

## DEPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM ÁREAS DE CAATINGA SOB DIFERENTES DENSIDADES DE CAPRINOS

RÔMULO GIL DE LUNA<sup>1</sup>, ALBERICIO PEREIRA DE ANDRADE<sup>2</sup>, JACOB SILVA SOUTO<sup>3</sup>, JOÃO GIL DE LUNA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Docente da Unidade Acadêmica de Ciência e Tecnologia Ambiental. Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Universidade Federal Campina Grande. Rua Jairo Vieira Feitosa, 1770. Pereiros. 58840-000 Pombal-PB.

<sup>2</sup>Docente da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Garanhuns. Avenida Bom Pastor, S/Nº. Boa Vista. 55292-270 Garanhuns-PE.

<sup>3</sup>Docente da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal. Universidade Federal de Campina Grande. Av. Universitária, S/Nº. Santa Cecília. 58700-970 Patos-PB.

<sup>4</sup>Docente do Departamento de Estatística. Universidade Estadual da Paraíba. Rua Juvêncio Arruda, S/Nº. Bodocongó. 58109-790 Campina Grande-PB.

Recebido em 06 de outubro de 2015. Aceito em 26 de agosto de 2016. Publicado em 31 de março de 2017.

**RESUMO** - O Cariri paraibano tem recebido atenção especial devido ao nível de degradação ambiental que o coloca entre os ambientes do semiárido em visível processo de desertificação. Objetivou-se avaliar a deposição de serapilheira em áreas de Caatinga sob diferentes densidades de caprinos, visando a sua utilização como indicadora de ambientes degradados. O estudo foi realizado na Fazenda Experimental Bacia Escola, em São João do Cariri-PB. A densidade de caprinos foi de 3 animais.ha<sup>-1</sup> (tratamento I) e 1,5 animais.ha<sup>-1</sup> (tratamento II) e sem animais (tratamento III). Foram distribuídas, em cada área experimental, 30 coletores de serapilheira, sendo a coleta realizada mensalmente. Estatisticamente, considerou-se as medidas obtidas de um experimento com um fator em três níveis, em 2012 e 2013. A deposição anual em 2012, nos tratamentos T<sub>2</sub> e T<sub>3</sub> e no ano de 2013, em todos os tratamentos, foi muito baixa, até mesmo para os padrões da Caatinga. Os baixos valores de serapilheira registrados, em comparação aos observados em áreas de Caatinga preservadas são bons bioindicadores de distúrbios, podendo subsidiar planos de manejo florestal, bem como indicadores de áreas degradadas pelo pastejo permanente. O número de caprinos nas áreas estudadas encontra-se acima da capacidade de suporte, podendo gerar focos de desertificação. Fica explícita a necessidade de mais conhecimento sobre a capacidade de suporte de outras áreas da Caatinga para que se possa melhor entender, explorar e preservar este complexo e pouco conhecido bioma.

**PALAVRAS-CHAVE:** SEMIÁRIDO; DESERTIFICAÇÃO; CAPACIDADE DE SUPORTE; INDICADORES ECOLÓGICOS.

### LITTER DEPOSITION IN AREAS OF CAATINGA UNDER DIFFERENT DENSITIES OF GOATS

**ABSTRACT** - The “Cariri Paraibano” has received special attention due to its level of environmental degradation that includes it in the semiarid environments under process of desertification. This study aimed to evaluate the litter deposition in areas of Caatinga under different densities of goats, considering its use as an indicator of degraded environments. The study was carried out on the Experimental Farm “Bacia Escola”, in the municipality of São João do Cariri, Paraíba State, Brazil. The density of goats was of 3 animals/ha<sup>-1</sup> (Treatment I) and 1.5 animals/ha<sup>-1</sup> (Treatment II) and no animals (Treatment III). Thirty litter collectors were distributed in each experimental area, and the collection was performed monthly. Statistically, we considered the measurements obtained from an experiment with a factor at three levels, in 2012 and 2013. The annual deposition in 2012 in T<sub>2</sub> and T<sub>3</sub>, and in 2013 in all treatments was very low, even for the patterns of the Caatinga. The low values of

litter recorded in this study, compared to those observed in preserved Caatinga areas, are good bioindicators of disturbances, and can subsidize forest management plans, as well as indicators of areas degraded by permanent grazing. The number of goats in the studied areas is above the support capacity, and can lead to desertification. Thus, it is clear the need for further knowledge of the support capacity in other areas of Caatinga to better understand, explore and preserve this complex and little-known biome.

**KEYWORDS:** *SEMI-ARID; DESERTIFICATION; SUPPORT CAPACITY; ECOLOGICAL INDICATORS.*

---

## DEPOSICIÓN DE HOJARASCA EN ÁREAS DE CAATINGA BAJO DIFERENTES DENSIDADES DE CAPRINOS

**RESUMEN** - El Cariri paraibano ha recibido atención especial debido al nivel de degradación ambiental que lo coloca entre los ambientes del semiárido que están en proceso evidente de desertificación. El objetivo de este estudio fue evaluar la deposición de hojarasca en áreas de Caatinga bajo diferentes densidades de caprinos, visando su utilización como indicadora de ambientes degradados. El estudio fue realizado en la Granja Experimental "Bacia Escola, en São João do Cariri, en el estado de Paraíba, Brasil. Las densidades de caprinos fueron de 3 animales/ha<sup>-1</sup> (Tratamiento I), 1,5 animales/ha<sup>-1</sup> (Tratamiento II) y sin animales (Tratamiento III). Se distribuyeron, en cada área experimental 30 recolectores de hojarasca, y se realizó la colecta mensualmente. Estadísticamente, se consideraron las medidas obtenidas de un experimento con un factor en tres niveles, en 2012 y 2013. La deposición anual en 2012 en los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> y en el año 2013 en todos los tratamientos fue muy baja, incluso para los patrones de la Caatinga. Los valores bajos de hojarasca registrados en este estudio, en comparación a los observados en áreas de Caatinga preservadas, son buenos bioindicadores de disturbios, pudiendo subsidiar planes de manejo forestal, y, además, son indicadores de áreas degradadas por el pastoreo permanente. El número de caprinos en las áreas estudiadas se encuentra por encima de la capacidad de soporte, pudiendo generar focos de desertificación. Por lo tanto, está clara la necesidad de más conocimientos acerca de la capacidad de soporte de otras áreas de Caatinga para que se pueda entender, explorar y preservar mejor este complejo bioma, todavía poco conocido.

**PALABRAS CLAVE:** *REGIÓN SEMIÁRIDA; DESERTIFICACIÓN; CAPACIDAD DE CARGA; INDICADORES ECOLÓGICOS.*

---

## INTRODUÇÃO

A Caatinga compreende um complexo vegetacional, reunindo ambientes muito diversificados cujo conhecimento ecológico ainda encontra-se em construção (Andrade 2011). Cobrindo a maior parte do semiárido brasileiro, nessa vegetação são identificados fitofisionomias e conjuntos florísticos diversificados, cuja distribuição é determinada, em grande parte, pelo clima, relevo e embasamento geológico, resultando em ambientes ecológicos bastante distintos (Aguiar et al. 2002). A heterogeneidade biofísica desse bioma se justifica pela vastidão territorial ocupada, devendo-se considerar, também, o histórico de uso, que já deixou marcas profundas, muitas vezes irreparáveis, na paisagem (Sampaio e Sampaio 2002).

O manejo florestal destas matas secas para fins forrageiros começou no início da década de 1980, no Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos, da EMBRAPA, em Sobral-CE, quando alguns pesquisadores apontaram o estrato arbóreo de espécies da Caatinga como sendo parte da oferta de forragem para os animais (Gariglio 2010), porém o uso da Caatinga como pastagem nativa para os rebanhos remonta ao período colonial de ocupação do interior do Nordeste do Brasil. Durante os períodos de seca, as espécies caducifólias perdem suas folhas, frutos e galhos finos, formando a serapilheira que, segundo Bakke et al. (2010), também é aproveitada como alimento pelos rebanhos, aumentando a importância desse componente na dieta dos animais.

Essa necromassa desempenha diversas funções no equilíbrio dos ecossistemas terrestres (Odum 1988). Sua produção reflete diretamente a quantidade de nutrientes com potencial de retorno ao solo e seu acúmulo o grau de perturbação dos ecossistemas (Vital et al. 2004; Fernandes et al. 2006; Scoriza et al. 2012). A remoção da serapilheira pelo gado, afeta o solo de diversas maneiras, por ser conhecido o fato de que ela o protege contra impactos erosivos das chuvas, compactação, insolação, extremos de temperatura, além de repor alguns elementos químicos indispensáveis ao bom desenvolvimento das plantas. Uma vez removida pelos rebanhos, os elementos químicos nela contidos são incorporados aos tecidos dos animais e perdidos por exportação, na forma de zoomassa, quando os animais são destinados ao mercado, empobrecendo progressivamente o ecossistema onde se encontravam, uma vez que, segundo Menezes et al. (2012), um dos processos mais importantes de empobrecimento dos solos da Caatinga é o escoamento de produtos animais.

Atualmente, há uma diversidade de indicadores de recuperação de áreas degradadas, e dentre esses indicadores, o aporte de serapilheira tem recebido crédito (Martins et al. 2010), devida a sua presença no ambiente indicar a capacidade de automanutenção e autorrecuperação de uma determinada área (Kühl et al. sem data).

De acordo com os referidos autores, as quantidades de serapilheira acumuladas em áreas de pastagem tendem a ser menores, indicando reduzida capacidade de autorrecuperação dessas áreas.

Na Caatinga, a produção de serapilheira está diretamente relacionada com a estiagem, tendo maior produção no início da estação seca (Souto 2006; Costa et al. 2010), acumulando-se sobre o solo, protegendo-o contra os rigores climáticos e fertilizando-o (Maia 2004), Serve, também, de habitat para uma vasta gama de micro, meso e macro-organismos, para depois ser degradado pelos organismos edáficos, logo após a chegada das primeiras chuvas, não ocorrendo grande acúmulo de material orgânico na superfície do solo (Moço et al. 2005; Souto 2006; Costa et al. 2007).

Nesse contexto, objetivou-se neste trabalho avaliar o acúmulo de serapilheira em áreas de Caatinga sob diferentes densidades de caprinos, buscando identificar se existe uma relação de dependência do acúmulo desse produto com a precipitação no biosistema, como também, com a densidade de caprinos nelas imputadas. Espera-se que os resultados obtidos possam ser utilizados como indicador ecológico de áreas degradadas ou sinalizador de distúrbios de origem antrópica.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### *Localização das áreas de estudo*

A pesquisa foi realizada na Estação Experimental Bacia Escola, de propriedade da Universidade Federal da Paraíba (7° 23' 30" S e 36° 31' 59" W), administrada pelo Centro de Ciências Agrárias (CCA), localizada no Município de São João do Cariri-PB, microrregião do Cariri Oriental, mesorregião da Borborema Central.

O município caracteriza-se pela elevada semiaridez, baixo índice pluviométrico e acentuado déficit hídrico (Andrade et al. 1999).

Os solos predominantes na Bacia Escola são os LUVISSOLOS Crômicos Vérticos, os VERTISSOLOS e os NEOSSOLOS líticos, de acordo com Chaves et al. (2000). As texturas predominantes nas áreas experimentais são franco arenosa e franco argiloarenosa.

Para avaliar o efeito do pastejo sobre o acúmulo de serapilheira, foram utilizadas três áreas de Caatinga,

doravante aqui denominadas de tratamentos:  $T_1$  (10 animais),  $T_2$  (5 animais) e  $T_3$  (Controle – sem animais). Historicamente, estas áreas (3,34 ha de capacidade) passaram pelas mesmas interferências antrópicas (corte de madeira, cultivo de subsistência e pastejo extensivo). Atualmente, elas constituem uma vegetação arbóreo-arbustiva, rarefeita, bastante esparsa e sob o pastejo permanente de caprinos machos, adultos sem padrão de raça definido ( $T_1$  e  $T_2$ ). Estes animais permaneceram nas áreas do início ao fim do experimento (2012 e 2013: período amostral). Estas condições experimentais foram implantadas em agosto de 2007 e, desta data até o final deste experimento, os caprinos se alimentaram apenas de material vegetal proveniente da própria Caatinga.

#### Disposição dos coletores em campo

Em cada área experimental foram estabelecidas três linhas de faixa, distando entre si aproximadamente 20,0 m. Ao longo dessas linhas foram delimitadas no solo, pequenas áreas com capacidade igual a 0,5 m x 0,5 m, para a coleta de serapilheira. Estas foram dispostas a cada 10,0 m, totalizando 30 por área. Optou-se por esta forma de coleta, ao invés do uso de caixas coletoras, para evitar que os caprinos confundissem as caixas com os cochos de servir forragem e se alimentassem da serapilheira depositada em seu interior, que acabaria por subestimar sua produção.

#### *Coleta do material depositado*

A cada mês, a serapilheira foi coletada manualmente, etiquetada no próprio local, transportada em sacos de papel, seca em estufa (105 °C, por 24 h) e pesada em balança analítica de precisão.

Mensalmente, na mesma época de coleta de serapilheira, foram coletadas amostras de solo, na profundidade de 0-20 cm, para a determinação do conteúdo de água (%).

Durante o período em que esta pesquisa foi realizada, foram obtidos dados de precipitação pluvial e de temperatura do ar na Estação Climatológica da Bacia Escola de São João do Cariri, Paraíba.

#### *Delineamento estatístico*

Para se verificar os efeitos dos níveis dos tratamentos  $T_1$ ,  $T_2$  e  $T_3$  no primeiro e no segundo ano de experimento (2013) sobre a variável resposta deposição de serapilheira (DS) foi realizada uma análise de variância univariada, considerando um delineamento inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo, com 30 repetições.

Para se avaliar a adequação do modelo estatístico proposto para descrever as observações foram verificadas, além da normalidade, independência e homocedasticidade dos erros, a condição de esfericidade e uniformidade da matriz de covariância para a variável DS nas 23 épocas de avaliação (meses), de acordo com Rencher e Christensen (2012).

Para comparar as médias da variável resposta em relação aos tratamentos ( $T_1$ ,  $T_2$  e  $T_3$ ) foi utilizado o teste de Tukey ao nível de 5% de significância. E, para estudar o comportamento da variável resposta em relação às épocas de avaliação foi empregada a técnica dos polinômios ortogonais objetivando determinar o modelo adequado.

Em um segundo momento, buscou-se agrupar as épocas de avaliação em duas estações (seca e chuvosa). Para tanto, atribuiu-se à estação seca (ES), os valores médios da variável resposta correspondente aos meses de seca, e à estação chuvosa (EC), os valores médios correspondentes aos meses de chuva. Após esse procedimento, os dados resultantes foram submetidos às análises estatísticas univariadas planejadas anteriormente.

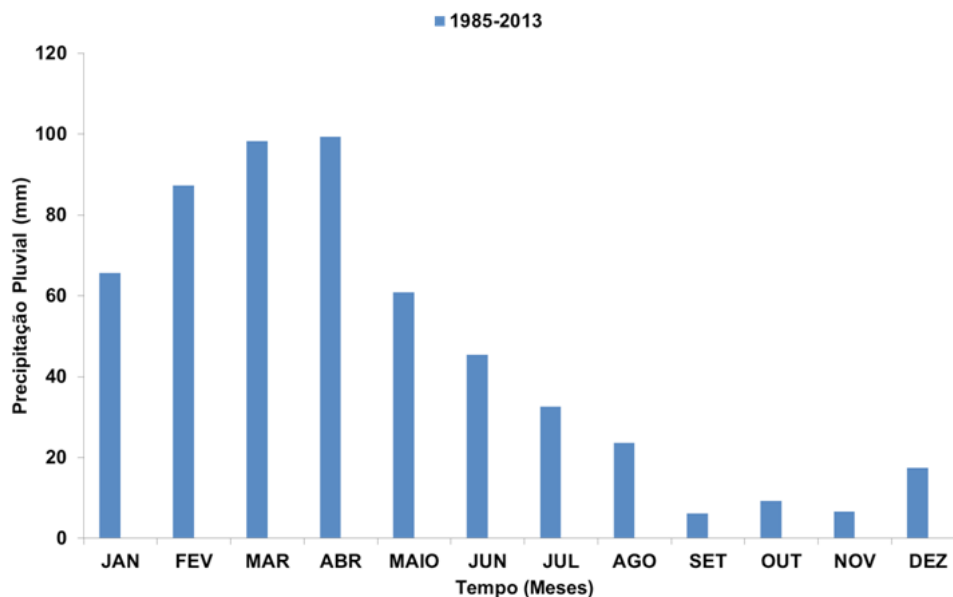
As análises univariadas foram conduzidas substituindo-se o estudo do comportamento da variável resposta através dos polinômios ortogonais por um teste de Tukey, comparando as médias da variável resposta relativas à estação de secas com a estação de chuvas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Precipitação pluvial no município de São João do Cariri-PB*

Foram observadas, a partir do histórico de precipitações no município de São João do Cariri-PB, serem as chuvas ali ocorrentes de baixa intensidade e relativamente bem distribuídas durante o período chuvoso (de janeiro a junho), bem como concentradas nos meses de fevereiro, março e abril. Neste último período as médias nunca ultrapassaram os 100 mm nos últimos 28 anos (Figura 1).

Figura 1 - Médias mensais das precipitações pluviais nos últimos 28 anos (1985-2013), no município de São João do Cariri, Paraíba.



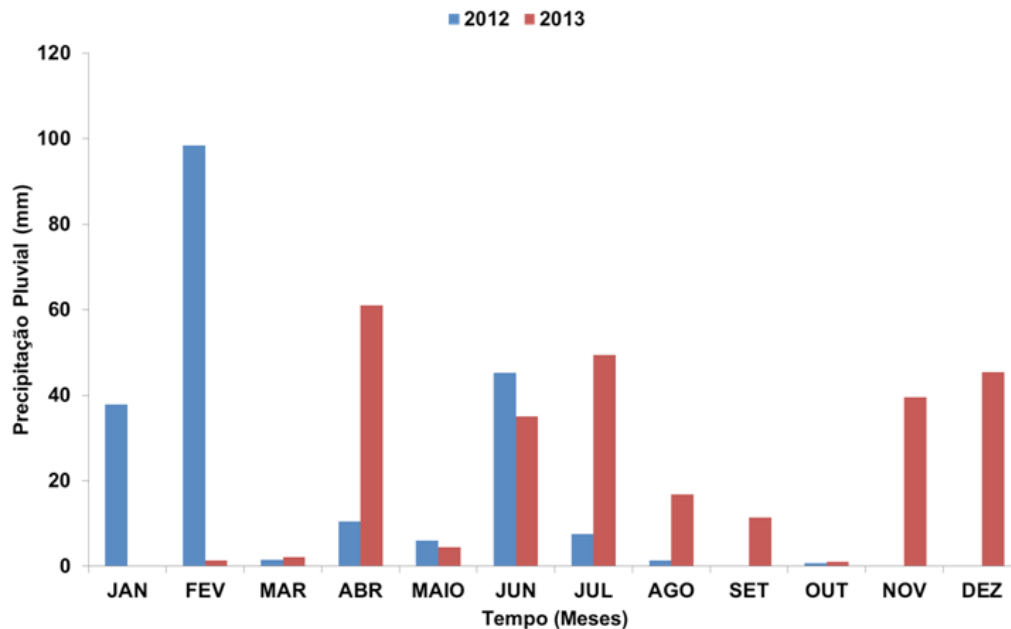
Fonte de dados: Estação Experimental de São João do Cariri, Paraíba (7° 23' 30" S e 36° 31' 59" W), altitude 458 m.

Com relação às chuvas ocorridas nos anos de realização desta pesquisa, pôde-se constatar má distribuição destas no tempo. Observou-se, no ano de 2012, pouca chuva (209,3 mm), tendo sido os meses de janeiro (37,9 mm), fevereiro (98,5 mm) e junho (45,2 mm) alcançado as mais elevadas precipitações. De agosto a dezembro do mesmo ano, as precipitações somaram pouco mais de 2,0 mm (Figura 2).

Ao se observar a pluviosidade ocorrida no ano de 2013, percebeu-se ter chovido pouco, porém um pouco mais do que no ano anterior (268 mm), tendo sido os meses de abril (61,0 mm), junho (35,0 mm) e julho (49,5 mm) os de maiores volumes de água, contrariando, de certa forma, aqueles meses que historicamente recebem os

mais elevados índices de precipitação pluvial, ou seja, fevereiro, março e abril, conforme podem ser observados na Figura 1. Isto reafirma o fato de que uma das características mais marcantes, não só da microrregião semiárida do Cariri paraibano, mas do semiárido brasileiro como um todo, é a irregularidade das chuvas no tempo, aliada ao déficit hídrico na maior parte do ano.

**Figura 2 - Precipitação pluvial mensal no município de São João do Cariri, Paraíba, durante os anos de 2012 e 2013.**



Fonte de dados: Estação Experimental de São João do Cariri, Paraíba.

Observou-se maior pluviosidade no período seco (163,9 mm) do que no período chuvoso (104,1 mm). De acordo com Sampaio (2010), o regime de chuvas na região semiárida tem como características as intensas precipitações, chegando muitas vezes a superar 100 mm em um único dia, e sazonalidade irregular, com o período chuvoso iniciando em diferentes meses, estendendo-se por períodos incertos e finalizando, também, em meses diferentes de um ano para o outro. Tais características podem ser confirmadas ao se observar a Figura 2, com dados do regime pluvial durante os anos em que esta pesquisa foi realizada. A disponibilidade hídrica foi não só limitante ao desenvolvimento das plantas, mas também, extremamente variável no tempo e no espaço.

Segundo o pensamento de Noy-Meir (1973), esta é uma característica peculiar às zonas áridas e semiáridas do planeta. A temperatura, a radiação solar e os aportes de nutrientes no ecossistema podem até variarem um pouco, mas é a precipitação pluvial, segundo ele, que é altamente variável, ocorrendo comumente em eventos descontínuos por ele chamados de pulsos de curta duração.

É de se esperar que a produção de serapilheira em ambientes com este regime de chuvas seja baixa, pois é conhecido o fato da fotossíntese ser governada, em grande parte, pela disponibilidade de água no solo e que esta água, resultante dos pulsos de precipitação, seja suficiente para garantir um pulso de produção de fitomassa e, conseqüentemente, de necromassa (a serapilheira), com o início da estiagem.

Considerando-se, por exemplo, os meses de janeiro a junho como sendo o período chuvoso verificou-se que nestes meses o volume de água atingiu apenas 199,6 mm e 104,1 mm, em 2012 e 2013, respectivamente e no período de seca (de julho a dezembro), 9,7 mm e 163,9 mm, respectivamente. Estes dois conjuntos de chuvas que precipitaram nos referidos anos de estudo foram muito baixos, porém parece que foram suficientes

para disparar o gatilho que impele o surgimento de pequenos pulsos de produção de fitomassa, refletidos na deposição de serapilheira nos meses seguintes de estiagem.

É conhecido o fato de ser a precipitação pluvial responsável, em grande parte, pelo controle das fenofases de muitas espécies de plantas da Caatinga (Leite e Machado 2009; 2010) como, também, o é de que outras espécies respondem diferentemente à presença desse fator limitante. Isto é facilmente perceptível em uma breve incursão pela Caatinga. Nela observam-se, numa mesma época e em uma mesma área, indivíduos da mesma espécie exibindo fenofases distintas. Umas com frutos, outras com flores, ou apenas com folhas e flores e, ainda, outras sem nenhuma destas estruturas ou com todas elas.

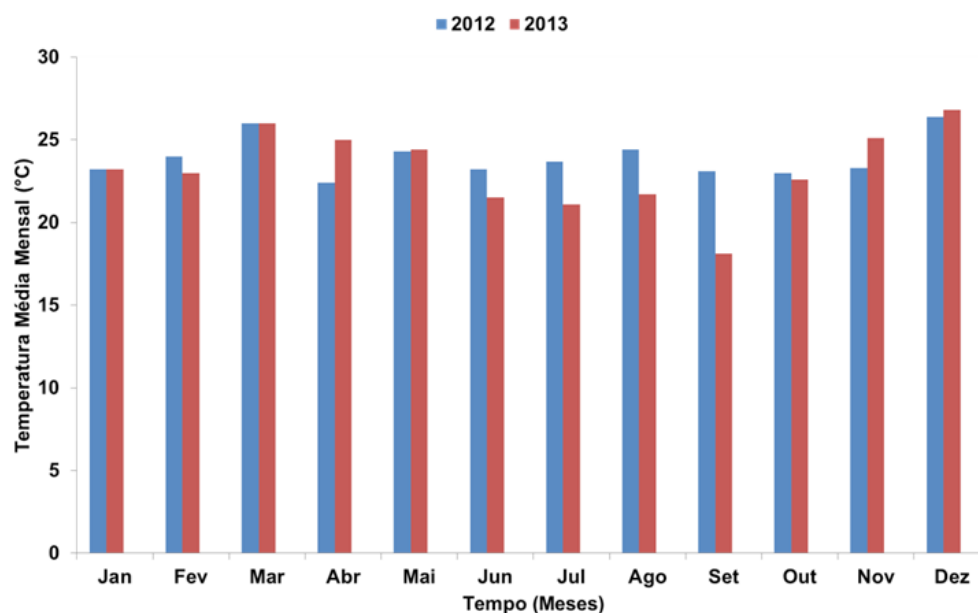
É, provavelmente, com base nestas características dissimilares das plantas que a produção de serapilheira na Caatinga é contínua durante o ano todo, como bem o disseram Carreira et al. (2006) e Silva et al. (2007; 2009).

#### *Variações das temperaturas e do conteúdo de água no solo*

Na Figura 3 são apresentados os dados de temperaturas médias mensais no município de São João do Cariri-PB, durante os anos de 2012 e 2013.

Ao se observar os dados de temperaturas médias mensais dos anos de 2012 e 2013 constatou-se que as médias mais altas (acima de 26 °C) foram registradas nos meses de março e dezembro dos referidos anos. No ano de 2012, as médias estiveram acima dos 24 °C, tanto no período chuvoso quanto no período de seca. Por outro lado, no ano de 2013, as temperaturas estiveram abaixo dos 23 °C entre os meses de junho e setembro. Estas médias de temperatura estão de acordo com aquelas registradas na maior parte das áreas de Caatinga, uma vez que, segundo Mendes (1997), elas variam de 23 °C a 27 °C e são mais ou menos constantes em toda a região semiárida, tanto ao longo das latitudes como em relação às longitudes e durante todo o ano. De acordo com Silva et al. (1993), as poucas oscilações que ocorrem nas médias de temperatura da região semiárida são mais provocadas pela altitude (médias que variaram entre 23 °C e 25 °C) do que pelas alterações na insolação.

**Figura 3 - Temperaturas médias mensais no município de São João do Cariri, Paraíba, durante os anos de 2012 e 2013.**



Fonte: Estação climatológica da Bacia Escola de São João do Cariri, Paraíba.

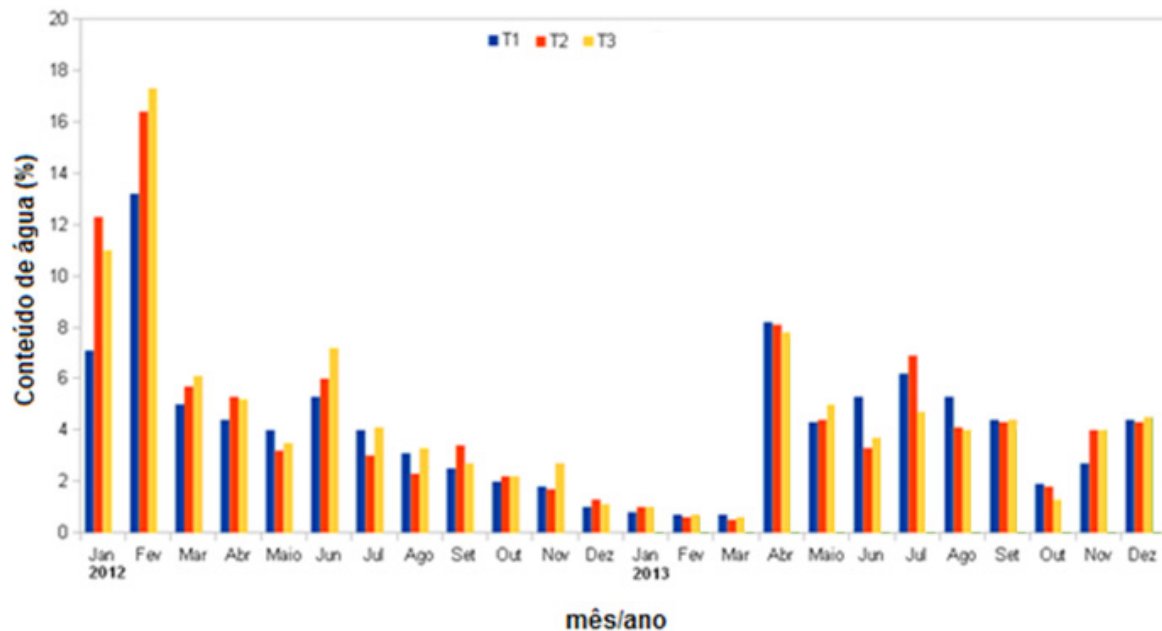
Em suma, parece coerente afirmar que as temperaturas médias mensais registradas nos anos em que esta pesquisa foi realizada, foram relativamente amenas para os padrões da região semiárida, que geralmente são mais elevadas (atingindo médias de até 27,5 °C).

Mesmo considerando as temperaturas serem geralmente mais baixas nos meses onde as precipitações são mais elevadas, ou seja, fevereiro, março e abril (Figura 3), não se observou este fenômeno durante os anos de 2012 e 2013, provavelmente por terem sido anos atípicos para a variável precipitação pluvial, que foi muito baixa.

Na Figura 4 são apresentados os conteúdos de água no solo das áreas estudadas, em função dos meses, nos anos de 2012 e 2013. Esses dados foram obtidos a cada 30 dias, o intervalo entre uma coleta e outra.

Verificou-se que o conteúdo de água no solo (0-20 cm) das áreas estudadas foi, na maioria dos meses, muito baixo, salvos os meses com alguma precipitação pluvial (janeiro e fevereiro de 2012 e, em menor quantidade, abril de 2013). Isto se deve ao fato das precipitações terem sido muito baixas e as temperaturas muito altas, pois o conteúdo de água no solo resulta, principalmente, do balanço de água que nele chega (na forma de precipitação) e da água que dele sai (na forma de evapotranspiração).

**Figura 4 - Conteúdo de água no solo em áreas de caatinga, no município de São João do Cariri, Paraíba.**



Sabe-se, também, que na região semiárida brasileira a evapotranspiração potencial pode exceder a precipitação em mais de quatro vezes. Isto permite conjecturar que, o semiárido brasileiro tem potencial quatro vezes maior de “chover para cima” do que para baixo. Esta condição climática frustra as chances de desenvolvimento e sustentabilidade na região, sobretudo das atividades que requerem o uso direto da água, como a agricultura e a piscicultura.

Embora a pecuária tenha maiores chances de desenvolvimento do que a agricultura em zonas secas, até mesmo esta atividade corre sérios riscos na região semiárida brasileira, principalmente enquanto não se dispôr de informações sobre a capacidade de suporte das áreas aonde ela vem sendo praticada. Segundo Sampaio (2010), onde a taxa de lotação foi excedida, a degradação ambiental esteve quase sempre presente, refletida na depauperação da vegetação arbustiva e herbácea pelo gado, além da eliminação de plântulas e ramos das espécies arbóreas. Ainda de acordo com o referido autor, os efeitos desta eliminação sistemática na composição florística das pastagens nativas da Caatinga são ainda desconhecidos.



### *Análises estatísticas*

As análises estatísticas efetuadas sobre a variável resposta deposição de serapilheira (DS) consideraram serem as medidas obtidas de um experimento com um fator (*One-Way*) em três níveis  $T_1$ ,  $T_2$  e  $T_3$  (em 2012 e 2013) com as medidas repetidas no tempo (mês). Isto é, a serapilheira foi avaliada mensalmente nas mesmas unidades experimentais. Este esquema de obtenção de informação sobre esta variável resposta permite que as análises estatísticas sejam realizadas multivariadamente, considerando que as medidas de serapilheira nos meses subsequentes sejam dependentes daquelas observadas nos meses anteriores.

De acordo com Rencher e Christensen (2012), se a variável em estudo atende às suposições de normalidade, independência e circularidade da matriz de covariância entre os meses de avaliação, as análises estatísticas podem e devem ser realizadas considerando-se que os dados sobre a serapilheira tenham sido obtidos de um delineamento inteiramente casualizado com parcelas subdivididas (*Split-plot*) no tempo, facilitando sobremaneira a interpretação dos resultados das análises estatísticas e evidenciando-se os achados da pesquisa.

### *Deposição de serapilheira*

As análises preliminares realizadas, com o objetivo de checar as suposições acerca do modelo estatístico proposto para descrever as observações, constataram através dos coeficientes de variação (C.V.) estimados, que os valores de serapilheira variaram muito, comprometendo a precisão do experimento em nível de campo, conforme pode ser visualizado na coluna 2 da Tabela 1 (anos de 2012 e 2013). Mesmo sendo coerente admitir que os resultados das amostras no mesmo mês sejam independentes e que de um mês para outro sejam dependentes, as condições de normalidade e homogeneidade das variâncias nos tratamentos, em cada mês, não foram suportadas, uma vez que ao conduzir o teste de Shapiro-Wilk (1965), para normalidade e os testes de Levene (1960) e de Bartlett (1937) para homogeneidade das variâncias, constatou-se que existem fortes evidências de que estas hipóteses são rejeitadas (ver colunas 2, 3 e 4 da Tabela 1). Diante de tal situação, buscou-se fazer uma transformação nos dados com o objetivo de aproximar da distribuição normal e estabilizar a variância. Contudo, ao se implementar a transformação sugerida por Box e Cox (1964), através do programa SAS versão 9, constatou ser inviável para quase a totalidade dos dados considerados mês-a-mês no ano de 2012, porém viável para os dados obtidos no ano de 2013.

Frente à impossibilidade de analisar os dados de serapilheira (de 2012) de acordo como foi planejado no projeto original, ao explorá-los, deu-se preferência à estatística descritiva em detrimento da estatística não-paramétrica, pois não foram encontradas evidências suficientes para teorizar sobre os efeitos dos tratamentos e do tempo (mês) sobre a variável serapilheira.

Com relação aos dados de 2013, buscou-se num primeiro momento, explorar os resultados através das técnicas descritivas e em seguida utilizar as técnicas não-paramétricas com o objetivo de obter alguns resultados.

Os resultados das análises descritivas basearam-se apenas nos valores médios de serapilheira relativos aos tratamentos, aos meses e à interação Tratamento x Mês. Estes valores encontram-se nas Tabelas 1 e 2.

Como pode ser vista na linha mediana, com as médias anuais por tratamento do ano de 2012 (Tabela 1), o comportamento do acúmulo médio de serapilheira relativos aos tratamentos independentemente do mês, não

apresentou um comportamento sistemático esperado, ou seja,  $T_3 > T_2 > T_1$ , e não o contrário. Porém, existem evidências de  $T_1 > T_2 > T_3$ , embora não sejam suficientes para rejeitar estatisticamente a hipótese de igualdade das médias do acúmulo de serapilheira relativas aos tratamentos.

**Tabela 1 - Valores obtidos dos coeficientes de variação (C.V), da estatística de Shapiro-Wilk (W) para o teste de normalidade, das estatísticas de Levene e Bartlett (F e  $X^2$ ) para o teste de homogeneidade das variâncias e das médias de deposição de serapilheira relativas aos tratamentos, em cada mês dos anos 2012 e 2013.**

Colheita de referência	C.V (%)	Valores obtidos para a Estatística de Shapiro-Wilk W	Valores obtidos para as estatísticas de: Levene e Bartlett		Valores médios de serapilheira por tratamento e coleta ( $g.m^{-2}$ )		
			F	$X^2$	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Fev/2012	109,1	0,81**	4,42*	55,99**	17,334	11,703	7,572
Mar/2012	141,4	0,67**	0,95	38,73**	25,595	17,627	7,132
Abr/2012	168,7	0,71**	3,92*	64,47**	27,168	10,094	5,840
Mai/2012	133,1	0,87**	6,53**	29,18**	33,399	14,108	10,997
Jun/2012	116,2	0,89**	3,78*	22,11**	31,441	16,583	9,803
Jul/2012	121,2	0,90**	4,58*	18,08**	25,215	10,942	8,923
Ago/2012	146,4	0,76**	0,05	0,51	24,200	11,527	15,056
Set/2012	173,5	0,64**	0,62	13,43**	10,436	5,910	4,531
Out/2012	160,6	0,86**	7,33**	85,55**	18,691	7,751	1,766
Nov/2012	169,7	0,71**	3,86*	63,74**	26,863	10,117	5,782
Dez/2012	214,7	0,66**	2,20	98,74**	15,933	5,698	1,597
<b>Média</b>	-	-	-	-	<b>23,30</b>	<b>11,10</b>	<b>7,18</b>
Jan/2013	-	-	-	-	0,000	0,000	0,000
Fev/2013	237,7	0,6879**	4,61**	296,7**	22,865	8,192	0,554
Mar/2013	447,0	0,4496**	4,06**	148,5**	6,576	0,757	2,888
Abr/2013	202,8	0,6587**	7,14**	235,4**	21,439	7,212	1,461
Mai/2013	158,7	0,8174**	21,21**	483,3**	18,940	9,092	1,628
Jun/2013	171,9	0,7742**	2,08*	113,7**	12,735	7,934	1,916
Jul/2013	209,6	0,6159**	0,78	52,8**	5,863	3,745	6,824
Ago/2013	-	-	-	-	0,000	0,000	0,000
Set/2013	182,6	0,7687**	3,97**	39,3**	11,839	3,933	6,286
Out/2013	-	-	-	-	0,000	0,000	0,000
Nov/2013	182,4	0,7448**	1,37	28,8**	4,937	2,777	3,096
Dez/2013	279,3	0,3355**	1,11	337,6**	9,463	16,271	2,227
<b>Média</b>	-	-	-	-	<b>9,555</b>	<b>4,993</b>	<b>2,240</b>

(\*\*) Hipótese nula rejeitada ao nível de 1% de significância;

(\*) Hipótese nula rejeitada ao nível de 5% de significância.

Hipóteses nulas e hipóteses alternativas contrastadas:

$H_0$ : os erros seguem uma distribuição normal vs  $H_1$ : os erros não seguem uma distribuição normal; (teste de Shapiro –Wilk)

$H_0$ : as variâncias dentro dos tratamentos são homogêneas vs  $H_1$ : as variâncias dentro dos tratamentos não são homogêneas (testes de Levene e de Bartlett).

Analogamente, conforme pode ser visto na última linha da mesma tabela, o comportamento do acúmulo médio de serapilheira relativo aos tratamentos independente do mês (de coleta), no ano seguinte (2013), também não apresentou um comportamento sistemático esperado, ou seja, que a testemunhas ( $T_3$ ) apresentasse maior acúmulo de serapilheira do que os tratamentos  $T_1$  ou  $T_2$ .

Observou-se a deposição média de serapilheira relativa aos tratamentos ter praticamente o mesmo comportamento dentro de cada mês e as médias da deposição de serapilheira, em relação aos meses dentro de

cada tratamento, terem sido praticamente as mesmas, isto indicou, provavelmente, não existir interação entre os tratamentos e os meses, ou seja, a deposição de serapilheira em relação aos tratamentos tem comportamento semelhante de um mês para outro ou a deposição de serapilheira em relação aos meses tem comportamento semelhante de um tratamento para outro. Este comportamento foi provavelmente devido às baixas precipitações pluviárias e, principalmente, à irregularidade das chuvas, aliadas à baixa variabilidade das temperaturas ocorridas durante os anos de 2012 e 2013 (Figuras 2 e 3), que acabaram por criar um quadro climático sem uma nítida transição estacional, que acabou nivelando por baixo a deposição de serapilheira entre os meses e os tratamentos (Tabelas 1, 2 e 3).

A ecologia revela que a produção do referido material é contínua durante o ano todo, porém ela é mais pronunciada na transição do período chuvoso para o período seco (Costa et al. 2010; Carreira et al. 2006; Silva et al. 2007; 2009), fenômeno este não muito perceptível durante os anos em que esta pesquisa foi realizada. É comum, nesta transição, alguns fatores físicos e químicos limitantes variarem muito, tais como, precipitação, evapotranspiração, umidade do solo, temperatura e radiação solar, bem como, o fotoperíodismo e a velocidade dos ventos (Portes et al. 1996; Sundarapandian e Swamy 1999; Santana et al. 2009). Cada fator deste deve ter sua parcela de influência sobre as fenofases das plantas, sendo capaz de influenciar um comportamento diferenciado dos padrões esperados (Figuras 5 e 6). Santana (2005), em estudo sobre o aporte de serapilheira no Seridó do Rio Grande do Norte, sugeriu a possibilidade de a produção de serapilheira na Caatinga está, não apenas diretamente relacionada com os fatores climáticos, mas também ao comportamento decíduo ou perene das espécies ali encontradas e à proporção destas espécies na comunidade a qual pertence.

No Quadro 1 são apresentados os valores médios da deposição de serapilheira relativos aos meses (coletas).

**Quadro 1 - Valores médios da deposição de serapilheira ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) relativos aos meses nos anos de 2012 e 2013.**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2012		12,203	16,785	14,367	19,502	19,276	15,027	16,928	6,959	9,403	14,254	7,743
2013	0,00	7,241	2,044	6,118	6,029	4,430	5,046	0,000	6,978	0,000	5,233	8,648

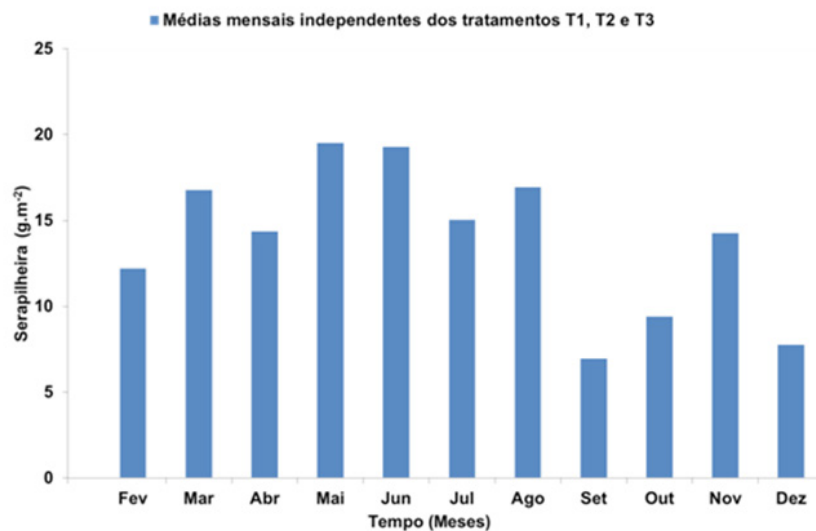
Ao se observar os valores médios de serapilheira em relação aos meses, independentes dos tratamentos, nos anos de estudo, constatou-se parecer razoável afirmar haver evidência de que pelo menos duas médias difiram entre si em cada ano.

Nas Figuras 5 e 6 estão representados os mesmos valores contidos na Quadro 1, para melhor visualizá-los mês a mês ao longo dos anos de 2012 e 2013, respectivamente.

Observando-se os valores médios da deposição de serapilheira, independentes dos tratamentos no ano de 2012, percebeu-se que o maior aporte deste material ocorreu nos meses de março a agosto (Figura 6), embora esta suposta superioridade não tenha sido estatisticamente comprovada. Ao se observar as precipitações ocorridas neste período (Figura 3), constatou-se serem necessários apenas pouco mais de 200 mm para desencadear um pulso de produção. Percebeu-se ainda, quanto ao aporte de serapilheira, variação de aproximadamente  $7,0 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2} - 19,5 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ .

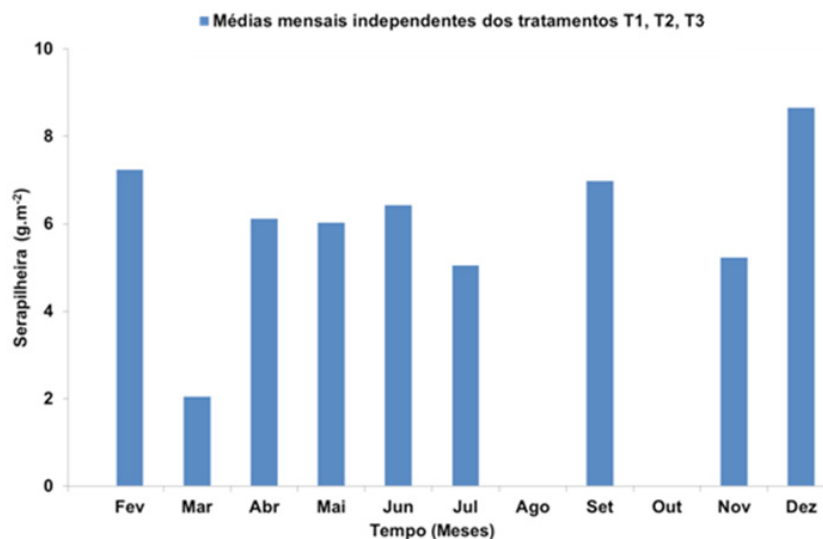
No ano seguinte (2013), observou-se ter sido o aporte de serapilheira inferior ao do ano anterior, variando de  $0,0 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2} - 8,7 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  (Figura 6).

Figura 5 - Valores médios da deposição de serapilheira ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) relativos aos meses de coleta (ano de 2012) em três áreas de Caatinga, no município de São João do Cariri, Paraíba.



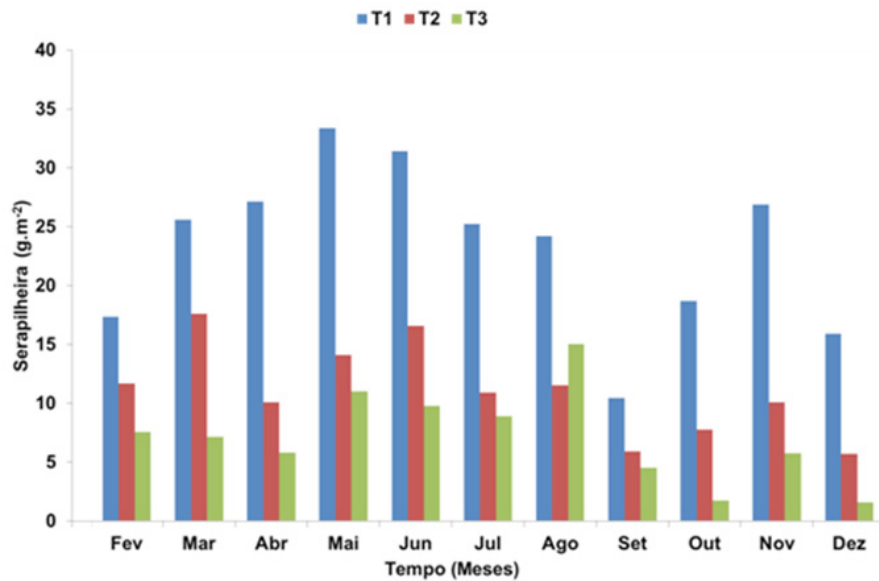
Em suma, ao se observar as referidas figuras, percebeu-se principalmente que o aporte de serapilheira não seguiu o padrão esperado, ou seja, de revelar uma maior deposição após os meses de chuva. Isto deve ter ocorrido provavelmente por causa do regime de chuvas ocorrido nestes dois anos, que também não seguiu o comportamento padrão esperado.

Figura 6 - Valores médios da deposição de serapilheira ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) relativos aos meses de coleta (ano de 2013) em quatro áreas de Caatinga, no município de São João do Cariri, Paraíba.



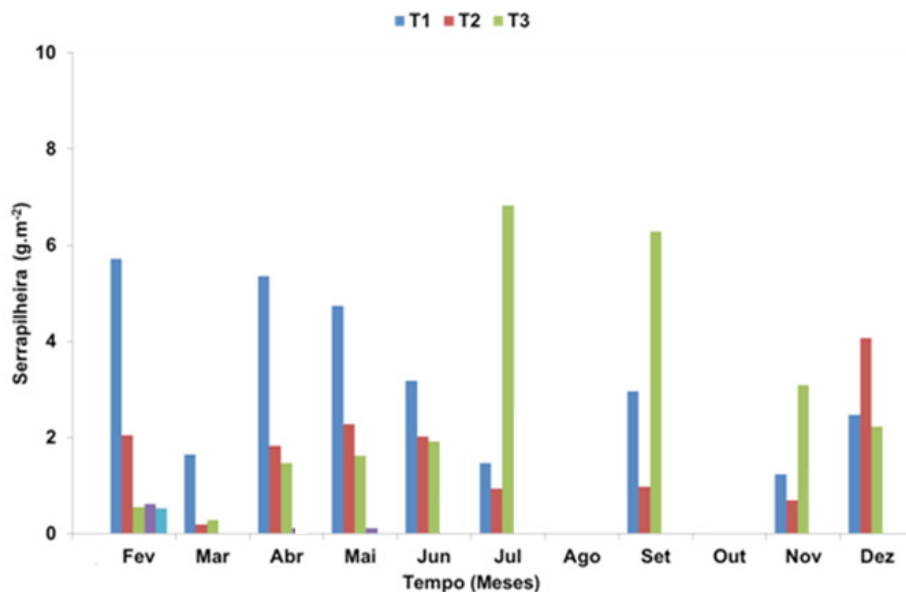
Observou-se que em todas as quantificações realizadas no ano de 2012 (Figura 7), a DS foi maior em  $T_1$  do que em  $T_2$  e este superior a  $T_3$  (exceto no mês de agosto). Embora tal superioridade não tenha sido comprovada sua significância estatisticamente, talvez, para a Natureza, seja altamente significativa, pois, os elementos químicos contidos no interior destas porções de serapilheira, sejam suficientes para ainda garantir o desenvolvimento das plantas que compõem àquelas fitocenoses.

Figura 7 - Médias mensais da deposição de serapilheira ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ), em três áreas de caatinga, no município de São João do Cariri, Paraíba, no ano de 2012.



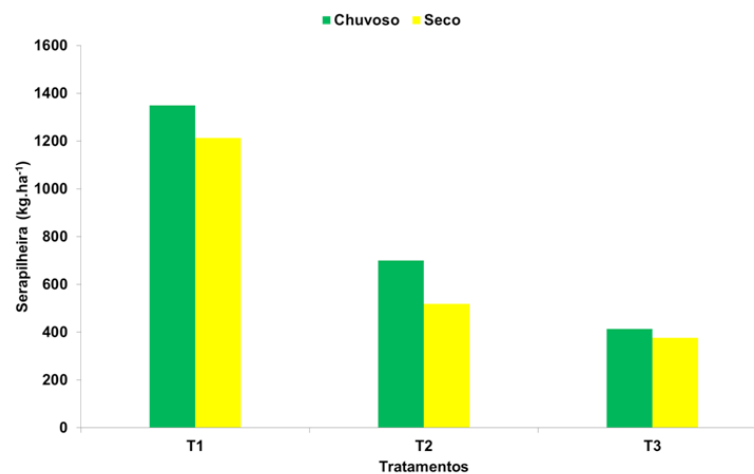
Com relação às quantificações de serapilheira efetuadas no primeiro semestre do ano de 2013 (Figura 8), com pluviosidade igual a 104,1 mm, a quantidade de serapilheira entre os tratamentos foi bem menor do que aquela ocorrida no ano anterior, porém mantendo a tendência  $T_1 > T_2 > T_3$ . Na segunda metade do mesmo ano a DS não seguiu a mesma tendência observada anteriormente, possivelmente por causa de alteração no regime pluvial, pois, sem seguir padrão algum, as precipitações ocorridas no verão deste ano (163,9 mm) superaram aquelas ocorridas no inverno do mesmo ano (104,1 mm). Vale a pena mencionar que o ano de 2013 foi um ano seco (268 mm) e que o ano anterior foi mais seco ainda (209,3 mm), ou seja, o ano de 2013 caracterizou-se por uma espécie de extensão do déficit hídrico do ano anterior. Esta condição pode ter afetado a fenologia das plantas que compõem aquelas áreas, provocando um padrão de deposição diferente do padrão esperado das matas tropicais secas, da serapilheira apresentar maior produção no início da estiagem (Souto 2006; Costa et al. 2010).

Figura 8 - Médias mensais da deposição de serapilheira ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ), em quatro áreas de caatinga, no município de São João do Cariri, Paraíba, no ano de 2013.



Na Figura 9 é apresentado a DS ocorrida durante o período de chuva e de seca nas três áreas de caatinga estudadas (2012).

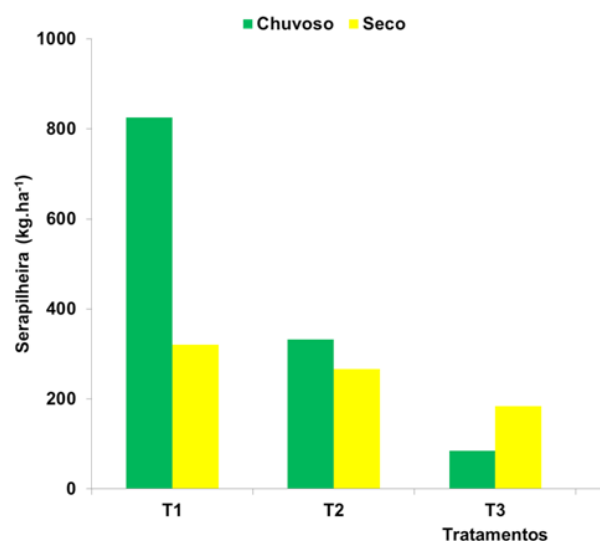
**Figura 9 - Deposição de serapilheira ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) durante o período de chuva e de seca em três áreas de caatinga, no município de São João do Cariri, Paraíba, em 2012.**



Pelos dados contidos na Figura 9, constata-se, embora sem dispor de comprovação estatística, ser a DS maior no período chuvoso. Observam-se, também, os menores valores registrados na área atualmente menos antropizada (controle). Vale a pena enfatizar que a referida área está sob esta condição (sem pastejo) há muito pouco tempo e que, no passado, a possibilidade dela ter sido mais severamente degradada não pode ficar fora desta análise. É possível que o tempo até então transcorrido não tenha sido suficiente para esta área sinalizar algum marco de recuperação.

Na Figura 10 é apresentado a DS ocorrido durante o período de chuva e de seca nas quatro áreas de caatinga estudadas (2013).

**Figura 10 - Deposição de serapilheira ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) durante o período de chuva e de seca em quatro áreas de Caatinga, no município de São João do Cariri, Paraíba, em 2013.**



À semelhança da DS ocorrida no ano de 2012, e também sem dispor de evidências estatísticas corroborativas, observa-se, na Figura 10, mostra a DS no ano de 2013 ocorrida nos períodos de chuva e de seca.

Comparando-se as quantidades médias de serapilheira obtidas durante o período chuvoso, com pluviosidade

de 199,6 mm, com as obtidas durante o período de seca, com pluviosidade de 9,7 mm, durante o ano de 2012, independentemente dos tratamentos, observaram-se valores muito próximos uns dos outros, sendo de  $82,132 \text{ g.m}^{-2}$  ( $= 821,32 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) e  $70,311 \text{ g.m}^{-2}$  ( $= 703,11 \text{ kg.ha}^{-1}$ ), respectivamente.

Analogamente, ao se compararem as quantidades médias de serapilheira obtidas durante o período chuvoso, com pluviosidade de 104,1 mm, com aquelas obtidas durante o período de seca, com pluviosidade de 163,9 mm, durante o ano de 2013, independentemente dos tratamentos, observaram-se valores também muito próximos, sendo de  $27,861 \text{ g.m}^{-2}$  ( $= 278,6 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) e  $23,705 \text{ g.m}^{-2}$  ( $= 237,05 \text{ kg.ha}^{-1}$ ), respectivamente. Como análise geral, pode-se relatar que as quantidades de serapilheira obtidas nos tratamentos  $T_1$ ,  $T_2$  e  $T_3$ , durante 11 meses de coleta no ano de 2012 foram, respectivamente, 2.562,75, 1.220,6 e 789,9  $\text{kg.ha}^{-1}$ , os quais correspondem a 2.795,72, 1.331,56 e 861,80  $\text{kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ . No ano seguinte, os valores obtidos para os tratamentos  $T_1$ ,  $T_2$  e  $T_3$ , foram respectivamente, 1.146,57, 599,13, 268,8  $\text{kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ .

Os resultados obtidos para os tratamentos  $T_2$  e  $T_3$  em 2012 (pluviosidade de 209,3 mm) e todos os tratamentos em 2013 (268 mm) foram considerados muito baixos até mesmo para os padrões da região semiárida como um todo que, segundo Costa et al. (2007), variam de 1.500 a 3.000  $\text{kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ .

Em áreas de Caatinga de uma unidade de conservação no Rio Grande do Norte, Costa et al. (2010) obtiveram 2.984,5  $\text{kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ , em um ano que havia chovido 542,9 mm. Souto (2006) obteve 1.290,95  $\text{kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  e 1.947,56  $\text{kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ , respectivamente no primeiro e no segundo ano de estudos, numa Caatinga arbustiva densa e preservada no semiárido da Paraíba. O baixo valor obtido no primeiro ano, segundo o autor, foi devido à baixa pluviosidade ocorrida naquele ano. Nesta mesma área de Caatinga, Alves et al. (2006) obtiveram em apenas dez meses de coleta, resultado ainda menor para os padrões da Caatinga, o qual foi 899,2  $\text{kg.ha}^{-1}$ .

Ainda em áreas de Caatinga, Santana (2005) obteve 2.068,5  $\text{kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  de serapilheira em uma área da Estação Ecológica do Seridó, no semiárido do Rio Grande do Norte. Em outra área preservada, onde a vegetação foi classificada como arbustivo-arbórea fechada, no Campus Iguatu-CE, Lopes et al. (2009) obtiveram 2.855,42  $\text{kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ .

Os estudos acima mencionados foram desenvolvidos em áreas de preservação, com valores de serapilheira mais elevados, excetuando-se os estudos de Alves et al. (2006) que, ao contrário dos estudos realizados nesta pesquisa, foram conduzidos em áreas sob pastejo permanente e com histórico de antropização severa. Essas diferenças na produção de serapilheira confirmam o fato deste compartimento mostrar-se útil como eficiente indicador de áreas degradadas, conforme afirmaram Kühl et al. (sem data) e Martins et al. (2010).

Nos trabalhos antes mencionados são baixas as produções de serapilheira no bioma Caatinga, sobretudo quando comparadas com as de outros biomas brasileiros, onde as condições edafoclimáticas são bem diferentes, merecendo ser comparadas para melhor entender o padrão de produção desta serapilheira nos diversos biomas do Brasil.

Em Mata Atlântica secundária, por exemplo, Vidal et al. (2007) obtiveram no interior de fragmentos, no município de Ibiúna-SP, valores de serapilheira variando de 539,3 a 880,6  $\text{kg.ha}^{-1}$ , 279,9 a 722  $\text{kg.ha}^{-1}$  e 411,8 a 681,1  $\text{kg.ha}^{-1}$ , nos três fragmentos por eles estudados, em apenas dez meses de coleta. Abreu (2006), também estudando a dinâmica da serapilheira em um trecho de Mata Atlântica secundária em área urbana do Rio de Janeiro, registrou produções de serapilheira no fundo de um vale, variando de 9.500  $\text{kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ , 9.700  $\text{kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  e 10.500  $\text{kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  nos três anos de monitoramento. Em outra área, no mesmo estudo, esse autor obteve produção de 11.300, 10.400 e 12.900  $\text{kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  nos três anos de estudo. Portela e Santos (2007), em estudos

sobre produção de serapilheira sob efeito de borda em fragmentos de Mata Atlântica, obtiveram valores mais elevados no fragmento maior da mata ( $8.900 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$  no interior e  $7.260 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$  na borda) do que em três fragmentos menores ( $7.260 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$  no interior e  $8.760 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ , na borda). Cunha et al. (2010) obtiveram em uma Floresta Estacional Decidual do Rio Grande do Sul,  $7.760 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Sanches et al. (2008), no Norte do Mato Grosso, em uma região de transição entre a floresta tropical úmida e o Cerrado, registraram produções de  $6.860$  e  $4.930 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$  nos anos de 2002 e 2003, respectivamente. Na Floresta Amazônica, Cambianch (2010), estudando um fragmento de Mata Ciliar, no rio Urupá- RO, obteve  $12.700 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ , sendo a maior parte desta produção ocorrida no início da estiagem. Também na Floresta Amazônica, Hayashi (2006), estudando a dinâmica de serapilheira em uma cronossequência de florestas no município de Capitão Poço-PA, obteve maior produção anual de serapilheira na floresta primária ( $9.810 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ ) do que nas capoeiras de 6 anos ( $7.370 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ ), de 10 anos ( $8.390 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ ), de 20 anos ( $7.880 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ ) e de 40 anos ( $8.060 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ ).

Fica claro que a produção de serapilheira é fortemente influenciada pela disponibilidade hídrica, pois as precipitações ocorridas nos diversos biomas citados estão bem acima daquelas que ocorrem no bioma Caatinga.

São muitos os fatores a influenciar a produção de serapilheira nos diversos biomas da biosfera: fertilidade do solo, estrutura da vegetação, clima, composição de espécies da comunidade, estágio sucessional e perturbações antropogênicas (Songwe et al., 1988; Chlitter et al., 1993; Delitti, 1995). A perturbação de habitats, como a abertura de pastos na Caatinga, por exemplo, conduz à rarefação da comunidade e pode modificar, severamente, as condições microclimáticas, causando maior insolação, exposição ao vento e dessecamento (Lovejoy et al., 1984; Laurance et al., 1998, 2002). Essas condições, por sua vez, favorecem a mortalidade de árvores ou a queda de folhas e ramos, resultando num aumento temporário da produção de serapilheira (Kapos 1989; Murcia 1995; Fox et al. 1997; Fahrig 2003). É bem possível que os maiores valores de serapilheira registrados nas áreas sob pastejo ( $T_1$  e  $T_2$ ) e não na área sem essa perturbação ( $T_3$ ) seja, na realidade, um reflexo da mortalidade de suas plantas e não uma consequência de sua maior produtividade e equilíbrio, pois, em termos de clima, fertilidade do solo, estrutura da vegetação, as áreas estudadas ( $T_1$ ,  $T_2$  e  $T_3$ ) estejam relativamente em um mesmo pé de igualdade, por serem áreas com o mesmo histórico de perturbação.

Com relação à diversidade de fatores que podem influenciar a produção de serapilheira, Costa et al. (2007) apostaram na variável precipitação pluvial como o fator climático mais importante. Segundo estes autores, o padrão de deposição de serapilheira é diretamente influenciado pelas mudanças temporais ocorridas no bioma Caatinga. Eles observaram claramente que os períodos de maior deposição desse material ocorrem logo após o final do período chuvoso e início da estiagem. Da mesma forma, Lopes et al. (2009) e Souto (2006) observaram produção massiva de serapilheira na Caatinga na transição fim da estação chuvosa e início da estação seca. Vale a pena enfatizar que esta característica não é apenas exclusiva da Caatinga, mas também de outros ecossistemas, como Florestas Estacionais Semidecíduas, Matas Ciliares e Cerrado, segundo Vital (2002).

Durante os anos em que esta pesquisa foi realizada, as precipitações pluviais nas áreas de estudo foram muito baixas e irregulares no tempo, tendo sido fevereiro o mês de maior precipitação em 2012, e abril em 2013 (Figura 2). Após o mês de fevereiro de 2012, a produção de serapilheira cresceu nos cinco meses seguintes, confirmando as observações de Costa et al., (2007) e Lopes et al. (2009), porém o mesmo não foi observado após o mês de abril de 2013, permanecendo baixa no restante do ano.

Para se compreender este importante compartimento funcional do ecossistema de Caatinga, deve-se



atribuir um peso maior e levar-se mais a sério as variáveis precipitação pluvial e a distribuição das chuvas no tempo. Chuvas muito esparsas frustram a produtividade primária, função direta da fotossíntese que, por sua vez, depende de um conforto hídrico mais prolongado. A fertilidade do solo, embora imprescindível ao bom desenvolvimento das plantas, passa a ser menos importante para a produção de serapilheira, pois, na Caatinga, estas apresentam praticamente as mesmas características, ou seja, são em geral jovens, rasos, pouco intemperizados, deficientes em nitrogênio e fósforo (Salcedo e Sampaio 2008). Na Caatinga, os fatores temperatura e evapotranspiração não variam tanto de uma área para a outra ou de um município para o outro. Portanto, fica sem sentido fazer pesquisa sobre a produção de serapilheira em áreas de Caatinga sem se referir à precipitação pluvial e à distribuição das chuvas ocorridas durante o ano. É importante enfatizar, também, sobre o local onde os estudos foram conduzidos (se em áreas conservadas ou não), muito embora tais áreas sejam atualmente raras no bioma Caatinga. Se assim os pesquisadores procederem, os estudos sobre este importante componente funcional do bioma Caatinga parecerão mais consistentes e realistas.

Atualmente fala-se muito em sustentabilidade, uma condição em que a produção do ecossistema (fotossíntese) é balanceada pelo consumo (respiração) e onde a densidade populacional raramente supera a capacidade de suporte do ecossistema (Miller e Spoolman 2009), ou ainda, uma condição em que as populações conseguem se manter sob uma dada base de recursos no ecossistema em que vivem (Odum 1988). Assim, vale a pena aqui conjecturar sobre a sustentabilidade da Caatinga frente aos avanços do pastejo que a ela vem sendo imputada pelas forças do capitalismo.

Considerando que um caprino consome de 1,5 a 3 % de seu peso vivo em matéria seca (considere-se aqui 2%), e que os animais utilizados no experimento tenham peso médio igual a 35 kg, tem-se, então, um consumo diário por animal de 0,75 kg e, anual, de aproximadamente 274 kg de matéria seca. Multiplicando-se este valor por 3 e 1,5, que são as densidades de caprinos por hectare nos tratamentos  $T_1$  e  $T_2$ , têm-se um consumo por tratamento igual a 822 e 411  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ , respectivamente. Sabe-se que as folhas compõem aproximadamente 65 % da serapilheira produzida na Caatinga (embora possa atingir valores mais elevados), conforme observaram Costa et al. (2007) e Souto (2006), e que esta fração da serapilheira é a que os caprinos preferencialmente se alimentam, têm-se então, no ano de 2012, em  $T_1$ , 1.817 kg de folhas (ou seja, 65% de  $2.562,75 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ ); em  $T_2$ , 865,5 kg de folhas (ou seja, 65% de  $1.220,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ ) e em  $T_3$ , 560,2 kg de folhas (ou seja, 65% de  $861,80 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ ), respectivamente.

Com relação aos aportes de serapilheira no ano seguinte, que foram bem menores, e efetuando-se os mesmos cálculos, teve-se em  $T_1$ , 745,3 kg de folhas (60 % de  $1.146,57 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ );  $T_2$ , 389,4 kg de folhas (60% de  $599,13 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ ) e  $T_3$ , 174,7 kg de folhas (60% de  $268,8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ ), respectivamente. Pode-se conjecturar ainda, embora sem dispor de valores quantitativos, que um percentual dessas folhas não seja comestível, por serem tóxicas, inapetecíveis, impalatáveis ou simplesmente por terem assumido a forma de espinhos, como nas cactáceas, reduzindo ainda mais a fração do percentual de serapilheira que poderia servir de alimento para os rebanhos.

Assim, considerando-se as densidades de caprinos nos tratamentos  $T_1$  e  $T_2$  (3 e 1,5 indivíduos. $\text{ha}^{-1}$ , respectivamente) e considerando-se o consumo anual de serapilheira nos referidos tratamento (822 e 411  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ ), percebe-se que em 2013 a produção de serapilheira foi inferior ao consumo desses animais nas referidas áreas (745,3 e 389,4  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$  de serapilheira, respectivamente), ou seja, a capacidade de suporte foi excedida e tal fenômeno pode gerar focos de desertificação concentrados nas áreas e difusos na região. Fica implícita a

necessidade de conhecimentos sobre a capacidade de suporte das Caatingas para que se possa alcançar o manejo sustentável de caprinos a ser nela adotado, bem como para as tomadas de decisões em planos de conservação e manejo desses rebanhos no Cariri paraibano.

Na Tabela 2 são apresentadas as análises estatísticas não-paramétricas e uma comparação múltipla dos valores médios dos escores relativos aos tratamentos nas coletas do ano de 2013.

**Tabela 2 - Análises estatísticas não-paramétricas (Kruskal-Wallis 1952) e comparações múltiplas das médias dos postos de serapilheira em relação aos tratamentos em cada coleta no ano 2013.**

Colheita de referência	G.L.	Valor h obtido para a estatística H do teste de Kruskal-Wallis	Nível de significância do teste $\Pr\{\chi^2_{(4)} \geq h\} < p$	Comparação dos valores médios dos escores relativos aos tratamentos [d.m.s.(5%)=30,602]		
		H	p-valor	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Janeiro	-	-	-	-	-	-
Fevereiro	4	6,347	0,1747	89,4a	65,7a	77,8a
Março	4	16,360	0,0026	84,7a	71,5a	83,3a
Abril	4	57,665	0,0001	109,7a	85,8a	86,9a
Maio	4	59,796	0,0001	106,7a	93,2ab	80,8ab
Junho	4	5,964	0,2018	87,7a	80,3a	74,2a
Julho	4	15,761	0,0034	70,9b	73,2ab	94,0a
Agosto	-	-	-	-	-	-
Setembro	4	33,180	0,0001	84,5ab	67,1ab	97,4a
Outubro	-	-	-	-	-	-
Novembro	4	16,029	0,0030	69,5b	64,6a	91,0a
Dezembro	4	21,794	0,0002	92,1a	77,0ab	67,7ab

**Obs.:** Escores médios seguidos das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância (dentro de cada mês).

As análises estatísticas não-paramétricas realizadas para a variável resposta DS não diferiram estatisticamente ao nível de 5% de significância, entre os tratamentos, durante os meses de fevereiro, março e junho. Meses estes que historicamente marcam o auge do período chuvoso (Figura 1), embora tenha chovido muito pouco neste período, sobretudo nos meses de fevereiro e março (Figura 2). É bem possível que a serapilheira depositada neste período seja uma consequência da produtividade primária ocorrida nos meses de novembro e dezembro do ano anterior, proporcionada pelas chuvas.

Nos demais meses, a serapilheira depositada não seguiu um comportamento padrão entre os tratamentos. Esse comportamento foi, certamente, devido aos baixos índices de pluviosidade, nos dois anos em que a pesquisa foi realizada e à alta variabilidade das chuvas no tempo. Estes dois fenômenos podem ter afetado a produção de serapilheira.

Nos meses de janeiro, agosto e outubro não houve registro de produção de serapilheira.

## CONCLUSÕES

- Não foram encontradas evidências suficientes para se teorizar os efeitos das densidades de caprinos (tratamentos), das épocas de avaliação e das precipitações sobre a deposição de serapilheira no ano de 2012 e 2013.
- A deposição anual de serapilheira em 2012, nos tratamentos T<sub>2</sub> e T<sub>3</sub> e no ano de 2013, em todos os

tratamentos, foram muito baixas, até mesmo para os padrões da Caatinga.

- A deposição anual de serapilheira em 2012, no tratamento T<sub>3</sub> e em 2013, em todos os tratamentos, foram inferiores ao consumo anual dos caprinos.
- Os baixos valores de serapilheira obtidos quando comparados aos obtidos em áreas de Caatingas preservadas parecem servir de bons indicadores ecológicos de áreas degradadas ou sinalizadores de distúrbios, podendo subsidiar planos de manejo florestal, bem como de indicadores de áreas degradadas pelo superpastejo.

## REFERÊNCIAS

Abreu JRSP. 2006. **Dinâmica da serapilheira em um trecho de Floresta Atlântica Secundária em área urbana do Rio de Janeiro**. 2006. 76f. Dissertação (Mestrado em Ciências), Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Aguiar J, Lacher Junior TE, Da Silva, JMC. 2002. The Caatinga. In: Mittermeier, RA, Mittermeier CG, Robles Gil P, Pilgrim J, Fonseca GAB, Brooks T, Konstant WR (Eds), **Wilderness. Earth's last wild places**, Cemex: Agrupación Serra Madre. p. 174-181.

Alves AR, Souto JS, Souto PC, Holanda AC. 2006. Aporte e decomposição de serapilheira em áreas de Caatinga, na Paraíba. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, 6(2):194-203.

Andrade LA, Reis MG, Reis GG. 1999. Classificação ecológica do Estado da Paraíba: interpolação de dados climáticos por aproximação numérica. **Revista Árvore**, 23(1):23-32.

Bakke AO, Pereira Filho JM, Bakke IA, Cordão MA. 2010. Produção e utilização da forragem de espécies lenhosas da Caatinga. In: Gariglio MA, Sampaio EVSB, Cestaro LA, Kageyama PY (Org.), **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**, Brasília: Serviço Florestal Brasileiro.

Bartlett MS. 1937. Properties of sufficiency and statistical tests. *Proceedings of the Royal Society of London, Serie A*, London, 160:268-282.

Box GEP, Cox DR. 1964. An analysis of transformations (with discussion). **Journal of the Royal Statistical Society (B)**, 26(2):211-252.

Cambianch GM. 2010. **Ciclagem de nutrientes via serapilheira em um fragmento ciliar do rio Urupá, (Rondônia)**, Dissertação (Mestrado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Carreira RC, Rondon JN, Zaidan LBP. 2006. **Produção de serrapilheira em uma área de cerrado de Mogi Guaçu, SP**, São Paulo: Instituto de Botânica.

Chaves LHG, Chaves IB, Vasconcelos ACF. 2000. **Salinidade das águas superficiais e suas relações com a natureza dos solos na Bacia Escola do açude Namorados**. Campina Grande: BNB/UFPB. (Boletim Técnico).

- Costa CCA, Camacho RGV, Macedo ID, Silva PCM. 2010. Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em áreas de caatinga na FLONA de Açú-RN. *Revista Árvore*, 34(2):259-265.
- Costa CCA, Souza AM, Silva NF, Camacho RGV, Dantas IM. 2007. Produção de Serapilheira na Caatinga da Floresta Nacional do Açú-RN. **Revista Brasileira de Biociência**, Porto Alegre, 5(1):246-248.
- Cunha GC, Grendene LA, Durlo MA, Bressan DA. 1993. Dinâmica nutricional em floresta estacional decidual com ênfase aos minerais provenientes da deposição da serapilheira. **Ciência Florestal**, 3(1):35-64.
- Delitti WBC. 1995. Estudos de ciclagem de nutrientes: instrumentos para a análise funcional de ecossistemas terrestres. **Oecologia Brasiliensis**, 1:469-486.
- Fahrig L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, 34:487-515.
- Fernandes MM, Pereira MG, Magalhães LMS, Cruz AR, Giácomo RG. 2006. Aporte e decomposição da serrapilheira em área de floresta secundária, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) e andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) na Flona Mario Xavier, RJ. **Ciência Florestal**, 16(2):163-175.
- Fox BJ, Taylor JE, Fox MD, Williams C. 1997. Vegetation changes across edges of rainforest remnants. **Biological Conservation**, 82:1-13.
- Gariglio MA, Sampaio EVSB, Cestaro LA, Kageyama PY (Org.). 2010. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**, Brasília: Serviço Florestal Brasileiro.
- Hayashi SN. 2006. **Dinâmica da serapilheira em uma cronossequência de florestas no município de Capitão Poço - PA**. 75f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal Rural da Amazônia e Museu Paraense Emílio Goeldi.
- Kapos V. 1989. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Ecology**, 5:173-185.
- Kruskal WH, Wallis WA. 1952. Use of ranks is on-criterion variance analysis. **Journal of the American Statistical Association**, 47(260):583-661.
- Kühl AS, Pupin BZ, Ilario VE, Piña-Rodrigues FCM. Sem data. Uso do aporte de serapilheira de uma floresta ombrófila densa em quatro estágios sucessionais como indicador de restauração florestal na Cidade de Sete Barras-SP. **Anais do 4º Simpósio de Tecnologia em Meio Ambiente e Recursos Hídricos - FATEC - Jahu**, p.183-192.
- Laurance WF, Ferreira LV, Merona JR, Laurance SG. 1998. Rain forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. **Ecology**, 79:2032-2040.
- Laurance WF, Lovejoy TE, Vasconcelos HL, Bruna EM, Didham RK, Stouffer PC, Gascon C, Bierregaard RO, Laurance SG, Sampaio E. 2002. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. **Conservation Biology**, 16:605-618.

- Leite AVL, Machado IC. 2009. Biologia reprodutiva da “catingueira” (*Caesalpinia pyramidalis* Tul., Leguminosae-Caesalpinioideae), uma espécie endêmica da Caatinga. **Revista Brasileira de Botânica**, 32(1):79-88.
- Leite AVL, Machado IC. 2010. Reproductive biology of woody species in Caatinga, a dry forest of northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, 74:1374-1380.
- Levene H. 1960. Robust test for equality of variances. In: Olkin I. (ed). **Contributions to probability and statistics: essays in honor of harold hotteling**. California: Stanford University Press. p. 278-292.
- Lopes JFB, Andrade EM, Lobato FAO, Palácio HAQ, Arraes FDD. 2009. Deposição e decomposição de serapilheira em áreas de Caatinga. **Revista Agro@ambiente on-line**, 3(2):72-79.
- Lovejoy TE, Rankin JM, Bierregaard RVO, Brown KS, Emmons LH, Van Der Voort ME. 1984. Ecosystem decay of Amazon forest fragments. In: Nitecki MH (ed.). **Extinctions**, Chicago: University of Chicago Press. p. 296-325.
- Maia GN. 2004. Caatinga, árvores e arbustos e suas utilidades, São Paulo: D&Z Computação.
- Martins CM, Galindo ICL, Souza ER, Poroca HA. 2010. Atributos químicos e microbiológicos do solo de áreas em processo de desertificação no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, 34:1883-1890.
- Mendes BV. 1997. **Biodiversidade e desenvolvimento sustentável do semi-árido**. Fortaleza: SEMACE.
- Menezes RSC, Sampaio EVSB, Giongo V, Pérez-Marin AM. 2012. Biogeochemical cycling in terrestrial ecosystems of the Caatinga Biome. **Brazilian Journal of Biology**, 72(3)suppl.:643-653.
- Miller GT Jr., Spoolman SE. 2009. **Living in the environment**. Concepts, connections and solutions, 16 ed. Belmont: Brooks/Cole e Cengage Learning.
- Moço MKS, Gama-Rodrigues EF, Gama-Rodrigues AC, Correia MEF. 2005. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 29(4):555-564.
- Murcia C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology & Evolution**, 10:58-62.
- Noy-Meir I. 1973. Desert ecosystems: environment and producers. **Annual Review of Ecology and Systematic**, 4:25-51.
- Odum EP. 1988. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara.
- Portela RCQ, Santos FAM. 2007. Produção e espessura da serapilheira na borda e interior de fragmentos florestais de Mata Atlântica de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Botânica**, 30(2):271-280.
- Portes MCGO, Koehler A, Galvão F. 1996. Variação sazonal de deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana no Morro do Anhangava-PR. **Floresta**, 26:3-10.

Rencher AC, Christensen WF. 2012. **Methods of multivariate analysis**. 3 ed. New Jersey: John Wiley & Sons. Inc.

Sampaio EVSB. 2010. Caracterização do Bioma Caatinga. In: Garilio MA, Sampaio EVSBS, Cestaro LA, Kageyama PY. (Org.), **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**, Brasília: Serviço Florestal Brasileiro. 368p.

Sampaio EVSB, Sampaio Y. 2002. **Desertificação: conceito, causa, consequência e mensuração**, Recife: Ed. Universitária UFPE.

Sanches L, Valentini CMA, Biudes MS, Nogueira JS. 2009. Dinâmica sazonal da produção e decomposição de serapilheira em floresta tropical de transição. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 13(2):183-189.

Santana JAS, Vilar FCR, Souto PC, Andrade LA. 2009. Acúmulo de serapilheira em plantios puros e em fragmento de mata atlântica na Floresta Nacional de Nísia Floresta - RN. **Revista Caatinga**, 22(3):59-66.

Santana JAS. 2005. **Caracterização florística, fitossociológica e dinâmica da ciclagem de nutrientes em áreas de Caatinga no Rio Grande do Norte, Brasil**. (Tese Doutorado), Universidade Federal da Paraíba, Areia/PB.

Schlittler FHM, Marinis G, César O. 1993. Produção de serapilheira na floresta do Morro do Diabo, Pontal do Paranapanema-SP. **Naturalia**, 18:135-147.

Scoriza RN, Pereira MG, Pereira GHA, Machado DL, Silva EMR. 2012. Métodos para coleta e análise de serrapilheira aplicados à ciclagem de nutrientes. **Floresta e Ambiente**, 2(2):1-18.

Shapiro SS, Wilk MB. 1965. An analysis of variance test of normality (complete samples). **Biometrika**, 52(34):591-611.

Silva CJ, Lobo F, Bleich ME, Sanches L. 2009. Contribuição de folhas na formação da serrapilheira e no retorno de nutrientes em floresta de transição no norte de Mato Grosso. **Acta amazônica**, 39(3):591-600.

Silva CJ, Sanches L, Bleich ME, Lobo FA, Nogueira JS. 2007. Produção de serapilheira no Cerrado e Floresta de transição Amazônia - Cerrado do centro-oeste brasileiro. **Acta Amazônica**, Manaus, 37(4):543-548.

Silva FBR, Riché GR, Tonneau JP, Souza Neto NC, Brito LTL, Correia RC, Cavalcanti AC, Silva AB, Araújo FJ, Leite AP. 1993. **Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico**, Petrolina: EMBRAPA-CPTSA. 2 v.

Songwe NC, Fasehun FE, Okali DUU. 1988. Litterfall and productivity in a tropical rain forest, Southern Bankundu Forest, Cameroon. **Journal of Tropical Ecology**, 4:25-37.

Souto PC. 2006. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de caatinga na Paraíba, Brasil**. 150f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

Sundarapandian SM, Swamy PS. 1999. Litter production and leaf litter decomposition of selected tree species in tropical forests at Kodayar in the Western Ghats, India. **Forest Ecology and Management**, 5(123):231-244.

Vidal MM, Pivello VR, Meirelles ST, Metzger JR. 2007. Produção de serapilheira em floresta Atlântica secundária numa paisagem fragmentada (Ibiúna, SP): importância da borda e tamanho dos fragmentos. **Revista Brasileira de Botânica**, 30(3):521-532.

Vital ART. 2002. **Caracterização hidrológica e ciclagem de nutrientes em fragmento de mata ciliar em Botucatu, SP**. 117 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

Vital ART, Guerrini IA, Franken WK, Fonseca RCB. 2004. Produção de serrapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, 28(6):793-800.