

---

**Fósforo, nitrogênio, lignina, celulose e polifenóis em amostras de serrapilheira foliar de *Neea macrophylla*, *Cecropia palmata* e *Casearia arborea* no Nordeste do Estado do Pará.**

*Phosphorus, nitrogen, lignin, cellulose and polyphenols in samples of leaf litter in Neea macrophylla, Cecropia palmata and Casearia arborea in north-eastern of Pará.*

OLIVEIRA, Patricia Chaves<sup>1</sup>; CARVALHO, Claudio Jose Reis<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Para (UFPA), Santarém/PA - Brasil, pchaves@ufpa.br; <sup>2</sup> EMBRAPA-CPATU, Belém/PA - Brasil, carvalho@cpatu.embrapa.br

---

**RESUMO**

A necessidade de se conhecer a dinâmica de decomposição da serrapilheira (liteira) foliar de espécies potencialmente acumuladoras de fósforo (P) como *Neea macrophylla* e *Cecropia palmata* ao longo do tempo, é fundamental na seleção de *mulch* para a tecnologia de preparo de área para plantio denominada slash and mulch adotada em alguns sistemas agrícolas a Nordeste do Estado do Pará. Com o intuito de caracterizar quantitativamente e temporalmente as Taxas de Incremento de P e N ao longo do processo inicial de decomposição da liteira foliar das espécies estudadas correlacionando com as concentrações iniciais de lignina, celulose e polifenóis, este experimento foi então desenvolvido alocando-se bolsas de decomposição sobre a serrapilheira de uma floresta secundária no Município de Igarapé-Açú, estado do Pará. Os resultados indicaram uma alta correlação ( $r=-0,82$ ) entre a concentração de polifenóis iniciais no liteira e a perda de biomassa ao longo de 210 dias; a liberação de fósforo (P) durante o processo de decomposição foi determinada em parte pelas concentrações de lignina iniciais ( $r=-0,54$ ) mas sobretudo de celulose ( $r=-0,73$ ) e as concentrações de N-NH<sub>4</sub> na liteira foliar ao final do período de observação mostraram dependência da concentração inicial de lignina. *Neea macrophylla* foi a espécie que perdeu mais rapidamente biomassa para o solo mostrando ser uma espécie importante no processo de ciclagem de fósforo em ambientes com deficiência.

**PALAVRAS-CHAVE:** serrapilheira; dinâmica de decomposição; fósforo.

**ABSTRACT**

The interest of knowing the decomposition dynamic of leaf litter of potentially accumulative species of P as *Neea macrophylla* and *Cecropia palmata* to the long one of the time, is basic in the selection of mulch for the "slash and mulch" technology adopted in some agricultural systems the Northeast of Pará. With intention to characterize quantitatively and in the time, the Increment Taxes of P and N to the long one of the initial decomposition process of leaf litter correlating with the initial concentrations of lignina, cellulose and polyphenols, this experiment then was developed placing 80 litter bags on the ground of secondary forest in the Igarapé-Açú City, Pará. The results had indicated one high correlation ( $r=-0,82$ ) between the concentration of initial polyphenols in litter and the loss of biomass throughout 210 days; the release of P during the decomposition process was determined in part for the initial concentrations of lignina ( $r=-0,54$ ) but over all of cellulose ( $r=-0,73$ ) and the concentrations of N-NH<sub>4</sub> in leaf litter to the end of the period of comment had shown dependence of the initial concentration of lignina. *Neea macrophylla* was the species that more quickly lost biomass for the soil showing to be an important specie in the process of phosphorus cycling in environments with deficiency.

**KEY WORDS:** litter; decomposition dynamic; phosphorus.

Correspondências para: pchaves@ufpa.br

Aceito para publicação em 20/07/2009

## Introdução

A dinâmica de nutrientes na decomposição da serrapilheira (litter) foliar parece ser determinada entre outros fatores pela composição química do material inicial sobretudo pela razão C:N, que segundo Mfilinge *et al* (2002) a maior velocidade de decomposição foi observada em folhas de *Kandelia candel* (L.) com altas concentrações de N, ou seja, baixa razão C:N. A caracterização deste parâmetro, pode ser utilizada na seleção de espécies potencialmente cicladoras de nutrientes, haja vista, que as taxas de transferência do P orgânico para o solo da capoeira é fator fundamental na recuperação dos níveis de P ao longo do pousio agrícola, no máximo de 2 a 3 anos. Dessa forma, espécies com altas razões C:N, ou C:P não são ideais em processos de enriquecimento de ambientes agrícolas, onde o tempo é um fator limitante. Os autores ainda relatam que o teor de água no material a ser decomposto influencia diretamente as taxas de decomposição, o que sugere que no período de maior precipitação maior liberação de nutrientes é esperada para o meio. Contudo há de se relacionar simultaneamente à perda por lixiviação.

Para Tolosa *et al.* (2002) dentre as características C/N, C/P, concentrações isoladas de N e de P, é o último o que mais correlaciona-se com as altas taxas de decomposição em florestas em estágios sucessionais iniciais quando comparado às florestas em estágios sucessionais mais avançados, sugerindo que a concentração de P é um bom indicador para estudos de decomposição de serrapilheira foliar.

Segundo Seneviratne *et al.* (1997), estudando a alternativa de diferentes qualidades de mulch ao longo do período seco, como forma de reduzir o estresse hídrico nas culturas, observou que a presença de compostos polifenólicos também é determinante na liberação de nutrientes, além das concentrações de C e umidade do mulch, pois altas concentrações de polifenóis e C provocaram

mudanças na dinâmica do N, desde a imobilização até a mineralização. Os autores ainda sugerem que em função das diferentes velocidades de decomposição do material vegetal e conseqüente liberação de N, é interessante misturar as espécies para que seja atendida a demanda do nutriente ao longo do ciclo de vida das culturas agrícolas que vierem a ser beneficiadas com o mulch.

Algumas leguminosas arbóreas de vegetações secundárias no Nordeste Paraense, já foram estudadas por Cattanio *et al.* (2001) quanto à qualidade da serrapilheira e modelos de decomposição os quais observaram que a liberação do N foi significativamente influenciada pelas espécies, tempo de decomposição e qualidade do material. Os autores detectaram que altas concentrações de lignina reduziram a taxa de decomposição de serrapilheira, pois funcionariam como uma barreira à atividade dos microorganismos celulolíticos. Mas sem dúvida alguma seria a concentração inicial de polifenóis e a razão fenol/celulose que melhor indicariam a dimensão da liberação de N, isto é: quanto menor for a concentração de polifenóis e a razão polifenóis/celulose maior será a liberação de N. Os coeficientes de correlação entre a liberação do N e os teores de P para as espécies estudadas foram significativos.

Considerando que o litter de espécies arbóreas pode ser utilizado como uma alternativa para o aumento dos níveis de fósforo orgânico em ambientes agrícolas como os do Nordeste Paraense, torna-se fundamental determinar a qualidade do mesmo, sobretudo quanto aos teores de N, C, polifenóis, lignina e celulose a fim de identificar as possíveis correlações com a mineralização do P orgânico, evitando de certa forma a utilização de mulch com baixa potencialidade em liberar o nutriente em déficit.

Por sua vez, os microorganismos solubilizadores de fosfato (PSMs) são essenciais na liberação do P orgânico contido no *mulch*,

assim como do P ligado aos fosfatos de Fe e Al. Segundo Gyaneshwar *et al.* (2002), a habilidade dos PSMs está ligada a genes específicos os quais podem estar presentes mesmo em bactérias não solubilizadoras de fosfato. Partindo deste pressuposto, uma rizosfera onde não exista a presença de PSMs mas sim de outras bactérias, não exclui a possibilidade de liberação de P orgânico ou inorgânico quando comparada a uma rizosfera com PSMs.

Contudo, os processos de decomposição de serrapilheira parecem ser influenciados por variações dos fatores abióticos e bióticos, os quais por sua vez, alterariam a ecofisiologia dos microorganismos do solo, como observou Mamilov e Dilly (2002) quando da adição de água e nitrogênio em solo que continha serrapilheira de aveia, resultando numa evolução acumulativa de CO<sub>2</sub> decorrente de alta atividade da biomassa microbiana. Portanto, é de se esperar que em regiões onde existam diferenças nos índices de pluviosidade ao longo do ano, com períodos chuvosos e secos bem definidos, haja também um gradiente de decomposição de serrapilheira, como por exemplo, na micro-região do Nordeste Paraense em estudo. Tal variação na decomposição de serrapilheira sugere uma maior liberação de nutrientes ao longo do período chuvoso embora a lixiviação também seja maior neste período em relação ao período seco.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a fase inicial da dinâmica do processo de decomposição de serrapilheira foliar de espécies acumuladoras de fósforo (P), como *Neea macrophylla* e *Cecropia palmata* e não acumuladoras de P, como *Casearia arborea* a partir da composição química inicial da mesma, no que tange às concentrações de lignina, celulose, polifenóis, P e N e suas alterações ao longo de 210 dias de decomposição. Para indicar a serrapilheira com concentrações de fósforo (P) acima da média da região e com bons perfis de decomposição, portanto com

potencialidade para ser utilizado como *mulch* em sistemas agrícolas no Nordeste do Estado do Pará que optaram pela tecnologia alternativa de *chop and mulch*.

## Material e métodos

O experimento se desenvolveu em vegetação secundária com aproximadamente 6 anos de regeneração (sítio I), situada à 01<sup>o</sup> 07. 291' S e 47<sup>o</sup> 35. 714' WO no Município de Igarapé-Açu a Nordeste do Estado do Pará. O solo da área se caracterizava com baixa fertilidade, com 2 mg de P dm<sup>-3</sup> solo, baixas porcentagens de nitrogênio (N = 0,03 %), pH ácido (4,5 a 5,0) e concentrações expressivas de alumínio (Al = 0.5 cmol d solo).

As bolsas de decomposição foram confeccionadas com malha de nylon de 2 mesh, tamanho 20 x 20 cm onde foram colocados 10 g de liteira foliar natural. As bolsas de decomposição foram colocadas sobre a liteira da floresta no dia 17 de fevereiro de 2004, portanto o processo inicial de decomposição ocorreu ao longo do período chuvoso, sendo 5 repetições por espécie (*Neea macrophylla*, *Cecropia palmata* e *Casearia arborea*), retiradas com 0, 60, 90, 150 e 210 dias após o início do experimento. A seguir o material foi levado à estufa com temperatura de 65<sup>o</sup> até obtenção de peso constante. As amostras foram então pesadas e analisadas quanto ao teores de P e N, bem como quanto às concentrações de lignina, celulose e polifenóis.

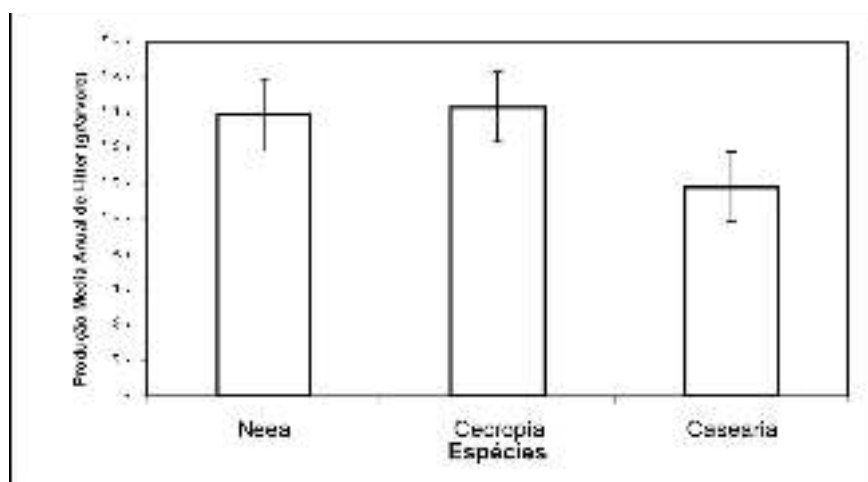
Os tratamentos estatísticos caracterizaram-se pela construção de uma Matriz de Correlação entre as seguintes variáveis: porcentagens de lignina, celulose e polifenóis na serrapilheira ao final de 210 dias de decomposição. Foi realizada ainda uma Análise Multivariada para o cálculo da Distância Multivariada entre as espécies através dos testes de Penrose e Mahalanobis quanto aos parâmetros acima mencionados.

## Resultados e discussões

A biomassa da serrapilheira (liteira) foliar das espécies *Neea macrophylla*, *Cecropia palmata* e *Casearia arborea* reduziram ao longo dos dias de exposição a decomposição, como mostra a **Figura 1**. Entretanto, os modelos de dependência da redução da biomassa com o tempo são diferentes entre as espécies de acordo com as análises de Regressão, sendo logarítmica para *Neea macrophylla* e linear para *Cecropia palmata* e *Casearia arborea*, cujos coeficientes de determinação são bem elevados para todas as espécies. Dessa forma, *Casearia arborea* apresentou uma redução de biomassa do liteira mais uniforme ao longo dos primeiros 210 dias de decomposição, enquanto *Neea macrophylla* uma queda mais acentuada nos primeiros 60 dias e só depois uniformizando e *Cecropia palmata* uma redução abrupta a partir dos 150 dias. Tais resultados sugerem pools de perda de biomassa de serrapilheira no tempo diferenciados para as três espécies estudadas. As Taxas de Perda de Biomassa do liteira foram maiores para *Neea macrophylla* do que para *Cecropia palmata* e *Casearia arborea* ( $p < 0.01$ ) conforme **Figura 2**. Considerando como uma das estratégias de plantas em ambientes com déficit em P a

velocidade de reciclagem de sua própria liteira, podemos dizer que *Neea macrophylla* apresenta uma certa vantagem sobre *Cecropia palmata* e *Casearia arborea*, embora *Cecropia* reabsorva mais P da folha em senescência do que *Neea* como já vimos, sendo esta então a sua estratégia de sobrevivência. Fica explícito portanto as distintas estratégias que espécies arbóreas comuns em florestas secundárias desenvolvem frente a uma mesma problemática, como a deficiência do P por exemplo.

A concentração de polifenóis na liteira foliar no início do experimento de decomposição foi menor em *Neea macrophylla* e maior em *Casearia arborea* ( $p < 0.01$ ) como mostra a **Figura 3**. Ao aplicamos uma Análise de Correlação Linear de Pearson observamos uma dependência alta, com  $r = -0.82$  entre as Taxas de Perda de Biomassa da Liteira e as Concentrações de Polifenóis, ou seja, houve uma redução das Taxas de Perda de Biomassa da liteira com o aumento das concentrações de Polifenóis. Isto explica em parte a rápida perda de biomassa do liteira de *Neea* em função das baixas concentrações de polifenóis de sua liteira em detrimento das outras duas espécies. *Cecropia palmata* foi a espécie com as maiores porcentagens de lignina e celulose no liteira foliar conforme **Figura 4**.



**FIGURA 1-** Produção Média Anual de Litter Foliar (g/ árvore) de *Neea macrophylla* (a), *Cecropia palmata* (a) e *Casearia arborea* (a). \* letas iguais entre parênteses representam ausência de diferença estatística.

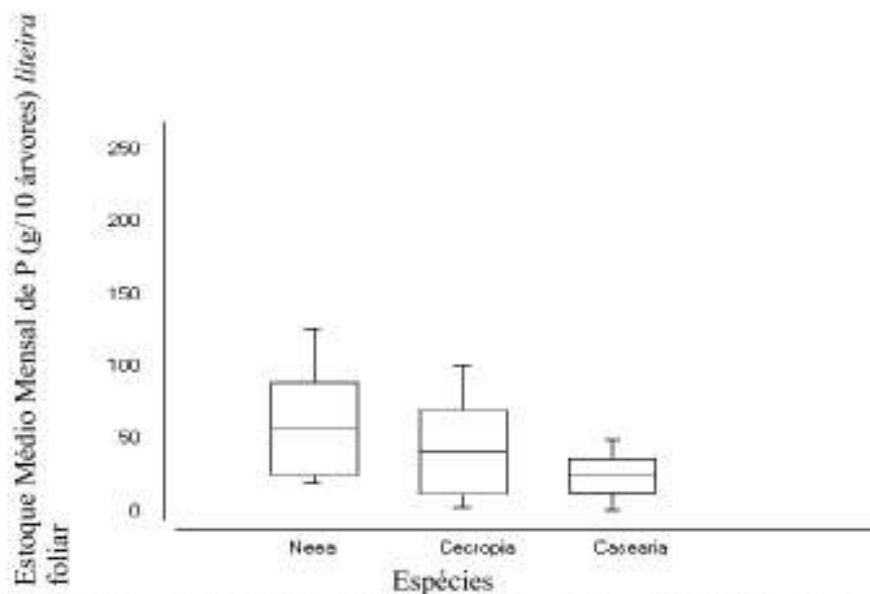


FIGURA 2 - Estoque Médio Mensal de P (g/10 árvores) em *liteira* foliar de *Neea macrophylla*, *Cecropia palmata* e *Casearia arborea*, Pará, Brasil

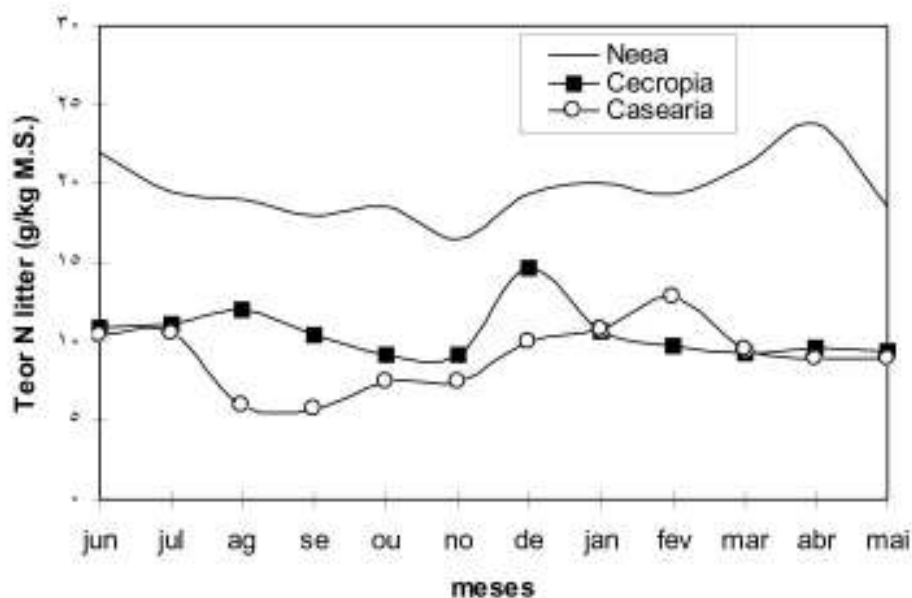
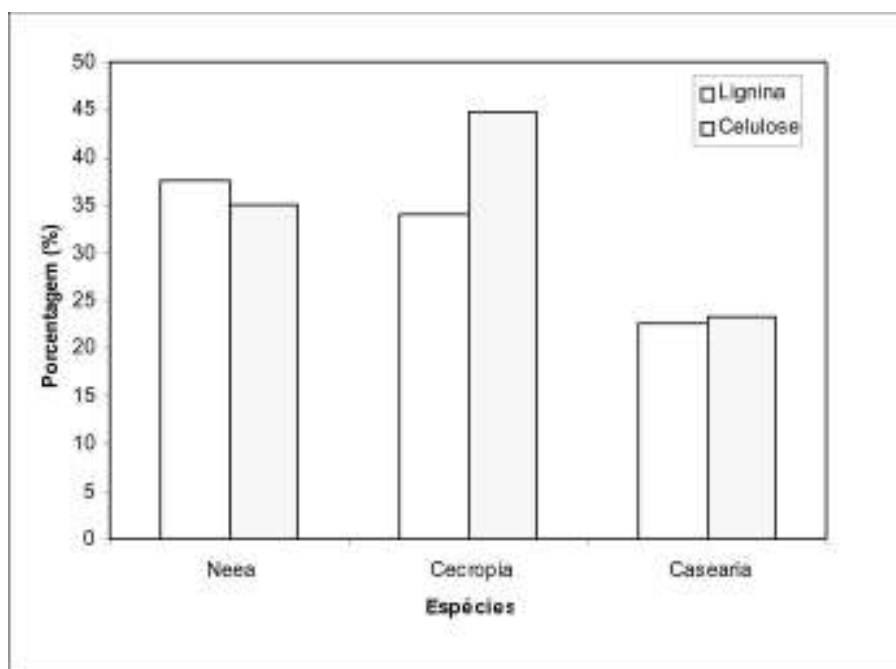


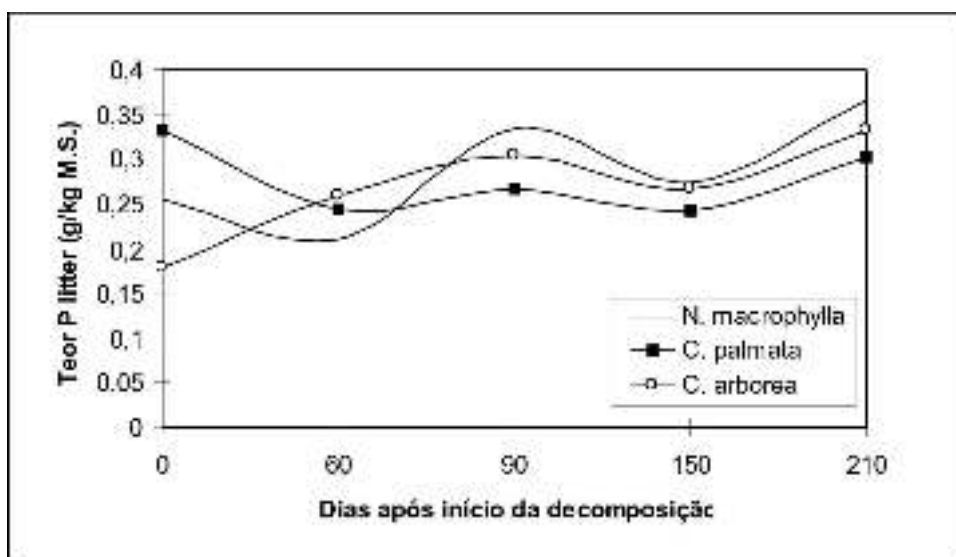
FIGURA 3- Flutuações nos teores de N na *liteira* foliar (g/kg M.S.) de *Neea macrophylla*, *Cecropia palmata* e *Casearia arborea* ao longo de 12 meses de observação em floresta secundária a Nordeste do Estado do Pará, Brasil.



**FIGURA 4-** Percentagens médias de lignina e celulose na *littera* foliar de *Neea macrophylla*, *C. palmata* e *C. arborea*. (médias diferentes significativamente;  $p < 0,01$ )

Entretanto, quando montamos uma Matriz de Correlação envolvendo as variáveis relativas às concentrações de Lignina, Celulose, Polifenóis e Perda de Biomassa da *littera* foliar de *Neea macrophylla*, *Cecropia palmata* e *Casearia arborea*, observamos que as concentrações de lignina e celulose correlacionam-se de forma linear com os Teores de P aos 210 dias após o início do experimento com coeficientes de correlação de Pearson ( $r$ ) igual a  $-0,54$  e  $-0,73$  respectivamente, isto é, quanto maior a concentração de lignina e celulose no *littera* menor serão as Taxas de liberação de P desta *littera*. Já as correlações entre as concentrações de lignina e polifenóis foram positivas com  $r=0,71$  sugerindo que com o aumento de lignina as concentrações de polifenóis também aumentam. Mas sem dúvida alguma, são as concentrações de polifenóis que exercem influência na perda de Biomassa da *littera*, o que é comprovado pelo alto coeficiente de correlação de Pearson ( $r = -0,827$ ).

Os resultados acerca do P e do N demonstraram que o processo de decomposição de *littera* foliar para as 3 espécies estudadas, *Neea macrophylla*, *Cecropia palmata* e *Casearia arborea* leva mais do que 210 dias e que portanto estudamos apenas a fase inicial e intermediária do processo, posto que os teores, sobretudo de P e menos de N (**Figura 5**) ainda aumentavam ao final do experimento. As flutuações nos teores de P ao longo do tempo de decomposição e a redução expressa nos primeiros 60 dias ocorreram, provavelmente, devido à lixiviação para então aos 90 dias aumentar novamente para as três espécies sugerindo aqui certa atividade microbiana. A seguir uma redução de novo nos teores de P aos 150 dias para então ainda que discretamente aumentar aos 210 dias. Em função desta dinâmica, as Análises de Regressão apresentaram baixos ajustes indicando que até os 210 dias do processo de decomposição, fatores ambientais parecem ser bastante influentes nos



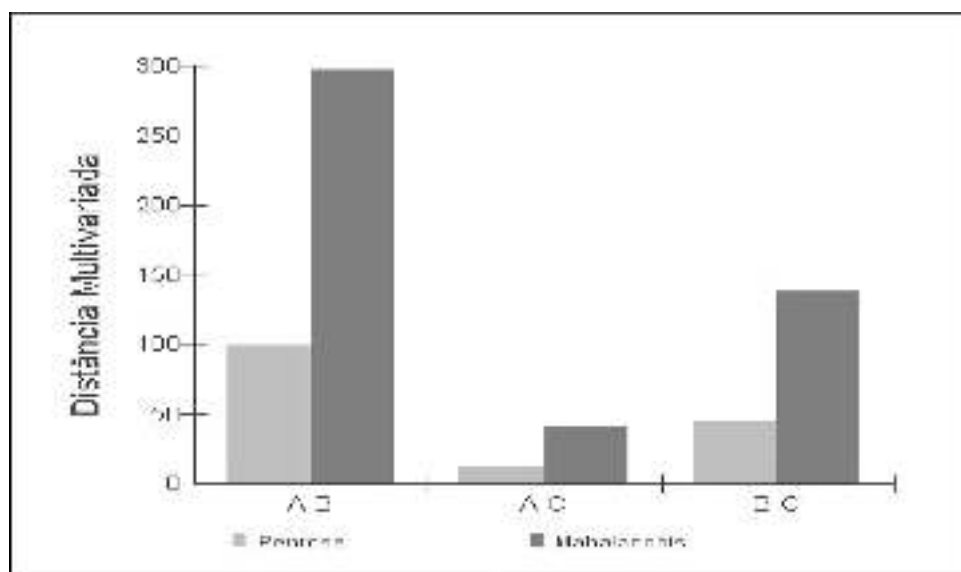
**FIGURA 5-** Dinâmica de liberação do P ao longo do processo de decomposição de *littera* foliar de *Neea macrophylla*, *Cecropia palmata* e *Casearia arborea* a partir de *bolsas de decomposição* colocadas em floresta secundária, Pará.

teores de P da *littera* das espécies estudadas. *Neea macrophylla* foi a espécie que apresentou as maiores concentrações de P aos 210 dias do processo de decomposição.

Quanto às flutuações de N-NH<sub>4</sub> na *littera* foliar das 3 espécies estudadas esta seguiu a mesma tendência sucessiva de redução e aumento das concentrações ao longo de 210 dias do processo de decomposição. Da mesma forma, as Análises de Regressão demonstraram baixos ajustes entre os teores de N-NH<sub>4</sub> e o intervalo de tempo estudado (210 dias). Aparentemente o aumento das concentrações de N-NH<sub>4</sub> na *littera* foliar começa um pouco mais cedo, aos 60 dias, do que o de P. Assim, circunstâncias favoráveis devem estar ocorrendo para a liberação do N orgânico do *littera* destas espécies, tais como atividade microbiana, que segundo Paparcikova (1999) mostrou-se eficiente nos processos de restauração dos níveis de N nos solos de florestas secundárias em regeneração mesmo após impacto de fogo.

Embora *Neea macrophylla* e *Cecropia palmata* acumulem mais P na *littera* foliar do que *Casearia arborea*, o processo de decomposição da *littera* elimina tais diferenças entre espécies potencialmente acumuladoras de P e não acumuladoras ao longo de 210 dias de decomposição, sugerindo que condições do entorno dessas espécies como atividade microbiana, carbono da biomassa microbiana entre outros determinam perfis distintos de decomposição.

Quando comparamos a proximidade destas espécies sob o aspecto evolutivo a partir das variáveis com fósforo, nitrogênio e razão fósforo/nitrogênio na *littera* foliar ao longo de 210 dias de decomposição os resultados da Análise de Distância Multivariada com aplicação dos testes de Penrose e Mahalanobis demonstraram menor distância entre *Neea* e *Casearia* e maior distância entre *Neea* e *Cecropia*, ou seja, mais semelhantes *Neea* e *Casearia* e mais dessemelhantes *Neea* e *Cecropia*.



**FIGURA 6-** Distância multivariada entre a *littera* foliar de *Neea macrophylla*(A), *Cecropia palmata* (B) e *C. arborea*(C) a partir dos testes de Penrose e Mahalanobis considerando as concentrações de P, N e P:N ao final de 210 dias de decomposição.

## Conclusões

A composição química inicial da serrapilheira foliar de espécies arbóreas potencialmente acumuladoras de P como *Neea macrophylla* e *Cecropia palmata* e não acumuladoras de P como *Casearia arborea*, exerce influência sobre o processo de decomposição, sobretudo sobre a concentração de polifenóis. A liberação de P a partir da serrapilheira destas espécies está estreitamente relacionada com as concentrações de celulose iniciais e em menor grau com as concentrações de lignina. A liberação de N-NH<sub>4</sub> a partir da serrapilheira foliar destas espécies foi determinada por concentrações iniciais de lignina. *Neea macrophylla* foi a espécie com as maiores concentrações de P e N na serrapilheira ao final de 210 dias de decomposição, sugerindo uma ciclagem mais demorada que as outras duas espécies e portanto uma espécie em potencial na produção de mulch de qualidade para a tecnologia de preparo de área chop and mulch praticada em

alguns sistemas agrícolas locais a Nordeste do Estado do Pará.

## Referências

- AYRES, M.; AYRES JUNIOR, AYRES, D.L. & dos SANTOS, A .S.. **BioEstat 3.0. Aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Biológicas e Médicas**. Sociedade Civil Mamirauá/MCT-CNPQ/ Conservation Internacional, Belém, Pará, 2003
- CATTANIO, J.H.; KUHNE, R.F. e VLEK, P.L.G.. Screening for contrasting leguminous litter quality in relation to different patterns of decomposition and N mineralization. **Conference on International Agricultural Research for Development**. Deutscher Tropentag-Bonn, 2001.
- GYANESHWAR, P.; KUMAR,G.N.; PaAREKH, L.J. e POOLE, P.S.. Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants. **Plant and Soil**, 2002, 245(1): 83-93.
- MAMILOV, A.S. e DILLY, O.M.. Soil microbial eco-physiology as affected by short-term variations in environmental conditions. **Soil Biology and Biochemistry**, 2002, 34:9, pp.1283-1290.



- MFILINGE, P.L.; ATTA, N.; TSUCHIYA, M. **Nutrient dynamics and leaf litter decomposition in a subtropical mangrove Forest at Oura Bay**, Okinawa, Japan. Springer-Verlag, 2002.
- MURPHY, J.; RILEY, J.P.- A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. **Anal. Chim. Acta.** 27;31-36, 1962.
- PAPARCIKOVÁ, L.; CORDEIRO, M.R.; MARQUES, U.M. F.; KLINGE, A. T. e VLEK, P. L. G.. Self regulation of Biological N<sub>2</sub> fixation of tree Legumes in a Forest succession of the eastern Amazon. In: **Seminário sobre manejo da Vegetação Secundária para a Sustentabilidade da Agricultura Familiar**. ANAIS, Belém, EMBRAPA Amazônia Oriental/ CNPq. pg 69, 2000.
- SENEVIRATNE, G.; VAN HOLM L.H.J. e KULASOORIYA, S.A.. Quality of different mulch materials and their decomposition and N release under low moisture regimes. **Biology and Fertility of Soils**, 1997, 26:2, pp.136-140.