



# PRODUÇÃO E ESTOQUE DE MADEIRA MORTA EM DIFERENTES ALTITUDES DE MATA ATLÂNTICA.

Veiga, L.G.<sup>1</sup>

Joly, C.A.<sup>1</sup>; Vieira, S.A.<sup>2</sup>; Santos, F.A.M.<sup>1</sup>

1 - Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Instituto de Biologia, Departamento de Biologia Vegetal. Rua Monteiro Lobato, 970, Cidade Universitária "Zeferino Vaz" Barão Geraldo. Caixa Postal 6109 CEP 13,083 - 970 Campinas, SP, Brasil. (19)8831 - 3380 - lagveiga@uol.com.br.

2 - Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, SP, Brasil.

## INTRODUÇÃO

As florestas tropicais são naturalmente amplos reservatórios de carbono devido à alta produtividade anual líquida de carbono e extensão (Malhi *et al.*, 2000). No que se refere ao ciclo do carbono, o papel das florestas tropicais como fonte ou sumidouro de CO<sub>2</sub> tem sido amplamente debatido, principalmente em função dos resultados obtidos pelo LBA (Large Scale Biosphere - Atmosphere Experiment in Amazônia), indicando áreas que se comportam como grandes sumidouros e áreas que se comportam como grandes reservas de CO<sub>2</sub> ao longo do ano. Portanto, estudos sobre a estrutura e funcionamento, como a capacidade de estoque e produção de carbono e o potencial desses ecossistemas de atuarem como sumidouros ou reservatórios de CO<sub>2</sub>, são particularmente relevantes para compreendermos a dinâmica do CO<sub>2</sub> para o atual ciclo global do carbono.

Diversos estudos sugerem que algumas florestas tropicais primárias estão aumentando seu estoque de carbono (Lugo & Browns 1992). O monitoramento em longo prazo de parcelas de floresta tropical tem indicado que, nas últimas décadas, a dinâmica da vegetação apresenta um aumento na mortalidade, na taxa de recrutamento (Phillips & Gentry 1994), na área basal e na biomassa de florestas desenvolvidas (Phillips *et al.*, 1998). A Mata Atlântica é extraordinária por sua complexidade topográfica e biológica e oferece uma possibilidade ímpar para darmos um salto qualitativo no conhecimento do funcionamento das florestas tropicais.

A necromassa, ou material orgânico morto, é um componente importante no ciclo de carbono das florestas, perfazendo de 20 a 40% do estoque de carbono e 12% da respiração total acima do solo (Harmon & Sexton 1995, Palace *et al.*, 2006). Com as mudanças de uso do solo, seja pela extração de madeira ou pela substituição das florestas por atividades agropastoris, uma grande quantidade de carbono estocado é jogado rapidamente na atmosfera (Palace *et al.*, 2006).

Poucos são os trabalhos realizados com necromassa, em especial na Mata Atlântica não existe nenhum trabalho ainda realizado. Conhecer os processos envolvidos e consequentemente compreendermos o funcionamento desse Bioma é fundamental para direcionarmos ações em prol da sua conservação, manejo e recuperação.

## OBJETIVOS

O objetivo desse trabalho é quantificar o estoque e a produção de necromassa e carbono desta nas porções de necromassa em pé e necromassa caída em 14 hectares de Mata Atlântica, do Projeto Gradiente Funcional (Biota/Fapesp) do Parque Estadual da Serra do Mar, núcleos Picinguaba e Santa Virgínia (SP).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

Este estudo foi realizado em 14 parcelas implantadas pelo Projeto Gradiente Funcional do Programa Biota/FAPESP, Temático "Composição florística, estrutura e funcionamento da Floresta Ombrófila Densa dos Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar" (23°17' - 23°34'S, 45°02' - 45°11'W), em fitofisionomias de Restinga, Floresta Ombrófila Densa (F.O.D.) de Terras Baixas, F.O.D. Submontana e F.O.D. Montana.

A parcela "A" (Restinga) fica na praia da Fazenda (altitude de 0 - 10m), as parcelas "B, C, D, E" estão situadas no núcleo Picinguaba do Parque Estadual da Serra do Mar (P.E.S.M.) e são de F.O.D. Terras Baixas (30 - 120m de altitude). A parcela "F" foi implementada com intuito criar uma réplica de F.O.D. Terras Baixas na mesma área que estão as parcelas de F.O.D. Submontana (170 - 200 metros de altitude), no entanto, a parcela F tem um histórico de exploração (extração de madeira) e ficou caracterizada como

F.O.D. de Terras Baixas explorada. As parcelas “G, H, I, J” situam - se na Fazenda Capricórnio, bairro Taquaral em Ubatuba e são parcelas de F.O.D. Submontana. As quatro últimas parcelas, de “K, L, M, N” são de F.O.D. Montana (1.040 - 1.090 metros de altitude) e estão situadas no núcleo Santa Virgínia do P.E.S.M. entre os municípios de São Luis do Paraitinga e Ubatuba (conforme modificação da classificação de Veloso *et al.*, 1991, proposta por Joly & Martinelli, 2006).

#### Avaliação necromassa

Foram avaliadas duas classes de necromassa: necromassa caída e necromassa em pé.

Avaliação da necromassa em pé: foram consideradas todas as árvores mortas em pé com diâmetro na altura do peito  $\geq 4,8$  cm (ou perímetro a altura do peito  $\geq 15$  cm), no primeiro inventário (2006 - 2007) e estão sendo remeidas até o atual momento. Todas as árvores mortas em pé foram quantificadas e classificadas a partir da verificação do estado de decomposição da casca de cada indivíduo em quatro classes de decomposição, que por sua vez, possuem diferentes densidades de madeira em função do estágio de decomposição.

Grau 1: Árvore está morta, com floema aparentemente seco, sem folhas, porém o processo de decomposição da casca ainda não foi iniciado. A decomposição vai aumentando até o grau 4: árvore está em fase final de decomposição em que os tecidos se esboroam ao simples toque.

Avaliação da necromassa caída: foram instalados seis transectos (seis réplicas) de linhas de nylon grossa em cada parcela de 1 ha (100x100m). Cada um desses transectos possui uma extensão total de 100 m dividido em dois sub segmentos de 50 m. Os seis transectos foram colocados de forma a estarem consecutivamente equidistantes de 35 m, para evitar que uma mesma árvore morta caída não seja amostrada em dois transectos distintos, já que a altura máxima das árvores, determinada pelo levantamento do projeto Biota Gradiente Funcional, foi de 35 m. Dividimos a necromassa em três grupos de diâmetro (pequenos, médios e grandes) e cinco grupos referentes aos graus de decomposição.

Grau 1: a árvore recentemente caída, ainda possuindo galhos e folhas. A decomposição vai aumentando até atingir o grau 5: a madeira está muito frágil e que pode esfarelar ou ser quebrada facilmente com as mãos. Não incluímos nenhuma necromassa caída menor que 2cm de diâmetro pois esta é geralmente incluída em estudos de serapilheira (Keller *et al.*, 2004).

Ao longo dos 100m toda necromassa grande caída ( $>10$ cm de diâmetro) que interceptava o transecto, teve seu diâmetro ou perímetro medido e grau de decomposição avaliado para que o volume dessa necromassa fosse calculado, segundo amostragem pelo intercepto na linha para quantificar o volume de necromassa (Palace 2008). Toda necromassa grande foi pintada com tinta spray vermelha (à prova d'água) após medição e avaliação para que essa fosse acompanhada e diferenciada de novas necromassas caídas nas futuras medições.

Em cada subsegmento de 50m nos três transectos, sorteamos aleatoriamente uma seção de 10m e contamos o número de pedaços pequenos e médios de necromassa

que também interceptavam o transecto. Essas necromassas foram sendo retiradas de três transectos (produção de necromassa) e nos outros três transectos não eram retiradas (estoque de necromassa) após contagem.

Nas parcelas de F.O.D. Montana, estas porções de necromassa pequena e média foram classificadas como “bambu” ou “não bambu” para que possamos compreender com quanto a classe dos bambus contribui para o balanço de carbono.

## RESULTADOS

### Quantidade de carbono

Considerando que o carbono corresponde a 50% da massa de uma árvore (Brown 1995) calculamos o total de carbono (massa/2). A única parcela de Restinga apresentou um total de carbono em necromassa caída de 47,5Mg. As parcelas da F.O.D. Terras Baixas apresentaram uma média de 29,2MgC/ha; a parcela F teve um total de carbono de 75,8Mg; as parcelas de F.O.D. Submontana apresentaram uma média de 25,6MgC/ha e as parcelas de F.O.D. Montana apresentaram uma média de 46,0MgC/ha.

Total necromassa caída (estoque e produção)

Na parcela “A” (Restinga) tivemos um total de produção de 22,4Mg de um estoque de 72Mg. As parcelas de F.O.D. Terras Baixas apresentaram uma média de produção de 14,7Mg/ha e estoque de 43,45Mg/ha, a parcela “F” teve uma produção e estoque maiores quando comparada às parcelas de mesma fitofisionomia e maior quando comparada às Submontana e Montana, produção de 35,8Mg e estoque de 115,8Mg; as parcelas de F.O.D. Submontana apresentaram uma média de produção de 10,7Mg/ha e estoque de 35,6Mg/ha e por fim, as parcelas de F.O.D. Montana apresentaram uma média de produção de 10,4 Mg/ha e estoque de 97,9Mg/ha.

Total necromassa em pé

Até o presente momento temos que: a parcela de Restinga apresenta 0,4Mg em sua única parcela; as parcelas de F.O.D. Terras Baixas apresentaram uma média de 0,1Mg/ha, sendo que o total de massa da parcela “F” foi o mesmo que as demais parcelas de mesma fitofisionomia; as parcelas de F.O.D. Submontana apresentaram uma média de 2,2Mg/ha, sendo que a parcela “J” teve total de necromassa semelhante às parcelas de fitofisionomia Montana; as parcelas de F.O.D. Montana apresentaram uma média de 4,8Mg/ha. Nessa porção houve um aumento do total de necromassa ao longo do gradiente altitudinal.

Percebemos uma grande variação de necromassa entre parcelas de diferentes fitofisionomias (ao longo do gradiente) assim como grande variação entre parcelas de mesma fitofisionomia (réplicas) demonstrando uma grande heterogeneidade interna (Clark *et al.*, 1995). De acordo com Harmon, 1986, os estoques de madeira morta são controlados pela taxa de entrada de matéria via perturbação do dossel (mortalidade) e pela taxa de saída via decomposição. A parcela “F” (com histórico de exploração) teve valores destoantes dos encontrados nas demais parcelas de mesma fitofisionomia provavelmente devido exploração e consequente alteração na dinâmica da área (perturbação de dossel).

As parcelas de F.O.D. Montana estão em áreas de menores temperaturas e alta umidade, fatores que diminuem a velocidade de decomposição. As influências das baixas temperaturas e altas umidades vêm sendo observadas nas necromassas grandes e marcadas no aspecto velocidade de decomposição (quanto variou o grau de decomposição de mesmos troncos em seis meses).

Apesar dos valores de produção de necromassa não terem sido mais altos, próximos aos valores encontrados nas F.O.D. Amazônica e de demais países, o valor de estoque até o presente momento foi superior ao estoque apresentado no trabalho de Rice *et al.*, 2003: (190 - 197 MgC /ha) obtido na Amazônia Central e Oriental.

## CONCLUSÃO

Até o presente momento, percebemos nesse estudo que a porção de necromassa caída tem uma grande contribuição no estoque de necromassa chegando a ser 140 vezes maior que o estoque de necromassa em pé, representando assim uma fonte importante de carbono para o ecossistema. No entanto, essa porção é raramente estudada e avaliada nas florestas mundiais.

Agradecimentos

Este trabalho é parte integrante do projeto "Composição florística, estrutura e funcionamento da Floresta Ombrófila Densa nos Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar (FAPESP 03/12595 - 7)".

Agradeço a Fapesp por financiar meu projeto tanto através da bolsa de mestrado como pelo financiamento do Projeto Biota Gradiente Funcional.

Agradeço ao coordenador do projeto, Prof.Dr. Carlos Alfredo Joly, por permitir desenvolver meu trabalho utilizando toda infra - estrutura e condições favoráveis do projeto temático e por todo auxílio como orientador.

## REFERÊNCIAS

Brown,I.F., Martinelli,L.A., Wayt Thomas, W., Moreira,M.Z.,CID Ferreira,C.A., Victoria, R.L., 1995. Uncertainty in the biomass of Amazonian forest; an example from Rondônia, Brazil. *Forest Ecology Management* 75:175 - 189.  
Clark, D. A., Clark, D. B., Sandoval, R., & Castro, M. V. 1995. Edaphic and human effects on landscape - scale dis-

tributions of tropical rain forest palms. *Ecology* 76:2581 - 2594

Harmon,M.E., Franklin, J.F., Swanson, F.J., Sollins, P., Gregory, S.V., Lattin,J.D., Anderson, N.H., Cline, S.P., Aumen, N.G., Sedell, J.R., Lienkaemper,G.W., Cromack JR., K., Cummins,K.W. 1986. Ecology of coarse wood debris in temperature ecosystems. *Adv.Ecol. Res.* 15: 133 - 302

Harmon,M.E., Whigham,J., Sexton,J.& Olmsted,I. 1995. Decomposition and mass of wood detritus in the dry tropical forests of the northeastern Yucatan península,México. *Biotropica* 27:305 - 316.

Joly, C.A., Martinelli, L.A. 2007. Composição florística, estrutura e funcionamento da Floresta Ombrófila Densa dos Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo, Brasil. II Relatório Anual FAPESP (Programa BIOTA/FAPESP, Processo No 03/12595 - 7).

Keller, M., Palace, M., Asner, G. P., Pereira, R., Silva, J. N. M. 2004. Coarse woody debris in undisturbed and logged forests in the eastern Brazilian Amazon. *Global Change Biology* 10:784 - 795.

Lugo, A.E. & Brown, S. 1992. Tropical forest as sink of atmospheric carbon. *Forest Ecology and Management* 54: 239 - 255

Malhi, Y. & Grace, J. 2000. Tropical forests and atmospheric carbon dioxide. *Trends in Ecology and Evolution* 15:332 - 337.

Palace, M., Keller,M., SILVA,H. 2008. Necromass Production Studies In Undisturbed and Logged Amazon Forests. *Ecological Applications*, 18:873 - 884

Palace,M., Keller,M., Asner, G.P., Silva, J.N.M., Passos,C. 2006 Necromass in undisturbed and logged forests in the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management.* 238: 309 - 318

Phillips, O. L., Hall, P., Gentry, A. H., Sawyer, S. & V Squez, R. 1994. Dynamics and species richness of tropical rain forest. *Proceedings of the National Academy of Science - USA* 91:2805 - 2809

Phillips, O. L., Malhi, Y., Higuchi, N., Laurance, W. F., Nunez, P. V., Vasquez, R. M., Laurance, S. G., Ferreira, L. V., Stern, M., Brown, S. & Grace, J. 1998. Changes in the carbon balance of tropical forests: evidence from long - term plots. *Science* 282:439 - 442

Veloso, H. P., Rangel Filho, A. L. R. & Lima, j. C. A. 1991. Classificação da Vegetação Brasileira, Adaptada a um Sistema Universal. IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.