

## FEITO DA DEFICIÊNCIA HÍDRICA NA PRODUÇÃO DOS COMPONENTES DA LITEIRA VEGETAL EM FLORESTA TROPICAL NATIVA NA FLONA CAXIUANÃ-PARÁ

**BRUNO RAFAEL MIRANDA MATOS**

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade(ICMBio), Av. Brigadeiro Haroldo Veloso nº 975, Boa Esperança, Itaituba, Pará, Brasil,68181-030, e-mail: flonacrepori.pa@icmbio.gov.br

**ANTÔNIO CARLOS LÔLA DA COSTA**

Universidade Federal do Pará, Av. Augusto Correas/nº., Guamá, Belém, Pará, Brasil,66075-110, e-mail: lola@ufpa.br

**RESUMO:** O material orgânico (vegetal/animal), liteira, depositado no solo das florestas tropicais amazônicas tem grande relevância na manutenção da fertilidade dos solos amazônicos, pois não só repõe nutrientes, mas também funciona como uma camada protetora dos mesmos. A liteira vegetal é um aglomerado de componentes, dentre os quais, destacam-se as folhas, galhos, flores e frutos, sendo que cada um destes componentes apresenta distintas constituições químicas, o que implica na menor ou maior velocidade de decomposição e, por conseqüência, maior ou menor nutrição dos solos. O entendimento sobre as tendências quantitativas e qualitativas de produção dos componentes da liteira vegetal são de fundamental importância para a ampliação do conhecimento sobre a dinâmica nutricional em florestas amazônicas. Desta forma, o presente estudo objetivou avaliar os efeitos da deficiência hídrica prolongada na produção dos componentes da liteira vegetal em floresta tropical nativa na Floresta Nacional de Caxiuaná-Pa. O estudo foi realizado em floresta nativa de terra firme, localizada na Floresta Nacional de Caxiuaná, Estado do Pará, durante os anos de 2004 a 2010, coletando-se e medindo-se mensalmente, as produções de liteira acumulada em duas parcelas de 1 ha, sendo que uma foi submetida a deficiência hídrica da ordem de 50% e, outra foi mantida como controle. A produção acumulada de folhas, galhos e flores/ frutos para o período de estudo, foi de 3,66, 0,77 e 0,65 t.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>; 3,16, 0,62 e 0,37 t.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, respectivamente, para as parcelas controle e tratamento, uma redução da ordem de 15,82%, 24,19% e 75%, entre as produções dos componentes da liteira acumulada da parcela controle em relação à parcela tratamento. Observou-se tendência de sazonalidade anual e mensal na produção de liteira acumulada, ambas, ajustando-se bem às linhas de tendência polinomiais de grau elevado (5º grau), com as maiores produções ocorrendo nos primeiros e últimos anos de estudo e, no mês de julho; e as menores produções ocorrendo nos anos centrais do estudo e, nos meses de fevereiro, abril e dezembro. A deficiência hídrica do tratamento afetou intensamente a produção acumulada de folhas e flores/frutos, principalmente, este último, devido à grande dependência produtiva, deste componente, à fenologia reprodutiva e, que guarda estreita relação com disponibilidade hídrica no ecossistema.

**PALAVRAS-CHAVE:** Liteira florestal, Estresse ambiental, Interações biosfera-atmosfera.

**ABSTRACT:** The organic material (plant / animal), litter, deposited on the soil of the Amazon rainforest has great relevance in the maintenance of soil fertility Amazon because not only replenish nutrients, also acts as a protective layer on them. The plant litter is a cluster of components, among which stand out the leaves, twigs, flowers and fruits, each of these components has different chemical constitutions, which implies higher or lower decomposition rate and consequently , more or less soil nutrition. Understanding trends quantitative and qualitative production of components of plant litter are of fundamental importance to the expansion of knowledge about the nutritional dynamics in Amazonian forests. Thus, the present study aimed to evaluate the effects of prolonged drought stress in the production of components of plant litter in native tropical forest in Caxiuaná National Forest, PA. The study was conducted in native forest land division, located in Caxiuaná National Forest, State of Para, during the years 2004 to 2010, collecting and measuring monthly productions of litter accumulated on two plots of 1 ha, one of which was subjected to water deficit of 50% and another was kept as control. The accumulated production of leaves, twigs and flowers / fruits for the study period was 3.66, 0.77 and 0.65 t. ha<sup>-1</sup>.

year<sup>-1</sup>, 3.16, 0.62 and 0.37 t. ha<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup>, respectively, for the control and treatment plots, a reduction of around 15.82%, 24.19% and 75%, among the productions of the components of accumulated litter portion control in relation to the portion treatment. There was a tendency of seasonality in monthly and annual production of litter accumulated, both adjusting well to polynomial trendlines high grade ( $\geq 6^\circ$  degrees), with the highest yields occurring in the first and final years of study and in July, and the lowest yields occurring in the middle years of the study and, in February, April and December. Water stress treatment affected intensely, the accumulated production of leaves and flowers/fruits, especially the latter, due to the high dependence productive, this component, and the reproductive phenology, which is closely related to water availability in the ecosystem.

**KEY WORDS:** Forest litter, Environmental stress, Biosphere-atmosphere interactions.

## INTRODUÇÃO

A liteira é um importante componente do sistema florestal e compreende o material precipitado no solo pela biota. Esse material inclui principalmente folhas, galhos, frutos, sementes, flores e resíduos animais (Dias & Oliveira-Filho, 1997). Esse componente tem grande relevância na ciclagem de nutrientes dos ecossistemas, recebendo entradas via vegetação e, por sua vez, decompondo-se e suprindo o solo e as raízes com nutrientes e matéria orgânica (Luizão, 2007).

As florestas tropicais úmidas amazônicas são ecossistemas, que na maioria das vezes, estão estabelecidas em solos de baixa fertilidade natural (IBGE, 2012). Desta forma, a produção de liteira, e sua posterior decomposição, constitui-se como um processo que viabiliza a transferência de matéria orgânica, nutrientes e energia da vegetação para o solo, e o seu reaproveitamento pela biota (Delitti, 1995).

Cada fração da liteira apresenta diferentes composições químicas constitucionais e velocidades de decomposição, o que influencia diretamente nos processos de ciclagem de nutrientes das plantas para os solos (Cianciaruso et al., 2006).

As folhas, por exemplo, apresentam grande quantidade e variedade de nutrientes (Caldeira et al., 2002), além de apresentarem rápida decomposição, diferentemente do componente galhos, devido, dentre outros fatores, à concentração de água e à relação carbono e nitrogênio do material (Xuluc-Talosa, et al., 2003; Marques et al., 2000).

Em vários estudos, em diversificadas localidades e ecossistemas, observou-se que a produção da liteira total, assim como de seus componentes, apresenta uma tendência de sazonalidade produtiva, com as maiores e menores produções ocorrendo em meses de pouca e alta disponibilidade hídrica (Nepstad et al., 2002; Silva et al., 2007; Silva et al., 2009b).

O estudo da liteira, assim como de seus componentes, é baseado na sua característica como "indicador de reação", capaz de responder às alterações micrometeorológicas do ambiente (Araújo et al., 2006), principalmente, à deficiência hídrica (Delitti, 1995).

Face ao exposto, este trabalho objetivou avaliar os efeitos da deficiência hídrica prolongada na produção dos componentes da liteira vegetal em floresta tropical nativa na Floresta Nacional de Caxiuanã, estado do Pará.

## MATERIAL E MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está situada na porção inferior do Rio Anapu, entre os Rios Tocantins e Xingu, municípios de Melgaço e Portel (Pará), onde se situa a FLONA de Caxiuanã, com limites Norte de  $01^\circ 37' S/51^\circ 19' W$  e  $01^\circ 54' S/51^\circ 58' W$ , e limites Sul de  $2^\circ 15' S/51^\circ 15' W$  e  $2^\circ 15' S/51^\circ 56' W$  (Montag et al., 2008) (Figura 1).

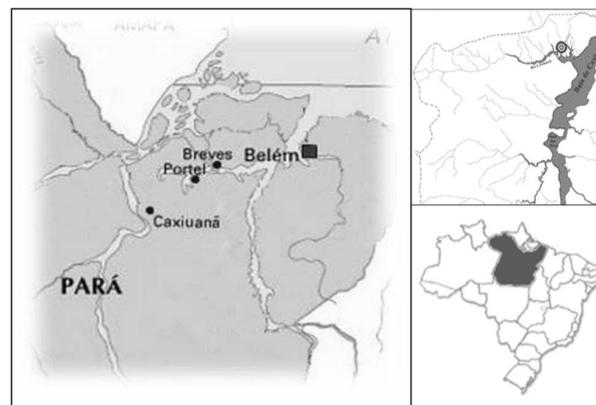


Fig. 1 - Localização da Floresta Nacional de Caxiuanã.

A maior parte da área, aproximadamente 95%, é composta por ambientes de terra firme. No entanto, a floresta apresenta outros ambientes, como a várzea e o igapó (Lisboa et al., 1997). Este ambiente apresenta uma arquitetura florestal constituída de árvores emergentes (40 a 50 m), dossel (30 a 35 m) e subdossel (20 a 25 m). A floresta apresenta diversidade considerável e grandes árvores, como o angelim-vermelho (*Dinizia excelsa*), angelim-rajado (*Marmaroxylon racemosum*), tauari (*Couratari guianensis*), tanimbuca (*Buchenavia grandis*), pitaíca (*Swartzia racemosa*), cumaru (*Dipteryx odorata*), dentre outras (Silva et al., 2009a).

A geologia da região de Caxiuanã é representada por sedimentos lateritizados da formação Alter do Chão, que foram truncados no Terciário e posteriormente até o nível do horizonte caulínítico. A drenagem principal está representada pela baía de Caxiuanã e seu rio formador, o Anapu. Na área, predominam latossolos amarelos desenvolvidos sobre perfis lateríticos truncados e ocupando as partes mais elevadas do terreno, enquanto solos hidromórficos ocupam as porções mais baixas. As ocorrências de solos ricos em matéria orgânica, conhecidos como terra preta arqueológica (TPA), ocupam as áreas mais elevadas (Almeida et al., 1993; Lemos et al., 2009).

O clima da região é caracterizado como tropical úmido do tipo Ami, segundo a classificação de Köppen (Moraes et al., 1997). Os maiores índices de precipitação ocorrem entre dezembro e maio e, os menores índices de precipitação ocorrem entre junho e novembro. A temperatura média anual é de 26 °C e a umidade relativa média anual é de, aproximadamente, 80%. A direção do vento predominante é de Nordeste (Silva et al., 2009b).

A Floresta Nacional de Caxiuanã é banhada pelas baías de Caxiuanã e dos Botos (Costa et al., 1997).

## DESENHO EXPERIMENTAL

A presente pesquisa integra o Experimento em Grande Escala da Biosfera – Atmosfera na



Fig. 2 – Painéis coletores de água, calhas de drenagem e trincheira.

## COLETA DE DADOS

A produção de liteira vegetal, neste estudo, foi quantificada nas duas parcelas pelo método das armadilhas para recolher detritos vegetais – “litter trap” (Figura 3), considerando as seguintes frações vegetais: folhas, flores, frutos e material lenhoso de até 2 cm de diâmetro (liteira fina).

Amazônia (LBA), que tem como objetivo principal o entendimento das alterações nos ciclos da água, de carbono e nutrientes, e os balanços de energia solar, em função das modificações verificadas na cobertura vegetal da região, e ainda, do subprojeto Estudo da Seca da Floresta (ESECAFLOR), que visa estudar o impacto da seca prolongada nos fluxos de água e gás carbônico em uma floresta tropical amazônica.

Em sua estrutura física o subprojeto ESECAFLOR é constituído de duas parcelas de 1 hectare cada (controle e tratamento), divididas em 100 subparcelas de 10 x 10 m cada. Tendo sido utilizadas neste experimento, 40 subparcelas, 20 em cada parcela.

Na parcela tratamento, foi feito a exclusão de aproximadamente 50% da água da chuva, durante todos os meses do ano, no período de 2004 a 2010, com a utilização de 6.000 painéis coletores de água (base de madeira e revestimento de plástico), instalados em alturas de 1,5 m a 4 m acima do solo, com calhas de drenagem, e com abertura de quatro trincheiras de 100 m de comprimento, por 0,6 m de largura e 2 m de profundidade cada (Figura 2). Essas trincheiras foram abertas no solo para minimizar parte dos movimentos de água no solo, no caso, o lateral.

A área basal das florestas das parcelas controle e tratamento, foram de 32,2898 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> e de 32,1292 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, o que sugeriu certa homogeneidade das árvores de ambas as parcelas (Chagas et al., 2012).



Fig. 3 – Coletor de liteira.

Considerando a metodologia proposta em alguns estudos em florestas tropicais (Bray e Gorham, 1994; Figueiredo Filho et al, 2003; Carreira et al, 2006), foram utilizados, em cada área, 20 coletores de formato circular, totalizando 40 coletores.

Considerando que a coleta do material se restringiu a liteira fina, o coletor utilizado para este experimento tinha área de 1 m<sup>2</sup>, em base de arame galvanizado e tela de nylon de 2 mm de malha, que evita a retenção da água da chuva, maximizando o escoamento da água e minimizando a deterioração do material vegetal.

Para a coleta de liteira vegetal foram sorteadas, aleatoriamente, 20 subparcelas de 10 m x 10 m, dentro de cada parcela. No centro de cada subparcela sorteada foram fixados os coletores à altura de, aproximadamente, 40 cm acima do solo na parcela controle. Na parcela tratamento os coletores foram suspensos por três amarrações de fios de nylon a uma altura de aproximadamente 40 cm acima dos painéis coletores de água, ou seja, a alturas que variaram de 1,9 a 4,4 m acima do solo.

As coletas do material na floresta foram realizadas mensalmente, durante sete anos, de janeiro de 2004 a dezembro de 2010, sendo que as medidas mensais de liteira vegetal corresponderam à parte da produção no mês de coleta, e parte da produção do mês anterior ao mês de coleta, sendo denominada de liteira acumulada.

Após a coleta, todo o material foi acondicionado em sacos de papel, e posteriormente, em sacos plásticos, para ser transportado para o laboratório do campo experimental. No laboratório experimental (Flona Caxiuanã), os sacos plásticos contendo os sacos de papel com as frações de liteira foram abertos e a água acumulada sobre as folhas foi escoada para secar, primeiramente em condições ambientais. Quando necessário, o material era colocado em uma estufa com lâmpadas (40-60 °C), por um período de 24 a 36 horas, até ser colocado em estufa para a secagem completa.

No laboratório de Botânica do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), o material vegetal foi acondicionado em novos sacos de papel para ser colocado em estufa a 80 °C, por um período de 48 horas, até obter massa constante. Em seguida, as massas do material foram separadas nos componentes: folhas, galhos ( $\varnothing = 1$  cm) e flores/

frutos e miscelâneas, sendo pesadas em balança semi-analítica com precisão de 0,01 g, por coletor, por componente e por parcela.

Devido à reduzida massa e, ou, ausência de dados do componente miscelânea na maioria das parcelas, utilizou-se, neste estudo, apenas os dados de massas dos demais componentes.

## ANÁLISE DOS DADOS

Para a análise dos dados foi utilizado o software BioStat 5.3, aplicando-se o teste D'Agostinho para verificar a normalidade dos dados coletados, e o teste de Friedman (amostras pareadas) para avaliar a existência de diferenças e comparar as produções médias anuais e mensais dos componentes da liteira acumulada, nas e entre as parcelas, equivalendo a uma Análise de Variância - ANOVA (Ayres & Ayres Junior, 2007).

A análise pareada dos dados funcionou como "remediador" para a pseudorepetição dos dados (Millar e Anderson, 2004), considerando que o desenho experimental aplicado, impossibilitou a independência dos dados amostrais, em termos temporais e espaciais (pseudorepetição temporal e espacial).

Para verificar as tendências comportamentais das produções dos componentes da liteira acumulada, utilizou-se o teste de ajustamento de curvas (exponencial, linear, logarítmica, polinomial, potência e média móvel), tomando-se por base para a definição do melhor ajustamento, o coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) (Ayres e Ayres Junior, 2007).

O nível de confiança utilizado para os testes aplicados foi de 95%.

## RESULTADOS

### PRODUÇÕES DOS COMPONENTES DA LITEIRA ACUMULADA

Os valores mínimos, máximos e médios mensais de produção dos componentes da liteira total, assim como, o totais de produção dos componentes para todo o período de estudo foram sempre superiores na parcela controle quando comparados aos da parcela tratamento (Tabela 1).

Tab. 1 – Produções acumuladas mensais e anuais dos componentes da liteira total.

Parcela	Componente	Mínimo	Máximo	Médio	Total
		kg. ha <sup>-1</sup> . mês			t. ha <sup>-1</sup> . ano <sup>-1</sup>
Controle	Folhas	196,7	499	305,9	3,66
	Galhos	48,9	91,9	63,9	0,77
	Flores/Frutos	22,8	91,7	54,4	0,65
Tratamento	Folhas	167,8	441,7	263,6	3,16
	Galhos	38,9	74,6	51,7	0,62
	Flores/Frutos	21,0	38,4	30,7	0,37

## TESTE DE NORMALIDADE DOS DADOS

Verificou-se, por meio do teste de D'Agostinho, que as médias mensais de produção acumulada, da parcela controle, de folhas e galhos, apresentaram distribuição anormal ( $D = 0,2703$ ,  $p < 0,05$ ;  $D = 0,2718$ ,  $p < 0,05$ , respectivamente) e, de flores/frutos apresentaram distribuição normal ( $D = 0,2802$ ,  $p \geq 0,05$ ). Na parcela tratamento, as médias mensais de produção acumulada, de folhas, galhos e flores/frutos apresentaram distribuição anormal ( $D = 0,2729$ ,  $p < 0,05$ ;  $D = 0,2493$ ,  $p < 0,01$ ;  $D = 0,27$ ,  $p < 0,05$ , respectivamente).

Considerando a anormalidade dos dados, e a dificuldade para a transformação dos mesmos, aplicou-se o teste não paramétrico de Friedman, para verificar a existência de diferenças entre as produções mensais e anuais dos componentes da liteira acumulada (Ayres & Ayres Junior, 2007).

## TESTE DE MÉDIAS (TESTE DE FRIEMAN)

Verificou-se, por meio do teste de Friedman, a existência de diferenças entre as produções mensais dos componentes da liteira acumulada, nas e entre as parcelas ( $Fr = 280,476$ ,  $p < 0,0001$ ).

Na parcela controle, a produção mensal média acumulada de folhas, foi significativamente maior quando comparada às produções de galhos

( $p < 0,05$ ) e flores/frutos ( $p < 0,05$ ), que foram iguais entre si ( $p > 0,05$ ).

Na parcela tratamento, a maior produção mensal média acumulada foi a de folhas, seguida da produção de galhos e de flores/frutos, todas, estatisticamente, diferentes entre si (valores de  $p < 0,05$ ).

Quando se compararam as produções médias mensais acumuladas de folhas, galhos e flores/frutos de todos os anos, da parcela controle em relação à parcela tratamento, observou-se que as produções dos componentes folhas e galhos foram iguais ( $p > 0,05$ ) entre as parcelas, e que as produções de flores/frutos da parcela tratamento foram significativamente menores das obtidas na parcela controle (valores de  $p < 0,05$ ).

## COMPORTAMENTO ANUAL DA PRODUÇÃO DOS COMPONENTES DA LITEIRA ACUMULADA

Comparando-se as produções anuais médias acumuladas de folhas da parcela controle, constatou-se que houve diferença significativa entre as produções das amostras ( $Fr = 32,5714$ ;  $p < 0,0001$ ). As produções anuais que divergiram significativamente foram as dos anos de 2004 com 2007, 2004 com 2008, 2005 com 2007, 2005 com 2008, 2007 com 2010 e 2008 com 2010 (valores de  $p < 0,05$ ), sendo que as maiores produções ocorreram nos anos de 2010, 2004, 2005, 2006, 2009, 2007 e 2008, respectivamente (Figura 4).

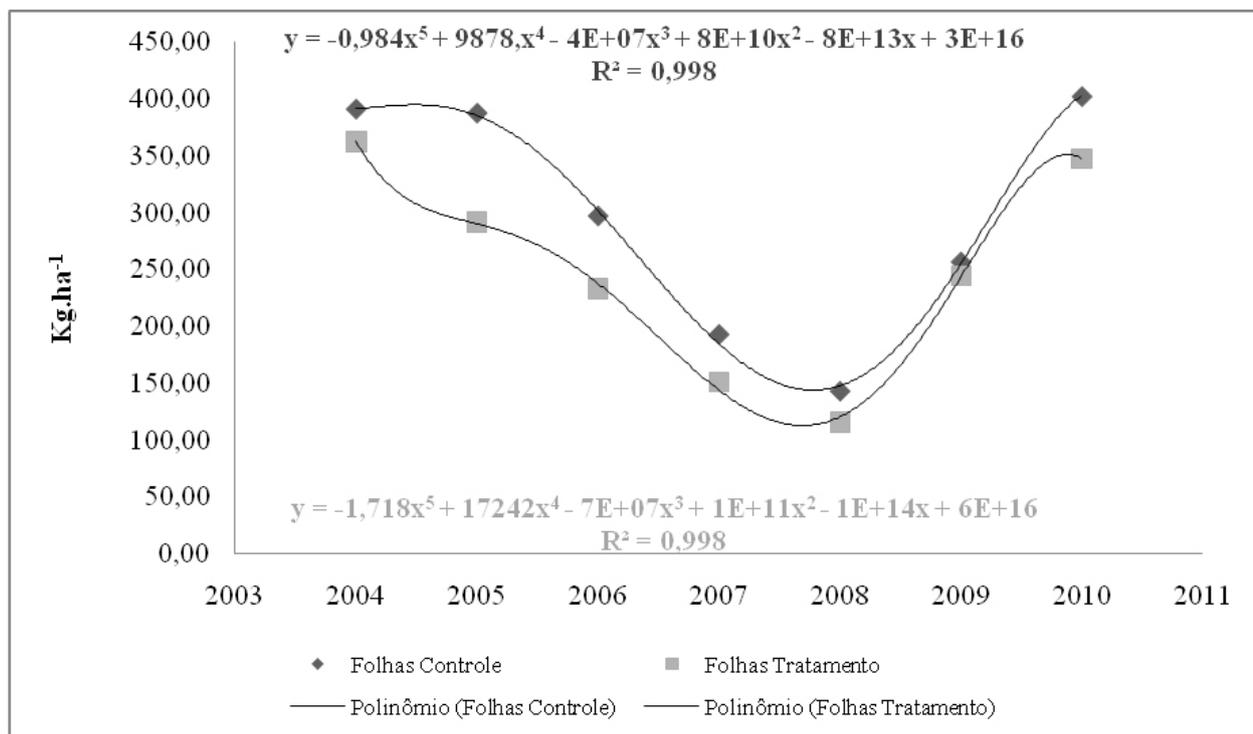


Fig. 4 – Produção anual acumulada de folhas nas parcelas controle e tratamento (kg.ha<sup>-1</sup>).

Comparando-se as produções anuais médias acumuladas de folhas da parcela tratamento, observou-se que houve diferença significativa entre as produções das amostras ( $Fr = 31,9375$ ;  $p < 0,0001$ ). As produções anuais que divergiram significativamente foram as dos anos de 2004 com 2007, 2004 com 2008, 2005 com 2008, 2007 com 2010 e 2008 com 2010 (valores de  $p < 0,05$ ), sendo que as maiores produções ocorreram nos anos de 2004, 2010, 2005, 2009, 2006, 2007 e 2008, respectivamente (Figura 4).

Comparando-se as produções anuais médias acumuladas de galhos da parcela controle, observou-se que houve diferença significativa entre as produções das amostras ( $Fr = 15,25$ ;  $p = 0,0184$ ). No entanto, a comparação entre as produções anuais não permitiu a identificação de diferenças significativas entre as mesmas (valores de  $p > 0,05$ ) (Figura 5).

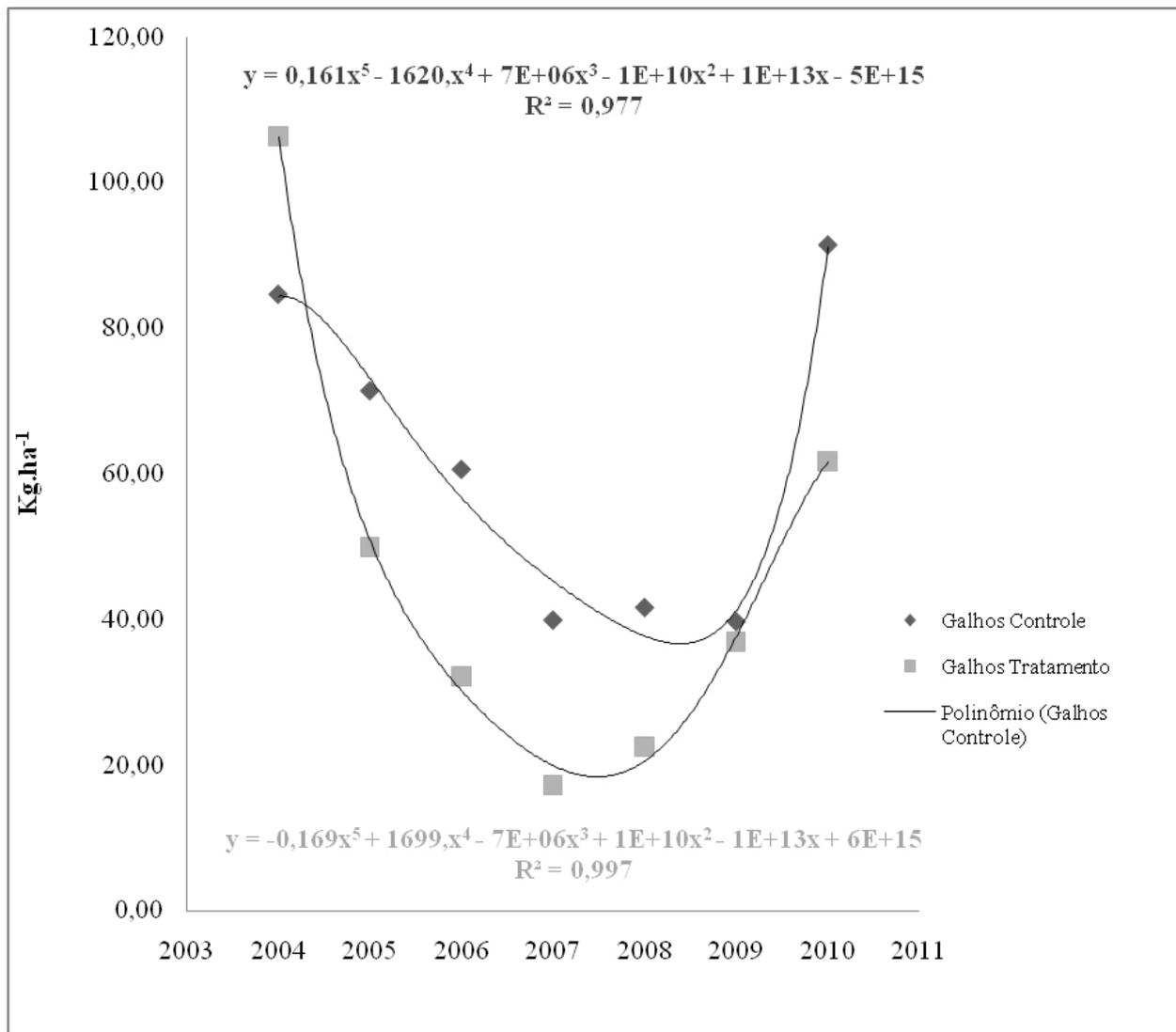


Fig. 5 – Produção anual acumulada de galhos nas parcelas controle e tratamento (kg.ha<sup>-1</sup>).

Comparando-se as produções anuais médias acumuladas de galhos da parcela tratamento, verificou-se que houve diferença significativa entre as produções das amostras ( $Fr = 30,3750$ ;  $p < 0,0001$ ). As produções anuais que divergiram significativamente foram as produções dos anos de 2004 com 2006, 2004 com 2007, 2004 com 2008, 2004 com 2009, e 2007 com 2010 (valores de  $p < 0,05$ ), sendo que as maiores produções ocorreram nos anos de 2004, 2010, 2005, 2009, 2006, 2008 e 2007, respectivamente (Figura 5).

Comparando-se as produções anuais médias acumuladas de flores/frutos da parcela controle, observou-se que houve diferença significativa entre as produções das amostras ( $Fr = 20,9643$ ;  $p = 0,0019$ ). As produções anuais que divergiram significativamente foram as produções dos anos de 2004 com 2007, 2005 com 2007 e 2005 com 2008 (valores de  $p < 0,05$ ), com as maiores produções tendo ocorrido nos anos de 2005, 2004, 2010, 2006, 2007, 2009 e 2008, respectivamente (Figura 6).

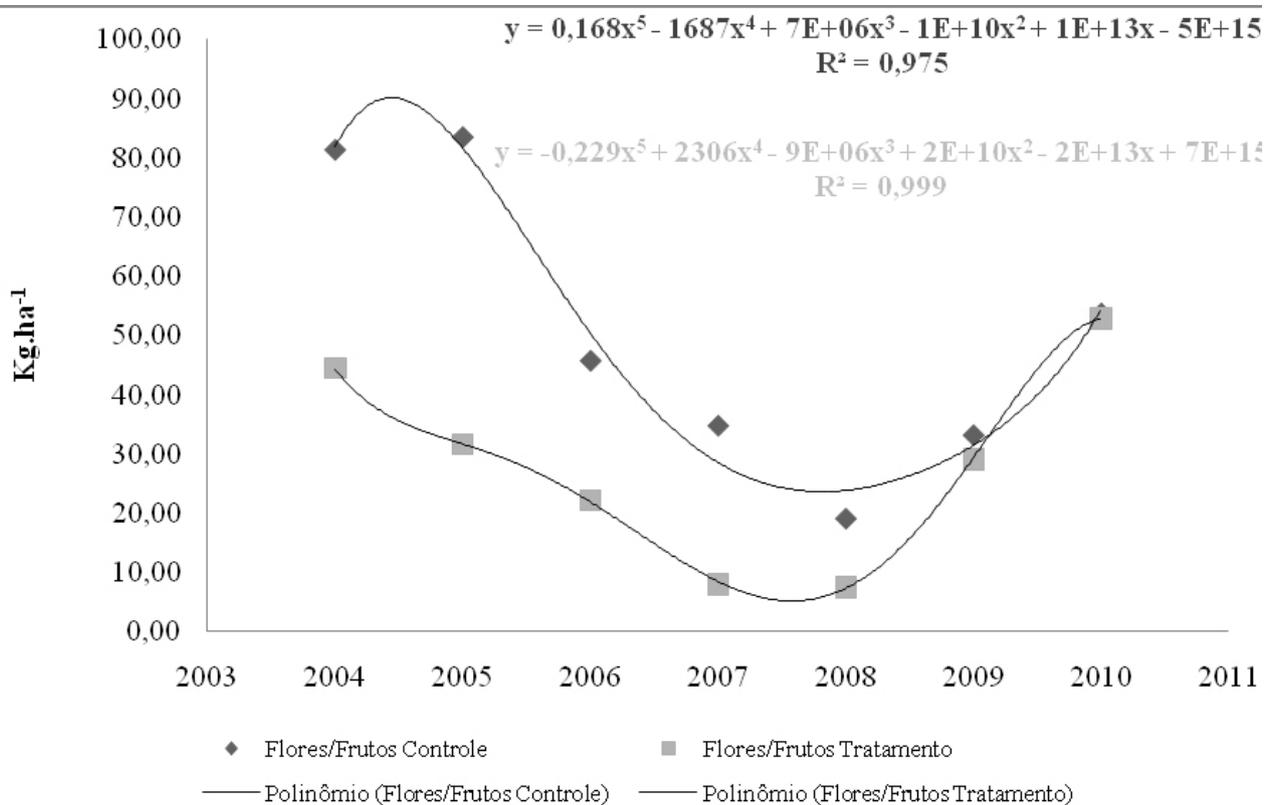


Fig. 6 – Produção anual acumulada de flores/frutos nas parcelas controle e tratamento (kg.ha<sup>-1</sup>).

Ao comparar as produções anuais médias acumuladas de flores/frutos da parcela tratamento, observou-se que houve diferença significativa entre as produções das amostras (Fr = 26,3661; p = 0,0002). As produções anuais que divergiram significativamente foram as dos anos de 2004 com 2007, 2004 com 2008, 2007 com 2010 e 2008 com 2010 (valores de p < 0,05), sendo que as maiores produções ocorreram nos anos de 2010, 2004, 2005, 2009, 2006, 2007 e 2008, respectivamente (Figura 6).

Quando comparadas as produções médias dos componentes da liteira acumulada, paralelamente entre os anos, e entre as parcelas, observou-se que as produções anuais dos componentes folhas e galhos e flores/frutos foram estatisticamente iguais (valores de p > 0,05).

Os dados de produções médias anuais de todos os componentes da liteira acumulada apresentaram, para o período do estudo, um comportamento semelhante ao apresentado para os dados de produção anual média de liteira total acumulada, tanto na parcela controle

(y = -0,655x<sup>5</sup> + 10,91x<sup>4</sup> - 50,98x<sup>3</sup> + 35,52x<sup>2</sup> + 89,41x + 472,9; R<sup>2</sup> = 0,998), como na parcela tratamento (y = -2,117x<sup>5</sup> + 40,95x<sup>4</sup> - 287,4x<sup>3</sup> + 920,7x<sup>2</sup> - 1439,x + 1280; R<sup>2</sup> = 0,999), com um ajustamento mais próximo às linhas de tendência não lineares do tipo polinomial de 5º grau.

#### COMPORTAMENTO MENSAL DA PRODUÇÃO DOS COMPONENTES DA LITEIRA ACUMULADA

As produções mensais médias dos componentes da liteira acumulada, quando comparadas em ambas as parcelas, observou-se que apenas a produção de folhas diferiu significativamente, tanto na parcela controle (Fr = 34,0165; p = 0,0004), como na parcela tratamento (Fr = 32,5055; p = 0,0006). Na parcela controle, a produção do mês de abril foi menor que a produção do mês de julho (p < 0,05). Na parcela tratamento, a produção do mês de fevereiro foi menor que a obtida no mês de julho, e a produção do mês de julho foi maior que a do mês de dezembro (valores de p < 0,05) (Figura 7).

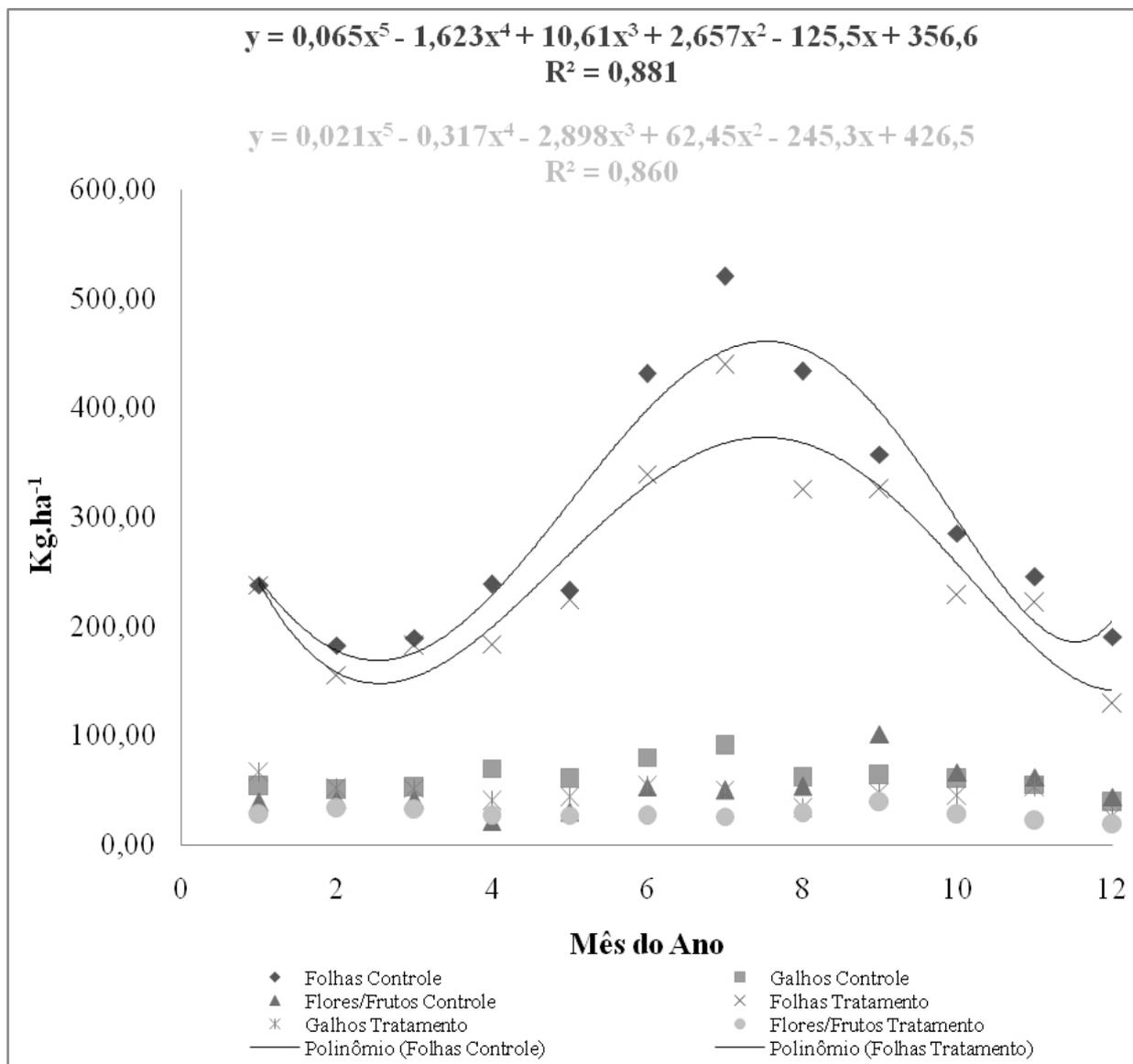


Fig. 7 – Produção mensal dos componentes da liteira acumulada nas parcelas controle e tratamento (kg.ha<sup>-1</sup>).

As produções mensais médias acumuladas de galhos e flores/frutos foram iguais durante todos os meses do ano, tanto na parcela controle (galhos – Fr = 3,9670, p = 0,9709; flores/frutos – Fr = 13,5824, p = 0,2570), como na parcela tratamento (galhos – Fr = 7,6923, p = 0,7406; flores/frutos – Fr = 4,5824, p = 0,9497).

Os dados de produções médias mensais acumuladas do componente folha, apresentaram, para o período do estudo, uma tendência comportamental semelhante ao apresentado para os dados de produção mensal média de liteira total acumulada, tanto na parcela controle ( $y = 0,065x^5 - 1,623x^4 + 10,61x^3 + 2,657x^2 - 125,5x + 356,6$ ;  $R^2 = 0,881$ ), como na parcela tratamento ( $y = 0,021x^5 - 0,317x^4 - 2,898x^3 + 62,45x^2 - 245,3x + 426,5$ ;  $R^2 = 0,860$ ), com um ajustamento mais próximo às linhas de tendência não lineares polinomiais do 5º grau.

Comparando-se as produções acumuladas de folhas, galhos e flores/frutos entre os meses do ano, paralelamente, entre as parcelas, observou-se que as produções de folhas do mês de fevereiro, agosto e outubro foram maiores na parcela controle do que na parcela tratamento; a produção de galhos do mês de agosto foi maior na parcela controle do que na parcela tratamento, e as produções de flores/frutos dos meses de novembro e dezembro foram maiores na parcela controle do que na parcela tratamento (Fr = 5,1429; p = 0,0233) para os meses citados (Figura 7).

#### CENTRALIDADE E DISPERSÃO DOS DADOS BRUTOS

As médias e desvios padrões dos valores das produções mensais dos componentes da liteira acumulada, de todo o período de estudo, foram sempre superiores na parcela controle quando

comparados aos da parcela tratamento. No entanto, as reduções das médias e desvios na parcela tratamento, quando comparadas aos valores obtidos na parcela controle, elevaram os coefi-

cientes de variação das produções mensais acumuladas nos componentes galhos e flores/frutos da parcela tratamento em relação às médias registradas na parcela controle (Tabela 2).

Tab. 2 – Média e índices de dispersão das produções mensais dos componentes da liteira acumulada (kg.ha<sup>-1</sup>).

	Controle			Tratamento		
	Folhas	Galhos	Flores/Frutos	Folhas	Galhos	Flores/Frutos
Média Aritmética	330,82	68,67	57,07	282,92	53,00	31,76
Desvio Padrão	190,48	44,00	44,13	148,14	40,95	26,50
Coefficiente de Variação	0,58	0,64	0,77	0,52	0,77	0,83

## DISCUSSÃO

Comparando-se as médias de produção anual dos componentes da liteira acumulada para o período de estudo nas parcelas, observou-se que as produções dos componentes folhas, galhos e flores/frutos (Figuras 4, 5 e 6), representaram, aproximadamente, 72,05%, 15,16% e 12,79% da produção de liteira total acumulada na parcela controle, e 76,14%, 14,94% e 8,91% da produção de liteira total acumulada na parcela tratamento.

O componente da liteira acumulada de maior produção, em termos absolutos, foi o de folhas, seguida de galhos e flores/frutos, em ambas as parcelas. Esta relação produtiva entre os componentes da liteira, também foi observada em outros estudos em diferentes localidades e ecossistemas florestais (Figueiredo Filho et al., 2003; Maman et al., 2007; Silva et al., 2007; Silva et al., 2009a; Silva et al., 2009b; Vidal, 2007), indicando ser uma relação padrão generalizado em ecossistemas florestais.

Os órgãos vegetais com menor teor de lignificação (folhas, flores/frutos), apresentam maior porcentagem de água em suas composições e, conseqüentemente, maior intensidade metabólica (Menezes et al., 2006), são, geralmente, os órgãos vegetais menos perenes, pois não só são responsáveis pelo equilíbrio termo e hídrico vegetal, como, também, apresentam em suas estruturas, nutrientes minerais de pouca mobilidade dentro do vegetal, associados à lignificação das paredes celulares, como o Cálcio (Silva & Menezes, 2001; Caldeira et al., 2002;). Estas características, de folhas e flores/frutos, as tornam, fisiologicamente, muito mais suscetíveis ao processo de abscisão.

A análise fisiológica aponta para uma tendência de maior produção de liteira de folhas e flores/frutos em relação à de galhos (órgão com menor teor de água). No entanto, do ponto de vista fenológico, os órgãos reprodutivos de espécies arbóreas de dossel de florestas úmidas (flores/frutos), apresentam períodos de picos de produção, sazonais, e diferentes dos períodos de picos

de produção de galhos e folhas, pois concorrem pelos mesmos recursos nutritivos (Fassola et al., 1999; Bulhão & Figueiredo, 2002) e, ainda, por serem órgãos vegetativos de maior porcentagem de biomassa em relação à biomassa de flores/frutos (Higuchi et al., 1998), apresentaram maior percentual produtivo ao longo do ano.

Outro fator que pode ter influenciado na relação de produção dos componentes da liteira acumulada obtida, foi a elevada idade do ecossistema florestal estudado, o que gerou um cenário de intensa competição entre as copas das árvores por luz solar, implicando em desramas naturais dos galhos mais baixos para acelerar o crescimento vertical das árvores (Fonseca, 1979; Schilling et al., 1998), influenciando no aumento da produção do componente de liteira, galhos.

Quando comparadas as médias de produção anual dos componentes da liteira acumulada para o período de estudo, paralelamente, entre as parcelas (Figuras 4, 5 e 6), observou-se que as produções dos componentes folhas, galhos e flores/frutos da parcela controle, foram, cerca de 15,82%, 24,194% e 75% maiores, em termos absolutos, comparativamente com as produções dos mesmos componentes na parcela tratamento.

A superioridade absoluta das produções médias anuais dos componentes da liteira acumulada na parcela controle, em relação à parcela tratamento (Figuras 4, 5 e 6), pode ser explicada fisiologicamente. A simulação de uma seca prolongada, proporcionada pelo tratamento, alterou processos fisiológicos dos indivíduos florestais, forçando o ecossistema a adaptar-se à nova condição hídrica (Larcher, 2000; Batista et al., 2008), através de mecanismos de compensação de perda hídrica, como por exemplo, a diminuição da área foliar, por meio de redução do tamanho/massa das folhas e fechamento estomático (Farias et al., 2008; Dutra et al., 2012).

A diferenciação estatística das produções acumuladas de galhos e frutos, apenas na parcela tratamento, assim como a diferenciação estatística, entre as produções acumuladas de flores/frutos entre ambas parcelas, indicou que a defi-

ciência hídrica, aparentemente, reduziu, de forma mais intensa, a produção de órgãos reprodutivos do que de órgãos vegetativos, devido, principalmente, à alteração de padrões fenológicos reprodutivos, pela possível inibição das atividades meristemáticas de muitas espécies (Borchert, 1996; Singh e Kushwaha, 2006).

O padrão de diferenciação estatística entre as produções anuais da liteira total acumulada, e de seus componentes, durante o estudo, indicou que a produção de liteira total acumulada, assim como de seus componentes, apresentou um padrão temporal não sazonal, mas com certa tendência, que de acordo com Ehlers (2009), nestes casos, é recomendado o ajuste a uma linha de tendência polinomial, que apresentou melhor ajustamento ao polinômio de 5º grau ( $R^2 > 0,97$ ), em ambas as parcelas (Figuras 4, 5 e 6).

A linha de tendência obtida (polinômio de grau elevado) apresenta comportamento tipicamente flutuante, com "picos" e "vales" de produção ao longo dos anos, que são regulados pelo grau do polinômio obtido (Varga, 2009). Estas flutuações podem ser causadas por diversos fatores, dentre os quais, destaca-se a ação da fenologia das espécies de árvores e, principalmente, os padrões de precipitação pluviométrica da área de estudo (Luizão, 2007).

Fenômenos climáticos, como o El Niño, podem causar oscilações consideráveis nos índices pluviométricos anuais na Amazônia (Fearnside, 2006). Desde o ano de 1877, sabe-se que as ocorrências anuais de fenômenos El Niño são intermitentes e contínuas, sendo que nos últimos anos a frequência de ocorrência está cada vez maior (Fearnside, 2006; INPE, 2013), e pode ser uma das explicações para o padrão flutuante da produção de liteira acumulada e seus componentes obtidos neste estudo.

Os resultados estatísticos obtidos para a produção mensal dos componentes da liteira acumulada, em cada parcela, indicaram que o único componente da liteira que apresentou tendência padronizada de sazonalidade entre os meses do ano, em ambas as parcelas, foi o de folhas. Apresentando comportamento produtivo não linear semelhante ao obtido para a produção anual (polinomial do 5º grau). No entanto, com menores ajustamentos à linha de tendência obtida para a produção anual ( $R^2 > 0,97$ ), o que indicou uma dificuldade de obtenção de um padrão de tendência claro e bem definido, o que pode ser explicado pelas mais frequentes e intensas variações meteorológicas, principalmente de séries temporais de precipitação, entre os meses, do que entre os anos (Lima, et al., 2005).

Em ambas as parcelas, as menores e maiores produções acumuladas do componente folha, ocorreram em meses, caracteristicamente, do período chuvoso (fevereiro, abril e dezembro) e seco (julho) no local de estudo (Silva et al., 2009b).

As produções acumuladas dos componentes galhos e flores/frutos, em ambas as parce-

las, diferentemente, do componente folha, não apresentaram diferenças entre as produções nos meses do ano, indicando que o componente que reage de forma mais imediata às alterações meteorológicas mensais, especialmente, à deficiência hídrica, é o de folhas; resultado este que pode ser corroborado pela redução em suas médias e de seus coeficientes de variação na parcela tratamento (Tabela 1), e explicado pelo fato de serem as folhas o principal órgão responsável pela regulação hídrica vegetal, através dos estômatos (Larcher, 2000).

É possível, que a seca prolongada proporcionada pelo tratamento tenha alterado processos fisiológicos dos indivíduos florestais, forçando o ecossistema a adaptar-se a nova condição hídrica (Larcher, 2000; Batista et al., 2008), através de mecanismos de compensação de perda hídrica, como por exemplo, a diminuição do peso foliar, por meio de redução do tamanho/massa das folhas (Dutra et al., 2012; Farias et al., 2008).

O padrão de diferenciação estatística entre as produções mensais dos componentes da liteira total acumulada, entre as parcelas, indicou que a produção dos componentes da liteira é afetada de forma diferenciada ao longo dos meses pela deficiência hídrica. Os componentes que reagiram mais meses, ao longo do ano, primeiramente, foi o das folhas, que apresentou diferenciação entre as produções nos meses de fevereiro, agosto e outubro, seguido do de flores/frutos (novembro e dezembro) e de galhos (agosto).

Os padrões diferenciados de reação dos componentes da liteira acumulada à deficiência hídrica causada pelo tratamento, nos meses do ano, podem ser explicados, no caso das folhas, pela maior e contínua produção durante todos os meses do ano em relação aos demais componentes (Werneck et al., 2001; Figueiredo Filho et al., 2003; Maman et al., 2007; Silva et al., 2007; Vidal, 2007; Silva et al., 2009a; Silva et al., 2009b); no caso das flores/frutos, pela sazonal ocorrência de período reprodutivo de grande número de espécies arbóreas de diferentes estratos de florestas úmidas, durante o final do período seco e início do período chuvoso, com picos principalmente em dezembro (Muniz, 2008) e, no caso dos galhos, pelo ressecamento desses materiais, ocasionado pelo baixa disponibilidade de água, devido à estiagem e desrama natural ocasionada, principalmente, por grande intensidade de ventos, ambas as causas características dos meses de período seco (junho a novembro) para a área de estudo (Silva, 2009b).

## CONCLUSÕES

A maior produção anual dos componentes da liteira acumulada durante o estudo, na área de pesquisa, foi a de folhas, seguida da de galhos e flores/frutos, em ambas as parcelas.

A deficiência hídrica gerada pelo tratamento alterou os percentuais produtivos dos componen-

tes da liteira acumulada, aumentando o de folhas e reduzindo os de galhos e flores/frutos.

As alterações das produções dos componentes da liteira acumulada, assim como de seus percentuais em relação à liteira total acumulada, são mecanismos de adaptação do ecossistema a nova condição hídrica do ambiente.

É possível, que além da deficiência hídrica, outros fatores apresentem grande influência na sazonalidade da produção dos componentes da liteira acumulada, assim como, de seus percentuais em relação à liteira total acumulada, tais como a fenologia reprodutiva das espécies arbóreas dos diversos estratos da floresta e a competição por luz solar.

A deficiência hídrica gerada pelo tratamento, relativamente, afetou, de forma mais intensa, os órgãos reprodutivos (flores/frutos) do que os órgãos vegetativos (folhas e galhos) devido à marcante dependência da fenologia reprodutiva das espécies florestais à sazonalidade hídrica.

A produção anual de liteira total acumulada, e a produção de seus componentes, apresentaram tendências produtivas oscilantes, como muitos "picos" e "vales" de produção, que se ajustam fortemente a linhas de tendência polinomiais de elevado grau (5º grau;  $R^2 > 0,97$ ).

O único componente da liteira total acumulada que apresentou respostas imediatas às alterações meteorológicas de curto prazo (mensais), foi o de folhas.

A produção mensal de liteira total acumulada, bem como a de seus componentes, apresentaram tendências produtivas mais oscilantes que a produção anual, com mais "picos" e "vales" de produção, o que foi manifestado pelos menores coeficientes de determinação ( $R^2$ ) da produção mensal (0,881 – Controle; 0,860 – Tratamento) que da produção anual ( $> 0,97$ ).

O único componente da liteira acumulada que apresentou significativa tendência de sazonalidade produtiva durante o ano, tanto na parcela controle como na parcela tratamento, foi o de folhas, com as maiores e menores produções ocorrendo no período seco e chuvoso da região de estudo, respectivamente.

Aparentemente, dos componentes da liteira total acumulada, os que mais responderam em termos produtivos e de tempo, à deficiência hídrica gerada pelo tratamento, são os componentes com maior presença de água em suas constituições (folhas e flores/frutos).

As tendências obtidas para a produção da liteira total acumulada, assim como de seus componentes, são apenas indicativos e devem ser corroboradas em estudos de longo prazo.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S. S.; LISBOA, P. L. B.; SILVA, A. S. L.** 1993. Diversidade florística de uma comunidade arbórea na Estação Científica "Ferreira Penna", em Caxiuanã (Pará). Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Botânica. 9: 99-188.
- ARAÚJO, R. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; MACHADO, M. R.; PEREIRA, M. G.; FRAZÃO, F. J.** 2006. Aporte de serrapilheira e nutrientes ao solo em três modelos de revegetação na Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, RJ. Floresta e Ambiente. 12: 15-21.
- AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M. A.** 2007. BioEstat: Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Bio-Médicas. Belém-PA, 230 p.
- BATISTA, C. U. N.; MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; MEDRI, C.; PIMENTA, J. A.** 2008. Tolerância à inubação de *Cecropia pachystachya* Trec. (Cecropiaceae): aspectos ecofisiológicos e morfoanatômicos. Acta Botânica Brasilica. 22: 91-98.
- BORCHERT, R.** 1996. Phenology and Flowering Periodicity of Neotropical Dry Forest Species: Evidence from Herbarium Collections. Journal of Tropical Ecology. 12: 65-80.
- BRAY, J.R.; GORHAM, E.** 1994. Litter production in the forests of the world. Advances in Ecological Research. 2: 101-157.
- BULHÃO, C. F.; FIGUEIREDO, P. S.** 2002. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. Revista Brasileira de Botânica. 25: 361-369.
- CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; RODRIGUES, L. M.** 2002. Teor e redistribuição de nutrientes nas folhas e nos galhos em um povoamento de *Acacia mearnsii* de Wild. (acácia-negra). Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo. n. 45, 69-88.
- CARREIRA, R. C. C.; RONDON, J. N.; ZAIDAN, L. B. P.** 2006. Produção de serrapilheira em uma área de cerrado de Mogi Guaçu, SP. Instituto de Botânica, São Paulo.
- CHAGAS, G. F. B.; SILVA, V. P. R.; COSTA, A. C. L.; DANTAS, V. A.** 2012. Impactos da redução da pluviosidade na biomassa aérea da Floresta Amazônica. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 16: (1).
- CIANCIARUSO, M. V.; PIRES, J. S. R.; DELITTI, W. B. C.; SILVA, E. F. L. P.** 2006. Produção de serrapilheira e decomposição do material foliar em um cerrado na Estação Ecológica de Jataí, município de Luiz Antônio, SP, Brasil. Acta Botânica Brasilica. 20: 49-59.

- COSTA, M. L.; MORAES, E. L.; BEHLING, H.; M. MELO, J. C. V.; SIQUEIRA, S. N. V. M.; KERN, D. C.** 1997. Os sedimentos de fundo da baía de Caxiuana. p. 121-137. *In*: P.L.B. LISBOA (Org.): Caxiuana. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi.
- FASSOLA, H. E.; FERRERE, P.; MUÑOZ, D.** 1999. Observaciones sobre la producción de frutos y semillas en plantaciones de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. Montecarlo: INTA, EEA, (Informe final: 1993-1998).
- DELITTI, W. B. C.** 1995. Estudos de ciclagem de nutrientes: Instrumentos para análise funcional de ecossistemas terrestres. *Oecologia Brasiliensis*, 1: 469-486.
- DIAS, H. C. T.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.** 1997. Variação temporal e espacial da produção de serapilheira em uma área de floresta estacional semidecídua montana em Lavras-MG. *Revista Árvore*, 21: 11-26.
- DUTRA, C. C.; PRADO, E. A. F.; PAIM, L. R.; SCALONS, S. P. Q.** 2012. Desenvolvimento de plantas de girassol sob diferentes condições de fornecimento de água. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*. 33: 2657-2668.
- EHLERS, R. S.** 2009. Apostila Análise de Séries Temporais, 5ª edição. UFPR, Curitiba, 94p.
- FARIAS, C. H. A.; FERNANDES, P. D.; AZEVEDO, H. M.; DANTAS NETO, J.** 2008. Índices de crescimento da cana-de-açúcar irrigada e de sequeiro no Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 12: 356-362.
- FEARNSIDE, P. M.** 2006. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. *Acta Amazônica*. 36: 395-400.
- FIGUEIREDO FILHO, A.; MORAES, G. F.; SCHAAF, L. B.; FIGUEIREDO, D. J.** 2003. Avaliação estacional da deposição de serapilheira em uma floresta ombrófila mista localizada no Sul do estado do Paraná. *Ciência Florestal, Santa Maria*. 13: 11-18.
- FONSECA, S. M.** 1979. Implicações técnicas e econômicas na utilização da desrama artificial. Circular Técnica do Instituto de Pesquisas e estudos Florestais, n. 46, Abr.
- HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R. J.; MINETTE, L.; BIOT, Y.** 1998. Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia Brasileira. *Acta Amazônica*. 28: 153-166.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).** 2012. Mapa sistemático, Disponível em: [ftp://geof.tp.ibge.gov.br/mapeamento\\_sistemático/banco\\_dados\\_georeferenciado\\_recursos\\_naturais/amazonia\\_legal/](ftp://geof.tp.ibge.gov.br/mapeamento_sistemático/banco_dados_georeferenciado_recursos_naturais/amazonia_legal/). Acesso em: jan. 2013.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE).** Ocorrência de El Niño, 1877-2010. Disponível em: [http://enos.cptec.inpe.br/tab\\_elnino.shtml](http://enos.cptec.inpe.br/tab_elnino.shtml). Acesso em: jan. 2013.
- LARCHER, W.** 2000. Plantas sob estresse p. 341-430. *In*: LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima.
- LEMO, V. P.; COSTA, M. L.; GURJÃO, R. S.; KERN, D. C.; MESCOUTO, C. S. T.; LIMA, W. T. S.; VALENTIM, T. L.** 2009. Comportamento do arsênio em perfis de solo do Sítio Ilha de Terra de Caxiuana-Pará. *Revista Escola de Minas, Ouro Preto, MG*. 62: (2).
- LIMA, M. I. P.; MARQUES, A. C.; LIMA, J. L. M. P.** 2005. Análise de tendência de precipitação anual e mensal no período 1900-2000, em Portugal Continental. *Territorium*. p. 11-18.
- LISBOA, P. L. B.; SILVA, A. S. L.; ALMEIDA, S.** 1997. Florística e estrutura dos ambientes, p. 163-193. *In*: LISBOA, P. L. B. (Org.). Caxiuana. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi.
- LUIZÃO, F. J.** 2007. Ciclos de nutrientes na Amazônia: respostas às mudanças ambientais e climáticas. *Ciência e Cultura*. 59: 6.
- MAMAN, A. P.; SILVA, C. J.; SGUAREZI, E. M.; BLEICH, M. E.** 2007. Produção e acúmulo de serapilheira e decomposição foliar em mata de galeria e cerradão no sudoeste de Mato Grosso. *Revista de Ciências Agro-Ambientais*. 5: 71-84.
- MARQUES, T. C. L. L. S. M.; VASCOCELOS, C. A.; PEREIRA FILHO, I.; FRANÇA, G. E.; CRUZ, J. C.** 2000. Envolvimento de Dióxido de Carbono e Mineralização de Nitrogênio em Latossolo Vermelho-Escuro com Diferentes Manejos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 35: 581-589.
- MENEZES, C. H. S. G.; LIMA, L. H. G. M.; LIMA, M. M. A.; VIDAL, M. S.** 2006. Aspectos genéticos e moleculares de plantas submetidas ao déficit hídrico. *Revista Brasileira Oleaginosas e Fibrosas*. 10: 1039-1072.

- MILLAR, R. B.; ANDERSON, M.J.** 2004. Remedies for pseudoreplication. *Fisheries Research*.70: 397-407.
- MONTAG, L. F. A.; FREITAS, T. M. S.; WOSIACKI, W. B.; BARTHEM, R. B.** 2008. Os peixes da Floresta Nacional de Caxiuanã (municípios de Melgaço e Portel, Pará - Brasil). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais*. 3: 11-34.
- MORAES, J. C.; COSTA, J. P. R.; ROCHA, E. J. P.; SILVA, I. M. O.** 1997. Estudos hidrometeorológicos na bacia do rio Caxiuanã. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). Caxiuanã. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, p. 85-95.
- MUNIZ, F. H.** 2008. Padrões de floração e frutificação de árvores da Amazônia Maranhense. *Acta Amazônica*. 38: (4).
- NEPSTAD, D. C.; MOUTINHO, P.; DIAS-FILHO, M. B.; DAVIDSON, E.; CARDINOT, G.; MARKIEWITZ, D.; FIGUEIREDO, R.; VIANNA, N.; CHAMBERS, J; RAY, D.; GUERREIROS, J. B.; LEFEBVRE, P.; STERNBERG, L.; MOREIRA, M.; BARROS, L.; ISHIDA, F. Y.; TOHLVER, I.** 2002. The effects of partial throughfall exclusion on canopy processes, aboveground production, and biogeochemistry of Amazon Forest. *Journal of Geophysical Research*. 107: (D20).
- SCHILLING, A. C.; SCHNEIDER, P. R.; HASELEIN, C. R.; FINGER, C. A. G.** 1998. Influência de diferentes intensidades de desrama sobre a porcentagem de lenho tardio e quantidade de nós da madeira de primeiro desbaste de *Pinus elliottii* Engelman. *Ciência Florestal*.8: 115-127.
- SILVA, A. V. C; MENEZES, J. B.** 2001. Caracterização físico-química da manga 'Tommy Atkins' submetida a aplicação de cloreto de cálcio pré-colheira e armazenamento refrigerado. *Scientia Agricola*. 58:(1).
- SILVA, C. J; SANCHES, L.; BLEICH, M. E.; LOBO, F. A; NOGUEIRA, J. S.** 2007. Produção de serrapilheira no cerrado e floresta de transição Amazônia-Cerrado do Centro-Oeste Brasileiro. *Acta Amazônica*.37: 543-548.
- SILVA, C. J; LOBO, F. A.; BLEICH, M. E.; SANCHES, L.** 2009a. Contribuição de folhas na formação da serrapilheira e no retorno de nutrientes em floresta de transição no norte de Mato Grosso. *Acta Amazônica*.39: 591-600.
- SILVA, R. M; COSTA, J. M. N.; RUIVO, M. L. P; COSTA, A. C. L; ALMEIDA, S. S.** 2009b. Influência de variáveis meteorológicas na produção de liteira na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará. *Acta Amazônica*. 39: 573-582.
- SINGH, K. P; KUSHWAHA, C. P.** 2006. Diversity of Flowering and Fruiting Phenology of Trees in a Tropical Deciduous Forest in India. *Annals of Botany*.97: 265-276.
- VARGA, G.** 2009. Teste de Modelos Estatísticos para a Estrutura a Termo no Brasil. *RBE*. 63: 361-394.
- VIDAL, M. M.; PIVELLO, V. R.; MEIRELLES, S. T.; METZGER, J. P.** 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: 521-532.
- WERNECK, M. S.; PEDRALLI, G.; GIESEKE, L. F.** 2001. Produção de serapilheira em três trechos de uma floresta semidecídua com diferentes graus de perturbação na Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto. *Revista Brasileira de Botânica*.24:(2).
- XULUC-TALOSA, F. J.; VESTER, H. F. M.; RAMÍREZ-MARCIAL, N.; CASTELLANOS-ALBORES, J.; LAWRENCE, D.** 2003. Leaf litter decomposition of tree species in three successional phases of tropical dry secondary forest in Campeche, Mexico. *Forest Ecology and Management*.174: 401-412.

Recebido em 26.II.2013

Aceito em 25.IX.2013