosas do semi-árido paraibano. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 1998, Botucatu. **Anais...** Soc. Bras. de Zootec. 1998, p.230-232.

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

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

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics.** New York : McGraw -Hill, 1960. 481p.

NUNES, S. T. **Recuperação de áreas degradadas da Caatinga com a espécie nativa jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret) sem acúleos e faveleira (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl.) sem espinhos.** No prelo. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Saúde e Tecnologia Rural. Patos-PB.

VASCONCELOS, V. R. **Caracterização química e degradação de forrageiras do semi-árido brasileiro no rumem de caprinos.** 1997, 85f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.