

DINÂMICA DE FOLHEDO EM FLORESTA MESÓFILA SEMIDECÍDUA NO MUNICÍPIO DE ARARAS, SP. I - PRODUÇÃO, DECOMPOSIÇÃO E ACÚMULO*

Sérgio DINIZ**

Sérgio Nereu PAGANO***

RESUMO

Foram estimadas mensalmente, durante 2 anos, a produção de folhede, a quantidade de folhede acumulado e a decomposição da fração foliar do folhede de uma área de floresta mesófila semidecídua localizada cerca de 42°23'WG e 22°18'S, com 655 m de altitude, no município de Araras, SP. A área estudada apresenta solo do tipo Latossolo Vermelho Escuro Orto e o clima da região é do tipo Cwa. No que tange a produção mensal do folhede total, os maiores valores foram encontrados no auge da época seca e início da época chuvosa. A produção anual de folhede foi $11590 \pm 313,13$ kg/ha, onde a fração foliar foi dominante com 66,27% do total, seguida da fração ramos (31,76%), da fração frutos (1,84%) e da fração flores (0,13%). A média anual de folhede acumulado foi de $8250,5 \pm 2109,10$ kg/ha, enquanto que a taxa de decomposição do folhede foliar atingiu 68,5% no primeiro ano e 70,8% no ano seguinte.

Palavras-chave: folhede produzido; folhede acumulado; decomposição.

1 INTRODUÇÃO

As informações sobre a estrutura e o funcionamento de ecossistemas de floresta mesófila semidecídua do estado de São Paulo têm aumentado consideravelmente nos últimos tempos (MEGURO *et al.*, 1979a, b, 1980; PAGANO, 1989a, b; MORELLATO, 1992; CESAR, 1993a, b; SCHLITTLER *et al.*, 1993a, b, c, entre outros).

Para essas abordagens, têm sido utilizado estudos sobre ciclagem de nutrientes, uma vez que para a sua manutenção, os ecossistemas florestais

ABSTRACT

During two consecutive years, monthly litter productions, accumulated litter and the litter leaf decomposition in an area of mesophytic semideciduous forest located in the municipality of Araras (SP), Brazil (42°23'WG and 22°18'S), were estimated. The soil is Dark Red Orto Latossol and the predominant climate is Cwa. Litter production was higher in the peak of the dry season and beginning of the rainy season. Annual litter production was estimated in 11590.96 ± 313.13 kg/ha where leaf fraction was dominant with 66.27% of the total, followed by litter twig (31.76%), litter fruits (1.84%) and litter flowers (0.13%). The annual average of accumulated litter was 8250.50 ± 2109.10 kg/ha, while the decomposition rate was 68.5% in the first year and 70.8% at the second year.

Key words: litter production; litter accumulated; decomposition.

dependem de sua capacidade para circular e acumular os nutrientes existentes nos diferentes compartimentos. Assim, a ciclagem de nutrientes num ecossistema florestal consiste no fluxo de nutrientes entre os compartimentos e nas transferências entre um ecossistema e outro.

Nesses estudos, têm sido dado ênfase a produção e a decomposição de folhede que são os processos de maior importância na ciclagem de nutrientes, principalmente no que tange ao retorno de nutrientes e de substâncias orgânicas à superfície do solo mineral.

(*) Aceito para publicação em março de 1997.

(**) Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, UNESP, Caixa Postal 199, 13506-900 Rio Claro, SP, Brasil.

(***) Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, UNESP, Caixa Postal 199, 13506-900 Rio Claro, SP, Brasil. (autor para correspondência)

Considerando que os resultados têm mostrado variações consideráveis de um ecossistema de floresta mesófila semidecídua para outro, e que um número maior de informações neste aspecto é de fundamental importância para melhor compreensão da sua dinâmica, o presente trabalho teve como objetivo estimar:

- a produção mensal de folheto durante dois anos;
- a taxa de decomposição do folheto foliar,
- o folheto acumulado sobre o solo mineral.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e Aspectos Gerais da Vegetação

A área de floresta mesófila semidecídua, com 19 ha, situa-se cerca de 42°23'W e 22°18'S, com 655 m de altitude, na Estação Experimental Central Sul da Planalsucar, no município de Araras - SP.

A vegetação arbórea é densa, embora clareiras sejam comuns em certas regiões, resultantes de quedas naturais de árvores, como também, da ação antrópica. O dossel ocupa altura entre 12 e 20 m e, à primeira vista não se nota estratificação nítida. Espécies como *Cedrella fissilis*, *Astronium graveolens*, *Copaiifera langsdorffii*, *Metrodorea nigra*, *Machaerium stipitatum*, *Centrolobium tomentosum*, entre outras, são relativamente numerosas. As lianas, tendo em vista serem abundantes, dificultam a livre circulação no interior da floresta. São comuns espécies de Bignoniaceae, de Passifloraceae e de Sapindaceae. As epífitas, embora menos numerosos, participam da fitocenose, com predominância para espécies de Bromeliaceae, Cactaceae, Orchidaceae e Pteridófitas. No estrato herbáceo, além de plântulas e plantas jovens de espécies arbóreas, encontram-se principalmente espécies de Pteridófitas, Orchidaceae e Acanthaceae.

2.2 Solo

Em sua quase totalidade, os solos da Estação Experimental enquadram-se na unidade de mapeamento LEO - Latossolo Vermelho Escuro Orto, segundo classificação feita pela COMISSÃO DE SOLOS (1960). O teor de fósforo é baixo, o de potássio varia de baixo a médio e, o teor de cálcio mais magnésio é médio. O teor de alumínio trocável

é baixo. O pH varia de baixo a médio (MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E COMÉRCIO, 1973).

2.3 Clima

O clima da região é do tipo Cwa pelo sistema de KOEPPEN (1948), ou mesotérmico de inverno seco, onde C representa que a temperatura média do mês de mais frio varia entre 3° e 18°C; w que há seca no inverno e a, que o mês mais quente apresenta temperatura média superior a 22°C.

Os dados de clima, durante a época de realização dos experimentos, foram obtidos na Estação Meteorológica de Araras, SP (42°23'W e 22°18'S).

2.4 Produção de Folheto

Foi estimada através de 20 coletores de madeira de 100 x 100 x 15 cm com fundo em tela de náilon, com malha de 2 x 2 mm, distantes 15 cm do solo.

O material interceptado pelos coletores foi mensalmente coletado no sétimo dia de cada mês, sempre que possível, durante 2 anos. O material coletado foi levado para o laboratório em sacos plásticos numerados de acordo com a numeração dos coletores e, separados nas frações: folhas, ramos com até 10 cm de perímetro, flores e frutos, e, em seguida colocado em estufa à 70°C até peso constante. Com esses valores foram calculadas as médias mensais e anuais em kg/ha, bem como a porcentagem correspondente a cada fração.

Das quatro frações, somente a foliar foi moída separadamente, enquanto que as de ramos, flores e frutos foram reunidas para posterior moagem. O material moído em moinho tipo Willey foi homogeneizado e dele separadas alíquotas para realização de análises químicas quantitativas. As coletas iniciaram-se em 31/07/81 e terminaram em 30/06/83.

2.4.1 Folheto acumulado

A quantidade de folheto acumulado foi estimada através de 20 coletas mensais, utilizando-se uma moldura quadrada de 50 x 50 cm, atiradas aleatoriamente ao solo florestal. Assim, todo folheto existente em cada 2500 cm² foi coletado, seco em estufa à 70°C até peso constante. As coletas foram feitas durante 24 meses.

2.4.2 Porcentagem de decomposição do folhede foliar

Foi obtida utilizando-se de bolsas de tela de náilon com malha de 2 x 2 mm contendo cada uma 20 g (peso seco) de folhas recém caídas. Para cada experimento foram utilizadas 5 bolsas. Em um dos experimentos, as bolsas foram colocadas junto ao solo da floresta a cada 2 meses e retiradas após igual período, durante dois anos. No outro, as bolsas foram colocadas no solo florestal e retiradas após um ano, também, durante dois anos.

A porcentagem de decomposição foi estimada pela fórmula de SANTOS & WHITFORD (1981):

$$d = \bar{Z}_i + \bar{f} (I_f - \bar{I}_i) + I_f - M_f$$

$$d \% = \frac{d}{Z_i} \cdot 100$$

onde:

d = perda estimada de matéria orgânica de cada amostra

\bar{Z}_i = média estimada do conteúdo orgânico inicial em 10 amostras de peso seco

\bar{f} = fator de correção (específico para cada tipo de solo para compensar quantidades variáveis de solo que penetram nas bolsas)

$\bar{f} = \frac{O_0}{O_1}$ onde: O_0 é o conteúdo orgânico do solo e O_1 é o conteúdo inorgânico do solo (média de 10 amostras)

i

I_f = conteúdo inorgânico final de cada amostra coletada (exposta a 700°C por 2 horas)

\bar{I}_i = média estimada do conteúdo inorgânico inicial a partir de 10 amostras.

M_f = peso seco final de cada amostra (70°C até peso constante)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Clima

A FIGURA 1 representa o climatograma relativo à época em que foram realizados os experimentos, baseado em WALTER (1971). Nota-se que durante 1981-82 ocorreu um período relativamente longo de seca, registrado nos meses de julho, agosto e setembro; em 1982-83, foi algo atípico pois, ocorreram 3 curtos períodos de seca, registrados nos meses de abril, julho e setembro, sendo que em 1983 não houve período de seca.

A precipitação mais baixa foi observada em agosto de 1981, com o valor de 3,6 mm, enquanto que o maior valor ocorreu em outubro de 1982. Esses dados, corroboram a classificação do tipo climático da região, como sendo Cwa pelo sistema de KOEPPEN (1948), ou mesotérmico de inverso seco, onde C representa que a temperatura média do mês mais frio varia entre + 3°C e 18°C, e que o mês mais quente apresenta temperatura média superior a 22°C, enquanto que o total de chuvas do mês mais seco não atinge 30 mm (w) indicando uma seca de inverno.

3.2 Produção de Folhede

Considerando-se a produção mensal de folhede total (FIGURA 2) verifica-se que ela foi mais intensa no auge da época seca e início da chuva, enquanto que as menores produções se deram nos meses caracterizados por altas temperaturas e pluviosidade. Saliente-se todavia, haver ausência de correlação entre fatores abióticos e a produção de folhede (PAGANO, 1989a). O autor sugere a existência de uma estratégia utilizada por esse tipo de ecossistema, que implica numa maior produção de folhede nos meses de julho a outubro, independente das variações climáticas de um determinado ano. Esse comportamento é característico para florestas mesófilas semidecídua (PAGANO, 1989a; MORELLATO, 1992; CESAR, 1993a; SCHLITTLER *et al.*, 1993a) enquanto que o inverso se dá para floresta atlântica (VARJABEDIAN & PAGANO, 1989; LEITÃO FILHO *et al.*, 1993), onde a produção máxima de folhede se dá no período de maior precipitação pluviométrica e altas temperaturas.

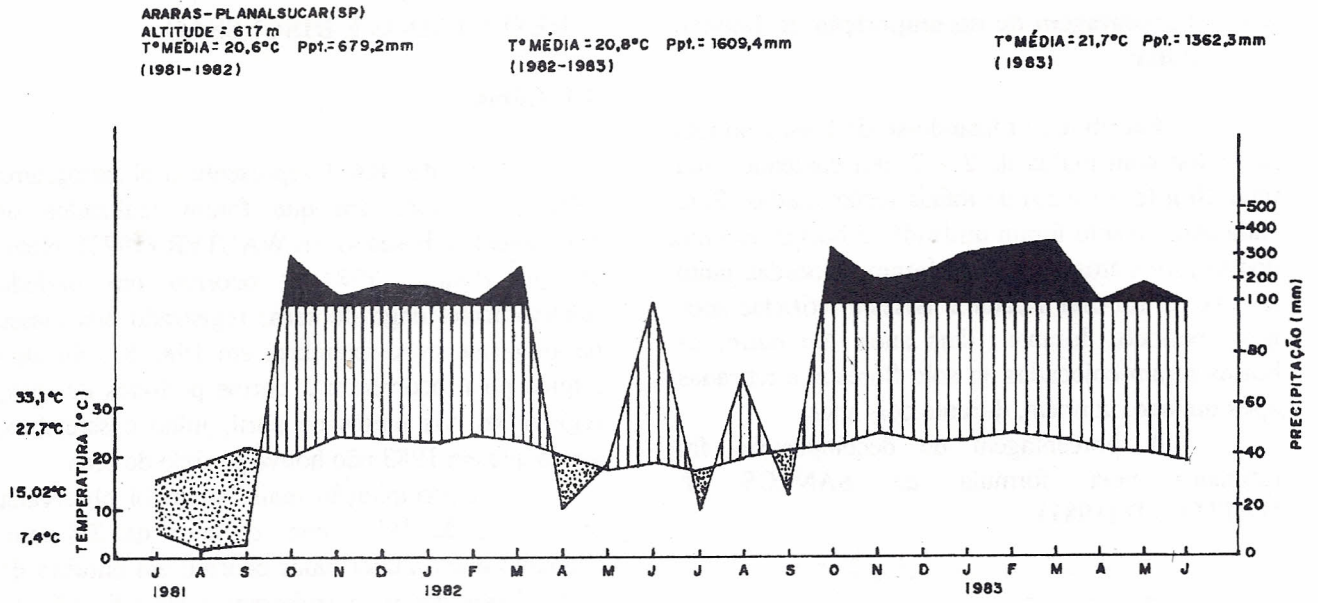


FIGURA 1 - Climatograma da região estudada, baseado em WALTER (1971) referente à época da realização dos experimentos.

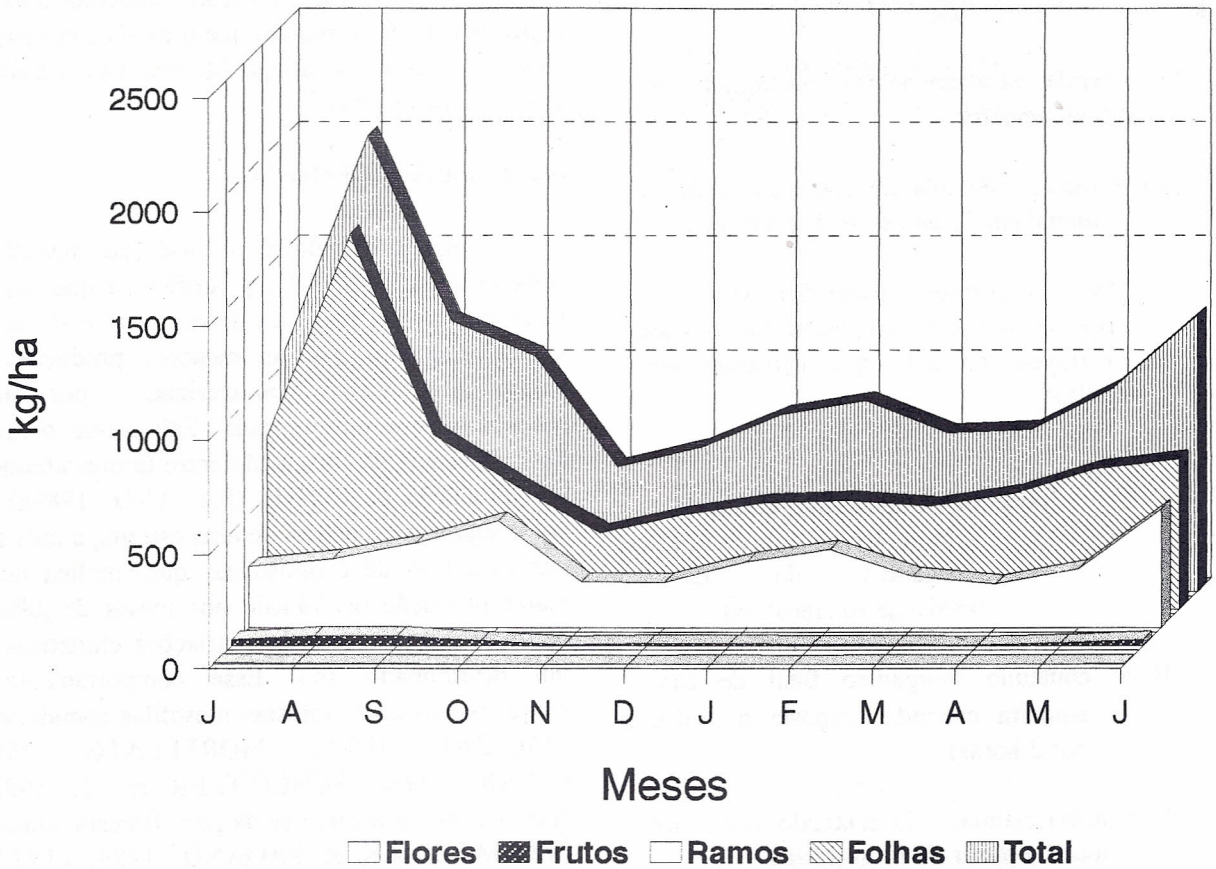


FIGURA 2 - Produção mensal (n = 2) do folhede total e de suas frações (kg/ha), em uma floresta mesófila semidecídua, localizada no município de Araras, SP. (julho 1981 - junho 1983)

A FIGURA 3 mostra a produção anual do folheto e de suas frações durante dois anos. A produção média anual de folheto total foi de $11590,96 \pm 313,13$ kg/ha, valor este superior ao encontrado para outras áreas de floresta mesófila semidecídua: 9300 kg/ha na região metropolitana de São Paulo (MEGURO *et al.*, 1979a); 8643 kg/ha, no município de Rio Claro, SP (PAGANO, 1989a); 8600 kg/ha, no município de Jundiá, SP, (MORELLATO, 1992); 8800 kg/ha no município de Anhembi, SP, (CESAR, 1993a); 7568 kg/ha no município de Teodoro Sampaio, SP (SCHLITTLER *et al.*, 1993a). Provavelmente, esse fato seja devido a uma alta porcentagem de biomassa foliar que em grande parte é proveniente de lianas, encontradas em florestas perturbadas, como é o caso do presente trabalho. Ainda, na amostragem da fração ramos, o diâmetro utilizado foi algo superior ao dos demais trabalhos.

A fração foliar, quantitativamente é o componente principal do folheto e por isso, apresenta ao longo do ano um comportamento bastante semelhante ao da produção total de folheto. Assim, os maiores valores foram alcançados nos meses de julho, agosto e setembro (inverno) e o menor em novembro (primavera). A partir de novembro ocorreu um aumento gradativo até junho do ano seguinte (FIGURA 2).

A produção anual da fração foliar foi de $7683,47 \pm 84,87$ kg/ha e que corresponde a 66,27% do folheto total, valor esse, embora maior, próximo ao encontrado em várias áreas de florestas mesófilas semidecíduas localizadas no Estado de São Paulo: 65,1% na região metropolitana de São Paulo (MEGURO *et al.* 1979a); 62,0% no município de Rio Claro (PAGANO, 1989a); 64,3% no município de Jundiá (MORELLATO, 1992); 64,65% no município de Anhembi (CESAR, 1993a); 62,6% no município de Teodoro Sampaio (SCHLITTLER *et al.*, 1993a).

A fração ramos, em ordem decrescente, vem a seguir. As maiores produções ocorreram nos meses de junho e outubro sendo que o menor valor se deu em abril, mostrando, portanto, ausência de sazonalidade, sendo que entre outros fatores, os ramos apresentam diferentes diâmetros e comprimentos. Essa fração correspondeu a 31,76% ($3681,82 \pm 416,39$ kg/ha/ano) da produção total do

folheto e, também, está bastante próximo dos valores alcançados nas fitocenoses citadas para essa fração.

A produção de fração frutos alcançou os maiores valores no final do inverno (agosto) e início da primavera (setembro) e o menor no outono (abril). A maior produção provavelmente seja devido a frutos carnosos principalmente da família Myrtaceae que caracteriza-se por um florescimento muito abundante logo no início das primeiras chuvas e, uma frutificação muito rápida (PAGANO, 1989a), embora CESAR (1993a), tenha atribuído esse fato às espécies anemocórias do primeiro e segundo estratos. A contribuição dessa fração foi de $212,95 \pm 6,35$ kg/ha/ano, que correspondeu a 1,84% da produção anual do folheto total. PAGANO (1989a), MORELLATO (1992), e CESAR (1993a), em outras áreas de florestas mesófilas semidecíduas, estimaram para essa fração, respectivamente: 1,34%; 1,37% e 6,00%.

A participação da fração flores foi de $15,33 \pm 11,04$ kg/ha/ano que representou 0,13% da produção do folheto total. Nos meses de outubro, novembro, dezembro e fevereiro não foram observadas produções dessa fração fato esse que não implica na ausência dessa fração, que pode ser atribuído a uma deficiência na identificação do material. As maiores produções ocorreram em julho e agosto (inverno). Esse valor pode ser devido as Compositae que florescem nessa época. Todavia, sugere-se que em trabalhos semelhantes deve ser levado em consideração a localização das caixas coletoras com relação às espécies que as circundam, evitando assim dúvidas quanto a esse aspecto. O valor anual observado para essa fração é muito inferior ao encontrado em outras áreas de matas mesófilas semidecíduas. Assim, PAGANO (1989a) encontrou 116,73 kg/ha/ano (4,00%); MORELLATO (1992), 500 kg/ha/ano (5,00%); CESAR (1993a), 120,40 kg/ha/ano (6,00%); MEGURO *et al.* (1979a) e SCHLITTLER *et al.* (1993a) juntaram essas duas frações (material fértil) e obtiveram 7,22% e 6,30%, respectivamente. Esses valores num mesmo tipo de floresta, podem variar de acordo com a área estudada, pois estão na dependência das condições abióticas locais, da composição florística e da demografia de cada espécie.

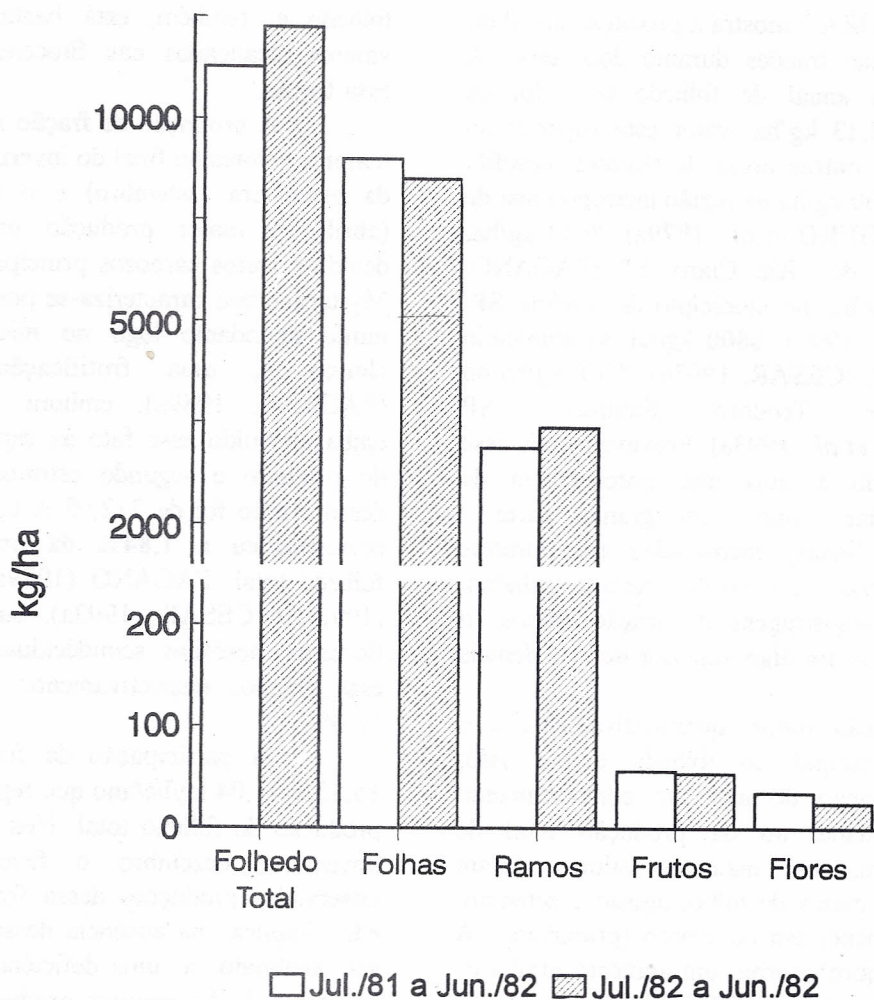


FIGURA 3 - Produção anual de folhedo total e de suas frações (kg/ha) em floresta mesófila semidecídua, localizada no município de Araras, SP.

3.2.1 Folhedo acumulado

A FIGURA 4 apresenta os valores estimados de folhedo acumulado em diferentes meses do ano (média mensal de 2 anos). De um modo geral os maiores valores de folhedo acumulado ocorreram em épocas de menor pluviosidade. Esses valores, sem dúvida, devem estar relacionados com as maiores produções de folhedo, que em florestas mesófilas semidecíduas ocorrem nos meses de menores temperaturas e baixa pluviosidade. Por outro lado, a atividade dos organismos decompositores no folhedo é mais intensa em épocas de maior umidade e altas temperaturas, principalmente no que tange a digestão proteolítica, a amonificação e ao ataque ao amido (MALAISSE *et al.*, 1975). Sanches (1976) *apud*

ANDERSON & SWIFT (1983) concluiu que para florestas pluviais tropicais, nem a temperatura, nem a umidade, limitam a decomposição.

A média anual de folhedo acumulado foi estimada em $8250,50 \pm 2109,10$ kg/ha sendo pois, superior aos valores encontrados para outras florestas mesófilas semidecíduas do Estado de São Paulo, onde MEGURO *et al.* (1979a) na região metropolitana de São Paulo obtiveram 6655 kg/ha; PAGANO (1989a), no município de Rio Claro estimou em 6570 kg/ha; MORELLATO (1992), no município de Jundiá, estimou em 5500 kg/ha; SCHLITTLER *et al.* (1993b), no município de Teodoro Sampaio, estimaram em 7370 kg/ha. Exceção foi observada por CESAR (1993a), que no município de Anhembi, obteve o valor de 8603 kg/ha.

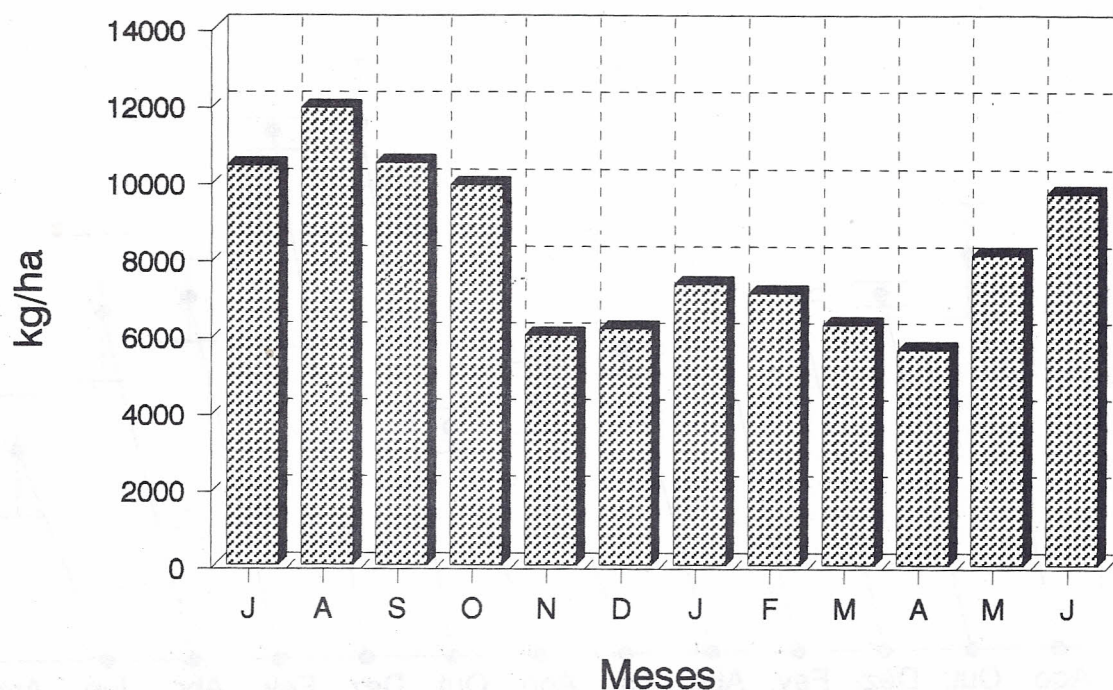


FIGURA 4 - Folheto acumulado (kg/ha) no solo de floresta mesófila semidecídua, localizada no município de Araras, SP. (n = 2)

3.2.2 Decomposição do folheto foliar

A taxa de decomposição de folheto através da metodologia empregada é expressa em porcentagem do peso inicial e permite verificar a interferência do peso do solo que penetra nas bolsas de náilon contendo o folheto, durante o experimento.

As taxas de decomposição bimensal do folheto foliar são apresentadas na FIGURA 5. Os resultados indicam haver uma variação na taxa de decomposição de um período bimensal para outro, bem como de um ano para outro. Assim, no período de agosto de 1981 até julho de 1982 as taxas de decomposição estimadas são consideravelmente menores que aquelas do período seguinte (agosto de 1982 a julho de 1983). Por outro lado, em ambos os períodos, as taxas de decomposição foram maiores nos meses de maior pluviosidade e de altas temperaturas, o que vem corroborar o exposto anteriormente sobre a quantidade de folheto acumulado no solo que suporta a floresta estudada, uma vez que a diminuição da precipitação e o abaixamento da temperatura no inverno, deprimem a decomposição, pois, há um menor fluxo de água

associada à menor atividade metabólica dos organismos detritívoros (DELITTI, 1984). Resultados semelhantes foram obtidos em outras florestas por outros autores (ANDERSON, 1973; GUPTA & SIXON, 1977; MEGURO *et al.*, 1980 e TANNER, 1981), que demonstraram que os maiores valores ocorreram nos meses de maior suprimento hídrico.

A FIGURA 6 apresenta os valores das taxas de decomposição anual do folheto foliar (2 anos). Verifica-se que os resultados finais mostram valores elevados e muito próximos, nos 2 anos de experimento. Todavia, há uma ligeira superioridade no valor obtido no experimento iniciado em agosto de 1982. Nesse, a taxa atingiu 70,8%, enquanto que o iniciado no período anterior alcançou 68,5%.

Relacionando-se as FIGURAS 5 e 6 constata-se que os valores obtidos no início do experimento são maiores que os demais. Essa fase parece corresponder a liberação de compostos menos resistentes e/ou mais facilmente lixiváveis, ao passo que nas fases posteriores, envolve a degradação das estruturas mais resistentes e compostos mais estáveis como a lignina além de outros compostos fenólicos (SWIFT *et al.*, 1979).

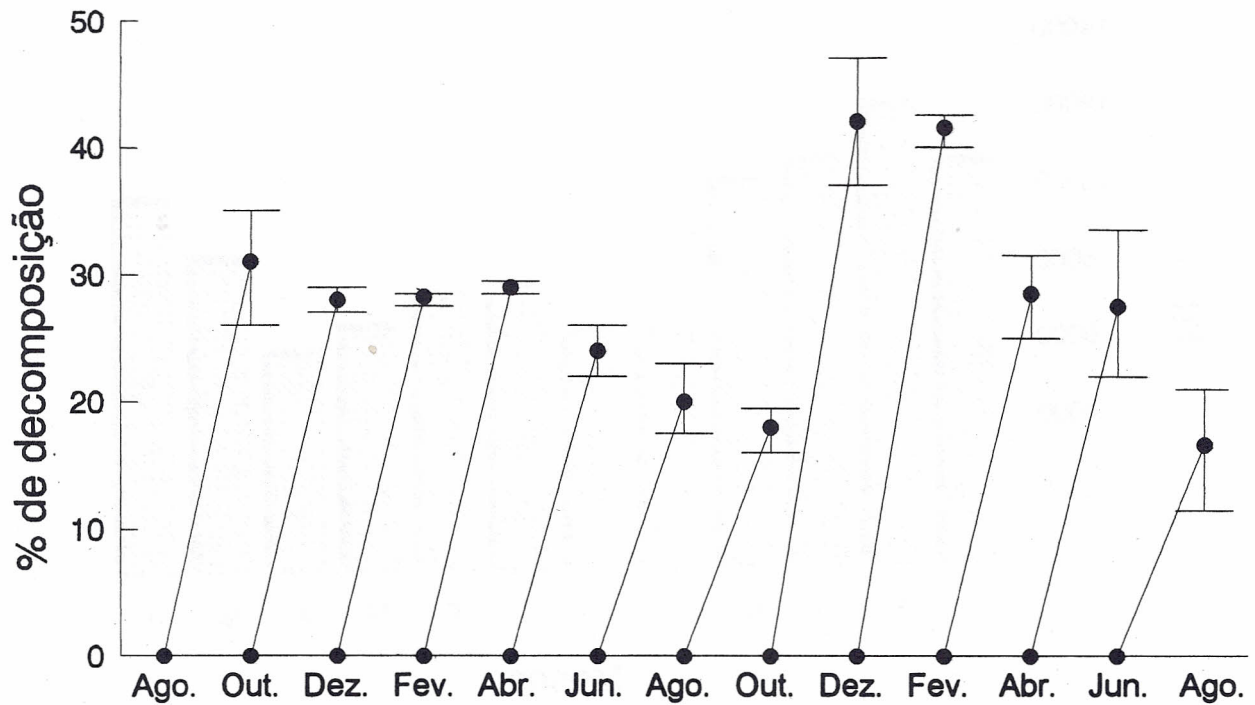


FIGURA 5 - Taxa de decomposição do folhedo foliar, em bolsas de náilon, colocadas a cada 2 meses, entre agosto de 1981 a agosto de 1983, em floresta mesófila semidecídua no município de Araras, SP.

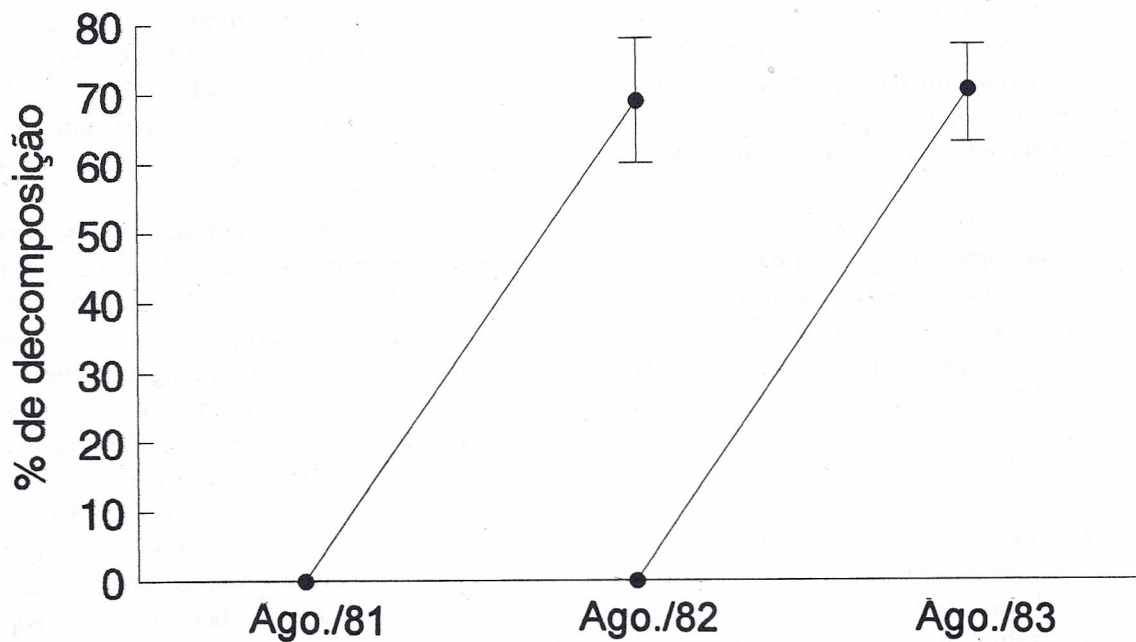


FIGURA 6 - Taxa de decomposição do folhedo foliar em bolsas de náilon no período de 1 ano, entre agosto de 1981 a agosto de 1983, em floresta mesófila semidecídua no município de Araras, SP.

4 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Planalsucar pela liberação da área para a realização do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, J. M. 1973. The breakdown and decomposition of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and beech (*Fagus sylvatica* L.). Change in the carbon, hydrogen, nitrogen and polyphenol content. *Oecologia*, Berlin, 12:275-288.
- ANDERSON, J. M. & SWIFT, M. J. 1983. Decomposition in tropical forest. In: SUTTON, S. L.; WHITMORE, T. C. & CHADWICK, A. C. (eds) *Tropical Rain Forest: ecology and management*. p. 287-309. (Special Publications Series of the British Ecological Society, 2)
- CESAR, O. 1993a. Produção de serapilheira na mata mesófila semidecídua da fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi, SP. *Rev. Bras. Biol.*, São Paulo, 53(4):671-681.
- _____. 1993b. Nutrientes minerais da serapilheira produzida na mata mesófila semidecídua da Fazenda Barreiro Rico, Município de Anhembi, SP. *Rev. Bras. Biol.*, São Paulo, 53(4):659-669.
- COMISSÃO DE SOLOS. 1960. *Levantamento do reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. (Contribuição à carta de solos do Brasil)*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, Serviço Nacional de Pesquisas Agrônomicas. 634p. (Bol. Serv. Nac. Pesq. Agron., 12)
- DELITTI, W. B. C. 1984. *Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais na mata ciliar, no campo cerrado e na floresta implantada de Pinus elliottii Engelm. var. elliottii. (Mogi-Guaçu, SP)*. São Paulo, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. 298p. (Tese de Doutorado)
- GUPTA, S. R. & SIXON, J. S. 1997. Decomposition of litter in a tropical grassland. *Pedologie*, Ghent, 17:330-333.
- KOEPPE, W. 1948. *Climatologia*. Mexico, Fondo de Cultura Economica. 478p.
- LEITÃO FILHO, H. F. et al. 1993. *Ecologia da mata atlântica em Cubatão*. São Paulo/Campinas, Ed. Unesp/Unicamp. 184p.
- MALAISSÉ, F. et al. 1975. Litter fall and litter breakdown in Miombo. In: GOLLEY, F. B. & MEDINA, E. (eds.) *Tropical ecological system*. New York, Springer Verlag. p. 137-152. (Ecological Studies, 11)
- MEGURO, M.; VINUEZA, G. N. & DELITTI, W. B. L. 1979a. Ciclagem de nutrientes minerais na mata mesófila secundária - São Paulo. I. Produção e conteúdo de nutrientes minerais no folhedo. *Bol. Botânica-Univ. S. Paulo*, São Paulo, 7:11-31.
- _____. 1979b. Ciclagem de nutrientes minerais na mata mesófila secundária - São Paulo. II. O papel da precipitação na importação e transferência de potássio e fósforo. *Bol. Botânica-Univ. S. Paulo*, São Paulo, 7:61-67.
- _____. 1980. Ciclagem de nutrientes na mata mesófila secundária - São Paulo. III. Decomposição do material foliar e liberação dos nutrientes minerais. *Bol. Botânica-Univ. S. Paulo*, São Paulo, 8:7-20
- MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E COMÉRCIO. 1973. *Anteprojeto da Estação Central Sul*. Araras, IAA/Planalsucar, Cosul. 89p.
- MORELLATO, L. P. 1992. Nutrient cycling in two southeast Brazilian forests. I. Litterfall and litter standing crop. *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge, 8: 205-215.
- PAGANO, S. N. 1989a. Nutrientes minerais do folhedo produzido em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. *Rev. Bras. Biol.*, São Paulo, 49(3):641-647.
- _____. 1989b. Produção de folhedo em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. *Rev. Bras. Biol.*, São Paulo, 49(3):633-639.
- SANTOS, P. F. & WHITFORD, W. G. 1981. The effects of microarthropods on litter decomposition in a Chihuahuan desert ecosystem. *Ecology*, New York, 62(3):654-663.
- SCHLITTLER, F. H. M.; DE MARINIS, G. & CESAR, O. 1993a. Produção de serapilheira na floresta do Morro do Diabo, Pontal do Paranapanema - SP. *Naturalia*, Marília, 18:135-147.
- _____. 1993b. Decomposição da serapilheira produzida na floresta do Morro do Diabo (região do Pontal do Paranapanema, Estado de São Paulo). *Naturalia*, Marília, 18:149-156.

- SCHLITTLER, F. H. M.; DE MARINIS, G. & CESAR, O. 1993c. Transferência de macronutrientes pela serapilheira produzida na floresta do Morro do Diabo (Região do Pontal do Paranapanema, Estado de São Paulo). *Arq. Biol. Tecnol.*, Curitiba, 36(3):567-611.
- SWIFT, M. J.; HEAL, O. W. & ANDERSON, J. M. 1979. *Decomposition in terrestrial ecosystems*. Los Angeles, Univ. Calif. Press. 372p.
- TANNER, E. V. J. 1981. The decomposition of leaf litter in Jamaican montane rain forest. *J. Ecol.*, London, 69:263-275.
- VARJABADIAN, R. & PAGANO, S. N. 1989. Produção e decomposição de folhedo em um trecho de Mata Atlântica de encosta no município de Guarujá, SP. *Acta Bot. Bras.*, São Paulo, 1(2): 243-256. (supl.)
- WALTER, H. 1971. *Ecology of tropical and subtropical vegetation*. Nova Iorque, Van Nostrand. 539p.