

Foto: Filipe Campos de Freitas



Metodologia para Avaliação de Necromassa em Florestas Tropicais

Cintia Rodrigues de Souza¹

Celso Paulo de Azevedo²

Filipe Campos de Freitas³

A Floresta Amazônica tem grande influência no controle das mudanças climáticas globais, tanto emitindo gases do efeito estufa para a atmosfera, via queimadas ou desmatamentos, como absorvendo carbono da atmosfera por meio do crescimento florestal (SOUZA, 2012). O balanço entre a quantidade de carbono que é estocada e a quantidade que é liberada para a atmosfera determina o papel de uma floresta como sumidouro ou fonte de carbono.

São considerados como reservatórios de carbono em florestas: a biomassa acima do solo, a biomassa de raízes, além da necromassa (incluindo necromassa lenhosa grossa e serrapilheira) e o material orgânico do solo (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2006). A necromassa é a matéria orgânica morta presente nos ecossistemas florestais, provenientes de elementos vegetais (árvores mortas em pé ou

caídas, galhos e pedaços de troncos mortos) em estágios inicial e avançado de decomposição (BROWN, 1997). Pode representar até 25% da biomassa acima do solo presente em florestas na Amazônia (RICE et al., 2004), desde áreas sem nenhum tipo de perturbação antrópica a áreas submetidas ao manejo florestal.

Além de possuir importância nos estoques de carbono, a necromassa assume outros papéis ecológicos, como habitat para espécies da fauna, manutenção da produtividade do ecossistema (HARMON et al., 1986) e teores de matéria orgânica e nutrientes do solo (FERREIRA et al., 2001). Entretanto, a quantificação desse componente, em geral, tem sido ignorada, sendo que os estudos que contemplam a biomassa morta ainda são escassos, em especial em florestas exploradas (CRUZ FILHO; SILVA, 2009).

¹Engenheira florestal, doutora em Ciências de Florestas Tropicais, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

²Engenheiro florestal, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

³Engenheiro florestal, mestre em Ciências Florestais e Ambientais, Manaus, AM.

Duas metodologias podem ser aplicadas para inventário da necromassa: método de área fixa e amostragem por linha interceptadora (LIS, na sigla em inglês). Para o método da área fixa são pré-determinados um tamanho e forma de parcela a ser instalada na floresta (HARMON; SEXTON, 1996), sendo coletados os dados dos indivíduos que ocorrem dentro dos limites das parcelas. Esse método permite a utilização de parcelas permanentes já instaladas em determinadas áreas para fins de monitoramento da floresta.

A amostragem por linha interceptadora (ou transecto) é bastante utilizada em inventário de material lenhoso visando a estimativas de material para combustão (DEUS, 2015). Esse método consiste na coleta de dados do material caído no chão, que é interceptado por uma linha reta instalada em campo, não permitindo a coleta de dados de indivíduos em pé.

Baker et al. (2007) não encontraram diferença significativa para o volume e peso da necromassa comparando esses dois métodos, entretanto Deus (2015) afirma que o método da linha interceptadora apresenta maior coeficiente de variação.

Outra abordagem comum em inventários de necromassa é a sua categorização de acordo com o grau de decomposição da madeira. Essa avaliação é feita a partir de parâmetros pré-estabelecidos, com observação tátil-visual. A utilização de três classes de decomposição para madeira caída é suficiente para distinguir o material em campo: a) Classe

1 – Deterioração não perceptível; b) Classe 2 – Deterioração na fase inicial; c) Classe 3 – Peças em estágio avançado de decomposição (BARBOSA et al., 2009).

Tendo em vista a relevância da mensuração da necromassa na avaliação do estoque de carbono, este trabalho objetiva apresentar uma metodologia que pode ser aplicada em parcelas permanentes instaladas em florestas manejadas e não manejadas na região tropical.

Metodologia

Preferencialmente, a mensuração de necromassa deve ser realizada em parcelas permanentes ou temporárias instaladas e que estejam sendo monitoradas em inventários florestais. Na Embrapa Amazônia Ocidental, essa metodologia foi testada em parcelas permanentes de 100 m x 100 m, totalizando 1 ha cada uma. Ressalta-se que este trabalho aborda a mensuração da necromassa acima de 10 cm de diâmetro.

Necromassa lenhosa caída

Para avaliação da necromassa lenhosa caída, deve-se medir os troncos cuja base (toco) esteja localizada dentro dos limites da parcela. Os troncos caídos dentro da área amostrada, mas cuja base esteja fora dos limites da parcela, não devem ser mensurados (Figura 1). Recomenda-se que o diâmetro mínimo de inclusão seja de 10 cm, em medições a 1,30 m da base do tronco.

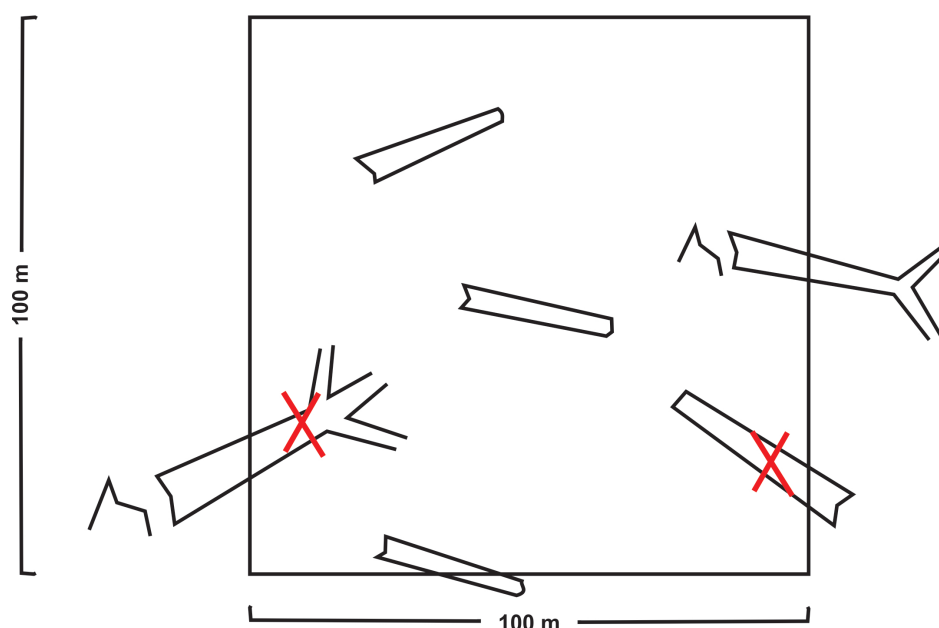


Figura 1. Representação do critério de inclusão de troncos a serem medidos dentro de uma parcela.

Para a volumetria desse compartimento da necromassa, realiza-se a cubagem rigorosa dos troncos caídos (Figura 2), adotando-se a combinação dos métodos de Smalian (que prevê a medição dos diâmetros na base e no topo de cada seção) e de Hohenald (que faz a divisão relativa do comprimento em dez seções). Em seguida, mede-se a altura comercial (até a primeira bifurcação, ou até os primeiros galhos) e a altura total (quando pode ser identificado resíduo de copa ou galhos). Quando não for possível medir a altura comercial ou a altura total (no caso, por exemplo, de troncos quebrados), faz-se a medição da altura residual.

O volume é calculado a partir da seguinte expressão:

$$V_n = \frac{\pi}{4} \times \left\{ \left(\frac{D_0^2 + D_{10}^2}{2} \right) + D_1^2 + \dots + D_9^2 \right\} \times \frac{L}{10}$$

Em que:

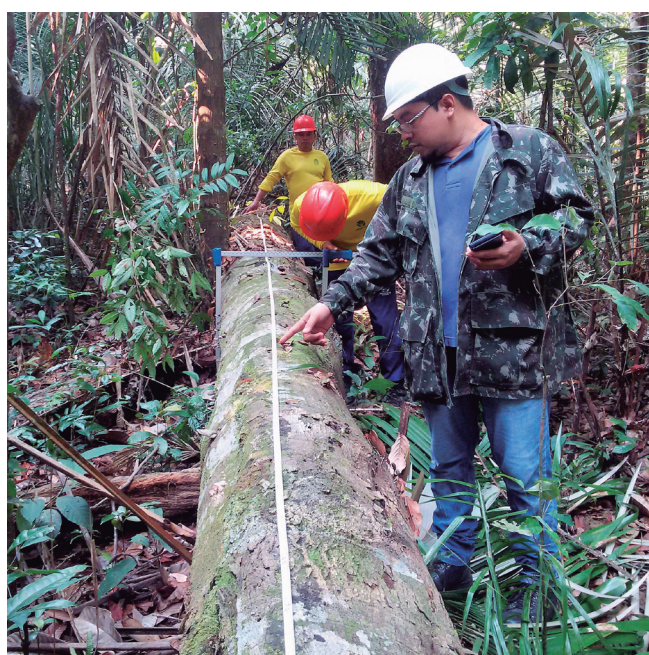
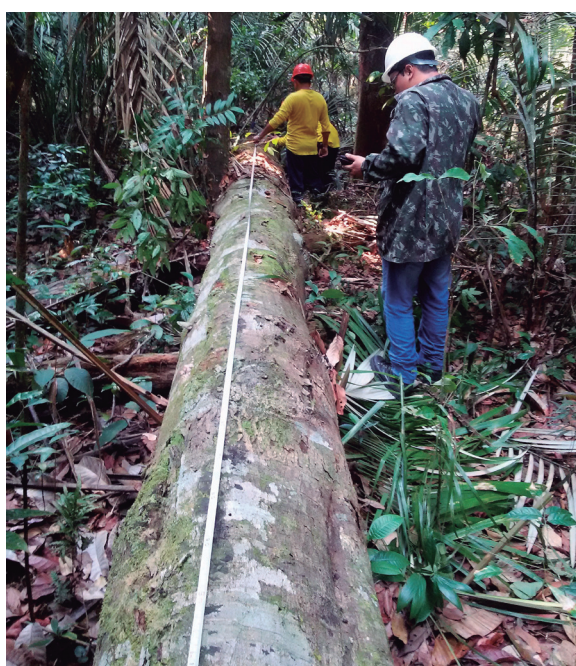
V_n = Volume de necromassa

D_0 = Diâmetro na base do tronco

D_{10} = Diâmetro no topo do tronco

$D_1, \dots, D_9$ = Diâmetro das seções ao longo do tronco

L = Comprimento do tronco



Fotos: Mabiane França

Figura 2. Cubagem rigorosa de troncos caídos para estimativa do volume de necromassa por meio do método combinado de Smalian-Hohenald.

Necromassa lenhosa em pé

Para determinação da necromassa lenhosa em pé, recomenda-se medir todos os indivíduos mortos em pé que sejam encontrados dentro das unidades amostrais, mensurando-se o diâmetro daqueles com diâmetro à altura do peito (DAP) mínimo de 10 cm. Com auxílio de trena pode-se obter a altura residual dos fustes. Caso o fuste não atinja a altura do DAP (tocos de madeira com altura inferior a 1,30 m), deve-se medir o diâmetro central do indivíduo, além de sua altura residual.

A estimativa do volume da necromassa em pé poderá ser realizada a partir dos modelos a seguir:

a) Para floresta não manejada:

$$1. V_n = 0,001176 \times DAP^{1,9987} \\ (R^2 = 0,89; S_{yx} = 2,02\%) \text{ (LIMA, 2010);}$$

$$2. V_n = 0,000018 \times DAP^{2,047238} \times L^{1,40475} \\ (R^2 = 0,98; S_{yx} = 18,38\%) \text{ (FREITAS, 2017)}$$

b) Para floresta manejada (LIMA, 2010):

$$1. V_n = 0,000073 \times DAP^{2,04364} \times L^{0,864179} \\ (R^2 = 0,94; S_{yx} = 0,95\%)$$

$$2. V_n = 0,001176 \times DAP^{1,9987} \\ (R^2 = 0,89; S_{yx} = 2,02\%)$$

$$3. V_n = 0,000512 \times DAP^{2,164882} \\ (R^2 = 0,79; S_{yx} = 1,79\%)$$

Em que:

V^n = Volume da necromassa (m^3)

DAP = Diâmetro à altura do peito (cm)

L = Comprimento do tronco (m)

No caso das florestas não manejadas, a equação 1 deve ser utilizada nas ocasiões em que esteja disponível apenas a medição do DAP; adicionalmente a esta, a equação 2 pode ser utilizada quando houver a mensuração da altura. Em relação às florestas manejadas, há três equações: a equação 1 para quando estiver disponível a medida da altura; a equação 2 deve ser utilizada nos casos

em que o DAP esteja compreendido entre 10 cm e 45 cm; e a equação 3 deverá ser utilizada quando o DAP for superior a 45 cm.

Grau de decomposição

O nível de decomposição das peças de madeira em pé ou caídas deve ser classificado de forma tátil-visual, conforme descrição proposta por Barbosa et al. (2009) (Tabela 1).

Na Figura 3 é possível verificar as características visuais de cada classe de decomposição.

Tabela 2. Descrição das classes de decomposição da madeira.

Classe de decomposição	Descrição
1	Deterioração não perceptível, peças recentemente caídas ou com resistência ao ataque de microrganismos (suposição de perda líquida de massa $\leq 10\%$).
2	Peças com leves sinais de ataques de insetos e/ou fungos, deterioração na fase inicial (suposição de 11% a 30% de comprometimento).
3	Peças em estágio avançado de decomposição, quebrando ou despedaçando ao toque (mais de 30% de comprometimento).



Figura 3. Características visuais das classes de decomposição consideradas: A) Classe 1 – Deterioração não perceptível, peças recentemente caídas ou com resistência ao ataque de microrganismos; B) Classe 2 – Apresenta leves sinais de ataques de insetos e/ou fungos, deterioração na fase inicial; C) Classe 3 – Peças em estágio avançado de decomposição, quebrando ou despedaçando ao toque.

Estimativa do peso e carbono da necromassa

As estimativas de peso e carbono da necromassa poderão ser obtidas a partir das equações propostas por Silva (2007):

1. $PF = 2,2737 \times D^{1,9156}$ ($R^2 = 0,85$; $S_{yx} = 4,2\%$)
2. $PF = 0,0039 \times D^{1,5268} H_t^{2,2973}$ ($R^2 = 0,93$; $S_{yx} = 2,9\%$)
3. $PF = 1,5370 \times D^{1,7527} H_c^{0,3719}$ ($R^2 = 0,86$; $S_{yx} = 4,1\%$)
4. $PS = PF \times 0,592$
5. $C = PS \times 0,485$

Em que:

D = diâmetro à altura do peito (DAP)

H_t = altura total da árvore

H_c = altura comercial da árvore

PF = biomassa fresca acima do nível do solo

PS = biomassa seca acima do nível do solo

C = carbono da vegetação acima do nível do solo

Para obtenção do peso fresco (PF), há três diferentes equações (1, 2 e 3), cujo uso dependerá das variáveis disponíveis. A primeira equação deve ser utilizada quando estiver disponível apenas a mensuração do DAP (não há medição da altura). A segunda equação deverá ser empregada quando houver a medida da altura total da árvore; e a terceira equação será utilizada quando estiver disponível a medida da altura comercial da árvore.

Conclusão

Seguindo-se a metodologia descrita neste trabalho, é possível fazer a estimativa adequada da necromassa em parcelas permanentes instaladas em florestas tropicais, contribuindo para estimar essa importante parcela do estoque de carbono.

Referências

BAKER, T. R.; CORONADO, E. N. H.; PHILLIP, O. L.; MARTIN, J.; HEIJDEN, G. M. F. VAN DER; GARCIA, M.; ESPEJO, J. S. Low stocks of coarse woody debris in a southwest Amazonian forest. *Oecologia*, v. 152, n. 3, p. 495-504, 2007.

BARBOSA, R. I.; SILVA, L. F. S. G.; CAVALCANTE, C. O. **Protocolo necromassa**: estoque e produção de liteira grossa. Boa Vista: PPBio Amazônia, 2009. 24 p.

BROWN, S. **Estimating biomass and biomass change of tropical forests**: a primer. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1997.

CRUZ FILHO, D.; SILVA, J. N. M. Avaliação da quantidade de resíduos lenhosos em floresta não explorada e explorada com técnicas de redução de impactos, utilizando amostragem por linha interceptadora, no Médio Mojú, Amazônia Oriental, Brasil. *Acta Amazonica*, v. 39, n. 3, p. 527-532, 2009.

DEUS, K. H. P. **Estoque de necromassa lenhosa em Floresta Ombrófila Mista usando diferentes métodos de amostragem**. 2015. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati.

FERREIRA, S. J. F.; CRESTANA, S.; LUIZÃO, F. J.; MIRANDA, S. A. F. Nutrientes no solo em floresta de terra firme cortada seletivamente na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, v. 31, n. 3, p. 381-396, 2001.

FREITAS, F. C. **Estoque de necromassa em floresta não manejada e manejada no Estado do Amazonas**. 2017. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

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 JUNIOR, K.; CUMMINS, K. W. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in Ecological Research*, v. 15, p. 173-302, 1986.

HARMON, M. E.; SEXTON, J. **Guidelines for measurements of woody detritus in forest ecosystems**. s.l.: U.S. LTER Network Office, 1996. 73 p. (U.S. LTER publication, 20).

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Wetlands, Switzerland: IPCC, 2006. v. 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use.

LIMA, A. J. N. **Avaliação de um sistema de inventário florestal contínuo em áreas manejadas e não manejadas do Estado do Amazonas**. 2010. 183 f. Tese (Doutorado) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

RICE, A. H.; PYLE, E. H.; SALESKA, S. R.; HUTYRA, L.; PALACE, M.; KELLER, M.; CAMARGO, P. B.; PORTILHO, K.; MARQUES, D. F.; WOFSY, S. C. Carbon balance and vegetation dynamics in an old-growth Amazonian forest. **Ecological Applications**, v. 14, n. 4, p. S55-S71, 2004. Supplement.

SILVA, R. P. **Alometria, estoque e dinâmica da biomassa de florestas primárias e secundárias na região de Manaus (AM)**. 2007. 152 f. Tese (Doutorado) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

SOUZA, C. R. **Dinâmica de carbono em floresta explorada e em floresta nativa não explorada na Amazônia**. 2012. 129 f. Tese (Doutorado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

Comunicado Técnico, 130

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Amazônia Ocidental
Endereço: Rodovia AM 010, Km 29 - Estrada Manaus/Itacoatiara
Fone: (92) 3303-7800
Fax: (92) 3303-7820
<https://www.embrapa.br/amazonia-occidental>
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

1ª edição

1ª impressão (2017): 300 exemplares

MINISTÉRIO DA
 AGRICULTURA, PECUÁRIA
 E ABASTECIMENTO



Comitê de publicações

Presidente: Celso Paulo de Azevedo
Secretária: Gleise Maria Teles de Oliveira
Membros: Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa,
 Maria Perpétua Beleza Pereira e Ricardo Lopes

Expediente

Revisão de texto: Maria Perpétua Beleza Pereira
Normalização bibliográfica: Maria Augusta Abtibol B. de Sousa
Editoração eletrônica: Gleise Maria Teles de Oliveira