



Avaliação da sazonalidade da deposição de serapilheira em área de preservação da Caatinga na Paraíba, Brasil

Bruna Vieira de Souza^{1*}, Jacob Silva Souto², Patrícia Carneiro Souto², Francisco das Chagas Vieira Sales², Iraê Amaral Guerrini³

RESUMO: O estudo foi desenvolvido na RPPN da Fazenda Tamanduá em Santa Teresinha (PB) e objetivou avaliar o potencial da deposição de serapilheira em área de Caatinga. Foram demarcados sete transectos, equidistantes, onde foram distribuídas aleatoriamente 20 caixas coletoras de 1m². O período experimental foi de 36 meses, divididos em períodos: P1 (agosto/2006 a julho/2007), P2 (agosto/2007 a julho/2008) e P3 (agosto/2008 a julho/2009). A deposição mensal foi separada em: folhas, galhos, estruturas reprodutivas e miscelânea, com posterior determinação do peso de matéria seca. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com os tratamentos em arranjo fatorial 12 x 3. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de médias por Tukey. A produção total nos três períodos foi estimada em 6800,67kg ha⁻¹, representados por folhas 77,79%, galhos 11,22% e as frações estrutura reprodutiva e miscelânea representaram 8,21% e 2,81%, respectivamente. A precipitação influenciou a sazonalidade de deposição da serapilheira com a deposição total de serapilheira apresentando a magnitude: folha > galho > estrutura reprodutiva > miscelânea.

Palavras-chave: ciclagem de nutrientes, vegetação xerófila, matéria orgânica.

Assessment of the seasonality of litterfall in conservation area of Caatinga in Paraíba, Brasil

ABSTRACT: This study was conducted in a caatinga forest site located in the “Fazenda Tamanduá RPPN”, in the semi-arid region of Paraíba and aimed to evaluate the potential of deposition litter in caatinga. Seven transects of variable lengths, were systematically implanted, placed at 200 m from each other. The experimental period was 36 months, divided into periods: P1 (August/2006 to July/2007), P2 (August/2007 to July/2008) and P3 (August/2008 to July/2009). The monthly deposition was separated into leaves, branches, reproductive structures and miscellaneous, with subsequent determination of dry weight. The experiment was carried following a 12 x 3 factorial randomized block design. Data were subjected to analysis of variance, and means were compared by the Tukey test at 5% significance. Total production in the three periods was estimated at 6800.67kg ha⁻¹, represented 77.79% of leaves, branches - 11.21% and the fractions reproductive structures and miscellaneous accounted for 8.20% and 2.80%, respectively. Precipitation influenced the seasonality of litter deposition, the leaf fraction is presented predominantly in the litter was more pronounced at the end of the rainy season, the total deposition of litter produced a magnitude: leaf > branch > reproductive structure > miscellaneous.

Keywords: nutrient cycling, xerophytic vegetation, litter

INTRODUÇÃO

As Caatingas ocupam cerca de 70% da Região Nordeste e 13% do território brasileiro, dentro do denominado Polígono das Secas e engloba os Estados nordestinos do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, além da região norte do Estado de Minas Gerais.

Esse bioma possui uma vegetação distribuída de forma irregular e apresenta uma grande biodiversidade com espécies de portes e arranjos fitossociológicos variados (SOUTO, 2006; ALVES, 2007).

A serapilheira, biomassa depositada sob os solos florestados corresponde a camada superficial composta por folhas, galhos, órgãos reprodutivos e miscelânea, que se encontram em vários estágios de decomposição. Este material protege o solo contra as elevadas temperaturas, armazena grande quantidade de sementes e abriga uma abundante diversidade de microrganismos que atuam diretamente nos processos de decomposição e incorporação do material orgânico fornecendo nutrientes ao solo.

A permanência da serapilheira sobre o solo do povoamento possibilita seu reaproveitamento no ciclo de nutrientes do ecossistema, por meio de sua

¹ Fundação Araripe

² Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Patos, PB.

³ Universidade Estadual Paulista (UNESP)

*e-mail: brunavieira_ba@yahoo.com

decomposição e da liberação dos íons constituintes para posterior reabsorção pelas raízes das plantas. A importância desse ciclo que se forma entre a comunidade viva e o seu meio é evidenciada nas florestas que se mantêm saudáveis em áreas com solos de baixa fertilidade (SCHUMACHER et al., 2003).

Segundo Calvi et al. (2009), diversos fatores bióticos e abióticos afetam a produção de serapilheira, tais como: tipo de vegetação, altitude, latitude, precipitação, temperatura, regimes de luminosidade, relevo, deciduidade, estágio sucessional, disponibilidade hídrica e características do solo. Dependendo das características de cada ecossistema, um determinado fator pode prevalecer sobre os demais.

A dinâmica da ciclagem de nutrientes vem sendo amplamente estudada em diversas formações florestais, principalmente, porque a serapilheira é fonte de nutriente essencial para a manutenção da produção das árvores e equilíbrio do ambiente (ROSA et al., 2015).

A importância de se avaliar a produção de serapilheira está na compreensão dos reservatórios e fluxos de nutrientes nestes ecossistemas, os quais se constituem na principal via de fornecimento de nutrientes, por meio da mineralização dos restos vegetais (SOUZA, DAVIDE, 2001).

Encontra-se no bioma Caatinga cerca de 128 Unidades de Conservação totalizando 6.008.609 ha, das quais 35 são de Proteção Integral cobrindo uma área de 836.879 ha representando 13,93%, 49 são de Uso Sustentável com 5.100.270 ha com representatividade de 84,88% e 44 RPPN's com 71.459 ha representando 1,19% da área de Caatinga. (MMA, 2007).

No Estado da Paraíba, as Unidades de Conservação totalizam aproximadamente 43.430 hectares, o que representa 0,77% da área territorial do Estado. Essas Unidades estão distribuídas em várias categorias, sendo uma delas podendo-se destacar 08 Reservas Particulares do Patrimônio Natural (SUDEMA, 2004), sendo o Estado brasileiro menos favorecido com Unidades de Conservação.

A identificação os processos que envolvem a decomposição da serapilheira e atividade biológica no piso florestal através do acúmulo da serapilheira é de extrema importância para o entendimento dessa dinâmica. A serapilheira que fica disposta no piso florestal é proveniente do mecanismo de entrada e saída de material orgânico que foi depositado na forma de serapilheira (SILVEIRA, 2015).

A geração de informações sobre a deposição de serapilheira e análise do seu conteúdo são importantes ferramentas para a compreensão e conservação dessas áreas, bem como suas inter-relações com o meio. Desta forma o presente estudo

objetivou avaliar o potencial da deposição do material formador da serapilheira em área de Caatinga, na época seca e chuvosa.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), localizada entre as coordenadas 07° 00' S e 37° 23' W, pertencente a Fazenda Tamanduá, no município de Santa Terezinha (PB). A RPPN, criada em 1998, pelo decreto nº 110/98-N e a área de 325 ha composta por uma vegetação de caatinga arbustivo-arbórea fechada que não é explorada há mais de trinta anos. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo BSh, semiárido, com médias térmicas anuais superiores a 25°C e pluviosidade média anual inferior a 800 mm, com chuvas irregulares.

O delineamento experimental utilizado para análise da deposição da serapilheira foi em blocos casualizados, obedecendo um arranjo fatorial 12 x 3, com 4 repetições.

Na área experimental foram demarcados sete transectos equidistantes 200m onde foram distribuídas 20 caixas coletoras de madeira (1,0 m x 1,0 m x 0,15m) com fundo em tela de náilon com malha de 1,0mm², dispostas aleatoriamente 30m entre si, instaladas a 15,0 cm da superfície do solo.

O material depositado nas caixas foi coletado durante 36 meses, que foram divididos em três períodos. Período 1- P1 (agosto/2006 a julho/2007), Período 2- P2 (agosto/2007 a julho/2008) e Período 3- P3 (agosto/2008 a julho/2009) incluindo a época seca e a época chuvosa na região.

Mensalmente, a serapilheira recolhida foi levada para o Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas da Universidade Federal de Campina Grande, em Patos-PB, para separação dos constituintes: folhas (incluindo folíolos + pecíolo), galhos (correspondente às partes lenhosas arbóreas de todas as dimensões + cascas), estruturas reprodutivas (flores, frutos e sementes), e miscelânea (material vegetal que não pode ser determinado e material de origem animal). Após a triagem, as frações foram acondicionadas em sacos de papel, identificados, levados para secagem em estufa de circulação forçada de ar a ±70°C, até peso constante, sendo então, pesados em balança de precisão ± 0,01 g.

Para evitar um alto coeficiente de variação entre os pesos das frações depositados nas caixas coletoras, optou-se por juntar os valores de cada cinco caixas e utilizar a média, resultando em quatro repetições mensais. Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e à comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% e 1% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação total nos três períodos de avaliação foi de 475,50 mm para P1, 1.247,90 mm e 1.250,90 mm para os períodos P2 e P3, respectivamente. A deposição total de serapilheira durante os três períodos de estudo foi estimada em 6.800,67 kg ha⁻¹, e a maior deposição ocorreu no P1 com 2.988,54 kg ha⁻¹, enquanto que, em P2 e P3 obteve-se 1.433,19 kg ha⁻¹ e 2.368,94 kg ha⁻¹, respectivamente.

Os valores de deposição total para P1 e P3 foram superiores aos obtidos por Santana (2005), em Serra Negra (RN), na ESEC Seridó com 2.068,55 kg ha⁻¹, Souto (2006), em Santa Terezinha, na fazenda Tamanduá, totalizando 1.947,56 kg ha⁻¹ e, Andrade et al. (2008) também na Fazenda Tamanduá com 2.283,97 kg ha⁻¹.

Quanto à sazonalidade na deposição de serapilheira, a menor taxa de deposição ocorreu no mês de dezembro onde no P1 obteve-se 12,84 kg ha⁻¹, P2 com 7,14 kg ha⁻¹ e P3 com 20,57 kg ha⁻¹. Já a maior deposição ocorreu em P1 e P3 no mês de junho, início da estação seca, com 780,30 kg ha⁻¹ e 432,75 kg ha⁻¹ respectivamente, e em P2 no mês de julho com 370,94 kg ha⁻¹.

Essa maior deposição da serapilheira no início da estação seca confirma os resultados obtidos por Souto (2006) nessa mesma área de estudo. De acordo com o autor, essa maior a deposição no início do período seco na região é devido às adaptações fisiológicas das espécies da Caatinga, onde a maioria perde suas folhas como mecanismo de sobrevivência nos períodos de grande deficiência hídrica, evitando, dessa forma, a eliminação excessiva de água por transpiração.

Santana (2005) confirma esse comportamento quando relata que depois de maio, com a redução na

precipitação, a queda do material decíduo continuou paulatinamente até dezembro/2003, porém, em quantidades insignificantes depois de setembro/2003. Vital (2002) salienta que outros ecossistemas como cerrado, matas ciliares e florestas estacionais semidecíduas apresentam também esse comportamento.

Avaliando a produção de serapilheira em setor arbóreo e arbustivo em uma FLONA no bioma Caatinga em Açú-RN, Costa et al. (2010) enfocam a grande relação entre a precipitação e o ciclo mensal de deposição da serapilheira. Segundo os autores a deposição da serapilheira no bioma Caatinga é diretamente influenciada pelas mudanças de tempo (períodos chuvoso e seco) e que os períodos de maior deposição de serapilheira ocorrem logo após o final do período chuvoso e início da estiagem.

Na análise da correlação entre as variáveis das frações de serapilheira e pluviosidade (Tabela 1) foi observada correlação significativa nos três períodos. No P1 a correlação foi significativa entre a fração estrutura reprodutiva e miscelânea com $r = 0,9040$, devido à fragmentação e a impossibilidade de classificação da estrutura reprodutiva.

O P2 apresentou maior número de correlação entre as variáveis galhos e estrutura reprodutiva com $r = 0,8034$, galho x miscelânea ($r = 0,9051$), galho x pluviosidade ($r = 0,7299$), estrutura reprodutiva x miscelânea ($r = 0,9591$), estrutura reprodutiva x pluviosidade ($r = 0,7525$) e miscelânea x pluviosidade ($r = 0,7305$). Já no P3 ocorreu apenas duas correlações significativas: galho x estrutura reprodutiva ($r = 0,6224$) e estrutura reprodutiva x pluviosidade ($r = 0,6861$). Isso pode ser devido à ocorrência da floração das espécies durante a estação chuvosa.

Tabela 1. Coeficientes de correlação (r) de Pearson e nível de significância entre as frações da serapilheira depositada e pluviosidade.

| Correlação | Coeficiente de correlação (r) | | |
|---------------------------------|-------------------------------|----------|---------|
| | P1 | P2 | P3 |
| Folha x galho | 0,0145 | 0,4504 | 0,5594 |
| Folha x reprodutivo | -0,1801 | 0,1655 | 0,3965 |
| Folha x miscelânea | -0,0416 | 0,2612 | 0,5340 |
| Folha x pluviosidade | -0,3037 | -0,0986 | 0,0848 |
| Galho x est. reprodutiva | 0,4925 | 0,8034** | 0,6224* |
| Galho x miscelânea | 0,3458 | 0,9051** | 0,4600 |
| Galho x pluviosidade | 0,2152 | 0,7299** | 0,3476 |
| Est. reprodutiva x miscelânea | 0,9040** | 0,9591** | 0,5603 |
| Est. reprodutiva x pluviosidade | 0,2290 | 0,7525** | 0,6861* |
| Miscelânea x pluviosidade | 0,2722 | 0,7305** | 0,0964 |

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$).

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

Nos três períodos de estudo verificou-se que a fração folhas constitui a maior proporção dos resíduos depositados no solo, contribuindo com 77,8%. Observa-se também que a curva de deposição mensal de folhas acompanha a curva de

deposição total de serapilheira (Figura 1). A produção total da fração folhas durante o estudo foi de 5.290,35 kg ha⁻¹.

Costa et al. (2007), ao estudar o ciclo de deposição da fração folha durante um ano na

FLONA de Açu-RN encontraram um valor de 1.940,25 kg ha⁻¹, que é mais elevado que P2 e P3 (1.130,75 kg ha⁻¹ e 1.848,08 kg ha⁻¹ respectivamente) e inferior a P1 com 2.311,52 kg ha⁻¹.

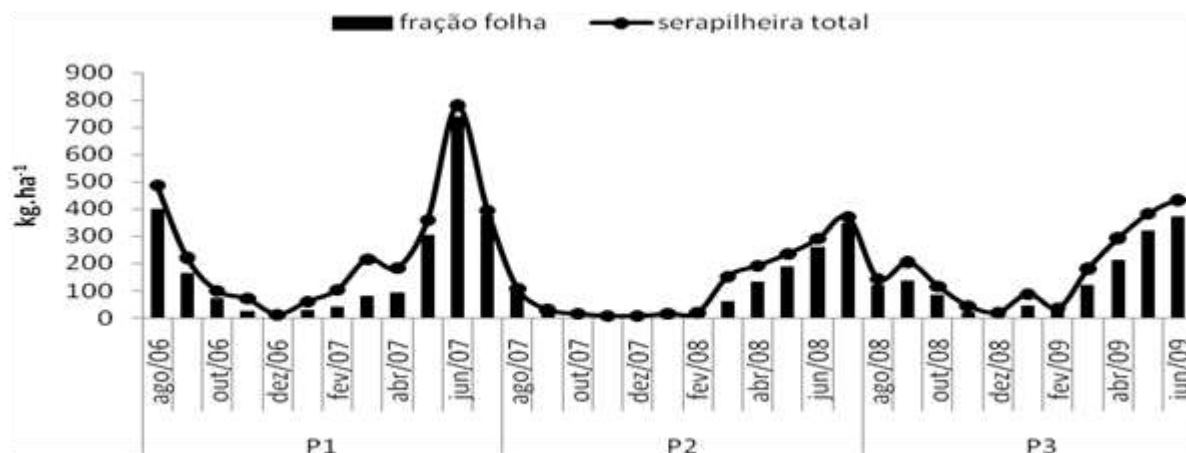


Figura 1. Variação da deposição total da serapilheira e da fração folha, em kg ha⁻¹ nos três períodos de estudo (Período 1 = agosto/2006 a julho/2007; Período 2 = agosto/2007 a julho/2008 e Período 3 = agosto/2008 a julho/2009)

Quanto ao comportamento da deposição de folhas em relação aos períodos seco e chuvoso (Figura 2) verifica-se que nos meses de maior precipitação (fevereiro a maio) é o momento do desenvolvimento de folhas novas, sendo a queda das folhas aumentada logo após o período chuvoso.

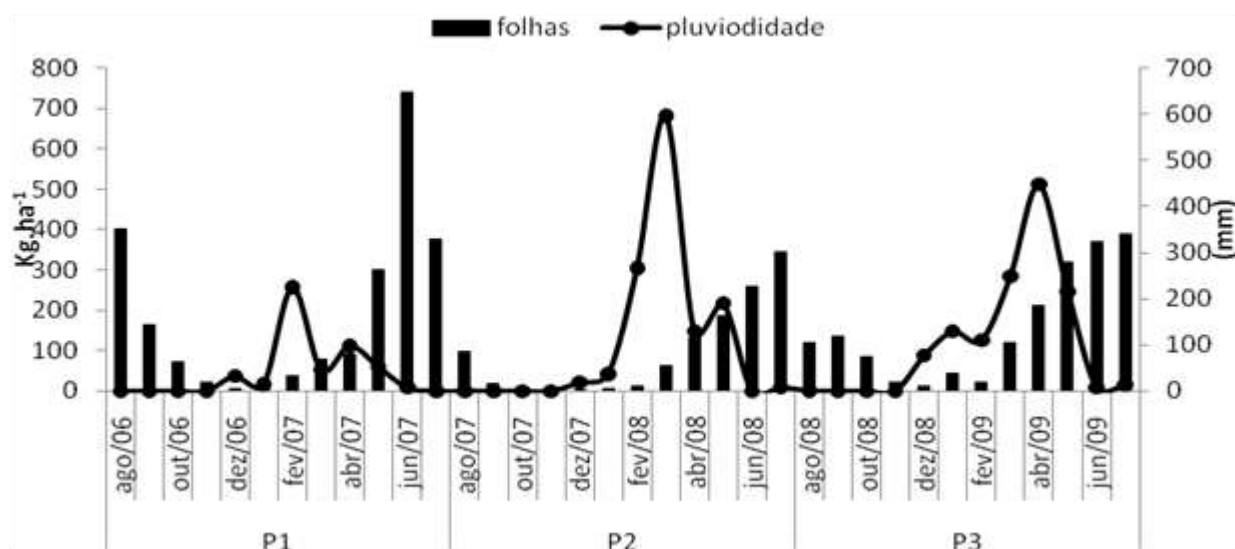


Figura 2 - Deposição da fração folhas (kg ha⁻¹) e pluviosidade (mm) nos três períodos de estudo (Período 1 = agosto/2006 a julho/2007; Período 2 = agosto/2007 a julho/2008 e Período 3 = agosto/2008 a julho/2009)

A produção de serapilheira foliar em área de Caatinga, segundo Santana (2005) parece estar ligada a dois fatores extremamente relacionados, que são o início do período seco na região e a imediata abscisão das folhas para reduzir as perdas de água por transpiração. Souto (2006) reafirma que o

comportamento caducifólio da maioria das espécies da Caatinga que permite a sobrevivência das espécies nos períodos de seca que sempre assolam a região, em maior ou menor intensidade.

A deposição da fração galhos que inclui material lenhoso de todas as dimensões mais cascas

constituiu a segunda maior contribuição na formação da serapilheira com os menores picos de produção

variando entre os meses de outubro a janeiro (Figura 3).

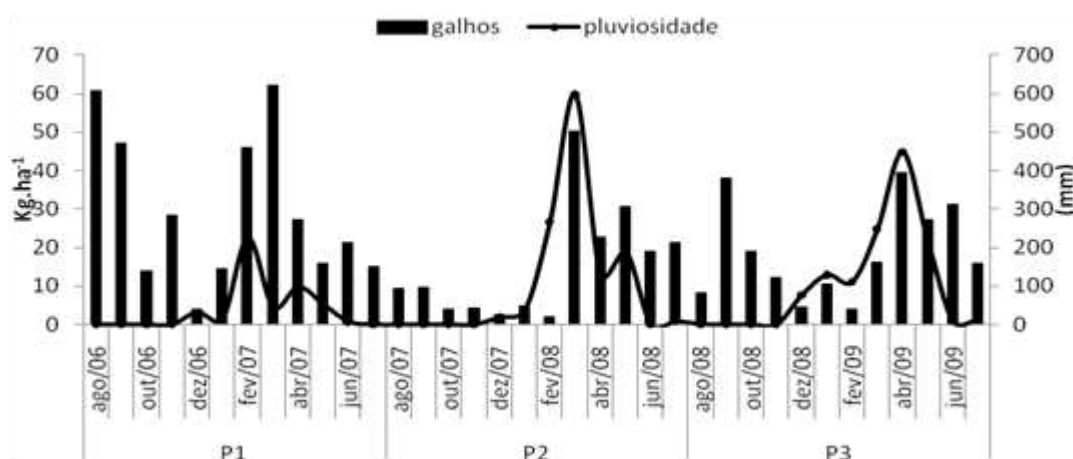


Figura 3 - Deposição da fração galhos (kg ha^{-1}) e pluviosidade (mm) nos três períodos de estudo (Período 1 = agosto/2006 a julho/2007; Período 2 = agosto/2007 a julho/2008 e Período 3 = agosto/2008 a julho/2009)

A produção da fração galhos foi de $355,88 \text{ kg ha}^{-1}$ no P1, $180,42 \text{ kg ha}^{-1}$ para P2 e $226,37 \text{ kg ha}^{-1}$ para P3, totalizando $762,67 \text{ kg ha}^{-1}$ durante a realização do estudo, o que correspondeu a 11,2% da serapilheira coletada. Andrade et al. (2008) desenvolvendo trabalho na mesma área onde foi realizado o presente estudo, no período de agosto/2005 a julho/2006 registrou $580,32 \text{ kg ha}^{-1}$ de galhos depositados, o que correspondeu a 25,4% do total da serapilheira aportada.

A deposição da fração galhos diminuiu conforme a redução da precipitação, aumentando ao chegar à estação chuvosa, o que pode estar relacionado ao efeito mecânico da chuva no processo de

deciduidade dos ramos ressequidos durante a época seca anterior. Além disso, Souto (2006) afirma que, possivelmente, os ventos que normalmente acompanham as chuvas na região propiciaram maior queda desse material. Para König et al. (2002), as quantidades variáveis de queda de galhos podem ser atribuídas à ocorrência de fenômenos climáticos adversos, como chuva forte com ventos anormais.

A fração estrutura reprodutiva que inclui flores, frutos e sementes totalizou $558,62 \text{ kg ha}^{-1}$, sendo a maior deposição no P3 com $265,81 \text{ kg ha}^{-1}$, seguido de P1 com $196,41 \text{ kg ha}^{-1}$ e a menor deposição em P2 com $96,40 \text{ kg ha}^{-1}$ (Figura 4).

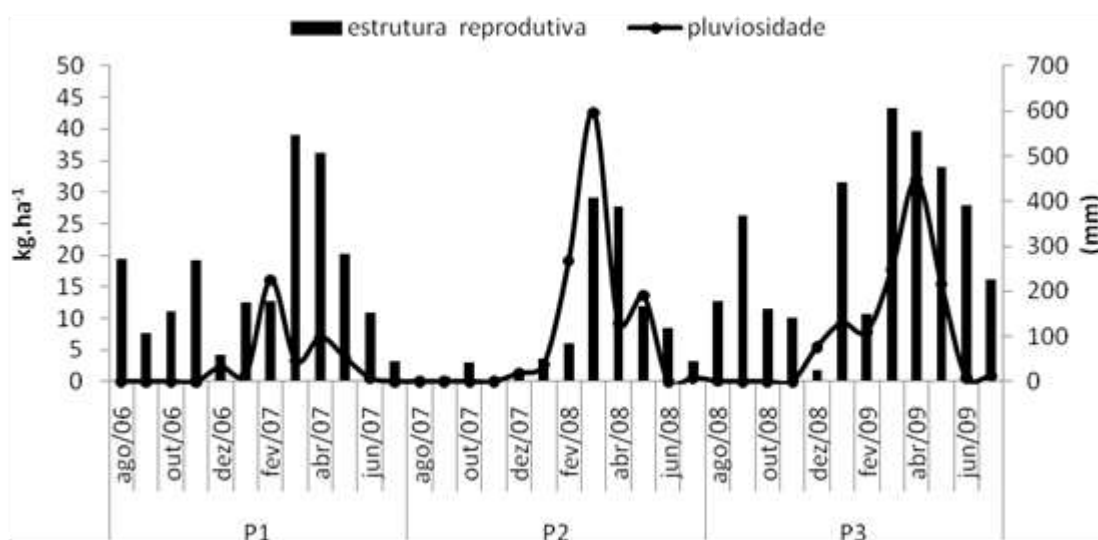


Figura 4 - Deposição da fração estrutura reprodutiva (kg ha^{-1}) e pluviosidade (mm) nos três períodos de estudo (Período 1 = agosto/2006 a julho/2007; Período 2 = agosto/2007 a julho/2008 e Período 3 = agosto/2008 a julho/2009)

No P1 a deposição ocorreu com maior frequência de fevereiro a maio/2007, meses de maior pluviosidade (421,10 mm), correspondendo a 88,5% dessa fração coletada, acontecendo o pico de deposição em março com $39,03 \text{ kg ha}^{-1}$, corroborando com os dados de Andrade et al. (2008). No P2, apesar do registro de alta pluviosidade (Tabela 1), a produção de estruturas reprodutivas foi baixa, sendo os menores valores registrados durante os meses de agosto/ 2007 a janeiro/2008, não chegando a 10,0% do total depositado.

Os meses que ocorreram à maior deposição foram de março a julho/2008 com pico em março com $29,21 \text{ kg ha}^{-1}$. Já em P3 ocorreu deposição durante todo o período ocorrendo dois picos, um na estação seca em setembro/2008 com $26,31 \text{ kg ha}^{-1}$ e o outro na estação chuvosa em março/2009 com $43,24 \text{ kg ha}^{-1}$. A alta produção de estruturas reprodutivas durante o período seco deve-se a pluviosidade remanescente no período anterior.

A baixa produção de estruturas reprodutivas foi consequência dos baixos índices pluviométricos ocorridos em P1, que limitou a oferta hídrica do solo, interferindo na fenologia das espécies. A alta produção de estruturas reprodutivas durante o período seco deve-se a pluviosidade elevada no período anterior que contribuiu na manutenção da umidade do solo por um período mais prolongado, suprimindo as necessidades hídricas das plantas.

O estresse hídrico é um dos fatores mais limitantes de produtividade para as espécies vegetais da caatinga que alteram os processos fisiológico de acordo com as características do meio, auxiliando na sua adaptabilidade às condições severas (Costa et al., 2010) a que são expostas sazonalmente.

A fração miscelânea contribuiu com 2,8% do total da produção nos três períodos de estudo. A maior deposição dessa fração foi verificada no P1 ($124,73 \text{ kg ha}^{-1}$), sendo superior aos valores relatados por Souto (2006) e Andrade et al. (2008). Nos períodos P2 e P3 foram depositados $35,32 \text{ kg ha}^{-1}$ e $30,81 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente, valores estes inferiores aos reportados por Santana (2005), em Serra Negra do Norte (RN) que encontrou $163,65 \text{ kg ha}^{-1}$.

A redução na produção dessa fração no período seco, em P1 e P2, foi, provavelmente, reflexo da diminuição da precipitação na área, reduzindo também a qualidade e a quantidade de matéria verde disponível a ser consumida pela população de insetos, enquanto que em P3 ocorreu uma distribuição contínua durante o período seco e chuvoso na região.

CONCLUSÕES

A precipitação foi um dos fatores que determinou a sazonalidade de deposição da serapilheira;

A fração folha apresenta-se como predominante na serapilheira devolvida ao solo, sendo a deposição mais intensa no final do período chuvoso;

A deposição de serapilheira no período estudado apresentou, de forma geral, a seguinte magnitude: folhas > galho > estruturas reprodutivas > miscelânea;

Os valores de deposição total anual de serapilheira foram semelhantes aos obtidos em outros estudos no bioma Caatinga.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao proprietário da Fazenda Tamanduá, Dr. Pierre Landolt, pela cessão da área para realização deste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, J. J. A. Geoecologia da caatinga no semiárido do nordeste brasileiro. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro-SP, v. 2, p. 58-71, 2007.
- ANDRADE, R. L.; SOUTO J S.; SOUTO, P. C.; BEZERRA, D. M. Deposição de serrapilheira em área de caatinga na RPPN “Fazenda Tamanduá”, Santa Terezinha – PB. **Revista Caatinga**, Mossoró-RN, v. 21, n 2, p. 223-230, 2008
- CALVI, G.P.; PEREIRA, M.G.; ESPÍNDULA JÚNIOR, A. Produção de serapilheira e aporte de nutrientes em áreas de floresta Atlântica em Santa Maria de Jetibá, ES. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 19, n. 2, p. 131-138, 2009.
- COSTA, C.C.A.; CAMACHO, R.G.V.; MACEDO, I.D.; SILVA, P.C.M. Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na FLONA de Açú-RN. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.2, p.259-265, 2010.
- COSTA, C. C. A.; SOUZA, A. M.; SILVA N. F.; CAMACHO. R. G. V.; DANTAS, I. M. Produção de Serapilheira na Caatinga da Floresta Nacional do Açú-RN. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre-RS, v. 5, supl. 1, p. 246-248, 2007.
- KÖNIG, F. G.; SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; SELING, I. Avaliação da sazonalidade da produção de serapilheira numa floresta estacional decídua no

- município de Santa Maria-RS. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 26, n. 4, p. 429-435, 2002.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2002 – SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação). MMA, SNUC, Brasília, Distrito Federal, Brasil.
- ROSA, T. F. D.; SCARAMUZZA, W. L. M. P.; SILVA, R. G. Concentração e acúmulo de nutrientes em povoamentos de teca no Estado de Mato Grosso, Brasil. **Cerne**, Lavras-MG, v. 21, n. 1, p. 51 – 57, 2015.
- SANTANA, J. A. da S. **Estrutura fitossociológica, produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes em uma área de Caatinga no Seridó do Rio Grande do Norte**. 2005. 184 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.
- SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E.J.; RODRIGUES, L.M.; SANTOS, E.M. Retorno de nutrientes via deposição de serapilheira em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, n. 1, p. 9-14, 2003.
- SILVEIRA, F. de M. **Ciclagem de nutrientes em estágios sucessionais da floresta ombrófila densa do Paraná**. 2015. 144 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curitiba – PR.
- SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição de serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de caatinga na Paraíba, Brasil**. 2006. 150 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.
- SOUZA, J. A.; DAVIDE, A. C. Deposição de serapilheira e nutrientes em uma mata não minerada e em plantações de bracatinga (*Mimosa scabrella*) e de eucalipto (*Eucalyptus saligna*) em áreas de mineração de bauxita. **Cerne**, Lavras-MG, v. 7, n. 1, p.101-113, 2001.
- SUDEMA. **Atualização do diagnóstico florestal do Estado da Paraíba**. João Pessoa: SUDEMA. 268p. 2004.
- VITAL, A.R.T. **Caracterização hidrológica e ciclagem de nutrientes em fragmento de mata ciliar em Botucatu, SP**. 2002. 117 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.