



APORTE DE NUTRIENTES NA MATA ATLÂNTICA DE BAIXADA DA APA DA BACIA DO RIO SÃO JOÃO, RJ: EFEITO DO TAMANHO DO FRAGMENTO

Ana Paula da Silva

Dora Maria Villela

Laboratório de Ciências Ambientais, CBB, Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Av. Alberto Lamego, 2.000, Campos dos Goytacazes, RJ, 28013 - 602-dasilva.anasilva@gmail.com; dora@uenf.br

INTRODUÇÃO

A estrutura e distribuição das espécies vegetais podem interferir no padrão de produção da serapilheira (Vitousek, 2004; Portela e Santos 2007), e a composição florística, na qualidade química desta (Villela e Proctor, 1999). Dessa forma, alterações nos padrões da vegetação podem afetar a entrada de nutrientes para o ambiente (Martinelli *et al.*, 000; Nascimento, 2005), e com isso afetar a disponibilidade deste no solo.

Uma das principais consequências da fragmentação é a redução da biodiversidade e da biomassa do fragmento (Kapos, 1997; Rodrigues e Nascimento, 2006; Carvalho *et al.*, 006), o que pode interferir no aporte de nutrientes para o ambiente (Martinelli *et al.*, 000; Nascimento, 2005). Estudos demonstram que fragmentos menores estão mais sujeitos aos efeitos da fragmentação (Kapos, 1989; Camargo e Kapos, 1995; Murcia, 1995), como mudanças no padrão da vegetação (Laurance *et al.*, 1998; Procópio - de - Oliveira *et al.*, 008), na dinâmica do ecossistema (Sauders *et al.*, 1991) e diminuição na produção de serapilheira (Vidal *et al.*, 007; Portela e Santos 2007). Entretanto, poucos estudos têm buscado avaliar a influência da fragmentação sobre o aporte de nutrientes (Sizer *et al.*, 000). Até o momento, apenas Nascimento (2005) avaliou esta influência na Mata Atlântica do Rio de Janeiro. Dessa forma, o presente estudo, ao avaliar o aporte de nutrientes através da serapilheira em fragmentos de Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro, estará contribuindo para a obtenção de conhecimentos sobre os efeitos da fragmentação na ciclagem de nutrientes.

OBJETIVOS

O presente estudo objetivou testar a hipótese de que o aporte de nutrientes através da serapilheira é alterado pelo tamanho do fragmento.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o presente estudo foi utilizado 4 fragmentos: 3 pequenos (Afetiva 25,5 ha, Estreito 23,3 ha e Vendaval 33,5 ha) e um grande (União 2300 ha). Os dados do fragmento União 2300 foram cedidos por Nascimento (2005).

Os dados de produção de serapilheira dos fragmentos pequenos (Afetiva, Estreito e Vendaval) foram obtidos por Ferreira (2005), no período de 22 de junho de 2005 a 26 de maio de 2006. Cinco coletores de 70 x 70 cm (0,49 m²), feitos de estrutura de alumínio com rede de nylon de 1 mm, foram alocados de forma aleatória estratificada em 26 de junho de 2005 em cada uma das parcelas de cada um dos três fragmentos pequenos (Afetiva, Estreito e Vendaval). Esses coletores foram suspensos a um metro da superfície do solo. A serapilheira foi amostrada quinzenalmente, durante um ano. O conteúdo de cada coletor foi colocado em sacos de papel e secos a 80 °C por 24 h em uma estufa de circulação imediatamente após cada coleta. As amostras de serapilheira foram triadas em seis frações, sendo estas: 1. folhas de *Cupania oblongifolia*; 2. folhas de *Guarea guidonia*; 3. outras folhas; 4. galhos (< 2 cm de diâmetro); 5. Material reprodutivo (flor / fruto); e a fração Resto classificada de acordo com sugerido por Proctor (1983), no qual inclui todo material animal e vegetal morto não reconhecível e menor que 2 mm. A amostragem da serapilheira no fragmento União 2300 seguiu a mesma metodologia descrita acima.

Foram determinadas, na serapilheira amostrada, as concentrações e aporte de C, N, P, Ca, Mg, K e Na. Para as análises químicas foi feita uma amostra composta por parcela (n=1/parcela) para cada fração da serapilheira. As amostras de cada fração de cada um dos coletores da produção de serapilheira foram compostas a cada dois meses sucessivos sendo subdivididas em seis sub - períodos amostrais denominados de: T1 (junho e julho/2005), T2 (agosto e setembro/2005), T3 (outubro e novembro/2005), T4 (dezembro/2005 e janeiro/2006), T5 (fevereiro e março/2006) e T6 (abril e maio/2006).

As determinações de C e N totais foram feitas utilizando - se um auto - analisador de CHNS/O (Perkin Elmer 2400).

Para a extração de Ca, K, Mg, sub - amostras (0,20 g) foram digeridas em solução ácida (Allen 1989). A determinação de Ca, K, Mg, Na foi feita em espectrofotometria de emissão por plasma induzido (ICP/AES - Varian). Para testar a diferença da média da concentração anual e do aporte de cada nutriente, entre os quatro fragmentos (Afetiva, Estreito, Vendaal e União 2300) foram feitas análises de variância agrupada (ANOVA "nested design"). Foram utilizadas correlações de Pearson para avaliar a relação do aporte total de nutrientes com a área basal (AB) e riqueza de espécies (S) dos fragmentos estudados.

RESULTADOS

A fração total de folhas foi a que mais contribui com a entrada de nutrientes em todos os fragmentos e em geral o aporte de nutrientes através desta fração foi maior no fragmento União 2300. O aporte de Ca através da fração total de folhas foi significativamente ($p < 0,05$) maior no fragmento União 2300 ($37,4 \pm 3,5$) e significativamente menor no fragmento Afetiva ($20,9 \pm 10,7$). O aporte de Mg foi significativamente maior no Vendaal ($20,5 \pm 1,4$) seguido da União 2300 ($18,4 \pm 2,44$) 5.3). Já o aporte de K foi significativamente maior na União 2300 ($41,9 \pm 8,19$) seguido do Vendaal ($38,8 \pm 4,5$).

O aporte (Kg/ha) de Ca, Mg e K através da fração flor e fruto foram significativamente maiores no fragmento União 2300 (Ca = $3,0 \pm 0,12$; Mg = $2,13 \pm 1,0$; K = $13,1 \pm 6,5$) em relação aos fragmentos pequenos: Afetiva (Ca = $0,4 \pm 0,3$; Mg = $0,4 \pm 0,2$; K = $2,7 \pm 2,0$), Estreito (Ca = $0,4 \pm 0,3$; Mg = $0,3 \pm 0,2$; K = $2,5 \pm 2,6$) e Vendaal (Ca = $0,3 \pm 0,1$; Mg = $0,3 \pm 0,1$; K = $1,9 \pm 0,7$). O aporte de Ca, C e N na fração resto foram significativamente maiores no fragmento União 2300 (Ca = $5,1 \pm 1,1$; C = $843,2 \pm 124,07$; N = $35,58 \pm 5,9$) em relação aos fragmentos pequenos: Afetiva (Ca = $2,0 \pm 1,3$; C = $206,74 \pm 89,74$; N = $9,53 \pm 5,6$), Estreito (Ca = $1,8 \pm 0,9$; C = $115,01 \pm 22,3$; N = $4,94 \pm 1,1$) e Vendaal (Ca = $2,4 \pm 1,9$; C = $122,47 \pm 20,14$; N = $5,13 \pm 1,7$). O maior aporte de C através da serapilheira total nos fragmentos grandes foi reflexo do maior aporte deste elemento através da fração resto. Cabe ressaltar que a fração resto dos fragmentos do presente estudo incluiu também a fração flor e fruto para a análise de nutrientes. Neste caso, o maior aporte de C e N no fragmento grande parece ser reflexo da maior produção da fração flor e fruto neste fragmento em relação aos fragmentos pequenos (Ferreira, 2008).

O aporte de nutrientes no total da serapilheira apresentou diferenças significativas entre os fragmentos para todos os elementos analisados. O aporte (Kg/ha) total de Ca, Mg, K, C e N foram significativamente ($p < 0,05$) maiores no fragmento União 2300 (Ca = $60,4 \pm 5,9$; Mg = $26,7 \pm 3,0$; K = $68,5 \pm 5,2$; C = $4850,38 \pm 382,76$ e N = $160,70 \pm 11,47$) em relação aos fragmentos pequenos: Afetiva (Ca = $34,5 \pm 4,0$; Mg = $21,7 \pm 2,5$; K = $48,3 \pm 4,7$; C = $3701,0 \pm 866,82$ e N = $146,87 \pm 31,7$), Estreito (Ca = $45,0 \pm 2,7$; Mg = $17,7 \pm 1,2$; K = $43,6 \pm 2,7$; C = $3245,18 \pm 124,32$ e N = $128,68 \pm 7,71$) e Vendaal (Ca = $28,6 \pm 3,0$; Mg = $25,5 \pm 3,0$; K = $49,5 \pm 8,4$; C = $3376,71 \pm 327,52$ e N = $129,88 \pm 13,4$).

O menor aporte de nutrientes nos fragmentos pequenos em relação ao fragmento grande, foi consequência da menor

produção de serapilheira total nos fragmentos pequenos ($7,2$ a $8,2$ t/ha, Ferreira, 2007) em relação ao fragmento grande da Rebio União 2300 ($9,38$ t/ha; Nascimento, 2005). Esse menor aporte de nutrientes nos fragmentos pequenos refletiu o menor estado de conservação desses fragmentos, o que foi corroborado pela correlação significativamente positiva entre o aporte de Ca, K, C e N com os parâmetros estruturais, área basal (AB) (Ca = $r2$ 0,88, $p < 0,05$); K ($r2$ 0,60, $p < 0,01$); C ($r2$ 0,96; $p < 0,01$) e N ($r2$ 0,84, $p < 0,05$), e com a riqueza (S) de espécies dos fragmentos (Ca = $r2$ 0,86, $p < 0,07$); K ($r2$ 0,97, $p < 0,01$); C ($r2$ 0,99; $p < 0,01$) e N ($r2$ 0,89, $p < 0,05$). Esta relação mostrou um aumento do aporte dos nutrientes de acordo com o aumento dos parâmetros estruturais e riqueza de espécies no fragmento União 2300 indicando um efeito negativo do tamanho sobre a entrada de nutrientes através da serapilheira nos fragmentos estudados. Estudos têm demonstrado que matas em estágio de regeneração primária e secundária apresentam menor produção de serapilheira em relação a matas maduras (Toledo *et al.*, 2002; Portela e Santos, 2007), o que provavelmente está relacionado com as características da estrutura e diversidade florística de cada estágio sucessional.

Outros estudos têm confirmado a influência de efeitos da fragmentação sobre a produção de serapilheira, como aumento da produção de folhas de serapilheira na borda de fragmentos associado a um maior aporte de Mg e Na em relação ao interior do fragmento na Mata Atlântica da Rebio União 2300 (Nascimento, 2005) e diminuição da camada de serapilheira sobre o solo na borda (Gama, 2005). O estudo de Vasconcelos e Luizão (2004) mostrou um aumento da produção de serapilheira total na borda de fragmentos na Amazônia. Esses resultados, por vezes contrastantes entre si, se associam a mudança na estrutura do fragmento ou na área de borda desses resultantes dos efeitos da fragmentação, e como consequência podem alterar a entrada de nutrientes para o ambiente. O efeito de borda na produção de serapilheira parece não seguir um padrão, podendo depender de inúmeros fatores tais como tipo de floresta, histórico da fragmentação, tamanho e grau de isolamento dos fragmentos, tipo de matriz circundante, entre outros, tal como observado por Portela e Santos (2007).

Eficiência de Uso de Nutrientes-A eficiência de uso de nutrientes calculada através da razão entre as folhas da serapilheira total produzida e o conteúdo de nutrientes (Ca, Mg, K, N e P) contidos nesta fração da serapilheira mostrou que o fragmento União 2300 apresentou menores índices de eficiência de uso para todos os nutrientes analisados (Ca = 98; Mg = 221; K = 97 e N = 37) em relação aos fragmentos pequenos: Afetiva (Ca = 289; Mg = 377; K = 227 e N = 51), Estreito (Ca = 164; Mg = 390; K = 934 e N = 51) e Vendaal (Ca = 258; Mg = 326; K = 180 e N = 53). A maior EUN nas folhas dos fragmentos pequenos parece estar relacionado à grande presença de espécies secundárias iniciais nesses fragmentos (Carvalho *et al.*, 2008), pois em geral estas espécies podem apresentar maior eficiência de uso de nutrientes em relação a espécies de estágios mais avançados (Kellman, 1969). Com isso, verifica-se que a diferença na EUN entre os fragmentos pequenos e o fragmento grande parece ser reflexo da diferença na composição de espécie, observada entre esses fragmentos, conforme sug-

erido em outros estudos (Knops *et al.*, 1996; Villela e Proctor, 1999; Vitousek, 2004). Portanto, verifica-se que o padrão de ciclagem de nutrientes entre os fragmentos pequenos e o grande do presente estudo é influenciado pela diferença na composição florística entre eles, como consequência dos efeitos da fragmentação.

CONCLUSÃO

O maior aporte dos nutrientes no fragmento grande em relação aos fragmentos pequenos mostra um efeito negativo do tamanho da área do fragmento na entrada de nutrientes para o sistema.

A menor eficiência de uso de nutrientes observada em folhas do fragmento União 2300, indica que as espécies dos fragmentos pequenos são mais eficientes no uso de nutrientes, como resultado do efeito do tamanho do fragmento sobre a composição florística destes.

Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPERJ (Projeto APQ1 E - 26/170.825/2005), ao Ministério do Meio Ambiente (via FNMA), ao CEPF, e ao CNPq (Projeto Universal Processo n.º 472529/2007 - 2) pelo suporte financeiro aos projetos de pesquisa concedidos para a primeira autora no qual este estudo está inserido. A Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) pelo suporte financeiro e logístico. A Associação Mico - Leão Dourado (AMLD) pela parceria e apoio logístico. Aos funcionários da Reserva Biológica União e Reserva Biológica Poço das Antas (Instituto Chico Mendes) pelo licenciamento da pesquisa e apoio logístico. Aos proprietários dos imóveis rurais pela permissão de trabalho nos fragmentos. Aos técnicos do Laboratório de Ciências Ambientais da UENF: Gerson Rocha da Purificação, Helmo Siqueira Carvalho e José Wanderley Nascimento Degel pela ajuda nos trabalhos de campo.

REFERÊNCIAS

Carvalho, F. A.; Nascimento, M.T.; Braga, J.M.A. & Rodrigues, P.J.F.P. 2006b. Estrutura da comunidade arbórea da floresta Atlântica de baixada periodicamente inundada na Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguesia* 57 (3): 503 - 518.

Camargo, J. L. C. & Kapos, V. 1995. Complex edge effects in soil moisture and microclimat in Central Amazonian forest. *Jornal of Tropical Ecology*, Cambridge, v. 11, p. 205 - 22.

Carvalho, F.A, Nascimento, M.T. e Oliveira - Filho, A. T. 2008. Composição, riqueza e heterogeneidade da flora arbórea da bacia do rio São João, RJ, Brasil. *Acta bot. bras.* 22(4): 929 - 940.

Ferreira, L.C. D.(2008) Produção de Serapilheira em fragmentos de Mata Atlântica na Região de Imbaú, do Município de Silva Jardim, RJ. Monografia de Bacharelado. Campos dos Goytacazes - RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense.

Gama, D.M. (2005) Efeitos de borda sobre o solo, camada de serapilheira e decomposição foliar em um fragmento de Mata Atlântica na Reserva Biológica União, RJ. Tese de

Doutorado. Centro de Biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense, RJ.

Kellman, M.C. (1969). Some environmental components of shifting cultivation in upland Mindanao. *Journal of Tropical Geography* 28: 40 - 56.

Kapos, V.; Wandelli, E.; Camargo, J. L. & Ganade, G. (1997). Edge - related changes in environment and plant responses due to forest fragmentation in central Amazonia. In: Laurance, W. F. & Bierregaard - Jr, R. O. (eds.). *Tropical Forest Remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. Chicago University Press. Chicago, p. 33 - 44.

Kapos, V., (1989). Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Ecology* 5, 173 - 185.

Kapos, V.; Wandelli, E.; Camargo, J. L. & Ganade, G. (1997). Edge - related changes in environment and plant responses due to forest fragmentation in central Amazonia. In: Laurance, W. F. & Bierregaard - Jr, R. O. (eds.). *Tropical Forest Remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. Chicago University Press. Chicago, p. 33 - 44.

Laurance, W.F., Ferreira, L.V. Rankin - de - Merona, J.M. Laurance, S.G., (1998). Rain forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. *Ecology*, 2032 - 2040.

Martinelli, L. A.; & Almeida, S.; Brown, I. F.; Moreira, M. Z.; Victoria, R. L.; Filoso, S.; Ferreira, C. A. C.; Thomas, W. W. (2000). Variation in Nutrient distribution and Potential Nutrient Losses by Selective Logging in a Humid Tropical Forest of Rondônia, Brazil. *Biotropica* 32(4a): 597 - 613.

Murcia, C. (1995). Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Tree* 10: 58 - 62.

Nascimento, A. C. P. 2005. Produção e aporte de nutrientes da serrapilheira produzida em um fragmento de Mata Atlântica da Reserva Biológica União, RJ. Dissertação de Mestrado (Biociências e Biotecnologia). UENF, Campos dos Goytacazes, RJ.

Portela, R. de C.Q. & Santos, F.A.M. (2007) Produção e espessura da serapilheira na borda e interior de fragmentos florestais de mata atlântica de diferentes tamanhos. *Revista Brasileira de Botânica* 30(2) 271 - 280..

Procópio - de - Oliveira, P; Nascimento, M.T; Carvalho, F.A; Villela,D.M; Kierulff, M.C; Veruli, V.P; Lapenta, M.J; Silva, A.P. Qualidade do habitat na área de ocorrência do mico - leão - dourado. In:Procópio - de - Oliveira, P; Grativol, A D. & Miranda, C.R. (Ed). *Conservação do mico - leão - dourado*, 2008.p.14 - 39.

Rodrigues, P.J.F.P. & Nascimento, M.T. (2006). Fragmentação florestal: Breves Considerações teóricas sobre efeito de borda. *Rodriguesia* 57 (1): 63 - 74.

Toledo, L.; Pereira, M.G.; Menezes, C. E. G.2002. Produção de serrapilheira e transferência de nutrientes em florestas secundárias localizadas na região de Pinheiral, RJ. *Ciência Florestal*, 12(2): 9 - 12.

Vasconcelos, H.L. & Luizão, F.J. (2004) Litter production and litter - nutrient concentrations in fragmented Amazonian Landscape: Edge and soil effects. *Ecological Applications* 14(3): 884 - 89.

Vitousek, P.M. (2004) Nutrient cycling and limitation: Hawai'I as a model system. Princeton Environmental Institute serie.

Villela, D.M. & Proctor, J. (1999) Litterfall mass and chemistry, and nutrient retranslocation in a monodominant forest on Maracá island, Roraima, Brazil. *Biotropica*. 31(2): 198 - 21.

Vidal, M.M.; Pivello, V.R.; Meirelles, S.T. E Metzger, J.P. 2007. Produção de serapilheira em floresta Atlântica secundária numa paisagem fragmentada (Ibiúna, SP): im-

portância da borda e tamanho dos fragmentos. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 30 (3), p.521 - 532.

Saunders, D.A., Hobbs, R.J. & Margules, C.R., (1991). Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology*. 5: 18 - 32.

Sizer, N. G.; Tanner, E. V. J.; Ferraz, I. D. K. (2000). Edge effects on litterfall mass and nutrient concentrations in forest fragments in central Amazonia. *Journal of Tropical Ecology*, 16:853 - 863.