

## BIOMASSA DAS COPAS DAS ÁRVORES NA ESTIMATIVA DE BIOMASSA FLORESTAL: DIFERENÇA DO PERCENTUAL DE ENTRE VENEZUELA E AMAZÔNIA CENTRAL.

Euler Melo Nogueira<sup>1</sup> (euler@inpa.gov.br), Bruce Walker Nelson<sup>2</sup>, Philip Martin Fearnside<sup>2</sup>  
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Estudante<sup>1</sup>/Professores<sup>2</sup> do Programa de Pós-Graduação em Ciências de Florestas Tropicais - CFT/INPA

Formulas para converter dados sobre diâmetros e alturas de árvores em estimativas de biomassa florestal, desenvolvidas com base em levantamentos de Venezuela, tem sido largamente aplicadas às florestas da Amazônia brasileira. Comparação essas formulas com dados da Amazônia central indicam a necessidade mudanças para estimativas de biomassa no Brasil. As estimativas de biomassa e emissão de carbono para a Amazônia brasileira têm sido realizadas a partir de inventários florestais do Projeto RADAMBRASIL (1973-1983), fonte de aproximadamente 90% dos dados, juntamente com os inventários da FAO (Heinsdijk,1958) como fonte secundária. Ambos objetivaram estimar o volume comercial de madeira visando subsidiar projetos de exploração comercial. As estimativas do Projeto RADAMBRASIL foram baseadas em aproximadamente 3.000 parcelas de 1 ha distribuídas em toda região amazônica. Apesar da representatividade espacial, esses dados possuem problemas de amostragens relativas à escolha de áreas segundo critérios de potencialidade econômica e acessibilidade, evitando áreas com dificuldade de acesso. Há também fragilidades quanto às medidas de altura, que foram estimadas “a olho”; incertezas relativas à ocorrência de oco, estimativa de afilamento do fuste (fator de forma) e irregularidades do fuste, que superestima o volume ao utilizar fita métrica nas medidas de circunferência. Essas considerações dizem respeito somente às incertezas possíveis nas estimativas de volume geradas pelo Projeto RADAMBRASIL e pela FAO. Entretanto, há erros ao converter dados de volume inventariado em estimativa de biomassa por hectare, particularmente ao quantificar a biomassa das copas. Nesse trabalho é discutido as incertezas existentes no percentual adotado para acréscimo de biomassa das copas das árvores. O percentual mais usado até agora foi proposto por Brown et al. (1989) e denominado fator de expansão de biomassa (BEF), sendo: 1,74 para todas as florestas densas (estocam mais de 190 Mg.ha<sup>-1</sup> nos fustes acima de 10 cm de DAP). Para florestas com menor estoque (<190 Mg.ha<sup>-1</sup>) é proposto a equação 01:  $BEF = \exp\{3,213 - 0,506 \cdot \ln(\text{biomassa dos fustes})\}$ . O BEF proposto por Brown et al. (1989) foi obtido pela relação entre a biomassa total das árvores e a biomassa dos fustes. Brown et al. (1989) estimou a biomassa total das árvores a partir da equação 02:  $\text{Biomassa seca} = 0,0899 (D^2 \cdot H \cdot S)^{0,9522}$ , onde D=diâmetro, H=altura total da árvore e S=densidade da madeira. A biomassa dos fustes foi obtida através da multiplicação do volume dos fustes pela densidade básica (peso seco/volume verde) média (0,69 g.cm<sup>-3</sup>). As equações foram aplicadas em 32 parcelas amostradas, a maioria, na Amazônia venezuelana. Na estimativa da biomassa total das árvores e dos fustes, as alturas total das árvores e dos fustes, foram mensuradas sem aparelhos de medição. A densidade utilizada na equação 02 e na estimativa da biomassa dos fustes foi obtida a partir de listas publicadas, apenas para um percentual das espécies, e posteriormente extrapoladas por hectare. Desse modo, a partir do procedimento adotado por Brown et al. (1989) para obtenção do BEF, são propostos alguns questionamentos: (i) possível erro na estimativa do BEF, devido erros nas estimativas de volume (provocados por estimativa da altura, oco e irregularidades dos fustes) e na obtenção da densidade média; (ii) possível superestimativa da biomassa total prevista pela equação 02; (iii) relações diferentes entre a biomassa estocada nos fustes e nas copas entre os sítios da Venezuela e outras regiões da Amazônia. Para responder a esses questionamentos, foram amostradas 310 árvores (DAP≥5cm) em sítios de platô na Amazônia central, em áreas de floresta primária sem mortalidade associada com bordas. Para cada árvore foi mensurado DAP (1,36 m), diâmetro no final do fuste (abaixo do espessamento do primeiro galho grosso), altura do fuste, altura total das árvores, e retirados discos (~3 cm espessura) na altura do peito e no

final do fuste. Os discos foram retirados na mesma posição onde foram mensurados os diâmetros. Para determinação da densidade foram retiradas, de cada disco, fatias representativas contendo cerne, alborno e casca. A densidade básica foi obtida pela relação entre o volume verde e peso seco. O volume da madeira verde, como naturalmente encontrada na floresta, foi determinado através do deslocamento de líquido (princípio de Arquimedes). O peso seco foi determinado a 103 °C, após estabilização observada durante três medições consecutivas (intervalo de 24 horas entre pesagens). Os discos, retirados de todas as árvores, foram desenhados em papel através do mapeamento externo e interno (no caso de ocorrência de oco). Os desenhos foram fotografados utilizando máquina digital com teleobjetiva e distância conhecida, com ângulo reto entre o plano fotografado e a máquina. A área de cada disco foi determinada através do programa Adobe Photoshop 4.0, e convertida de pixel para escala de centímetros. Esse procedimento permitiu obter o volume dos fustes corrigidos para efeito de reentrâncias e oco. Utilizando medições de circunferência na altura do peito e no final do fuste, densidade básica média da madeira e alturas medidas com a árvore no chão, foi obtida a biomassa dos fustes das 310 árvores. Também foi determinada a biomassa total das árvores utilizando a equação 02, proposta por Brown et al. (1989) e a equação de Chambers et al. (2001):  $Y = \exp\{-0,370 + 0,333 \cdot \ln(\text{DAP}) + 0,933 \cdot [\ln(\text{DAP})]^2 - 0,122 \cdot [\ln(\text{DAP})]^3\}$ , aqui chamada de equação 03. A equação de Chambers et al. (2001) foi desenvolvida na Amazônia central com base em 315 árvores cortadas e pesadas em ambiente similar aos sítios de coleta das 310 árvores deste estudo. As estimativas foram extrapoladas por hectare com base na frequência diamétrica segundo 72 hectares inventariados na Amazônia central. O BEF calculado, para a Amazônia central, com base no modelo de Chambers et al. (2001) foi de 1,62; 7,4% menor que o BEF de 1,74 recomendado por Brown et al. (1989), obtido na Venezuela. Quando utilizada a mesma equação adotada por Brown et al. (1989), o BEF foi de 1,92. Os resultados permitem considerar que na Amazônia central o valor de BEF adotado nas estimativas de biomassa e emissão está superestimado. Entretanto, o percentual de superestimativa reportado aqui não significará, necessariamente em superestimativa de biomassa e emissão. O percentual de superestimativa pode estar sendo compensado por outras variáveis subestimadas, como o volume de árvores não inventariadas (DAP abaixo de 31,8 cm para o RADAM e 25 cm para inventários da FAO). A diferença constatada entre os valores de BEF calculados para Venezuela e Amazônia central pode estar sendo provocada, pelo menos em parte, por diferenças na estocagem da biomassa entre as classes diamétricas. O BEF obtido por Brown et al. (1989) foi calculado admitindo que árvores grandes estocam grande parte da biomassa. Esse argumento é explicado por Houghton et al. (2001), ao comparar estimativas de biomassa para Amazônia brasileira. Estimativa de biomassa de árvores grandes é a principal diferença entre os modelos de Brown et al. (1989) e Chambers et al. (2001). De fato, segundo inventários de grandes áreas na Amazônia central, há menos árvores grandes que em outras áreas da Amazônia. É possível, portanto, que a biomassa que estaria estocada em árvores grandes na Amazônia central esteja distribuída em classes diamétricas menores, resultando num menor BEF. Essas considerações permitem concluir que é necessário avaliar para diferentes fitofisionomias da Amazônia o percentual de biomassa estocado nos diferentes compartimentos das árvores, de modo a promover melhor consistência nas estimativas de biomassa e emissão. Conclui-se ainda, que para a Amazônia central, o BEF adequado é de 1,62. Este valor implica em uma diminuição da biomassa florestal em \_\_\_ % na Amazônia central, em comparação com às estimativas feitas com as formulas mais usadas até agora.

Brown, S.; Gillespie, A. J. R.; Lugo, A. E. 1989. Biomass estimation methods for tropical forest with applications to forest inventory data. *Forest Science*, 35(4):881-902.

Chambers, J. Q.; Santos, J.; Ribeiro, R. J.; Higuchi, N. 2001. Tree damage, allometric relationships, and above-ground net primary production in central Amazon Forest. *Forest Ecology and Management*, 152:73-84.

Houghton, R. A.; Lawrence, K. T.; Hackler, J. L.; Brown, S. 2001. The spatial distribution of forest biomass in the Brazilian Amazon: a comparison of estimates. *Global Change Biology*, 7 (7): 731-746.

Projeto RADAMBRASIL, 1978. Folha SA.20, Levantamento de Recursos Naturais. Manaus. Departamento Nacional de Produção Mineral/Brasil. Rio de Janeiro, vol.18. 623p.

Heinsdijk, D. 1958. Report to the Government of Brazil on a forest inventory in the Amazon Valley. Part 3: Region between Rio Tapajós and Rio Madeira. FAO Report nº 969 & Part 4: Region between Rio Tocantins and Rios Guama and Capim, FAO Report nº 992. *Expanded Technical Assistance Program (FAO/58/10/8131)*, Food and Agriculture Organization, Roma, Itália.