

## APORTE DE NUTRIENTES E DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA EM TRÊS FRAGMENTOS FLORESTAIS PERIODICAMENTE INUNDADOS NA ILHA DA MARAMBAIA, RJ

LITTER DEPOSITION AND DECOMPOSITION IN THREE FOREST FRAGMENTS PERIODICALLY FLOODABLE IN THE ISLAND OF MARAMBAIA, RJ

Ranieri Ribeiro Paula<sup>1</sup> Marcos Gervasio Pereira<sup>2</sup> Luiz Fernando Tavares de Menezes<sup>3</sup>

### RESUMO

O presente estudo foi realizado em três formações florestais de restinga que se encontram periodicamente inundadas, na Restinga da Marambaia, RJ. Para a quantificação da produção de serapilheira foram utilizados dez coletores cônicos por formação, durante outubro de 2005 a setembro de 2006. A avaliação da decomposição se deu por meio de sacolas de decomposição (*litter bags*), sendo distribuídas 15 sacolas por formação. A produção anual de serapilheira estimada para cada uma das formações florestais, variou de 11,3, 10,8 e 11,1 Mg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, para F1, F2 e F3 respectivamente, com maiores valores de deposição na estação chuvosa. A fração folhas foi a mais representativa em todas as formações. O nitrogênio foi o nutriente devolvido em maior quantidade a esses solos, 130,8 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> em F3. A decomposição se apresentou como uma curva do tipo exponencial, sendo a constante de decomposição (k) e o tempos de meia vida foi de 0,0032 g g<sup>-1</sup>e 217 dias em F2, 0,0031 g g<sup>-1</sup>e 227 dias em F3 e 0,0028 g g<sup>-1</sup>; 247 dias em F1

**Palavras-chave:** folhedeo; deposição; restinga; ciclagem de nutrientes.

### ABSTRACT

The litter production and decomposition of three sandy coastal plain forest formations periodically floodable in the Island of Marambaia, Mangaratiba, RJ, were studied from October 2005 to September 2006. For the litter deposition evaluation, 10 litter traps were installed and in each forest formation to quantify the litter decomposition 15 litter bags were allocated in each area. The annual litter production was 11.3, 10.8 and 11.1 Mg ha<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup>, to F1, F2 and F3, respectively, the highest deposition was verified in the rainy season. To nutrients devolution, the highest value was observed to N, 130.8 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> in F3. The fraction leaves were of higher contribution in relation to the others in all areas. The litter decomposition, evaluated by constant of decomposition (k) and half time life was 0.0032 g g<sup>-1</sup>and 217 days (F2), 0.0031 g g<sup>-1</sup>and 227 days (F3) and 0.0028 g g<sup>-1</sup> and 247 days (F1).

**Keywords:** litter; depositon; sandy coastal plain; nutrients cycling.

### INTRODUÇÃO

O estudo da ciclagem de nutrientes minerais, via serapilheira, é de fundamental importância para o conhecimento da estrutura e funcionamento de ecossistemas florestais. Parte do processo de devolução da matéria orgânica e de nutrientes para o piso florestal se dá por meio da deposição da serapilheira, sendo esta considerada o meio mais importante de transferência de elementos essenciais da vegetação para o solo (VITAL *et al.*, 2004).

A ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais, plantados ou naturais, tem sido amplamente estudada com o intuito de se obter maior conhecimento da dinâmica dos nutrientes nesses ambientes, não só para o entendimento do funcionamento dos ecossistemas, mas também buscando informações para o estabelecimento de práticas de manejo florestal para recuperação de áreas degradadas e manutenção da produtividade de sítios degradados em recuperação (SOUZA e DAVIDE, 2001). Nesse sentido, a produção e a decomposição são parâmetros utilizados, em projetos de recuperação de áreas degradadas, como indicadores de restauração (ARATO *et al.*, 2003).

A serapilheira é constituída por materiais vegetais depositados na superfície do solo, tais como folhas, cascas, ramos, troncos, gravetos, flores, inflorescências, frutos, sementes e fragmentos vegetais não

1. Estudante de Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR 465, km 7, CEP 23890-000, Seropédica (RJ). Bolsista FAPERJ. ranieri@hotmail.com
2. Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Associado II, Departamento de Solos Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR 465, km 7, CEP 23890-000, Seropédica (RJ). Bolsista do CNPq. gervasio@ufrj.br
3. Biólogo, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Ciências da Saúde, Biológicas e Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Rua Humberto de Almeida Franklin, 257, CEP 29933-415, São Mateus (ES).

Recebido para publicação em 29/04/2008 e aceito em 12/11/2008.

identificáveis. Sua deposição introduz heterogeneidade temporal e espacial ao ambiente, podendo afetar a estrutura e a dinâmica da comunidade vegetal (FACELLI e PICKETT, 1991).

Vários fatores bióticos e abióticos influenciam 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 (FIGUEIREDO FILHO *et al.*, 2003).

Após a deposição do material decíduo, o seu acúmulo na superfície do solo será regulado pela taxa de decomposição (HAAG, 1985). Alterações físicas no solo provocadas pela liberação de nutrientes e de compostos fitotóxicos podem modificar a atividade de organismos decompositores (MOORHEAD *et al.*, 1998).

A regulação das taxas de decomposição da matéria orgânica depende fundamentalmente das condições físicas e químicas do ambiente e da qualidade orgânica e nutricional do material que é aportado. Associado a esses fatores, a fauna edáfica se encontra inteiramente envolvida nos processos de fragmentação da serapilheira e estimulação da comunidade microbiana do solo (CORREIA e ANDRADE, 1999).

Os três principais índices que têm sido usados para estimar a decomposição da serapilheira são: a respiração do solo, o valor K, que é a relação entre a quantidade de material que cai do dossel e a que está depositada sobre o solo, e avaliações diretas mediante medidas de perda de massa (*litter bags* e *cover litter*) (CORREIA e ANDRADE, 1999). Dentre os métodos empregados, apesar das críticas apontadas por alguns autores como Anderson e Ingram (1996) e Rezende *et al.* (1999), o método do *litter bag* é o que parece melhor representar com fidelidade a dinâmica de desaparecimento da manta orgânica.

Em função do elevado grau de antropização que os remanescentes florestais da Mata Atlântica são submetidos, a restinga da Marambaia, em razão da sua riqueza de formações vegetais, ainda em um bom grau de conservação, apresenta-se com elevado potencial para o desenvolvimento de estudos ecológicos, que possam vir a contribuir para um melhor conhecimento do bioma e funcionar também como ferramenta no planejamento do manejo a ser adotado em programas de recuperação de áreas degradadas.

O presente estudo teve por objetivo a avaliação temporal da deposição da serapilheira, bem como a quantificação do material decíduo aportado em formações florestais com diferentes regimes de saturação hídrica na restinga da Marambaia, RJ.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Meio físico

A restinga da Marambaia se localiza, em parte, na zona oeste do município do Rio de Janeiro, se estendendo através de um cordão arenoso até parte dos municípios de Itaguaí e de Mangaratiba. Os sítios estudados estão localizados na porção denominada Bravo VI (coordenadas 23°03'S e 43°36' W). O clima da região classificado segundo Köppen (1948), enquadra-se no macroclima Aw (clima tropical chuvoso com inverno seco), apresentando médias mensais sempre acima 20,0°C e média anual alcançando 23,7° C. Em fevereiro, ocorre a maior temperatura média mensal (26,8° C) e em agosto, a menor (20,9° C).

A precipitação é de 1239,7 mm, sendo que a maior parte desta ocorre no verão. Entre os meses de novembro a março os índices pluviométricos médios são sempre superiores a 100 mm, sendo que nessa época, a maior parte das precipitações, é de origem convectiva. Os meses de inverno são mais secos, entre julho e agosto a precipitação média mensal situa-se entre 40 e 55 mm. A umidade relativa do ar durante todo o ano fica próxima a 81%, diminuindo um pouco no inverno. Esses altos valores de umidade são consequência da posição geográfica, que é influenciada pela proximidade com o mar e das brisas locais (MATTOS, 2005).

Os ventos predominantes na região são oriundos do norte (N), entre os meses de janeiro a julho, com velocidades médias entre 2,2 a 2,7 m s<sup>-1</sup>, embora, nesse período, ventos provenientes do sul (S) e em março do sudeste (SE) também sejam constatados. Entre agosto e dezembro os ventos provêm do sul (S), com velocidades um pouco superiores, chegando a atingir valores de 3,2 m s<sup>-1</sup> na primavera. Durante a entrada de frentes frias ocorrem ventos provenientes do sudoeste (SW) com rajadas superiores a 13 m s<sup>-1</sup>, e podem ocorrer também ventos locais, os quais antecedem as precipitações convectivas nos meses de verão, podendo atingir velocidades próximas a 30 m s<sup>-1</sup> (MATTOS, 2005).

Para o estudo foram selecionadas três áreas de florestas periodicamente inundadas (ARAÚJO e HENRIQUES, 1984). Tal denominação é referente à influência do lençol freático nas formações vegetais, sendo que durante os períodos de maior pluviosidade as áreas tornam-se encharcadas. Essas florestas são encontradas nas depressões mal drenadas, sendo comum a ocorrência de Organossolos, relacionados a depósitos paludais ou turfáceos. Essas formações florestais podem ser encontradas ao redor das lagoas Vermelha e Lagoinha, podendo também ocorrer nas depressões do cordão arenoso interno, formadas pelos arrombamentos causados pelo mar e, neste caso, sendo inundadas pelo afloramento do lençol freático (MENEZES *et al.*, 2005).

Nessas formações, são encontradas, ocupando o dossel, espécies atingindo 20 m de altura, podendo também algumas espécies emergentes apresentar alturas superiores a 25 m. Dentre elas destacam-se: *Tapirira guianensis* Aubl. e *Calophyllum brasiliense* Cambess. Além dessas espécies, marcadamente dominantes do dossel, as mais comuns são *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC., *Anaxagorea dolichocarpa* Sprague & Sandwith, *Myrcia acuminatissima* O. Berg, *Myrcia multiflora* (Lam.) DC., *Annona glabra* L. *Garcinia brasiliensis* Mart., *Diospyros ebenaster* Retz.

As formações florestais são caracterizadas especialmente por apresentarem menor diversidade de espécies, quando comparadas a outras formações do bioma atlântico e um acentuado acúmulo de serapilheira sobre o solo, podendo as camadas atingirem até mais de 20 cm de espessura. Tal acúmulo e diversidade se devem, sobretudo, às condições de anaerobiose, decorrentes da saturação hídrica, causada pela influência do lençol freático.

Os sítios de estudo, denominadas como (F1) Formação florestal 1, (F2) Formação florestal 2 e (F3) Formação florestal 3 possuem diferenças principalmente quanto ao grau de saturação hídrica. No sítio F1, nos meses mais secos, é observada a presença de poças esparsas, já em F2, nesse mesmo período, ainda costuma conservar uma lâmina d'água de aproximadamente 4 cm em toda a extensão da superfície do solo (SOUZA, 2007). Diferindo dos demais, o sítio F3 se apresenta saturado durante todo o ano.

## Métodos

### *Aporte da serapilheira e determinação de N, P e K*

Em cada uma das áreas, foram instalados dez coletores cônicos, com 0,5 m de diâmetro e distando uma altura média de 0,4 m do solo. As coletas foram realizadas mensalmente durante o período de outubro de 2005 a setembro de 2006. Após coletado, o material foi seco em estufa de circulação de ar forçado a 65°C, por 48 horas, quando atingiu peso constante, sendo estratificado nas frações: folhas, galhos, material reprodutivo e resíduos (material não identificado). Posteriormente o material foi pesado e moído em moinho do tipo Wiley com malha < 2 mm. A produção de serapilheira foi estimada segundo Lopes *et al.* (2002), a partir da expressão:

$$PS = (\sum PMS \times 10.000)/Ac$$

$$PS = \text{produção de serapilheira (Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}\text{)}.$$

$$PMS = \text{produção mensal de serapilheira (Mg ha}^{-1} \text{ mês}^{-1}\text{)}.$$

$$AC = \text{área do coletor (m}^2\text{)}.$$

As análises químicas foram realizadas segundo Tedesco *et al.* (1995) e Malavolta *et al.* (1989).

Com o objetivo de verificar a existência de diferenças significativas entre os aportes mensais de serapilheira nas formações, bem como nos conteúdos de N, P e K, foi usado o teste T de Bonferrone.

### *Decomposição da serapilheira*

Para a avaliação da decomposição da serapilheira, foram utilizadas 10 gramas de folhas previamente secadas em estufa, sendo posteriormente acondicionadas em sacolas de decomposição (*litter bags*). Foram instalados 45 *litter bags*, sendo 15 por formação. Os *litter bags* foram distribuídos aleatoriamente nas áreas sendo fixados por meio de um fio de náilon a vegetação. A quantificação da taxa de decomposição foi feita mediante medidas de perda de massa, sendo as coletas dos *litter bags*, realizadas em intervalos regulares de 30, 60, 90, 120 e 150 dias durante os meses de março/2006 a julho/2006.

De posse dos valores de perda de massa de cada formação ao longo do período de estudo, foi estimada a constante de decomposição k, conforme Thomas e Asakawa (1993) usando o modelo exponencial

apresentado abaixo:

$$X_t = X_0 \cdot e^{-kt}$$

Em que:  $X_t$  = peso do material remanescente após  $t$  dias;  $X_0$  = peso do material seco originalmente colocado nos sacos no tempo zero ( $PI = 10g$ ).

Por meio desse modelo exponencial, foi obtido o valor da constante  $k$  para cada unidade de estudo, que indica a velocidade de decomposição. Esse modelo exponencial bem como as curvas que caracterizam a perda de peso (decomposição) da serapilheira foliar foram confeccionados com o auxílio do programa SIGMAPLOT. O tempo de meia-vida ( $t^{1/2}$ ) desse material foi calculado conforme Rezende *et al.* (1999) por meio da equação:

$$t^{1/2} = \ln(2) / k$$

Em que:  $k$  = constante de decomposição estimada pelo programa citado anteriormente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Caracterização da vegetação das áreas

Como características gerais, as formações F1 e F2 possuem uma maior diversidade de espécies, sendo que algumas possuem maior valor de importância: *Calophyllum brasiliense* Cambess. (90,2%), *Myrcia acuminatissima* O. Berg (48,2%), *Tapirira guianensis* Aubl. (36,2%), *Myrcia multiflora* (Lam.) DC. (28,5%), *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC. (21,1%), em F1 e *Calophyllum brasiliense* Cambess. (58,5%), *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC. (44,9%), *Tapirira guianensis* Aubl. (40,9%), *Diospyros ebenaster* Retz. (38,0%), *Myrcia acuminatissima* O. Berg (28,2%), em F2. Já a formação F3, se encontra mais fortemente submetida à saturação hídrica, pois além da influência do lençol freático, ela também é interceptada por um pequeno curso d'água, apresentando provavelmente por esse fator, uma menor diversidade. Dentre as espécies de maior VI, destacam-se: *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC. (138,1%), *Calophyllum brasiliense* Cambess. (86,8%), *Diospyros ebenaster* Retz. (17,2%), *Myrcia acuminatissima* O. Berg. (16,1%), *Inga subnuda* Salzm. ex Benth. (10,8%).

### Produção de serapilheira

O aporte de serapilheira e os índices pluviométricos ao longo do período de estudo estão apresentados na Figura 1. Verifica-se que, no período onde houve precipitação mais acentuada (janeiro), foi observada uma maior deposição de serapilheira, havendo correlação significativa entre esses parâmetros, para as diferentes áreas, sendo FF1 (0,65;  $p < 0,01$ ), FF2 (0,61;  $p < 0,01$ ) e FF3 (0,75;  $p < 0,01$ ).

Durante o período de estudo, foram observados maiores valores de produção nos meses de janeiro e fevereiro (estação chuvosa) com maior produção mensal em F3, depositando sobre o solo cerca de 1850,6 e 1676,3 kg ha<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup> respectivamente, sendo seguido por F1 com 1742,6 e 1619,7 kg ha<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup> e F2 com 1468,1 e 1328,8 kg ha<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>. Os meses de maio e junho (estação seca) caracterizaram-se pela menor produção de serapilheira. Observando-se um comportamento aleatório na deposição nos outros meses, o que pode ser decorrente da ação de outros fatores.

Resultados semelhantes foram obtidos por Pagano (1989) e César (1993) em florestas semidecíduas do estado de São Paulo. Herbohn e Congdon (1993) consideram a ocorrência de maior produção de serapilheira na estação seca influenciada, sobretudo, pelo estresse hídrico.

Em florestas semidecíduais, a maior queda das folhas é observada no fim da estação seca e início da chuvosa, sendo tal comportamento atribuído a vários fatores como disponibilidade de água (CÉSAR, 1993; POGGIANI e MONTEIRO JÚNIOR, 1990; OLIVEIRA, 1997), baixas temperaturas (POGGIANI e MONTEIRO JÚNIOR, 1990) e disponibilidade de nutrientes (MORELLATO, 1992). Burghouts *et al.* (1994) indicaram a umidade do solo como o principal fator determinante do padrão de deposição foliar verificada em uma floresta da Malásia. Durigan *et al.* (1996) consideraram indiscutível o efeito do estresse hídrico em floresta ciliar onde o lençol freático é profundo, ressaltando que em áreas onde o lençol é superficial haveria evidências de que a sazonalidade da caducifolia seria determinada por outros fatores, além da disponibilidade de água no solo.

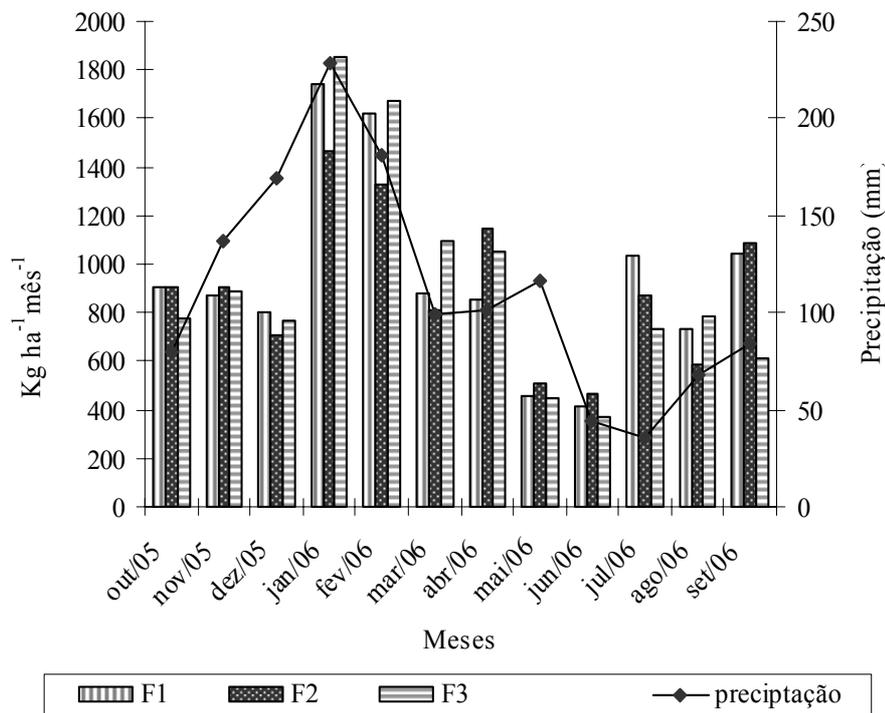


FIGURA 1: Produção de serapilheira e precipitação nas três formações florestais de restinga no período de estudo.

FIGURE 1: Litter production and rain fall in the three sandy coastal plain forest formations during the period of study.

A produção total de serapilheira, no período estudado em cada uma das formações, foi de  $11,3 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ,  $11,1 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  e  $10,8 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , para F1, F3 e F2 respectivamente. Não foi observada diferença significativa pelo teste T de Bonferroni ( $p < 0,05$ ) para o aporte de serapilheira entre as formações florestais.

Resultados semelhantes foram encontrados por Vital *et al.* (2004), avaliando a produção de serapilheira em uma floresta semidecidual em zona ripária, com totais aportados em torno de  $10,6 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ .

Em estudo de uma restinga na Ilha do Mel, Pires *et al.* (2006) observaram valores de aporte de serapilheira da ordem de  $5,1 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , porém segundo Silva e Britez (2005) essa variação em ambientes de restinga deve resultar da grande heterogeneidade ambiental, as quais apresentam distintas composições florísticas, estruturais e funcionais, conforme estejam estabelecidas sobre ou entre cordões litorâneos, além de fatores como o nível do lençol freático e da distância do oceano.

Quanto às frações depositadas, observa-se que a maior contribuição para todas as formações foi da fração folhas, a qual apresentou percentuais de 71, 67 e 64% para F2, F1 e F3 respectivamente.

Vários estudos demonstraram que um dos principais constituintes da serapilheira são as folhas, que podem contribuir em até 70%, ou mais do material adicionado (MORELATO, 1992; FIGUEIREDO FILHO *et al.*, 2003), o que evidencia a importância desse compartimento na devolução de nutrientes ao piso florestal. Apesar da importância das folhas, dentro dos diferentes compartimentos de uma mesma árvore, podem-se observar diferenças nas concentrações e conteúdos de nutrientes, nos demais compartimentos vegetais, de acordo com sua função bioquímica. Estudando a distribuição de nutrientes em *Eucalyptus grandis*, Hill (ex-Maiden) Bellote (1979) encontrou maiores concentrações de nutrientes nas folhas, com exceção do cálcio, cobre e manganês, demonstrando que para alguns nutrientes, outros compartimentos podem contribuir significativamente no processo de ciclagem.

Essa fração foi seguida em menores proporções pelas frações galhos e material reprodutivo. Na Figura 2, encontram-se as porcentagens para cada fração nas formações estudadas.

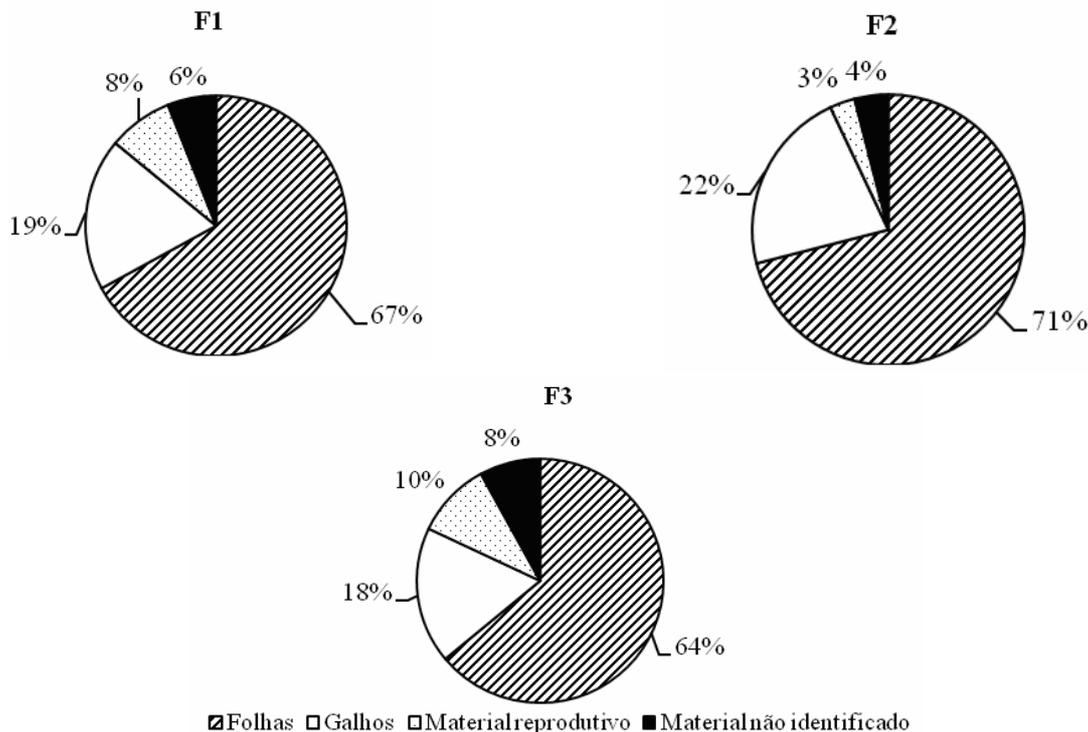


FIGURA 2: Frações do material decíduo nas três formações florestais de restinga.  
 FIGURE 2: Litter fractions in the three sandy coastal plain forest formations.

Para a fração folhas, não foi verificada tendência de maiores valores na área F2. Essa diferença pode ter sido influenciada pelas características estruturais dessa floresta, pois ela apresenta um dossel “mais fechado” e uma formação vegetal mais densa em praticamente toda a sua extensão. Outra provável influência para o aporte observado nessa floresta, seria a relatada por Pires *et al.* (2006) que descreve a oligotrofia, como um possível impacto que ocorre em áreas próximas ao mar, no qual as gemas das plantas teriam seu desenvolvimento comprometido por causa da ação de areia e sal trazidos pelo vento, o que promoveria uma necessidade contínua de renovação das folhas. Apesar de todas as três áreas estarem submetidas a essas condições, a formação F2 e a que está localizada mais próxima do mar. Para o material reprodutivo os maiores valores foram verificados para as formações F1 e F3, que detém 8 e 10% do total aportado, respectivamente e F2 apenas 3%. Essa diferença pode ser atribuída ao maior número de indivíduos da espécie *Calophyllum brasiliense* Cambess, a qual, nessas duas formações (F1 e F3), apresenta maior IVI, quando comparadas a F2.

Essa espécie detém elevado potencial produtivo de sementes que possuem maior massa, apresentando um fruto de forma globosa, carnosa e de cor esverdeada, com diâmetro variando de 19 a 25 mm.

A fração galhos foi mais expressiva em F2 correspondendo a 22% do total aportado. A explicação para esses valores pode ser a mesma atribuída para a fração folhas. Nessa formação, observa-se um dossel mais uniforme e denso, com maior número de galhos podendo, dessa forma, contribuir para um maior aporte dessa fração. Já a fração material não identificado, na qual são incluídas todas as partes vegetais não analisadas separadamente, inclusive animais que podem por ventura serem depositados nos coletores, apresenta uma ligeira diferença entre as formações F3 e F2. Essa variação pode ser decorrente da proporção de cascas encontradas nos coletores dispostos em F3 bem como resíduos orgânicos não identificáveis oriundos do alto do dossel. Essa área possui menor densidade de espécies, tendo também um dossel mais “aberto” estando mais influenciada pelas variáveis climáticas e deposição de materiais, o que pode estar contribuindo para os resultados encontrados.

Pires *et al.* (2006) observaram a participação da fração folhas influenciando em 74,6% do total

aportado, sendo seguidos pelas frações ramos (18,1%), órgãos reprodutivos (4,8%) e miscelâneas (2,5%). A distribuição dos percentuais encontrados neste estudo está de acordo com os valores observados na literatura por diferentes autores trabalhando com formações florestais distintas (BRAY e GORHAM, 1964; EWEL, 1976; PERES *et al.*, 1983), em que a fração foliar é a principal constituinte do total de biomassa produzida, sendo seguida pela fração galhos, estruturas reprodutivas e miscelânea (nesse trabalho, caracterizou como a fração material não identificável).

#### Aporte de N, P e K.

Através da Figura 3, verifica-se que o N foi o elemento devolvido em maior quantidade nas diferentes formações. Valores de  $130,8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  em F3, seguidos por  $129,7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  em F2 e  $128,5 \text{ kg ha}^{-1}$  em F1. Para o potássio, foram quantificados valores de  $43,6$ ,  $32,7$  e  $28,3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , em F3, F2 e F1 respectivamente. Menores valores de deposição foram observados para o P com totais anuais de  $11,7 \text{ kg ha}^{-1}$  em F1,  $11,4 \text{ kg ha}^{-1}$  em F3 e  $10,9 \text{ kg ha}^{-1}$  em F2.

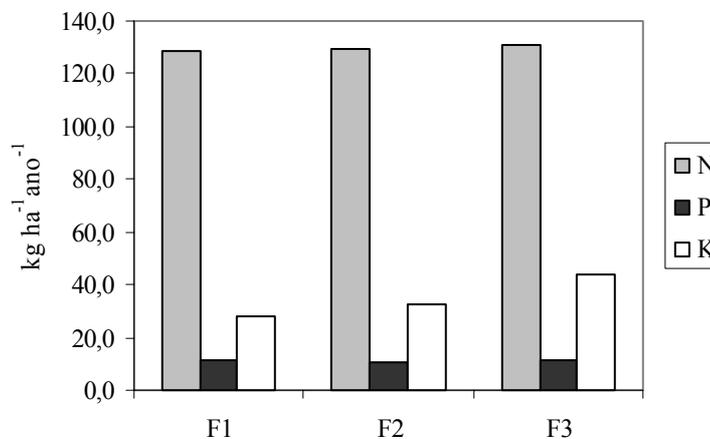


FIGURA 3: Nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) da serapilheira devolvidos nas três formações florestais de restinga, Ilha da Marambaia, RJ.

FIGURE 3: Nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) devoluted in the three sandy coastal plain forest formations, Island of Marambaia, RJ.

Não foram verificadas diferenças significativas pelo teste T de Bonferrone ( $p < 0,05$ ) para o conteúdo de nutrientes nas diferentes formações florestais. Quanto ao aporte mensal de nutrientes nas formações florestais, com exceção ao K, não foram verificadas diferenças significativas pelo teste T de Bonferrone ( $p < 0,05$ ). Para o K (Figura 4) foi observada diferença significativa entre F3 e as demais formações estudadas. Essa diferença pode ser atribuída à influência do lençol freático marinho, pois essa formação se encontra em uma depressão, o que possibilita uma maior contribuição de K para as espécies presentes. Nessa formação, no período seco, o lençol freático fica bem próximo da superfície e sempre se encontra acima do solo nos períodos de maior precipitação (estação chuvosa).

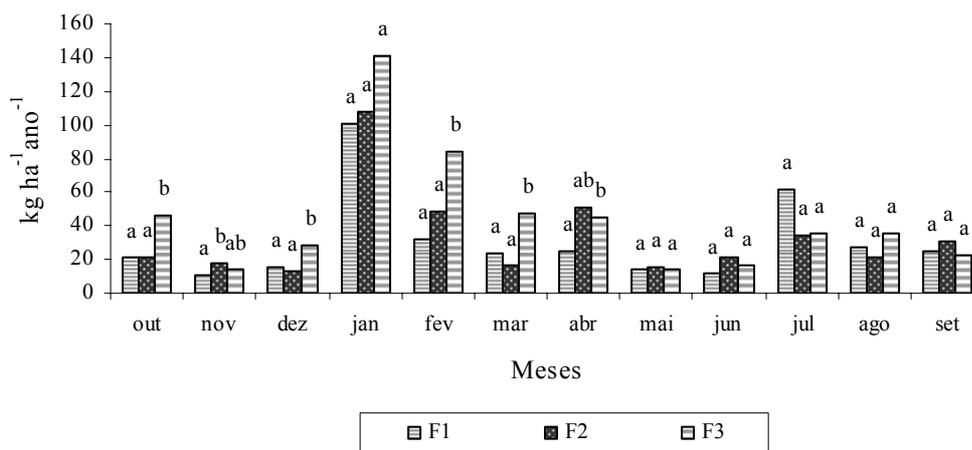


FIGURA 4: Conteúdo de potássio da serapilheira devolvido nas três formações florestais de restinga, Ilha da Marambaia, RJ.

FIGURE 4: Devolution potassium content in the three sandy coastal plain forest formation, Island of Marambaia, RJ.

Estudando a produção e conteúdo de nutrientes na serapilheira em duas florestas tropicais brasileiras, sendo uma delas caracterizada como floresta de restinga, Moraes *et al.* (1999) encontraram aportes para N, P e K, respectivamente, 28,0, 1,0 e 7 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

#### Decomposição da serapilheira

Na figura 5, são apresentados os valores de perda de massa da serapilheira foliar durante o período de avaliação. Foi observado em F2 a maior constante de decomposição ( $k$ ), sendo decomposto 0,0032 g g<sup>-1</sup> ( $p < 0,01$ ;  $R^2 = 0,8917$ ) da serapilheira. Seguidos respectivamente por F3 e F1, apresentando valores de  $k$  0,0031 ( $p < 0,01$   $R^2 = 0,9592$ ) e 0,0028 g g<sup>-1</sup> ( $p < 0,01$ ;  $R^2 = 0,9643$ ). Para o  $T^{1/2}$  verifica-se que o material de F1 se mostrou mais resistente quanto à decomposição, apresentando um  $T^{1/2}$  maior, em torno de 247 dias. Para F2, foi verificado um menor tempo, 217 dias e em F3 de 223 dias para que seja decomposta metade da serapilheira foliar.

Em uma floresta de sucessão secundária espontânea, Fernandes *et al.* (2006) encontraram valores da constante de decomposição ( $k$ ) em torno de 0,00194 g g<sup>-1</sup> dia e sendo necessários 357 dias para o desaparecimento de metade desse material. Vital *et al.* (2004), em seu estudo, observaram que eram necessários 150 dias para que ocorresse a decomposição de 50% da serapilheira e 639 dias para que houvesse o desaparecimento de 95% desse material.

Foi observado em F2 que a decomposição ocorreu de forma mais rápida no primeiro mês, em que 16,9% do material foliar foi decomposto. Esse comportamento não foi observado nas outras formações, sendo que F3 apresentou 9,5% e F1 somente 8,8% de decomposição no primeiro mês de avaliação. A rápida decomposição que ocorreu no primeiro mês, sobretudo na formação F2, pode ser atribuída ao período em que o material estava mais palatável aos detritívoros (SWIFT *et al.*, 1979). Já em F1 e F3 esse comportamento não foi observado com grande expressão.

As constantes de decomposição se correlacionaram significativamente com a precipitação para todas as áreas, com níveis de significância para F1 (0,57;  $p < 0,01$ ), F2 (0,54;  $p < 0,01$ ) e F3 (0,75;  $p < 0,01$ ).

A curva que representa a decomposição é do tipo exponencial, verificando-se que decorridos 150 dias, para todas as formações, a decomposição da serapilheira não ultrapassou os 40% da quantidade inicialmente condicionada nos *litter bags*. Supõe-se que, nessas formações, a decomposição seja mais lenta, sobretudo em razão da qualidade química do material, como estruturas mais resistentes e compostos mais estáveis e de difícil decomposição como lignina e outros compostos fenólicos (SWIFT *et al.*, 1979) e as condições de anaerobiose as quais são submetidas essas formações. Tal comportamento pode ser uma estratégia, adotada por esse ecossistema para maximizar o aproveitamento na absorção dos nutrientes e diminuir a perda dos mesmos por lixiviação.

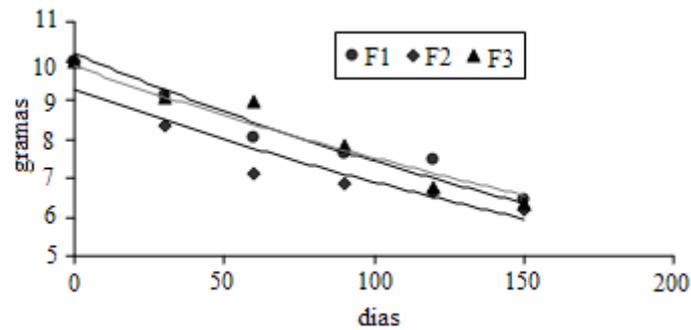


FIGURA 5: Decomposição de folhas da serapilheira de formações florestais (F) de restinga.  
 FIGURE 5: Litter decomposition in the three sandy coastal plain forest formations (F).

## CONCLUSÃO

Os maiores valores de deposição de serapilheira na restinga da Marambaia, RJ ocorreram durante a estação chuvosa (janeiro e fevereiro) e as menores deposições nos meses de maio e junho, caracterizado pela estação seca.

A fração folhas é o componente mais representativo, na serapilheira da restinga da Marambaia, RJ atingindo maior percentual médio em F2 (71%).

O N foi o nutriente com maiores valores de aporte nas folhas em todas as áreas de estudo. Foi observada uma baixa taxa de decomposição da serapilheira, sendo verificada correlação entre a decomposição e a precipitação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, J. D.; INGRAM, J. S. I. **Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods**. 2nd ed. Wallingford: UK CAB International, 1996. 171 p.
- ARATO, H. D.; MARTINS, S. V.; FERRARI, S. H. Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de áreas degradadas em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 715-721, set./out. 2003.
- ARAÚJO, D. S. D.; HENRIQUEZ, R. P. B. Análise florística das restingas do Estado do Rio de Janeiro. In: LACERDA, L. D. *et al.* (Orgs.) **Restingas: origem, estrutura, processos**. Niterói: CEUFF, 1984. p. 159-193.
- BELLOTE, A. F. J. **Concentração e exportação de nutrientes pelo *E. grandis* W. Hill ex Maiden em função da idade**. 1979. 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- BRAY, J. R.; GORHAM, E. **Litter production in forests of the world: advances in ecology research**. 1964. p. 101-157. v. 2.
- BURGHOUTS, T. B. A.; CAMPBELL, E. J. F.; KOLDERMAN, P. J. Effects of tree species heterogeneity on leaf fall in primary and logged dipterocarp forest in the Ulu Segama Forest Reserve, Sabah, Malaysia. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.10, p.1-26, 1994.
- CÉSAR, O. Produção de serapilheira na mata mesófila semidecídua da Fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 53, n. 4, p. 671-681, out./dez. 1993.
- CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação da serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O (Eds). **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo Ecossistemas Tropicais e Subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, 1999. p.197-225.
- DURIGAN, G.; LEITÃO FILHO, H. F.; PAGANO, S. N. Produção de folheto em matas ciliares na região oeste do Estado de São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 8, n.1, p.187-199, jan./jun. 1996.
- EWEL, J. J. Litter fall and leaf decomposition in a tropical forest succession in eastern Guatemala. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 64, n. 1, p. 293-308, Jan./Apr. 1976.
- FACELLI, J.M.; PICKETT, S.T.A.. Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure. **The Botanical Review**, v. 57, p. 1-32, 1991.
- FERNANDES, M. M. *et al.* Aporte e decomposição de serapilheira em áreas de floresta secundária, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) e andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) na Flona Mário Xavier, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 2, p. 163-175, jul./dez. 2006.
- FIGUEIREDO FILHO, A. *et al.* Avaliação estacional da deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila mista localizada no Sul do estado do Paraná. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 11-18, jan./jun. 2003.

- HAAG, H. P. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 144 p.
- HERBOHN, J. L.; CONGDON, R. A. Ecosystem dynamics at disturbed and undisturbed sites in north Queensland wet tropical rain forest. II- Litterfall. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 9, p. 365-380, 1993.
- KOPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 488 p.
- LOPES, M. I. S.; DOMINGOS, M.; STRUFFALDI-DE-VUONO, Y.; Ciclagem de nutrientes minerais. In: SYSLVESTRE, L. S.; ROSA, M. M. T. **Manual metodológico para estudos botânicos na mata atlântica**. Seropédica: EDUR- UFRRJ, 2002. p. 72-102.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1989. 201 p.
- MARTINS, S. V.; RODRIGUES, R. R. Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 405-412, out./dez. 1999.
- MATTOS, C. C. L. V. Caracterização climática da Restinga da Marambaia. In: MENEZES, L. T, PEIXOTO, A. L.; ARAÚJO, D. S. D. **História natural da Marambaia**. Seropédica: EDUR- UFRRJ, 2005. p. 55- 66.
- MENEZES, L. T; PEIXOTO, A. L; ARAÚJO, D. S. D. **História natural da Marambaia**. Seropédica: EDUR, 2005. 288 p.
- MOORHEAD, D. L.; WESTERFIELD, M. M.; ZAK, J. C. Plants retard litter decay in a nutrient-limited soil: a case of exploitative competition? **Oecologia**, Berlin, v. 113, n. 4, p. 530-536, Feb. 1998.
- MORAES, R. M.; DELITTI, W. B. C.; VUONO, Y. S. Litterfall and litter nutrient content in two Brazilian Tropical Forests**. *Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, v. 22, n.1, p. 9-16, Jan./Apr. 1999.*
- MORELLATO, L. P. C. Sazonalidade e dinâmica de ecossistemas florestais na Serra do Japi. In: MORELLATO, L.P.C. (ed.) **História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil**. Campinas: Editora UNICAMP, 1992. p. 98-109.
- OLIVEIRA, R. E. **Aspectos da dinâmica de um fragmento florestal em Piracicaba-SP: silvigênese e ciclagem de nutrientes**. 1997. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- PAGANO, S.N. Produção de folheto em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 49, n. 4, p. 633-639, out./dez. 1989.
- PERES, J. R. R. *et al.* Litter production in areas of Brazilian “cerrados”. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 9, p. 1037-1043, set. 1983.
- PIRES, L. A.; BRITEZ, R. M.; MARTEL, G. E; PAGANO, S. N. Produção, acúmulo e decomposição da serapilheira em uma restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR, Brasil. **Acta botânica brasílica**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 173-184, jan./jun. 2006.
- POGGIANI, F.; MONTEIRO JÚNIOR, E. S. Deposição de folheto e retorno de nutrientes ao solo numa floresta estacional semidecídua, em Piracicaba (Estado de SP). In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais ...** Campos do Jordão: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. p. 596-602.
- REZENDE, C. P. *et al.* Litter deposition and disappearance in Brachiaria pastures in Atlantic forest region of South Bahia, Brazil. **Nutrient cycling in Agroecosystems**, Netherlands, v. 54, n. 2, p. 99-112, June 1999.
- SILVA, S. M.; BRITEZ, R. M. A vegetação da planície costeira. MARQUES, M. C. U; BRITEZ, R. M. (orgs.). **História natural e conservação da Ilha do Mel**. Curitiba: Ed. da Universidade Federal do Paraná, 2005. p. 49-84.
- SOUZA, J. A.; DAVIDE, A. C. Deposição de serrapilheira 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, v. 7, n. 1, p. 101-113, jan./mar. 2001.
- SOUZA, R. C. **Caracterização da biota do solo da Restinga da Marambaia, RJ e estabelecimento de simbiose micorrízica em *Schinus terebinthifolius* Raddi**. 2007. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- SWIFT, M.J.; HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1979.
- TEDESCO, J. M.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 188 p. (Boletim Técnico, 5).
- THOMAS, R. J.; ASAKAWA, N. M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 25, n. 10, p. 1351-1361, Oct. 1993.
- VITAL, A. R.T. ET AL. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona riparia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 793-800, nov./dez.2004.