



RELAÇÃO ENTRE A TAXA DE MORTALIDADE DE ÁRVORES COM TOPOGRAFIA E SOLOS NUMA FLORESTA DA AMAZÔNIA CENTRAL

José Julio de Toledo; Carolina V. de Castilho & William E. Magnusson

Coordenação de Pesquisas em Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Caixa Postal 478, 69011-907, Manaus - AM. E-mail: jjuliotoledo@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Estudos têm mostrado que a mortalidade e recrutamento de árvores aumentaram na Floresta Amazônica nas últimas décadas (Phillips & Gentry, 1994; Phillips *et al.*, 2004). A Amazônia é uma região muito heterogênea, com grande variação de topografia e condições de solo (Laurance *et al.*, 1999). Essa heterogeneidade é responsável por grande parte da variação da biomassa florestal (Laurance *et al.*, 1999; Castilho *et al.*, 2006), porém, a maioria dos estudos que relacionaram a mortalidade de árvores com a topografia e solos (Gale & Barfod, 1999; Gale, 2000ab) abrangeram uma área reduzida e seus resultados foram divergentes. A mortalidade de árvores implica na perda de biomassa e conseqüentemente na emissão de carbono para atmosfera (Nascimento & Laurance, 2004). Definir se a topografia e condições de solos são fatores determinantes da taxa de mortalidade pode contribuir para melhorar as estimativas de emissão de carbono. Na Amazônia Central as condições do solo são relacionadas com a altitude do terreno, permitindo que se utilize esse fator (altitude) para prever a variação das taxas de mortalidade de árvores. Mapas de solos na Amazônia são imprecisos, mas modelos digitais de elevação do terreno derivados de imagem de radar SRTM (*shuttle radio topographic mission*) podem ser empregados com boa precisão.

Na Reserva Florestal Adolpho Ducke, foram implantadas 72 parcelas permanentes de 1 ha distribuídas numa área de 64 km², abrangendo grande variação de solos e topografia. Essas parcelas permitiram a avaliação da relação entre taxa de mortalidade de árvores com topografia e solos em meso-escala. Os resultados podem ser extrapolados para uma área de 25 % da Amazônia Central, a qual compreende a Formação Alter do Chão onde se encontra a Reserva Ducke.

MATERIAL E METODOS

Área de Estudo

A Reserva Ducke está localizada a 26 km de Manaus, abrange uma área de 10.000 ha (10 x 10 km) de floresta tropical úmida de terra-firme. A altura das árvores varia de 30 a 37 m com emergentes de 40 a 45 m. A média anual de temperatura é de 26 ° C e a altitude varia de 40 a 140 m.s.n.m. A precipitação anual varia de 1.300 a 2.900 mm. Os solos são argilas caoliníticas (latossolo amarelo álico ou oxisol) nas áreas mais altas, e podzois arenosos nos locais mais baixos.

Delineamento Experimental

Na Reserva Ducke foi implantado um sistema de 18 trilhas de 8 km interconectadas em intervalos de 1 km que cobrem 64 km² de floresta. No ano de 2000 foram instaladas 72 parcelas de 1 ha com distância mínima de 1 km entre cada uma. As parcelas seguem a curva de nível do terreno, são longas e estreitas (40 x 250 m) para minimizar a variação interna de altitude e solos.

Coleta de Dados

A altitude das parcelas foi medida por um topógrafo profissional. A inclinação foi determinada em 5 pontos da parcela e a média utilizada nas análises. Amostras compostas de solo da camada superficial (5 cm) foram coletadas e 14 variáveis foram utilizadas neste estudo (veja Castilho *et al.* 2006).

O diâmetro altura do peito (DAP) de árvores e palmeiras foi medido a 1.3 m acima do solo e as mesmas marcadas com placas de alumínio. Indivíduos com 1 cm d" DAP < 10 cm foram medidos numa faixa de 4 x 250 m (0,1 ha) e indivíduos com 10 cm d" DAP < 30 cm numa faixa de 20 x 250 m (0,5 ha). Indivíduos com DAP e" 30 cm foram medidos na parcela inteira (1 ha). Foram feitos dois

inventários de mortalidade: O primeiro realizado nas 72 parcelas com intervalo de 2 anos (iniciado em 2002); e o segundo em 36 parcelas com intervalo de 3 anos (iniciado em 2005). As taxas de mortalidade (m) de árvores mais palmeiras foram calculadas para as classes de DAP descritas acima com a equação $m = 1 - (N_1/N_0)^{1/t}$ (Sheil *et al.*, 1995), onde N_0 e N_1 são o número de indivíduos no início e no final do intervalo de tempo t .

Análise de Dados

Para ordenar as parcelas de acordo com as 14 variáveis de solo foi empregada Análise de Componentes Principais (PCA). O efeito dos gradientes de solo (eixos do PCA) e topografia sobre a taxa de mortalidade foram testados através de regressão múltipla. A altitude e gradientes de solo são correlacionados (Luizão *et al.*, 2004; Castilho *et al.*, 2006) e por isso não foram incluídos no mesmo modelo. As taxas de mortalidade obtidas no primeiro intervalo de tempo foram relacionadas com as taxas obtidas no segundo intervalo (por Correlação de Pearson) para determinar se a mortalidade nas parcelas está seguindo o mesmo padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média da taxa de mortalidade de indivíduos 1 d" DAP < 10 cm foi de 1.49 % ano⁻¹ (variando de 0.44 a 4.56) para o primeiro intervalo de tempo e 1.75 % ano⁻¹ (0.76 a 3.85) para o segundo intervalo. Indivíduos com DAP e" 10 cm tiveram média de 1.20 % ano⁻¹ (0.29 a 3.06) no primeiro intervalo e 1.50 % ano⁻¹ (0.56 a 3.11) no segundo intervalo. Indivíduos com DAP e" 30 cm apresentaram média de 1.24 % ano⁻¹ (0 a 4.85) no primeiro intervalo e 1.68 % ano⁻¹ (0 a 5.85) no segundo intervalo. O eixo 1 do PCA explicou 34.11 % da variação dos dados descrevendo um gradiente de textura de solo (argiloso para arenoso). Os eixos 2 e 3 capturaram 22.97 e 7.67 %, respectivamente, e descrevem um gradiente de pH, nutrientes e silte (veja Castilho *et al.*, 2006). O modelo de regressão com as variáveis de solo (eixo 1, 2 e 3 do PCA) e inclinação explicou 14 % da variação da mortalidade ($F_{4,67} = 2.73$, $P = 0.036$) para indivíduos com DAP e" 10 cm no primeiro intervalo de tempo. A mortalidade nessa classe de DAP foi relacionada negativamente com o eixo 1 do PCA ($t = -2.07$, $P = 0.041$). A mortalidade foi maior em parcelas com maior biomassa, que por sua vez está positivamente relacionada com o conteúdo de argila no solo (Castilho *et al.*, 2006). Os solos argilosos são mais férteis que os arenosos. Áreas da Amazônia com

solos férteis apresentam taxa de recrutamento e mortalidade cerca de duas vezes maior do que áreas com solos pobres (Phillips *et al.*, 2004). Taxas de mortalidade calculadas para outras classes de DAP no primeiro e segundo intervalos de tempo não apresentaram relação significativa com solo e topografia. A relação entre a taxa de mortalidade calculada no primeiro intervalo com a do segundo intervalo de tempo foi baixa (Correlação de Pearson < 0.3). Mudanças na taxa de mortalidade ao longo do tempo podem estar ocorrendo. No entanto, não há evidência de algum gradiente que exerça maior influência sobre a taxa de mortalidade calculada no segundo intervalo de tempo. Tempestades como a ocorrida em maio de 2005 na Reserva Ducke, podem ter aumentado a mortalidade das árvores em áreas com solos arenosos. A mortalidade também pode ter aumentado em grupos de espécies com menor densidade de madeira que são mais susceptíveis a ação do vento. A relação entre a taxa de mortalidade de árvores com topografia e solos é inconsistente, porém um estudo detalhado da mortalidade por espécie permitirá definir se topografia e solos são determinantes da mortalidade de árvores na área.

(AGRADECIMENTOS: Ao CNPq através do Projeto PELD (CNPq/PELD #520039/98-0), CNPq/PNOPG400033/99-2, CNPq/IA 467794/00-6, e ao INPA por suporte financeiro. CNPq e IEB (Programa BECA) concederam bolsa a J.J. Toledo)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castilho, C.V.; Magnusson, W.E.; Araújo, R.N.O. *et al.* 2006. Variation in aboveground tree live biomass in a central Amazonian Forest: Effects of soil and topography. *Forest Ecology and Management* 234:85-96.
- Gale, N. & Barfod, A. S. 1999. Canopy tree mode of death in a western Ecuadorian rain forest. *Journal of Tropical Ecology* 15:415-436.
- Gale, N. 2000a. The aftermath of tree death: coarse woody debris and the topography in four tropical rain forests. *Canadian Journal of Forest Research* 30:1489-1493.
- Gale, N. 2000b. The Relationship between canopy gaps and topography in a western Ecuadorian rain forest. *Biotropica* 32: 653-661.
- Laurance, W.F., Fearnside, P.M., Laurance, S.G. *et al.*, 1999. Relationship between soils and Amazon Forest biomass: a landscape-scale study. *Forest Ecology Management* 118:127-138.

- Luizão, R.C.C.; Luizão, F.J.; Paiva, R.Q. *et al.* 2004. Variation of carbon and nitrogen cycling processes along a topographic gradient in a central Amazonian Forest. *Global Change Biology* 10:592-100.
- Nascimento, H.E.M. & Laurance, W.F. 2004. Biomass dynamics in Amazonian forest fragments. *Ecological Applications* 14:S127-S138.
- Phillips, O.L. & Gentry, A.H. 1994. Increasing turnover through time in tropical forests. *Science* 263:954-958.
- Phillips, O.L., Baker, T.R, Arroyo, L. *et al.*, 2004. Pattern and process in Amazon tree turnover, 1976-2001. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 359: 381-407.
- Sheil, D.; Burslem, D.F.R.P & Alder, D. 1995. The interpretation and misinterpretation of mortality rate measures. *Journal of Ecology* 83:331-333.