

**Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Programa de Pesquisa em Biodiversidade
PPBio Amazônia**



**NECROMASSA FLORESTAL:
PROTOCOLO EXPERIMENTAL PARA ESTIMATIVAS DE
ESTOQUE E PRODUÇÃO DE LITEIRA GROSSA**

**Reinaldo Imbrozio Barbosa
Luis Felipe Santos Gonçalves da Silva
Claymir de Oliveira Cavalcante**

**Boa Vista – Roraima
2016**

Copyright © 2016, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Créditos fotográficos

Luis Felipe Santos Gonçalves da Silva

Reinaldo Imbrozio Barbosa

Revisão do texto

Claymir de Oliveira Cavalcante

Luis Felipe Santos Gonçalves da Silva

Reinaldo Imbrozio Barbosa

Presidente da República

Michel Temer

Ministro da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações

Gilberto Kassab

Diretor do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Luiz Renato de França

EDITORA INPA - Editor: Mario Cohn-Haft. Produção editorial: Rodrigo Verçosa, Shirley Ribeiro Cavalcante, Tito Fernandes. Bolsistas: Brenda Costa, Jasmim Barbosa, Lucas Souza, Natália Nakashima e Sabrina Trindade.

B238 Barbosa , Reinaldo Imbrozio

Necromassa florestal: protocolo experimental para estimativas de estoque e produção de liteira grossa / Reinaldo Imbrozio Barbosa, Luis Felipe Santos Gonçalves da Silva, Claymir de Oliveira Cavalcante. --- Manaus: Editora INPA, 2016.

25 p. : il. color.

ISBN: 978-85-211-0163-5

1. Necromassa florestal. 2. Liteira grossa. 3. Protocolo. I. Silva, Luis Felipe Santos Gonçalves da. II. Cavalcante, Claymir de Oliveira. III. Título.

CDD 574.52642



Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Av. André Araújo - 2936 - Aleixo

Manaus-AM, Brasil - CEP 69067-375

Fone: +55 (92) 3643 3223



Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Programa de Pesquisa em Biodiversidade
PPBio Amazônia



PPBio

Programa de Pesquisa em Biodiversidade
Brazilian Biodiversity Research Programme

**NECROMASSA FLORESTAL:
PROTOCOLO EXPERIMENTAL PARA ESTIMATIVAS DE
ESTOQUE E PRODUÇÃO DE LITEIRA GROSSA ⁽¹⁾**

Reinaldo Imbrozio Barbosa (*)

Pesquisador Titular III - INPA/CDAM – Núcleo de Roraima
R. Coronel Pinto 315 – Centro
69301-970 Boa Vista – Roraima – Brasil
reinaldo@inpa.gov.br

Luis Felipe Santos Gonçalves da Silva

Mestre em Recursos Naturais - UFRR/PRONAT
calangobiomar@gmail.com

Claymir de Oliveira Cavalcante

Mestre em Recursos Naturais - UFRR/PRONAT
consult.claymir@gmail.com

(*) Autor Correspondente

Boa Vista – Roraima
Dezembro - 2016

¹ Aplicado experimentalmente nas grades do PPBio da ESEC Maracá e PARNA Viruá (ambas em Roraima), entre 2007 e 2008, como requisito da dissertação de mestrado do segundo autor. Publicado parcialmente como: *Silva, L.F.S.G.; Castilho, C.V.; Cavalcante, C.O.; Pimentel, T.P.; Fearnside, P.M.; Barbosa, R.I. 2016. Production and stock of coarse woody debris across a hydro-edaphic gradient of oligotrophic forests in the northern Brazilian Amazon. Forest Ecology and Management, 364:1-9.*

1. INTRODUÇÃO

Necromassa é definida como toda a massa morta presente em ecossistemas naturais ou antropogênicos que pode ser expressa em unidades de massa por unidade de área (Brown 1997, adaptado da definição de “biomassa”). No caso de florestas, a necromassa é formada por resíduos de árvores mortas em pé ou tombadas (Harmon *et al.* 1986), podendo ser dividida em três categorias: (i) liteira fina - folhas, gravetos e galhos finos com diâmetro (\emptyset) ≤ 2 cm caídos no solo, (ii) liteira intermediária - galhos e caules (troncos tombados ou em pé) com $2 \text{ cm} < \emptyset \leq 10 \text{ cm}$ e (iii) liteira grossa – galhos e caules (troncos tombados ou em pé) com $\emptyset > 10 \text{ cm}$ (divisão adaptada das definições apresentadas por Harmon e Sexton 1996; Pauletto 2006). Embora cada uma das categorias listadas acima possua significativo papel ecológico, sem dúvida a liteira grossa⁽²⁾ é a que assume a face de maior importância no contexto das mudanças climáticas globais porque representa grandes reservatórios de carbono em ecossistemas florestais (Palace *et al.* 2012; Russell *et al.* 2015).

As estimativas de **estoque** (massa por unidade de área) e **produção** (massa por unidade de área e tempo) de liteira grossa em ambientes florestais maduros são muito variáveis e dependentes do tipo florestal, da ação antropogênica e das condições ambientais (Clark *et al.* 2002; Gerwing 2002; Malhi *et al.* 2004; Rice *et al.* 2004). Na década de 1990, Brown (1997) estimou que o estoque deste compartimento poderia representar uma substancial parcela da biomassa total acima do solo em florestas tropicais (até 40%), mas as investigações seguintes indicaram que este valor seria melhor ajustado entre 10-20% (Houghton *et al.* 2001; Brown 2002). Estudos recentes indicaram que em florestas amazônicas de baixa biomassa situadas em ambientes com fortes restrições hidro-edáficas (e.g. sazonalmente inundados e pobres em nutrientes) essa relação pode ser ainda menor (7,8-11,8% em Martins *et al.* 2015; 0,9-4,4% em Silva *et al.* 2016). Em qualquer dos casos, essas relações podem ser consideradas substanciais, mas ainda indicam grandes incertezas na quantificação do estoque e da produção de necromassa de liteira grossa em relação à biomassa total de ecossistemas florestais. Essa constatação aponta a grande necessidade da ampliação dos estudos com o intuito de modelar o papel dos ecossistemas tropicais no ciclo global do carbono, particularmente na Amazônia, onde o estoque de carbono nos diferentes componentes florestais atingem valores gigantescos (Nogueira *et al.* 2015).

Neste sentido, as grades de floresta do PPBio na Amazônia se configuram em uma enorme oportunidade para esse tipo de estudo porque fornecem dados ambientais completos (análises químicas e físicas do solo, hidrologia, abertura de dossel, etc.) disponibilizados para unidades amostrais (parcelas permanentes) estabelecidas na meso-escala (25 km²). Desta forma, as estimativas do **estoque** da liteira grossa podem ser obtidas a partir das parcelas permanentes com a vantagem de poder relacionar o resultado a um vasto elenco de variáveis ambientais disponibilizadas pelo Programa (e.g. Martins *et al.* 2015). Por outro lado, as grades e módulos do PPBio são cobertos por uma extensa malha de trilhas de caminhada que cortam diferentes tipos de solo, fitofisionomias e relevo, o que possibilita o aproveitamento dessas trilhas para obtenção de estimativas da **produção anual** de liteira grossa (e.g. Silva *et al.* 2016). A conjugação do uso das parcelas permanentes com a rede de trilhas possibilita avanços na construção de modelos de distribuição espacial e temporal de estoque e produção anual de liteira grossa por tipos florestais definidos por diferentes condicionantes ambientais. Em adição, o estoque e a produção anual da liteira grossa podem ser facilmente associados a outras questões ecológicas que envolvam causas da mortalidade arbórea (Toledo *et al.* 2012), paleo-incêndios (Turcios *et al.* 2016), distúrbios antropogênicos (Fearnside 2016) e naturais (Schietti *et al.* 2016), além de diferentes estimativas sobre fluxos de carbono por florestas não perturbadas (Brienen *et al.* 2015; Johnson *et al.* 2016). Todos os casos de grande interesse aos tomadores de decisão envolvidos

² Em inglês *coarse woody debris* (CWD).

com o inventário nacional de emissões e reservatórios de carbono do Brasil (Bustamante *et al.* 2015).

Dentro deste contexto, o objetivo deste protocolo é o de apresentar uma proposta experimental para estimar o estoque e a produção anual de liteira grossa de florestas, utilizando as parcelas permanentes e as trilhas de caminhamento existentes em cada uma das grades e módulos do PPBio na Amazônia.

2. PRODUÇÃO ANUAL

O desenho amostral proposto para estimar a produção anual de liteira grossa consiste em diferentes etapas de campo que envolvem desde a exclusão inicial de material lenhoso morto nas trilhas de caminhamento, até a coleta de discos amostrais (testemunhos) para determinação da densidade básica da madeira (g cm^{-3}) de cada peça morta amostrada. Essas variáveis servem para transformar o volume (m^3) de cada peça lenhosa morta em necromassa (Mg) de liteira grossa. Para tanto, a proposta deste protocolo é o de aproveitar os 60 km dispostos nas 12 trilhas de caminhamento das grades do PPBio (6 norte-sul e 6 leste-oeste; cada uma com 1 m de largura e 5 km de comprimento) (Magnusson *et al.* 2005; Pezzini *et al.* 2012). Essa configuração permite a amostragem da produção de liteira grossa em uma área de 6 ha, formada pela soma da área de cada uma das trilhas ($60.000 \text{ m} \times 1 \text{ m}$). Esse desenho é facilitado porque todas as trilhas são marcadas por piquetes fixos distanciados a cada 50 m com coordenadas planimétricas (UTM) e altitude (m) previamente definidas, permitindo considerar cada par de piquetes sequenciados como uma sub-unidade amostral de 50 m^2 (1 m x 50 m); cada grade contendo 1200 sub-unidades. Neste protocolo um conjunto sequencial de sub-unidades forma uma unidade amostral definida pela associação do tipo florestal dominante, da topografia (e.g. altitude) e da drenagem (e.g. periodicidade de inundação), se constituindo na base para o cálculo da produção anual de liteira grossa⁽³⁾. Essa distinção é importante para evitar que se considere cada sub-unidade como uma réplica, o que se configuraria em um erro amostral (pseudoréplicas). Na maioria dos casos, as unidades amostrais (independentes e representativas) possuirão diferentes áreas amostrais e precisarão ser normalizadas (Mg ha^{-1}) antes de qualquer análise estatística. Isso porque o número de unidades amostrais com “zero” de produção será grande, pois a produção de liteira grossa segue um padrão totalmente aleatório, onde as peças podem ser encontradas entre longas distâncias⁽⁴⁾. Por outro lado, é possível obter a produção anual de cada formação florestal sem a informação da variabilidade (e.g. média e desvio padrão), bastando para isso individualizar a somar da necromassa produzida por sub-unidades afins (tipo florestal dominante, topografia e drenagem).

2.1 Remoção inicial das peças (t_0)

Com o intuito de promover um ponto inicial temporal (t_0) para medida da produção de liteira grossa é necessário a prévia exclusão de todo o material caído nas trilhas de caminhamento⁽⁵⁾. Este método foi aplicado por Tritton (1980) e indicado por Harmon *et al.* (1986) para providenciar estimativas de produção (input) de liteira grossa em áreas preservadas (não perturbadas). Nas grades de Maracá e Viruá, essa exclusão vem sendo rotineira e faz parte do sistema permanente de limpeza e conservação das trilhas, visando remover todas as grandes

³ As sub-unidades amostrais situadas em ecossistemas não florestais (campos, brejos alagados, savanas abertas, etc.) devem ser desconsideradas da amostragem, não formando qualquer tipo de associação com a estimativa da produção de liteira grossa.

⁴ A taxa de sucesso para observação de árvores mortas ($\geq 10 \text{ cm}$) em pé ou tombadas nas trilhas foi de aproximadamente três peças por quilômetro caminhado nas grades da ESEC Maracá e PARNA Viruá, ambas em Roraima.

⁵ No estudo realizado em Roraima, as trilhas da grade do PPBio na ESEC Maracá foram limpas entre Outubro-Novembro/2007 e, no PARNA Viruá, em Dezembro/2007. Ambas as remoções foram realizadas com apoio do ICMBio.

peças de madeira que impedem o caminhamento. Nesses casos exemplificados, apenas foi necessário sincronizar esta atividade rotineira com o início do estudo. De qualquer forma, a exclusão das peças deve ser estabelecida exclusivamente na faixa de 1 m referente à largura padrão das trilhas de caminhamento do PPBio. Caso não haja possibilidade (módulos e grades sem essa rotina) ou interesse na exclusão das peças de madeira mortas ao longo das trilhas, será necessário marcar (e.g. tinta) as peças observadas no t_0 com o intuito de evitar o viés de contabilizar produção de liteira grossa dos períodos anteriores.

2.2 Biometria das peças

Feita a exclusão das peças (t_0) e passado o período de tempo estabelecido (e.g. $t_1 = 12$ meses; $t_2 = 24$ meses; etc.), novo caminhamento deverá ser realizado em todas as trilhas com o intuito de conduzir um novo censo para todas as novas peças de galhos e troncos mortos (tombados e em pé) ao longo de toda a grade (ver item 2.3 Síntese do Protocolo para Produção Anual). O objetivo dessa tarefa é realizar a biometria de todas as peças observadas para cálculo do volume (m^3) de cada uma delas para posterior transformação em necromassa (Mg). Desta forma, estica-se uma trena (ou linha plástica rígida) entre os piquetes de cada sub-unidade (linha de base central da parcela) e realiza-se as seguintes medidas: (i) peças tombadas: medida do comprimento e dos diâmetros de cada peça tombada até os limites de cada sub-unidade amostral (Figura 1); (ii) caules residuais (troncos quebrados em pé): medir o diâmetro (tomado na distância média entre o solo e a ponta superior do caule quebrado) e o comprimento total do caule; (iii) árvores mortas em pé (sem folhas, galhos e gravetos): medir o DAP (diâmetro à altura do peito; 1,3 m acima do solo). Nos dois últimos casos, deve-se estimar a porcentagem da árvore em pé ou do caule residual que está projetada dentro dos limites da sub-unidade, com o intuito de obter um fator de ajuste (fa) que delimite a participação efetiva do material morto dentro da área amostral, como sugerido por Harmon and Sexton (1996). Todas as peças mortas observadas devem ser associadas ao tipo de paisagem florestal dominante (e.g. floresta aberta, floresta densa, sazonal, etc.) como forma de gerar um proxy da variação florística e edáfica (Figueiredo *et al.* 2013) que represente cada sub-unidade ao longo das trilhas de caminhamento. Por fim, cada peça deve ser inserida em um grande grupo taxonômico (Árvore, Palmeira, Cipó) e situada fisicamente na grade, levando em consideração as informações derivadas dos piquetes dispersos ao longo de todas as trilhas⁶. Os resultados são anotados em uma planilha de campo, como exemplificado no Anexo I.

⁶ Em caso de peças “tombadas”, também é possível anotar informações sobre a distância da parte central da peça em relação ao solo. Peças com distanciamento ≤ 10 cm são consideradas “em” contato com o solo (s – sim) e peças com distanciamento > 10 cm são consideradas “sem” contato com o solo (n – não). Este item não é obrigatório do protocolo, mas pode ser usado como informação básica caso a equipe também deseje trabalhar questões sobre decomposição.

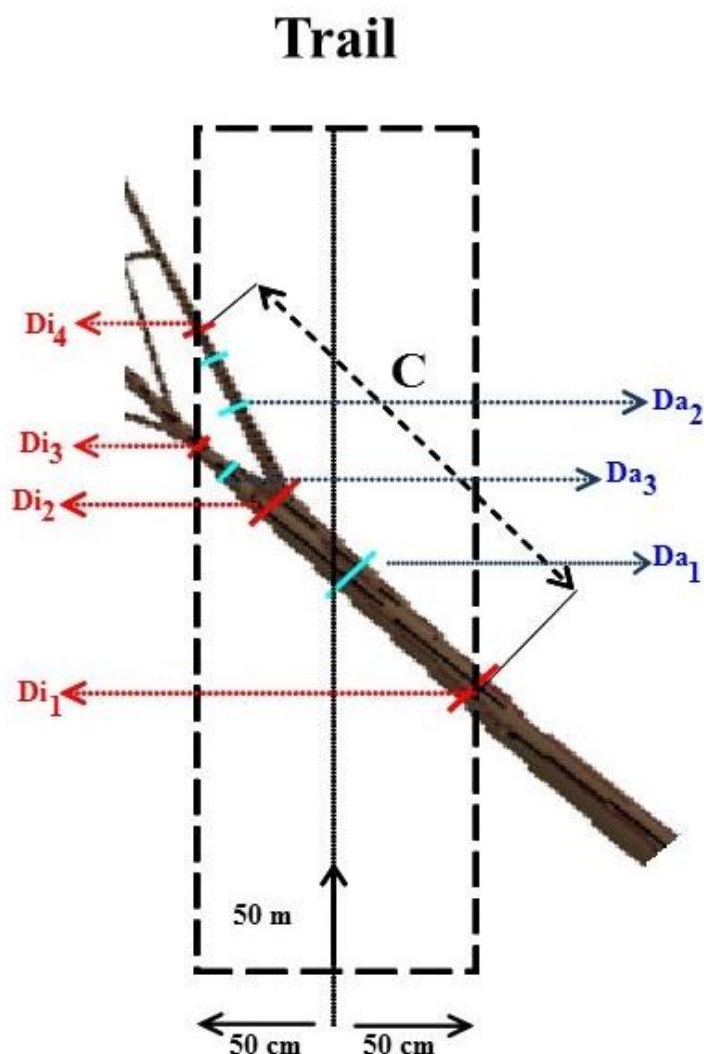


Figura 1 – Esquema amostral para medição das peças de madeira (galhos/troncos) e coleta dos discos amostrais (testemunhos) em cada sub-unidade amostral de 50 m^2 : (i) Di_1 e Di_2 = maior e menor diâmetro da primeira peça de madeira; Di_2 e Di_3 = maior e menor diâmetro da segunda peça de madeira (1ª bifurcação); Di_2 e Di_4 = maior e menor diâmetro da terceira peça de madeira (2ª bifurcação); (ii) Da_1 , Da_2 e Da_3 = local de coleta dos três discos amostrais (neste exemplo, uma única árvore suporta três discos amostrais) e (iii) C = comprimento individual de cada peça.

Finalizada a biometria, um disco amostral deve ser coletado de cada peça morta para estimar os espaços vazios (% perda de massa física) e a densidade da madeira (g cm^{-3}) porque o grau de decomposição varia de uma peça para a outra, requerendo um cálculo individual para cada uma delas (Figura 2). A forma indicada para obtenção da porcentagem da fração sólida residual (fs) em relação à massa perdida, e da estimativa da densidade da madeira (dm) para cada peça estão apresentadas no Anexo II. Desta forma, a necromassa individual de (i) cada árvore morta tombada e dos (ii) caules residuais pode ser estimada calculando-se o volume de cada peça pela fórmula do cilindro, multiplicando-se o resultado pela fração sólida remanescente (fs) e pela

densidade da madeira (dm), como indicado por Keller *et al.* (2004), e descrito na equação abaixo.

$$Nec_{lg} = \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) \times C \times fs \times fa \times dm$$

Onde: Nec_{lg} = necromassa individual das peças de liteira grossa (Mg); D = diâmetro de cada peça em metros (média simples entre as medidas dos extremos de cada peça tombada, ou diâmetro para caules residuais); C = comprimento de cada peça (ou caule residual) em metros; fs = fração sólida de cada peça (ver Anexo II); fa = fator de ajuste (porcentagem de partes mortas dentro dos limites da área amostral - apenas para caules residuais); dm = densidade da madeira ($g\ cm^{-3}$).

No caso das árvores mortas em pé (ainda com presença de grandes galhos residuais), não é necessário o cálculo do volume, pois a necromassa (Mg) de cada indivíduo deve ser estimada diretamente pela aplicação do modelo "moist-forest" (Chave *et al.* 2005) que adota apenas o DAP e a densidade da madeira como variáveis independentes. Ao resultado obtido, desconta-se 10% do total correspondente à ausência das folhas, galhos e gravetos, como sugerido por Nascimento e Laurance (2004). Tanto à necromassa dos caules residuais quanto das árvores mortas em pé, deve-se aplicar o fator de ajuste (fa) para solucionar o problema das partes mortas do indivíduo que se encontram fora dos limites da área amostral de cada sub-unidade. A soma da necromassa das peças de uma sub-unidade amostral configura a produção de necromassa por unidade de área ($Mg\ 50m^{-2}$) e tempo (e.g. um ano).



Figura 2 – Retirada do disco amostral (testemunho) para estimar os espaços vazios (% perda de massa física) e a densidade da madeira ($g\ cm^{-3}$) de cada peça individualmente.

2.3 Síntese do Protocolo para Produção Anual

Item	Ação
1	<p>Início dos trabalhos de campo (estabelecimento do t_0)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Remoção inicial das peças; - Reconhecimento das formações e/ou sub-formações florestais associadas à topografia e drenagem, tomando como base cada sub-unidade amostral que é formada pelos piquetes delimitadores das trilhas (sugestão: usar sistema de classificação da vegetação brasileira – Brasil-IBGE 2012). <p>Tempo Requerido: 10-15 dias (4-6 km de trilhas limpas por dia)</p>
2	<p>Retorno às trilhas de caminhada (t_1, e.g. 12 meses após t_0)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reconhecimento das peças com diâmetro > 10 cm que caíram dentro das 1200 sub-unidades amostrais (1 m x 50 m cada), indicando seu posicionamento na unidade amostral (tombadas ou em pé); - Biometria das peças e coleta de testemunhos (discos amostrais ou fração correspondente). <p>Tempo Requerido: 12-18 dias (3-5 km por dia)</p>
3	<p>Biometria</p> <ul style="list-style-type: none"> - Peças tombadas (árvores e galhos tombados): <ul style="list-style-type: none"> . medir os diâmetros das peças onde cada uma toca nos extremos da sub-unidade amostral; . medir o comprimento da parte da peça dentro dos limites da sub-unidade amostral; - Peças em pé (árvores em pé e caules residuais): <ul style="list-style-type: none"> . medir o DAP das árvores mortas em pé; . medir o diâmetro dos caules residuais tomando como referência o ponto médio entre a distância do solo e o topo do caule. Estimar o comprimento do caule residual; . em ambos os casos, estimar a porcentagem do indivíduo morto que está dentro da sub-unidade amostral (fa = fator de ajuste).
4	<p>Grandes grupos taxonômicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Situar a peça dentro de um grande grupo taxonômico (Árvores, Palmeiras ou Cipós) ou, se possível, indicar o “nome vulgar” e/ou a espécie botânica através de um parobotânico ou auxiliar de campo local.
5	<p>Coleta do testemunho e categorização (opcional) das peças com/sem contato com o solo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proceder a coleta de um testemunho de cada peça amostrada, tomando-se como referência a retirada de um disco (ou fração) amostral (3-4 cm de largura)

	<p>da parte central de cada peça;</p> <p>- Opcionalmente, em caso de peças “tombadas”, observar a distância da parte central da peça em relação ao solo: peças com distanciamento ≤ 10 cm são consideradas em contato com o solo (s – sim), caso a distância seja maior que 10 cm, estas peças são consideradas sem contato com o solo (n – não).</p>
6	<p>Exclusão do material residual</p> <p>Finalizada a biometria e a coleta do testemunho, todo o material residual da liteira grossa deve ser removido das trilhas (ou marcado com tinta) para evitar dupla contabilização em futuras medições.</p>
7	<p>Cálculo da perda física</p> <p>- Desenhar cada disco amostral (ou fração correspondente) em uma folha de papel A4, preferencialmente no mesmo dia da coleta (é possível usar fotos digitais, pois o procedimento seguinte é o mesmo, dependendo da qualidade da imagem). Peças corroídas externamente devem ser desenhadas levando-se em consideração um limite imaginário, enquanto que peças com ocos devem ter seus vazios expostos no papel (ver Anexo II);</p> <p>- Digitalizar cada um dos desenhos das amostras em Scanner de mesa e estimar o quanto (%) cada uma delas possui como perda de massa (%pm). Gere o fator de ajuste f_s (fração sólida = $(100\% - \%pm)/100$) que será usado no cálculo da necromassa.</p>
8	<p>Cálculo da densidade básica da madeira (dm)</p> <p>Para calcular a densidade da madeira é necessário estimar (i) o volume saturado – cm^3 (saturado pela umidade de campo) e o (ii) peso seco - g de cada um dos discos amostrais (ou fração correspondente). Ver Anexo II.</p> <p>- o volume saturado é obtido estimando-se a área (cm^2) da seção transversal de cada um dos discos, descontando a área ausente (perdida) por decomposição que pode ser obtida da ação anterior. Ao valor obtido, multiplique a média da espessura (cm) de cada um dos discos. Para obter a espessura de cada amostra, fazer no mínimo quatro medidas (usar paquímetro) em cada uma delas e anotar em planilha correspondente;</p> <p>- o peso seco é obtido pela secagem de cada amostra em estufa elétrica à $\sim 100^\circ\text{C}$ até peso constante;</p> <p>- a densidade básica da madeira (g cm^{-3}) de cada peça de necromassa amostrada em campo é obtida dividindo-se o peso seco (g) pelo volume saturado (cm^{-3}).</p>
9	<p>Cálculo do volume (m^3) das peças de necromassa</p> <p>- peças tombadas, empregar a fórmula do cilindro, utilizando como referência a média dos dois diâmetros coletados em campo e o comprimento de cada peça;</p> <p>- caules residuais, adotar a circunferência média e o comprimento do caule residual, empregando-se também a fórmula do cilindro;</p> <p>- árvores em pé, não é necessário estimar o volume, pois o cálculo da</p>

	necromassa é realizado indiretamente por modelo de regressão, como explicado no texto.
10	<p>Transformação do volume (m³) em necromassa (Mg)</p> <p>- Transformar o volume de cada uma das peças tombadas e caules residuais em necromassa utilizando a equação apresentada no texto e os respectivos multiplicadores: fator de ajuste (fa), densidade da madeira (dm) e fração sólida (fs) de cada peça;</p> <p>- Necromassa das árvores mortas em pé é estimada indiretamente a partir do modelo de Chave et al. (2005), aplicando-se apenas o fator de ajuste (fa).</p>
11	O somatório da necromassa de cada uma das peças por sub-unidade amostral (Mg por 50 m ²) pode ser transformado em Mg ha ⁻¹ por unidade de tempo (mês 12, 24, 36, etc), associado ao tipo florestal dominante através do somatório de todas as sub-unidades (incluindo as “sem peças” = zero), conforme o texto.

3. ESTOQUE (Armazenamento)

A estimativa do estoque de necromassa de liteira grossa é realizada a partir das parcelas permanentes que existem em todas as grades e módulos do PPBio. O estoque é estimado com base na coleta de informações derivadas de um transecto amostral formado pela linha central de cada uma delas com 250 m de comprimento (ver item 3.2 Síntese do Protocolo para Estoque). A estimativa do estoque de árvores mortas em pé e caules residuais segue exatamente o mesmo método definido na seção da produção anual, admitindo uma largura de 1 m (50 cm para cada lado) para o transecto formado pela linha central de cada parcela. Por outro lado, o estoque de peças caídas é estimado indiretamente através do método LIS (line intersect sampling)⁽⁷⁾, tomando a linha central de cada parcela como base para o levantamento do volume (m³) da liteira grossa (Figura 3). Para tanto, em cada transecto devem ser medidos todos os diâmetros das peças caídas (> 10 cm) que tocam uma linha esticada ao longo de todo o transecto. Peças mortas situadas longitudinalmente em relação à linha central não devem ser amostradas porque não podem sofrer o processo de integração matemática entre o diâmetro e o comprimento da parcela. O volume de cada peça caída é calculado como definido abaixo:

$$V = \frac{\pi^2 \times D^2}{8 \times L}$$

Onde: **V** = volume de necromassa de liteira grossa por unidade de área; **D** = diâmetro de cada peça que toca a linha amostral; **L** = comprimento da linha amostral (geralmente 250 m).

⁷ O método LIS (van Wagner 1968) pode estimar o volume de madeira de qualquer área por meio de uma linha que cruza troncos caídos (cilindros) de diferentes comprimentos, diâmetros e orientações. A soma das séries de seções transversais elípticas verticais que são formadas pelo cruzamento da linha proporciona uma estimativa do volume de madeira por unidade de área em função da área de seção transversal por unidade de comprimento da linha.



Figura 3 – (A) transecto do método LIS instalado nas parcelas permanentes para obtenção do volume de necromassa de liteira grossa (linha vermelha representa a linha de base central do transecto) e (B) medida do diâmetro ou circunferência) de uma peça de madeira morta.

Para obtenção dos fatores que ajustam o volume de cada peça em necromassa, é necessário estimar valores de densidade da madeira (dm) e fração sólida (fs) para cada peça observada. Para tanto, todas as peças devem ser classificadas pelo grau de decomposição presumido. Isso é necessário, porque diferente das trilhas de caminhada, as peças observadas nas parcelas não podem ser cortadas ou movimentadas. Assim sendo, a porcentagem de perda de massa de cada uma delas deve ser associada a categorias tátil-visuais que representam diferentes graus de decomposição, tendo como base a porcentagem presumida de perda de massa física (modificados de Delaney *et al.* 1998): P1 – deterioração não perceptível, peças recentemente caídas ou com resistência ao ataque de microrganismos (suposição de perda líquida de massa $\leq 10\%$), P2 - deterioração na fase inicial, peças com leves sinais de ataques de insetos e/ou fungos (10 a 30% de comprometimento) e P3 - estágio avançado de decomposição, as peças estão quebradiças ou despedaçando ao toque ($> 30\%$ de comprometimento). A densidade da madeira de cada peça acumulada nas parcelas deve ser presumida levando em conta o grupo taxonômico e a faixa do grau de decomposição observados nas mesmas categorias geradas para a produção anual (e.g. densidade média de todas as amostras de Palmeiras coletadas para a produção anual, e que estão situadas no grau de decomposição P3 da categoria tátil-visual). Esta presunção tem por objetivo simplificar o cálculo e manter a representatividade das peças que não podem ser amostradas de forma direta (Larjavaara e Muller-Landau 2010). A necromassa de cada peça tombada deve ser estimada baseada no volume calculado pelo método LIS, descontado a fração da perda de massa física correspondente ao grau de decomposição médio presumido, seguido pela multiplicação da densidade da madeira definida pela média do grupo taxonômico. Os caules residuais e árvores mortas seguem o mesmo padrão de cálculo da produção anual. O Anexo III apresenta uma sugestão de planilha para a etapa de campo do estudo de estoque de necromassa.

3.2 Síntese do Protocolo para Estoque

Item	Ação
1	<p>- Esticar uma linha de base (fita plástica ou barbante resistente) ao longo de cada uma das parcelas permanentes existentes nas grades (ou módulos), tomando como referência os piquetes internos das parcelas distanciados a cada 10 m;</p> <p>- Evitar deslocamentos ou danos desnecessários às peças (por conta do pisoteio da equipe);</p> <p>- Definir o tipo florestal de cada parcela tomando como base as formações e sub-grupo de formações do IBGE (Brasil-IBGE 2012), da mesma forma com na seção de produção anual com o intuito de conjugar os dados de produção e estoque de necromassa por tipo florestal.</p>
2	<p>- Como o auxílio de uma fita métrica (ou diamétrica), percorrer toda a extensão do transecto através da trilha de caminhamento da parcela;</p> <p>- Medir os diâmetros de cada uma das peças “tombadas” que são transpassadas pela linha de base. Peças paralelas à linha de base (que não a tocam) não devem ser medidas porque fogem do aspecto metodológico básico do método LIS. NÃO É NECESSÁRIO MEDIR O COMPRIMENTO DAS PEÇAS;</p> <p>- Para árvores mortas em pé e caules residuais, seguir o mesmo procedimento determinado para produção anual (medir o DAP das árvores mortas em pé, e o diâmetro médio e a altura dos caules residuais). Estimar o fator de ajuste (fa) de cada um destes indivíduos mortos tomando como base a porcentagem de partes mortas de cada um deles que está projetada dentro da parcela.</p>
3	<p>Situar cada peça vistoriada em um grande grupo botânico (Árvores, Palmeiras e Cipós).</p>
4	<p>Estimar o grau de decomposição das peças em campo seguindo a codificação: P1 – apodrecimento não perceptível, peças recentemente caídas ou com resistência ao ataque de microrganismos (suposição de perda líquida de massa inferior a 10%), P2 - peças com leves sinais de ataques de insetos e/ou fungos, deterioração na fase inicial (suposição de 11 a 30% de comprometimento) e P3 - peças em estágio avançado de decomposição, com francos sinais de apodrecimento, quebrando ou despedaçando ao toque (>30% de comprometimento).</p>
5	<p>Em caso de peças “tombadas”, observar a distância da parte central da peça em relação ao solo – peças com distanciamento ≤ 10 cm são consideradas em contato com o solo (s – sim), caso a distância seja maior que 10 cm, estas peças são consideradas sem contato com o solo (n – não).</p>
6	<p>Calcular o volume (m³) das peças tombadas pelo uso do método LIS.</p>
7	<p>- Corrigir o volume calculado através da multiplicação da porcentagem de perda de massa presumida (fs). Ao resultado, multiplicar a densidade básica da madeira (dm) presumida para transformar o volume em necromassa (Mg);</p> <p>- A necromassa dos caules residuais e das árvores mortas em pé segue o mesmo ritual de cálculo apresentado na seção 2 (produção anual).</p>

4. AGRADECIMENTOS

Este protocolo fez parte da agenda de pesquisa do INPA através do projeto “Ecologia e manejo dos recursos naturais da savana de Roraima” (PPI-INPA 012/18; 2008–2012) e foi suportado parcialmente pelo Componente Inventários do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio Amazônia Ocidental, Manaus). O CNPq providenciou Bolsa Produtividade em Pesquisa para R. I. Barbosa (CNPq 306286/2008-4). L. F. S. G. Silva e C. O. Cavalcante receberam bolsas de Mestrado (CAPES) pela UFRR/PRONAT. O Instituto Chico Mendes (ICMBio) providenciou infraestrutura e autorização para o desenvolvimento dos estudos no Parque Nacional do Viruá e na Estação Ecológica de Maracá (Autorizações 17398-1 e 17398-2 em 2009; 22576-1 em 2010). W. Magnusson (INPA/PPBio) encorajou a montagem deste protocolo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brasil-IBGE. 2012. *Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos* (2a ed.). IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro. 275 pp.
- Brienen, R.J.; Phillips, O.L.; Feldpausch, T.R.; Gloor, E.; Baker, T.R.; Lloyd, J.; Lopez-Gonzalez, G.; Monteagudo-Mendoza, A.; Malhi, Y.; Lewis, S.L.; Vasquez Martinez, R.; Alexiades, M.; Alvarez Davila, E.; Alvarez-Loayza, P.; Andrade, A.; Aragao, L.E.; Araujo-Murakami, A.; Arets, E.J.; Arroyo, L.; Aymard, C.G.; Banki, O.S.; Baraloto, C.; Barroso, J.; Bonal, D.; Boot, R.G.; Camargo, J.L.; Castilho, C.V.; Chama, V.; Chao, K.J.; Chave, J.; Comiskey, J.A.; Cornejo Valverde, F.; da Costa, L.; de Oliveira, E.A.; Di Fiore, A.; Erwin, T.L.; Fauset, S.; Forsthofer, M.; Galbraith, D.R.; Grahame, E.S.; Groot, N.; Herault, B.; Higuchi, N.; Honorio Coronado, E.N.; Keeling, H.; Killeen, T.J.; Laurance, W.F.; Laurance, S.; Licona, J.; Magnussen, W.E.; Marimon, B.S.; Marimon-Junior, B.H.; Mendoza, C.; Neill, D.A.; Nogueira, E.M.; Nunez, P.; Pallqui Camacho, N.C.; Parada, A.; Pardo-Molina, G.; Peacock, J.; Pena-Claros, M.; Pickavance, G.C.; Pitman, N.C.; Poorter, L.; Prieto, A.; Quesada, C.A.; Ramirez, F.; Ramirez-Angulo, H.; Restrepo, Z.; Roopsind, A.; Rudas, A.; Salomao, R.P.; Schwarz, M.; Silva, N.; Silva-Espejo, J.E.; Silveira, M.; Stropp, J.; Talbot, J.; ter Steege, H.; Teran-Aguilar, J.; Terborgh, J.; Thomas-Caesar, R.; Toledo, M.; Torello-Raventos, M.; Umetsu, R.K.; van der Heijden, G.M.; van der Hout, P.; Guimaraes Vieira, I.C.; Vieira, S.A.; Vilanova, E.; Vos, V.A.; Zagt, R.J. 2015. Long-term decline of the Amazon carbon sink. *Nature*, 519(7543): 344-348.
- Brown, S. 1997 Estimating biomass and biomass change of tropical forests: A Primer. *Forestry Paper: Vol. 134* (pp. 55). Roma: FAO.
- Brown, S. 2002. Measuring carbon in forests: current status and future challenges. *Environmental Pollution*, 116: 363-372.
- Bustamante, M.; Santos, M.M.O.; Shimbo, J.Z.; Cantinho, R.Z.; Bandeira de Mello, T.R.; Carvalho e Oliveira, P.V.; Cunha, P.W.P.; Martins, F.S.R.V.; Aguiar, A.P.D.; Ometto, J. 2015. *Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases do Efeito Estufa (Relatórios de Referência): Setor Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas* Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), Brasília, DF, Brazil.

http://sirene.mcti.gov.br/documents/1686653/1706165/RR_LULUCF_Mudan%C3%A7a+de+Uso+e+Floresta.pdf/11dc4491-65c1-4895-a8b6-e96705f2717a.

- Chave, J.; Andalo, C.; Brown, S.; Cairns, M.A.; Chambers, J.Q.; Eamus, D.; Fölster, H.; Fromard, F.; Higuchi, N.; Kira, T.; Lescure, J.-P.; Nelson, B.W.; Ogawa, H.; Puig, H.; Riéra, B.; Yamakura, T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145: 87-99.
- Clark, D.B.; Clark, D.A.; Brown, S.; Oberbauer, S.F.; Veldkamp, E. 2002. Stocks and flows of coarse woody debris across a tropical rain forest nutrient and topography gradient. *Forest Ecology and Management*, 164: 237-248.
- Delaney, M.; Brown, S.; Lugo, A.E.; Torres-Lezama, A.; Quintero, N.B. 1998. The quantity and turnover of dead wood in permanent forest plots in six Life Zones of Venezuela. *Biotropica*, 30(1): 2-11.
- Fearnside, P.M. 2016. Brazil's Amazonian forest carbon: the key to Southern Amazonia's significance for global climate. *Regional Environmental Change*.
- Figueiredo, F.O.G.; Costa, F.R.C.; Nelson, B.W.; Pimentel, T.P. 2013. Validating forest types based on geological and land-form features in central Amazonia. *Journal of Vegetation Science*, 25: 198–212.
- Gerwing, J.J. 2002. Degradation of forests through logging and fire in the eastern Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 157: 131–141.
- 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, R.; Lienkaemper, G.W.; Cromack-Jr., K.; Cummins, K.W. 1986. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in Ecological Research*, 15: 133-302.
- Harmon, M.E.; Sexton, J. 1996. Guidelines for measurements of woody detritus in forest ecosystems *United States Long Term Ecological Research Network Office Publication no. 20*. Seattle, Washington, USA: University of Washington.
- 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: 731-746.
- Johnson, M.O.; Galbraith, D.; Gloor, E.; De Deurwaerder, H.; Guimberteau, M.; Rammig, A.; Thonicke, K.; Verbeeck, H.; von Randow, C.; Monteagudo, A.; Phillips, O.L.; Brienen, R.J.; Feldpausch, T.R.; Lopez Gonzalez, G.; Fauset, S.; Quesada, C.A.; Christoffersen, B.; Ciais, P.; Gilvan, S.; Kruijt, B.; Meir, P.; Moorcroft, P.; Zhang, K.; Alvarez, E.A.; Alves de Oliveira, A.; Amaral, I.; Andrade, A.; Aragao, L.E.; Araujo-Murakami, A.; Arets, E.J.; Arroyo, L.; Aymard, G.A.; Baraloto, C.; Barroso, J.; Bonal, D.; Boot, R.; Camargo, J.; Chave, J.; Cogollo, A.; Cornejo, F.V.; Costa, L.D.; di Fiore, A.; Ferreira, L.; Higuchi, N.; Honorio, E.; Killeen, T.J.; Laurance, S.G.; Laurance, W.F.; Licona, J.; Lovejoy, T.; Malhi, Y.; Marimon, B.; Marimon, B.H.; Matos, D.C.; Mendoza, C.; Neill, D.A.; Pardo, G.; Pena-Claros, M.; Pitman, N.C.; Poorter, L.; Prieto, A.; Ramirez-Angulo, H.; Roopsind, A.; Rudas, A.; Salomao, R.P.; Silveira, M.; Stropp, J.; Ter Steege, H.; Terborgh, J.; Thomas, R.; Toledo, M.; Torres-Lezama, A.; van der Heijden, G.M.;

- Vasquez, R.; Vieira, I.; Vilanova, E.; Vos, V.A.; Baker, T.R. 2016. Variation in stem mortality rates determines patterns of aboveground biomass in Amazonian forests: implications for dynamic global vegetation models. *Global Change Biology*.
- 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(5): 784-795.
- Larjavaara, M.; Muller-Landau, H.C. 2010. Comparison of decay classification, knife test, and two penetrometers for estimating wood density of coarse woody debris. *Canadian Journal of Forest Research*, 40(12): 2313-2321.
- Magnusson, W.E.; Lima, A.P.; Luizão, R.; Luizão, F.; Costa, F.R.C.; Castilho, C.V.; Kinupp, V.F. 2005. RAPELD: A modification of the Gentry Method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites. *Biota Neotropica*, 5(2): 19-24.
- Malhi, Y.; Baker, T.R.; Phillips, O.L.; Almeida, S.; Alvarez, E.; Arroyo, L.; Chave, J.; Czimczik, C.I.; Fiore, A.D.; Higuchi, N.; Killeen, T.J.; Laurance, S.G.; Laurance, W.F.; Lewis, S.L.; Montoya, L.M.M.; Monteagudo, A.; Neill, D.A.; Vargas, P.N.; Patino, S.; Pitman, N.C.A.; Quesada, C.A.; Salomao, R.; Silva, J.N.M.; Lezama, A.T.; Martinez, R.V.; Terborgh, J.; Vinceti, B.; Lloyd, J. 2004. The above-ground coarse wood productivity of 104 Neotropical forest plots. *Global Change Biology*, 10(5): 563-591.
- Martins, D.L.; Schiatti, J.; Feldpausch, T.R.; Luizão, F.J.; Phillips, O.L.; Andrade, A.; Castilho, C.V.; Laurance, S.G.; Oliveira, Á.; Amaral, I.L.; Toledo, J.J.; Lugli, L.F.; Pinto, J.L.P.V.; Mendoza, E.M.O.; Quesada, C.A. 2015. Soil-induced impacts on forest structure drive coarse woody debris stocks across central Amazonia. *Plant Ecology & Diversity*, 8(2): 229-241.
- Nascimento, H.E.M.; Laurance, W.F. 2004. Biomass dynamics in Amazonian forest fragments. *Ecological Applications*, 14(4): S127-S138.
- Nogueira, E.M.; Yanai, A.M.; Fonseca, F.O.; Fearnside, P.M. 2015. Carbon stock loss from deforestation through 2013 in Brazilian Amazonia. *Global Change Biology*, 21: 1271-1292.
- Palace, M.; Keller, M.; Hurtt, G.; Frohling, S. 2012. A review of above ground necromass in tropical forests, p. 215-252. In: Sudarshana, P.; Nageswara-Rao, M.; Soneji, J.R. (Eds.). *Tropical Forests*. InTech, Rijeka, Croatia.
- Pauletto, D. 2006. *Estoque, produção e fluxo de nutrientes da liteira grossa em floresta submetida à exploração seletiva de madeira no noroeste de Mato Grosso*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) and Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, Amazonas, Brazil. 78 pp.
- Pezzini, F.; Melo, P.H.A.; Oliveira, D.M.S.; Amorim, R.X.; Figueiredo, F.O.G.; Drucker, D.P.; Rodrigues, F.R.O.; Zuquim, G.; Emilio, T.; Costa, F.R.C.; Magnusson, W.E.; Sampaio, A.F.; Lima, A.P.; Garcia, A.R.M.; Manzatto, A.G.; Nogueira, A.; Costa, C.P.; Barbosa, C.E.A.; Bernardes, C.; Castilho, C.V.; Cunha, C.N.; Freitas, C.G.; Cavalcante, C.O.; Brandão, D.O.; Rodrigues, D.J.; Santos, E.C.P.R.; Baccaro, F.B.; Ishida, F.Y.; Carvalho, F.A.; Moulatlet, G.M.; Guillaumet, J.-L.B.; Pinto, J.L.P.V.; Schiatti, J.; Vale, J.D.;

- Belger, L.; Verdade, L.M.; Pansonato, M.P.; Nascimento, M.T.; Santos, M.C.V.; Cunha, M.S.; Arruda, R.; Barbosa, R.I.; Romero, R.L.; Pansini, S.; Pimentel, T.P. 2012. The Brazilian Program for Biodiversity Research (PPBio) Information System. *Biodiversity & Ecology*, 4: 265-274.
- 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. 2004. Carbon balance and vegetation dynamics in an old-growth Amazonian forest. *Ecological Applications*, 14(4): S55–S71.
- Russell, M.B.; Fraver, S.; Aakala, T.; Gove, J.H.; Woodall, C.W.; D’Amato, A.W.; Ducey, M.J. 2015. Quantifying carbon stores and decomposition in dead wood: A review. *Forest Ecology and Management*, 350: 107-128.
- Schietti, J.; Martins, D.; Emilio, T.; Souza, P.F.; Levis, C.; Baccaro, F.B.; Pinto, J.L.P.d.V.; Moulatlet, G.M.; Stark, S.C.; Sarmiento, K.; de Araújo, R.N.O.; Costa, F.R.C.; Schöngart, J.; Quesada, C.A.; Saleska, S.R.; Tomasella, J.; Magnusson, W.E.; Nardoto, G.B. 2016. Forest structure along a 600 km transect of natural disturbances and seasonality gradients in central-southern Amazonia. *Journal of Ecology*, 104(5): 1335-1346.
- Silva, L.F.S.G.; Castilho, C.V.; Cavalcante, C.O.; Pimentel, T.P.; Fearnside, P.M.; Barbosa, R.I. 2016. Production and stock of coarse woody debris across a hydro-edaphic gradient of oligotrophic forests in the northern Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 364: 1-9.
- Toledo, J.J.; Magnusson, W.E.; Castilho, C.V.; Nascimento, H.E.M. 2012. Tree mode of death in Central Amazonia: Effects of soil and topography on tree mortality associated with storm disturbances. *Forest Ecology and Management*, 263: 253-261.
- Tritton, L.M. 1980. *Dead wood in the northern hardwood forest ecosystem*. Yale University, New Haven, Connecticut. 344 pp.
- Trugilho, P.F.; Silva, D.A.; Frazão, F.J.L.; Matos, J.L.M. 1990. Comparação de métodos de determinação da densidade básica em madeira. *Acta Amazonica*, 20(unico): 307-319.
- Turcios, M.M.; Jaramillo, M.M.; do Vale Jr., J.F.; Fearnside, P.M.; Barbosa, R.I. 2016. Soil charcoal as long-term pyrogenic carbon storage in Amazonian seasonal forests. *Global Change Biology*, 22(11): 190-197.
- van Wagner, C.E. 1968. The line intersect method in forest fuel sampling. *Forest Science*, 14: 20-26.

ANEXO I

EXEMPLO de planilha de campo para amostragem de "Produção Anual" de Liteira Grossa (TRILHAS)

Localidade (GRADE):

Responsável pela Coleta:

Número da Folha:

Data:

Trilha	Marco	Classe de Formação	Sub-classe de Formação	Número da Peça	Posição	Nome Vulgar	Circ1_cm	Circ2_cm	Comp_m	Contato Solo	Coleta Amostra	Obs.
L1	P-0000	Campinarana	Ombrófila	1	tombada	pau roxo	33.0	38.0	1.21	s	s	árvore
L1	P-0050	Campinarana	Ombrófila	-	-	-	-	-	-	-	-	sem peças
L1	P-0100	Campinarana	Ombrófila	-	-	-	-	-	-	-	-	sem peças
L1	P-0150	Contato	-	-	-	-	-	-	-	-	-	sem peças
L1	P-0200	Floresta	Estacional	-	-	-	-	-	-	-	-	sem peças
L1	P-0250	Floresta	Estacional	2	tombada	casca doce	98.0	98.1	2.56	s	s	árvore
L1	#	#	#	2.1	tombada	casca doce	45.0	38.9	0.54	s	s	árvore
L1	#	#	#	2.2	tombada	casca doce	56.0	54.5	0.32	n	s	árvore
L1	#	#	#	3	tombada	pau rainha	35.0	35.4	0.15	s	s	árvore
L1	P-0300	Floresta	Estacional	-	-	-	-	-	-	-	-	sem peças
L1	P-0350	Floresta	Estacional	-	-	-	-	-	-	-	-	sem peças
L1	P-0400	Floresta	Estacional	-	-	-	-	-	-	-	-	sem peças
L1	P-0450	Floresta	Estacional	-	-	-	-	-	-	-	-	sem peças
L1	P-0500	Floresta	Estacional	-	-	-	-	-	-	-	-	sem peças
L1	P-0550	Floresta	Estacional	4	tombada	pau roxo	76.1	73.2	4.00	s	s	árvore
L1	#	#	#	4.1	tombada	buriti	34.5	36.0	0.78	s	s	palmeira
L1	P-0600	Floresta	Estacional	-	-	-	-	-	-	-	-	sem peças
L1	P-0650	Floresta	Estacional	-	-	-	-	-	-	-	-	sem peças
L1	P-0700	Floresta	Estacional	-	-	-	-	-	-	-	-	sem peças
L1	P-0750	Floresta	Estacional	-	-	-	-	-	-	-	-	sem peças
L1	P-0800	Contato	-	-	-	-	-	-	-	-	-	sem peças
L1	P-0850	Floresta	Ombrófila	-	-	-	-	-	-	-	-	sem peças
L1	P-0900	Floresta	Ombrófila	5	em pé	NI	78.0	-	3.10	n	s	cipó
L1	P-0950	Floresta	Ombrófila	-	-	-	-	-	-	-	-	sem peças
L1	P-1000	Floresta	Ombrófila	-	-	-	-	-	-	-	-	sem peças
L1	P-1050	Floresta	Ombrófila	6	tombada	casca seca	37.0	39.0	1.00	s	s	árvore
L1	P-1100	Floresta	Ombrófila	-	-	-	-	-	-	-	-	sem peças
L1	P-1150	Floresta	Ombrófila	-	-	-	-	-	-	-	-	sem peças
L1	P-1200	Floresta	Ombrófila	-	-	-	-	-	-	-	-	sem peças
L1	P-1250	Floresta	Ombrófila	7	tombada	bacaba	38.0	43.0	1.76	s	n	palmeira

L1	#	#	#	8	tombada	algodão	34.5	34.8	0.34	s	s	árvore
L1	P-1300	Floresta	Ombrófila	-	-	-	-	-	-	-	-	sem peças
L1	P-1350	Floresta	Ombrófila	-	-	-	-	-	-	-	-	sem peças
L1	P-1400	Floresta	Ombrófila	-	-	-	-	-	-	-	-	sem peças

Descrição das Variáveis Inclusas na Planilha (Anexo I)

1. Trilha: nome e número da trilha que está sendo percorrida (baseado no sistema de caminhamento leste-oeste/norte-sul);
2. Marco: número do marco que está sendo identificado (estabelecido nas plaquetas de campo);
3. Classe de Formação: classe de formação vegetal estabelecida pelo sistema de classificação da vegetação brasileira (IBGE);
4. Sub-classe de Formação: sub-classe de formação vegetal estabelecida pelo sistema de classificação da vegetação brasileira (IBGE);
5. Número da Peça: numeração estabelecida pela equipe de pesquisa para as peças de madeira encontradas nas trilhas;
6. Posição: posição em que a peça se encontra na trilha ("em pé" ou "tombada");
7. Nome Vulgar: nome vernacular da espécie vegetal correspondente à peça observada; estabelecido por um mateiro regional que deve compor a equipe de corte (remoção);
8. Circ1_cm: 1a medida de circunferência da peça (em centímetros);
9. Circ2_cm: 2a medida de circunferência da peça (em centímetros);
10. Comp_m: comprimento da peça estabelecida dentro do perímetro da sub-unidade amostral (em metros);
11. Contato solo: peças a menos de 10 cm de distância do solo devem ser consideradas em contato com o solo (s - sim), caso contrário (n - não);
12. Obs.: indicação do (i) grande grupo botânico a que a peça pertence (Árvore, Palmeira, Cipó) ou (ii) se a parcela não possui liteira grossa ("sem peças").

Anexo II

Estimativa % perda de massa

As perdas por decomposição individual podem ser obtidas de forma digital. Nesse protocolo adotou-se como técnica a digitalização do desenho da seção transversal dos discos amostrais (ou frações deles) coletados em campo. O desenho do contorno de cada uma das amostras pode ser realizado em papel A4, tracejando com um lápis todo o perímetro da peça. Essa tarefa deve ser preferencialmente realizada no mesmo dia da coleta para evitar distorções biométricas por perda de umidade das peças. Cada desenho deve representar todas as partes de interesse do estudo (casca, cerne e albarno) que estejam ausentes ou presentes (Figura 5). A digitalização dos desenhos pode ser feita com um Scanner Digital de no mínimo 1200 dpi para a geração de imagens com resolução adequada. No caso das partes ausentes, utiliza-se o artifício de seguir a curvatura ainda presente em cada uma das peças para se ter uma base do percentual perdida em cada uma delas. A contabilização do número de pixels presentes e os ausentes estimados devem ser obtidos com o auxílio de um programa de computador de manipulação de imagens digitais. Como a área do papel A4 é conhecida (cm²), basta fazer os cálculos das partes ausentes e presentes da amostra da madeira com base no número de pixels relacionados à área do papel⁽⁸⁾. Finalizada esta etapa, todos os resultados devem ser alocados em um banco de dados para estimativa da porcentagem de perda física de cada uma das peças amostrais no sentido de se extrair do volume sólido o percentual (%) estimado de ausência de material lenhoso (volume corrigido).

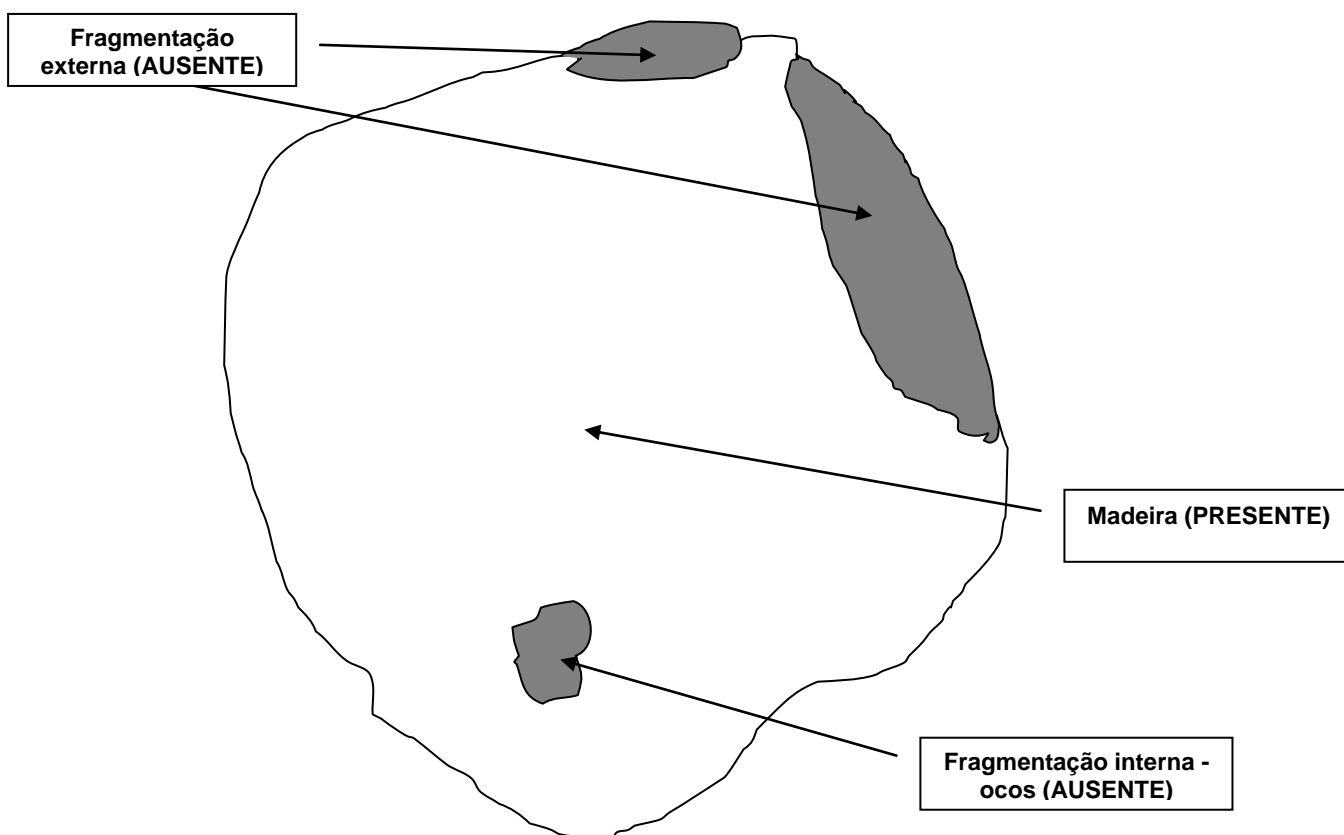


Figura 5 – Exemplo de um disco amostral desenhado em uma folha de papel A4 com a indicação das partes perdidas (ausentes) em cinza.

⁸ É possível realizar esta etapa do trabalho a partir do uso de imagens fotográficas. Entretanto, pequenos ocos ou deformidades sombreadas podem prejudicar ou mascarar os valores.

Estimativa da densidade da madeira

A densidade básica é definida como o peso seco (g) dividido pelo volume saturado (cm³) (Trugilho *et al.* 1990). O volume considerado nesse protocolo é o representado pela saturação de campo (umidade de campo) para evitar a manipulação excessiva (e.g. reidratação, secagem) das peças de madeira com diferentes graus de decomposição. O volume de cada amostra é calculado facilmente com a multiplicação da área (cm²), determinada com a digitalização, pela espessura (cm) média de cada uma delas. Após a finalização desta etapa, todas as peças de madeira são secas em estufa à ~100°C até peso constante. Com os valores de volume (cm³) e peso seco (g) procede-se ao cálculo da densidade básica.

$$dm = \frac{P_s}{V_s}$$

Onde:

dm = densidade básica (g cm⁻³);

P_s = peso seco da amostra (g);

V_s = volume saturado da amostra (cm³), considerando a saturação de campo.

ANEXO III

EXEMPLO de Planilha de Campo para Amostragem do "Estoque" de Liteira Grossa (PARCELAS PERMANENTES)

Localidade (GRADE):

Responsável Coleta:

Número Folha:

Data: __/__/__

Parcela	Sub-Parcela	Num_Peça	Circ_cm	Diam_cm	Grau_Decomp	Obs

Descrição das Variáveis Inclusas na Planilha (Anexo II)

1. Parcela: código da parcela que está sendo amostrada (p. ex. L6 – 4500; linha leste-oeste número 6, parcela na cota 4500 m);
2. Sub-parcela: intervalo linear em que cada uma das peças de madeira (tombada ou em pé) está sofrendo o processo de medição (refere-se aos piquetes distanciados a cada 10 m ao longo de toda a parcela permanente);
3. Num_Peça: numeração da peça de madeira em campo;
4. Circ_cm: circunferência da peça de madeira morta tombada no solo (em cm), no exato local onde a linha transectal corta a peça (árvores em pé sofrem o mesmo processo de medição estabelecido no sistema amostral para "produção");
5. Diam_cm: diâmetro da peça de madeira morta tombada no solo (em cm), no exato local onde a linha transectal corta a peça – em geral tomado por suta e para peças grandes em contato com o solo;
6. Grau_Decomp: grau de decomposição da peça (P1 – apodrecimento não perceptível, peças recentemente caídas ou com resistência ao ataque de microrganismos (suposição de perda líquida de massa inferior a 10%), P2 - peças com leves sinais de ataques de insetos e/ou fungos, deterioração na fase inicial (suposição de 11 a 30% de comprometimento) e P3 - peças em estágio avançado de decomposição, com francos sinais de apodrecimento, quebrando ou despedaçando ao toque (>30% de comprometimento).
7. Obs.: (A) indicação do (i) grande grupo botânico a que a peça pertence (Árvore, Palmeira, Cipó) ou (ii) se a parcela não possui liteira grossa ("sem peças") e (B) posição em que a peça se encontra na trilha ("em pé" ou "tombada").