

**APORTE E DECOMPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM FLORESTA  
PERIODICAMENTE INUNDÁVEL NA RESTINGA DA MARAMBAIA, RJ**

LITTER DEVOLUTION AND DECOMPOSITION IN A PERIODICALLY FLOODED  
FOREST IN RESTINGA DA MARAMBAIA, RIO DE JANEIRO

Marcos Gervasio Pereira<sup>1</sup> Avelino Nogueira Silva<sup>2</sup> Ranieri Ribeiro Paula<sup>3</sup>  
Luiz Fernando Tavares Menezes<sup>4</sup>

**RESUMO**

As áreas de restingas são ambientes frágeis, que desde a colonização do país, vêm sendo submetidas a pressões antrópicas. Para que medidas mitigatórias possam ser tomadas, é necessário que sejam desenvolvidos estudos para uma melhor compreensão dos processos ecológicos nestes ambientes. Desta forma, este estudo teve como objetivo quantificar o aporte de serapilheira e nutrientes e sua decomposição numa floresta periodicamente inundada na restinga da Marambaia, RJ. Na área foram instalados dez coletores cônicos e 30 *litter bags*. O aporte anual de serapilheira foi de 7,64 Mg.ha<sup>-1</sup>, sendo setembro o mês de maior aporte. O nitrogênio foi o elemento devolvido ao solo em maior quantidade (71,9 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), seguido pelo potássio (41,1 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>). A velocidade de decomposição da serapilheira foi de 0,0015 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> e o tempo de meia vida de 462 dias. O K foi o elemento que apresentou as maiores perdas em comparação ao demais. A celulose apresentou-se como maior participante na estrutura da serapilheira foliar, seguida pela lignina, sendo essa última associada à textura coriácea das folhas nesta formação.

**Palavras-chave:** matéria orgânica; decomposição; macronutrientes.

**ABSTRACT**

Restinga (sandbank) areas are fragile environments, which have been subjected to anthropogenic pressures since the country colonization. So that mitigate actions can be taken, it must be developed studies to better understand the ecological processes in these environments. Thus, this study aims to quantify litter and nutrients devolution and litter decomposition in a periodically flooded forest in 'Restinga da Marambaia', Rio de Janeiro. In the study area 10 conic collectors and 30 litter bags were installed. The annual litter devolution was 7.64 Mg.ha<sup>-1</sup>, and September was the highest contribution month. Nitrogen was the element returned to the soil to a higher amount (71.9 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>), followed by potassium (41.1 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>). Litter decomposition rate 0.0015 g g<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> and the half-life were 462 days. Potassium was the element that showed the highest losses in comparison to the others. Cellulose appeared as a major participant in the structure of leaf litter, followed by lignin, the latter being associated with the leathery texture of the leaves in this formation.

**Keywords:** organic matter; decomposition; macronutrients.

1. Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Associado do 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
2. Engenheiro Florestal, Mestre em Sensoriamento Remoto, Grupo de Perícias em Meio Ambiente do Setor Técnico-Científico do Departamento de Polícia Federal Superintendência Regional do Rio de Janeiro, Av. Rodrigues Alves 01, Bairro Centro, CEP 20081-250, Rio de Janeiro (RJ). avelinoufrj@hotmail.com
3. Engenheiro Florestal, M.Sc. Ciência Florestal, Doutorando em Recursos Florestais, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Av. Pádua Dias, 11, CEP 13418-900, Piracicaba (SP). Bolsista da FAPESP. ranieri@usp.br
4. Biólogo, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Ciências da Saúde, Biológicas e Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Rua Humberto de Almeida Fanklin, 257, CEP 29933-415, São Mateus (ES). ltmenezes@gmail.com

Recebido para publicação em 6/12/2009 e aceito em 14/03/2011

## INTRODUÇÃO

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 nestes ambientes, não só para o estabelecimento de práticas de manejo florestal para recuperação de áreas degradadas e manutenção da produtividade de sítios degradados em recuperação, mas também na busca de informações para uma melhor compreensão do funcionamento destes ecossistemas (SOUZA e DAVIDE, 2001). Apesar de vários estudos avaliando a produção e decomposição de serapilheira em ambientes florestais (MURBACH et al., 2003; GARAY et al., 2003; PAULA et al., 2009), as formações florestais localizadas em áreas litorâneas, e em especial as localizadas em áreas de restinga, ainda carecem de maiores estudos.

A gênese de formações de restinga está relacionada com variações no nível do mar no período do Holoceno e a consequente formação, ao longo da costa brasileira, de vastas planícies sedimentares arenosas. Em consequência das transgressões e regressões marinhas, elas tomaram a forma de uma sucessão de cordões litorâneos arenosos que são, em geral, cobertos por comunidades vegetais características e diversas (SUGUIO e TESSLER, 1984).

No estado do Rio de Janeiro, estudos realizados por MENEZES e ARAÚJO (2005) identificaram na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro (RJ), formações vegetais, dentre elas três são formações florestais (floresta inundada, floresta inundável e floresta de cordão arenoso).

As formações florestais periodicamente inundadas são caracterizadas principalmente por apresentarem menor diversidade de espécies, quando comparadas a outras formações vegetais observadas nesse ecossistema e um acentuado acúmulo de serapilheira sobre o solo, podendo as camadas atingirem mais de 20 cm de espessura (PAULA et al., 2009). Essas formações florestais estão localizadas em depressões mal drenadas, onde é comum a ocorrência de Organossolos, solos relacionados a depósitos paludais ou turfáceos, formadas pelos arrombamentos causados pelo mar e, nesse caso, sendo inundadas pelo afloramento do lençol freático com origem marinha (MENEZES et al., 2005).

Em ambientes de florestas periodicamente inundadas, nas formações de restinga, o solo

não constitui a principal fonte de nutrientes, pois são ácidos e com diminuta soma de bases, neste ambiente a serapilheira é de grande importância para o fornecimento de nutrientes ao solo (PAULA et al., 2009), aliados a ela os ventos contribuem para a entrada de nutrientes ao sistema. Paula et al. (2009) quantificaram aportes de nitrogênio, fósforo e potássio, na ordem de 130,8; 43,6 e 11,7 kg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, respectivamente, e taxa de aporte de serapilheira acima de 10,0 Mg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, em três formações florestais periodicamente inundadas na restinga da Marambaia, RJ.

Apesar de sua incontestável importância, os estudos da ciclagem de nutrientes minerais em zonas de restingas são escassos (PAULA et al., 2009; PIRES et al., 2006; SILVA e BRITZ, 2005; MORAES, 1998; BRITZ et al., 2005; RAMOS e PELLENS, 1993; HAY e LACERDA, 1984), e mostram um verdadeiro descompasso se comparados aos demais ecossistemas, onde se encontram maiores informações sobre florestas decíduas e florestas plantadas. Em um levantamento bibliográfico de mais de 600 trabalhos realizados na costa dos Estados Unidos, foram citados somente 10 trabalhos referentes a esse assunto (HAY e LACERDA, 1984).

Desta forma o objetivo do presente estudo foi obter informações sobre o aporte do material formador da serapilheira, sua composição química e a velocidade de decomposição desta, numa floresta periodicamente inundada na Restinga de Marambaia, RJ.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Meio físico

A restinga de Marambaia localiza-se, em parte, na zona oeste do município do Rio de Janeiro e, em parte, nos Municípios de Itaguaí e de Mangaratiba. A área estudada compreende a formação vegetal localizada na Praia da Armação, na porção oeste da restinga de Marambaia.

Nesses ambientes são geralmente encontradas espécies vegetais adaptadas, sendo que algumas espécies podem atingir alturas de até 25 m. Em estudos realizados na área, Paula et al. (2009) observaram a ocorrência de espécies arbóreas com até 20 m de altura, sendo que algumas podem apresentar alturas superiores a 25 m. Dentre estas se destacam: *Tapirira guianensis* Aubl. e *Calophyllum brasiliensis* 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.

O solo sob essa formação foi classificado como Neossolo Quartzarênico e, apesar de apresentar textura arenosa, possui uma grande quantidade de matéria orgânica nos horizontes superficiais, em função do regime hídrico. Quanto à classificação climática, segundo Köppen (1948) a área de estudo enquadra-se no tipo Aw, clima tropical chuvoso, onde a temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C e a do mês mais quente superior a 22°C.

A precipitação é de 1.240 mm, sendo que a maior parta desta ocorre no verão. Entre os meses de novembro a março os índices pluviométricos médios mensais são sempre superiores a 100 mm, sendo que nesta época a maior parte das precipitações, é de origem convectiva. Os meses de inverno são mais secos, entre julho a 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 consequências 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 também ocorram ventos provenientes do sul (S) e em março do sudeste (SE). Entre agosto e dezembro os ventos provem 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>, 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).

#### **Aporte de serapilheira e quantificação de N, P e K**

Para a avaliação do aporte de nutrientes foram, de modo aleatório, instalados dez coletores cônicos, em uma área de aproximadamente um (1,0) hectare. A área dos coletores era de 0,21 m<sup>2</sup> (perímetro igual a 1,62 m), sendo esses construídos com tubo de 3/4", em material plástico de polietileno, com fundo de tela de 1 mm. Realizaram-se

coletas mensais do material decíduo aportado. Com o objetivo de avaliar a massa de serapilheira depositada e a contribuição de cada uma das frações, a serapilheira foi estratificada nas frações folhas, galhos, frutos, flores, cascas e refugo (resíduo não identificável). Após essa etapa o material foi seco em estufa durante 24 horas a 65°C, e posteriormente pesado.

As coletas foram realizadas mensalmente durante o período de janeiro a dezembro de 2002. A produção de serapilheira foi estimada, segundo Lopes et al. (2002), a partir da expressão:

$$PS = \frac{PMS \times 10000}{Ac}$$

Em que:

PS= produção de serapilheira (Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>).

PMS= produção mensal de serapilheira (Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>).

Ac= área do coletor (m<sup>2</sup>).

Posteriormente o material foi pesado e moído em moinho do tipo Wiley com malha < 2 mm. As análises químicas foram realizadas segundo Tedesco et al. (1995) e Malavolta (1989). Também foram determinados no material vegetal os teores de celulose, hemicelulose, lignina e tanino, segundo Abreu e Albuquerque (1996).

Os dados referentes à serapilheira depositada mensalmente, por não apresentarem distribuição normal, foram submetidos à análise estatística não paramétrica pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de significância de 5%.

#### **Decomposição da serapilheira**

Para a avaliação da decomposição da serapilheira, foram utilizadas 10 gramas de folhas previamente secadas ao ar, sendo posteriormente acondicionada em sacolas de decomposição (*litter bags*). Os *litter bags* foram confeccionados com material plástico de polietileno (malha com dimensão de 4 mm), e possuíam área de 25 x 25 cm e 1,5 cm de altura. Foram instalados 30 *litter bags*, distribuídos aleatoriamente, na área onde foram instalados os coletores cônicos. A quantificação da taxa de decomposição foi feita através de medidas de perda de massa, sendo as coletas dos *litter bags*, realizadas em intervalos regulares de 30, 90, 150, 210, 270 e 360 dias após sua instalação, com cinco repetições para cada coleta.

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:

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

Onde:

$X_t$  é o peso do material remanescente após  $t$  dias.

$X_0$  o peso do material seco originalmente colocado nos sacos no tempo zero ( $PI=10g$ ).

$K$  é a constante de decomposição estimada pela equação.

Através desse modelo exponencial, foi obtido o valor da constante  $k$  para a 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, foi confeccionado 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:

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

Onde  $k$  é a constante de decomposição estimada pelo programa citado anteriormente.

A cada coleta o material foi seco ao ar, pesado, homogeneizado, triturado e submetido à digestão sulfúrica (Tedesco et al., 1995). No extrato obtido foram determinados os conteúdos dos nutrientes N, P e K.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

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

A variação temporal mensal da deposição de serapilheira é apresentada na Figura 1. A produção anual estimada de serapilheira foi de  $7,64 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Quanto à deposição mensal de serapilheira, verifica-se que o mês de maior produção foi setembro ( $1,51 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) e o de menor, outubro ( $0,24 \text{ Mg ha}^{-1}$ ), sendo observada diferença estatística ao nível 5% (teste Kruskal-Wallis). O valor total aportado é próximo aos  $7,90 \text{ Mg ha}^{-1}$  quantificados por Pereira et al. (2008), estudando uma Floresta Atlântica, localizada em uma encosta da Ilha da Marambaia. Diferindo do observado nesse estudo, Pereira et al. (2008) verificaram variações quanto à sazonalidade, observando que os maiores valores de aporte ocorreram no mês de novembro ( $1,30 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) e menor em junho ( $0,30 \text{ Mg ha}^{-1}$ ). Avaliando a produção de serapilheira em diferentes formações vegetais, em áreas de mangue no Furo Grande, Bragança – Pará, Fernandes et al. (2007) verificaram valores de produção da ordem  $7,40 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , valores estes próximos aos observados nesse estudo.

Valores de produção entre  $11,3$  e  $10,8 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , foram quantificados por Paula et al. (2009) estudando o aporte de serapilheira em três áreas com diferentes graus de saturação hídrica, na Restinga da Marambaia, não sendo verificada diferença significativa entre as formações florestais. Os autores observaram que os maiores valores de aporte ocorreram nos meses de janeiro e

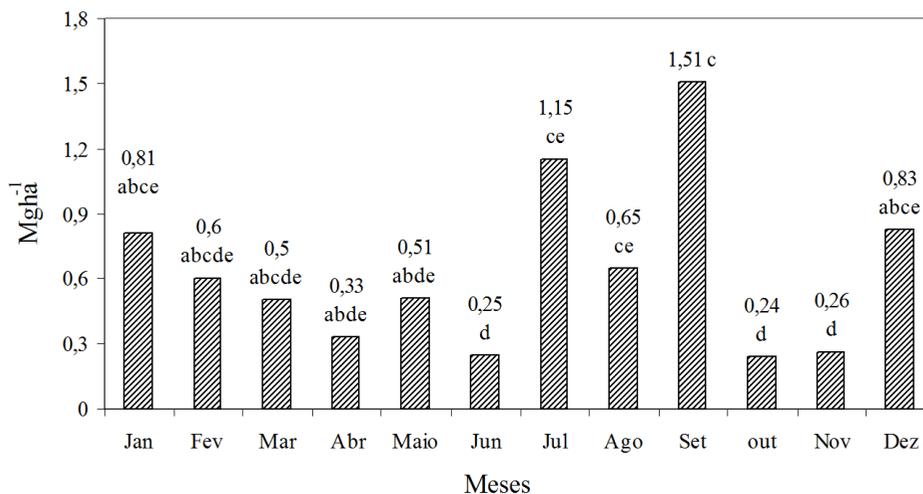


FIGURA 1: Aporte mensal da serapilheira em uma formação florestal periodicamente inundada na restinga da Marambaia, RJ. Letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível 5%.

FIGURE 1: Litter monthly devolution in a periodically flooded forest formation in Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro.

fevereiro (estação chuvosa) valores de 1,85 e 1,67 Mg ha<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup> e os meses de maio e junho (estação seca) caracterizaram-se pela menor produção de serapilheira. Verifica-se que um dos maiores valores de produção ocorreu na estação seca, esse padrão de deposição também foi observado por Fernandes et al. (2007) em áreas de mangue, em Bragança no Pará.

Em um estudo realizado numa restinga na Ilha do Mel, Pires et al. (2006) observaram menores valores do aporte de serapilheira, da ordem de a 5,1 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Segundo Silva e Brites (2005), a variação nos totais de material aportado em ambientes de restinga, deve resultar da grande heterogeneidade ambiental, já que as formações podem apresentar distintas composições florísticas, estruturais e funcionais, em função do substrato onde estas estejam estabelecidas, sobre ou entre cordões litorâneos, além de outros fatores tais como o nível do lençol freático e a distância do oceano.

A afirmação de Silva e Brites (2005) também pode ser aplicada à área de estudo, pois as variações ambientais parecem também estar influenciando na deposição de serapilheira. Na Restinga da Marambaia, nas áreas com maior saturação hídrica, verificam-se os maiores valores de deposição (PAULA et al., 2009) em comparação às áreas sem restrição a drenagem (PEREIRA et al., 2008).

Na distribuição percentual das frações que compõem a serapilheira, as folhas foram o componente com maior participação (57,87%), sendo esse valor inferior aos 71% estabelecidos por O'Neill e De Angelis (1980) para florestas tropicais. O valor verificado está próximo do observado por Pereira et al. (2008), em estudos em um fragmento de Floresta Atlântica, localizado em uma encosta da Ilha da Marambaia, onde os autores verificaram que a fração folha foi a que mais contribuiu no aporte de serapilheira, representado 66% do total aportado.

Os valores observados diferem dos encontrados por Paula et al. (2009), que verificaram valores para a fração folha variando de 64 a 71%. Os valores dessa fração foram seguidos pelas frações: refugo (4,20%), flores (2,82%), frutos (2,77%) e casca (1,16%). O valor de 2,77 % para a fração frutos foi inferior ao quantificado por Pereira et al. (2008), onde 4,00 % da serapilheira total correspondeu aos frutos. Paula et al. (2009) encontraram percentuais para essa fração entre 3 e

10%, destacando que, na área de maior aporte da fração material reprodutivo (flores e frutos), com 10% da serapilheira, houve a influência da espécie *Calophyllum brasiliensis* Cambess., que apresentou maior índice de valor de importância.

Na Figura 2 é apresentado o total anual para os aportes de nitrogênio, fósforo e potássio. Nota-se que o nitrogênio foi o elemento de maior aporte, com 71,90 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, e apresentou alta correlação entre seus aportes mensais com a serapilheira produzida (0,87; p < 0,01).

Estudando florestas tropicais, sob solos de baixa fertilidade, Vitousek e Sanford (1986) quantificaram aportes de N equivalentes a 116 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e, para florestas de solos de média fertilidade e áreas montanhosas, respectivamente, 162 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e 64 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Em áreas de formações florestais com diferentes graus de saturação hídrica Paula et al. (2009) encontraram valores de aporte de N superiores a 128 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, demonstrando ser o nitrogênio o elemento devolvido em maior quantidade, através do aporte de serapilheira. Maiores valores de N (121, 99 kg ha<sup>-1</sup>) também foram observados por Pereira et al. (2008) em um fragmento florestal, em uma encosta da Ilha da Marambaia.

Para o fósforo (P), verificam-se valores totais anuais de aporte, em torno de 5,24 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, porém apresentando uma correlação menor com os aportes mensais de serapilheira (0,13; p < 0,01). Vitousek e Sanford (1986) encontraram para florestas tropicais, sob solos de baixa fertilidade,

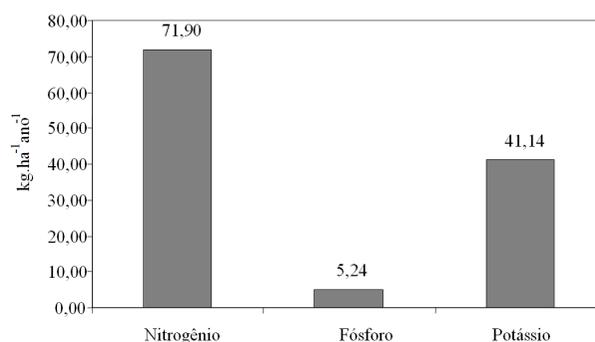


FIGURA 2: Aporte anual de nitrogênio, fósforo e potássio, em uma formação florestal periodicamente inundada na Restinga da Marambaia, RJ.

FIGURE 2: Nitrogen, phosphorus and potassium annual devolution in a periodically flooded forest formation in Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro.

aportes de P variando entre 1,4 a 3,4 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. O potássio (K) foi o segundo elemento devolvido em maior quantidade, apresentando aportes anuais em torno de 41,14 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Paula et al. (2009) encontraram para esse elemento valores acima de 28,0 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, sendo que em uma das formações apresentou valores em torno de 43,6 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, já Pereira et al. (2008) quantificaram valores da ordem de 32,08 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

Observa-se que com exceção dos valores de N, que tenderam a ser menores na área de estudo, não houve grandes diferenças entre os teores de P e K, com os valores quantificados por Pereira et al. (2008) e Paula et al. (2009). Os menores valores de N verificados nessa área podem ser decorrentes da ausência de espécies fixadoras de N, dentre as de maior ocorrência.

### Decomposição da serapilheira e liberação de N, P e K e compostos foliares

A constante de decomposição (k), foi estimada em 0,0015 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (P < 0,01; R<sup>2</sup> = 0,92), sendo essa referente à velocidade de decomposição. O tempo de meia-vida (T<sup>1/2</sup>), estimado para o período, esteve em torno de 462 dias (Figura 3).

Estudando três formações de florestas periodicamente inundadas, com diferentes graus de saturação hídrica, na restinga da Marambaia, Paula et al. (2009) verificaram valores de T<sup>1/2</sup> variando de 217 a 247 dias, sendo esses inferiores ao verificado neste estudo.

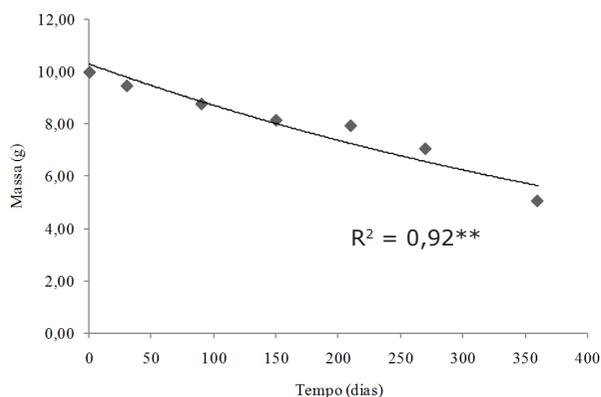


FIGURA 3: Decomposição da serapilheira foliar em uma formação florestal periodicamente inundada na restinga da Marambaia, RJ.

FIGURE 3: Litter decomposition in a periodically flooded forest formation in Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro.

Na Tabela 1 são apresentados os teores de celulose, hemicelulose, lignina e tanino da serapilheira da área em estudo. Geralmente em comunidades vegetais, muito expostas à ação dos ventos, existe uma tendência maior de lignificação quando comparadas a outras menos expostas a esta ação. Essa estratégia visa diminuir a condutância estomática e, conseqüentemente, minimizar as perdas hídricas por transpiração, que geralmente são elevadas nas espécies localizadas em áreas de restinga.

Em serapilheira de florestas de *Quercus petraea*, Cortez et al. (1996) encontraram valores para celulose e lignina variando de 28,40 e 30,1%, respectivamente. Enquanto, em serapilheira de florestas de *Fagus sylvatica*, os mesmos autores verificaram valores superiores para lignina (40,3%) e inferiores para celulose (21,4%). Os maiores valores de lignina são decorrentes das condições ambientais, as espécies, como estratégia para a redução das perdas por evapotranspiração, apresentam as folhas com textura coriáceas.

Quanto às transformações ocorrentes no processo de decomposição da matéria orgânica, Waksman (1952), sugere duas fases principais: a primeira, de 1 a 2 meses, onde ocorre a perda de compostos solúveis e, a segunda, de ataque aos compostos estruturais que podem perdurar durante anos, dependendo da qualidade do material. Portanto, verifica-se que com o passar do tempo, tem-se a princípio, uma rápida perda da maioria dos hidrossolúveis, uma diminuição lenta de compostos hidrossolúveis fenólicos (tanino, por exemplo) e hemiceluloses e, um aumento relativo do conteúdo de lignina.

TABELA 1: Teores de celulose, hemicelulose, lignina e tanino na serapilheira foliar de florestas periodicamente inundadas na restinga da Marambaia, RJ.

TABLE 1: Cellulose, hemicellulose, lignin and tannin contents in the leaf litter in a periodically flooded forest formation in Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro.

Componentes	(g kg <sup>-1</sup> )
celulose	480,75
hemicelulose	65,55
lignina	465,80
tanino	48,60

Na Tabela 2 são apresentados os teores de N, P e K remanescentes na serapilheira foliar ao longo do processo de decomposição.

Observa-se que os teores de N apresentaram um declínio até os primeiros 90 dias de decomposição, sendo depois crescentes ao longo deste processo. Esses dados corroboram com os de Andrade (1997), que observou mesmo padrão para N em experimento conduzido com povoamentos de *Acacia mangium* e *Mimosa caesalpinifolia*. Uma provável causa seria atribuída à diminuição gradual dos teores de carbono, contidos na lignina e que disponibilizaria, com aumento gradual, o nitrogênio presente na composição foliar.

Geralmente, sob as mesmas condições de clima e solo, a velocidade de decomposição dos resíduos e a liberação de N são influenciadas por características químicas, como teor de N (CONSTANTINIDES e FOWNES, 1994), relação C/N (JAMA e NAIR, 1996), teor de lignina e relação lignina/N (MATTA-MACHADO et al., 1994; MCDONAGH et al., 1995), teor de polifenóis e relação polifenóis/N (PALM e SANCHEZ, 1991) e relação (lignina + polifenóis)/N (HANDAYANTO et al., 1994).

Os teores de P e K apresentaram grandes variações. Tendo em vista que, as concentrações destes elementos eram pequenas, qualquer contaminação poderia acarretar incrementos

TABELA 2: Teores remanescentes de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) ao longo do processo de decomposição em floresta periodicamente inundada, na restinga da Marambaia, RJ.

TABLE 2: Nitrogen, phosphorus and potassium remaining tenors during the process of decomposition in a periodically flooded forest formation in Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro.

Coletas (dias)	Massa remanescente (g)	N	P	K
		g kg <sup>-1</sup>		
30	9,48	11,7	0,3	5,15
90	8,78	8,8	1,9	2,09
150	8,17	11,2	0,9	1,86
210	7,17	12,5	1,1	2,09
270	7,08	17,0	0,9	1,72
360	5,08	18,7	0,9	1,21

significativos nos teores desses nutrientes. Dependendo da fase fenológica da planta, a adição destes elementos via deposição de material formador da serapilheira e/ou através da lavagem do dossel pela chuva, pode apresentar ampla variação. Desta forma, a sazonalidade apresentada por estes elementos pode estar associada à conjunção destes fatores juntamente com a maior perda de carbono, padrão já verificado em outros estudos de decomposição (GAMA-RODRIGUES, 1997).

O K foi o elemento que apresentou as maiores perdas em comparação aos outros elementos analisados. A rápida liberação deste macronutriente confirma sua grande mobilidade, uma vez que, por não estar ligado a nenhum componente estrutural, necessita apenas de transformações físicas para ser liberado (SIQUEIRA e FRANCO, 1988).

A partir dos resultados encontrados, verifica-se que, em áreas de restinga submetidas a inundações periódicas, a decomposição da serapilheira ocorre de forma mais lenta, sendo os nutrientes, principalmente o nitrogênio devolvidos de forma crescente, acompanhando, provavelmente, a diminuição dos teores de lignina.

## CONCLUSÕES

A produção média anual de serapilheira foi de 7,64 Mg.ha<sup>-1</sup>, sendo observada diferença estatística entre os meses de coleta, onde maiores aportes mensais ocorreram no mês de julho e setembro.

A fração folhas foi a mais representativa na serapilheira. O nitrogênio foi o elemento devolvido em maior quantidade, sendo seguido pelo potássio e fósforo, respectivamente.

A decomposição da serapilheira ocorre de forma lenta (0,0015 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), sendo necessários 462 dias para que fosse decomposta metade do material foliar.

A celulose foi o componente de maior participação na estrutura foliar, seguida pela lignina.

O nitrogênio, ao contrário do potássio, apresentou, ao longo do tempo, liberação de forma crescente, podendo este padrão de liberação estar associado aos teores de lignina, presentes no material.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, H. S ; ALBUQUERQUE, C. E. C. **Receituário Químico**. Rio de Janeiro: Imprensa

- Universitária, 1996. s/p.
- ANDRADE, A. G. **Ciclagem de nutrientes e arquitetura radicular de leguminosas arbóreas de interesse para revegetação de solos degradados e estabilização de encostas**. 1997. 182f. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência do Solo)–Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 1997.
- BRITEZ, R. M. et al. Ciclagem de nutrientes na planície costeira. In: MARQUES, M. C. M.; BRITEZ, R. M. (orgs.). **História Natural e Conservação da Ilha do Mel**. Curitiba, Editora da Universidade Federal do Paraná. 2005. p. 145-168.
- CONSTANTINIDES, M.; FOWNES, J.H. Nitrogen mineralization from leaves and litter of tropical plants: Relationship to nitrogen, lignin and soluble polyphenol concentrations. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 26, p. 49-55, 1994.
- CORTEZ, J. et al. Decomposition of Mediterranean leaf litter: a microcosm experiment investigating relationships between decomposition rates and litter quality. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 28, p. 443-452, 1996.
- FERNANDES, M. E. B.; NASCIMENTO, A. A. M. do; CARVALHO, M. L. Estimativa da produção anual de serapilheira dos bosques de mangue no Furo Grande, Bragança-Pará. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, p. 949-958, out. 2007.
- GAMA-RODRIGUES, A. C. **Ciclagem de nutrientes por espécies vegetais em povoamentos puros e mistos, em solos de tabuleiros da Bahia, Brasil**. 1997. 107 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.
- GARAY, I. et al. Comparação da matéria orgânica e de outros atributos do solo em plantações de *Acacia mangium* e *Eucalyptus grandis*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p.705-712, jul./ago, 2003.
- HANDAYANTO, E.; CADISCH, G.; GILLER, K. E. Nitrogen release from prunings of legume hedgerow trees in relation to quality of the prunings and incubation method. **Plant and Soil**, Netherlands, v.160, p. 237-248, 1994.
- HAY, J. D.; LACERDA, L. D. Ciclagem de nutrientes no ecossistema de restinga. In: LACERDA, L. D. et al. (org.). **Restingas: origem, estrutura e processos**. Niterói: CEUFF. 1984. p. 461-477.
- JAMA, B. A.; NAIR, P. K. R. Decomposition and nitroge mineralization patterns of *Leucaena leucocephala* an *Cassia siamea* mulch under tropical semiarid conditions Kenya. **Plant and Soil**, Netherlands,v. 179, p. 275-285, 1996.
- 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: Ed. da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 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.
- MATTA-MACHADO, R. P.; NEELY, C. L.; CABRERA, M. L. Plant residue decomposition and nitrogen dynamics in an alley cropping and an annual legume-based cropping system. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v. 25, p. 3365-3378, 1994.
- MATTOS, C. C. L. V. Caracterização climática da Restinga da Marambaia. In: MENEZES, L. T, PEIXOTO, A. L, ARAÚJO, D. S. D. **Historia Natural da Marambaia**. Seropédica: Ed. da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2005. p. 55- 66.
- McDONAGH, J.F. et al. Grain legumes and green manures as pre-rice crops in Northeast Thailand. II. Residue decomposition. **Plant and Soil**, Netherlands, v. 177, p. 127-136, 1995.
- MENEZES, L. F. T.; ARAUJO, D. S. D. Formações Vegetais da Restinga da Marambaia. In: **Historia Natural da Marambaia**. Seropédica: Ed. da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2005, p. 67-120.
- MENEZES, L. T; PEIXOTO, A. L; ARAÚJO, D. S. D. **História Natural da Marambaia**. Seropédica: Ed. da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2005, 288 p.
- MORAES, R. M. et al. Ciclagem mineral em Mata Atlântica de encosta e Mata sobre restinga: nutrientes na serapilheira acumulada. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 4., 1998, Águas de Lindóia, **Anais...** São Paulo, ACIESP. 1998, v. 2, p. 71-77.
- MURBACH M. R. et al. Nutrient cycling in a RRIM 600 clone rubber plantation. Piracicaba, SP. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 2, p. 353-357, abr./jun. 2003.
- O' NEILL, R. V; DEANGELIS, D. L. Comparative productivity and biomass relations of forest

- ecosystems. In: REICHEL, De. (Ed.). **Dynamic properties of forest ecosystems**. London: Cambridge University Press, 1980. p. 411-449.
- PALM, C. A.; SANCHEZ, P. A. Nitrogen release from the leaves of some tropical legumes as affected by their lignin and polyphenolic contents. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 23, p. 83-88, 1991.
- PAULA, R. R.; PEREIRA, M. G.; MENEZES, L. F. T. Aporte de nutrientes e decomposição da serapilheira em três fragmentos florestais periodicamente inundados na ilha da Marambaia, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 139-148, abr./jun., 2009.
- PEREIRA, M. G.; MENEZES, L. F. T.; SCHULTZ, N. Aporte e decomposição da serapilheira na floresta Atlântica, Ilha da Marambaia, Mangaratiba, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 4, p. 443-454, out-dez, 2008.
- PIRES, L. A. et al. 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.
- RAMOS, M. C. L.; PELLENS, R. Produção de serapilheira em ecossistema da restinga de Maricá, Estado do Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO DE ECOSISTEMAS DA COSTA BRASILEIRA, 3., 1993, Serra Negra. **Anais...** São Paulo, ACIESP. 1993, v.3, p. 89-98.
- 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.; BRITZ, R. M. A vegetação da planície costeira. In: MARQUES, M. C. U.; BRITZ, R. M. (orgs.). **História natural e conservação da Ilha do Mel**. Curitiba: Ed. da Universidade Federal do Paraná, 2005. p. 49-84.
- SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A. **Biologia do solo: Fundamentos e perspectivas**. Brasília, MEC Ministério da Educação, ABEAS. Lavras, ESAL, FAEPE, 1988. 236 p.
- 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.
- SUGUIO, K.; TESSLER, M. Planícies de cordões litorâneos quaternários do Brasil: origem e nomenclatura. In: LACERDA, L. D. et al. (orgs.) **Restingas: origem, estruturas, processos**. Niterói, CEUFF. 1984, p. 15-25.
- TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS. 1995, 174 p.
- THOMAS, R. J.; ASAKAWA, N. M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 25, p. 1351-1361, 1993.
- VITOUSEK, P. M.; SANFORD, J. R. Nutrient cycling in most tropical forest. **Annual Review Ecology Science**, v. 17, p. 137-167, 1986.
- WAKSMAN, S. **Principles of soil microbiology**. 2nd ed. Baltimore: Wilians & Wilkings Company, 1952. 894 p.