

Proposta metodológica para realização de um inventário florestal de necromassa: um estudo de caso

Proposed methodology for implementation of coarse woody debris forest inventory: a case study

Andressa Ribeiro¹, Sylvio Péllico Netto², Danuza Stall³, Raquel Álvares Leão⁴ e Flavio Augusto Ferreira do Nascimento⁵

Resumo

A necromassa (biomassa de madeira morta em pé ou caída) é um componente essencial no estoque de carbono na floresta, servindo também de habitat e de alimento para diversas formas de vida neste ecossistema. Apesar da sua importância ecológica, existem poucos estudos tratando do processo de amostragem para necromassa em inventários florestais. Neste estudo avaliou-se uma amostragem sistemática em dois estágios num fragmento remanescente de Floresta Ombrófila Mista. Aplicou-se o método de Strand para amostragem da necromassa em pé e o método da linha transectal (LIS - Linear Intercept Sampling) para necromassa caída. As variáveis coletadas em campo foram o diâmetro, altura (necromassa em pé) e comprimento (necromassa caída). Os resultados obtidos indicaram que a combinação dos métodos escolhidos foi eficiente e facilitou a mensuração das variáveis em campo, bem como viabilizou condições satisfatórias para os cálculos de estimativas precisas de volume, cujos baixos valores das estimativas paramétricas, indicativos da qualidade do inventário florestal, foram de 8% para o erro padrão e 16% para o erro de amostragem.

Palavras-chave: amostragem sistemática, amostragem de Strand, amostragem por linha transectal.

Abstract

Necromass (dead standing or fallen wood biomass) is an essential component of forest carbon stock, also serving as habitat and food for several forms of life in this ecosystem. Despite its ecological importance, few studies concerning sampling processes for necromass in forest inventories are conducted. This study evaluated a systematic sampling in two stages in a surviving fragment of Mixed Araucaria Forest. The Strand method was applied for the inventory of standing necromass and the Linear Intercept Sampling (LIS) for fallen necromass. The variables collected in the field were the diameter, height (standing necromass) and length (fallen necromass). The results indicated that the combination of methods was effective, facilitating field measurements of the variables, enabling satisfactory and accurate estimates of volume, with low values of the parametric estimates, indicatives of the quality of the forest inventory, resulting in 8% for the standard error and 16% for the sampling error.

Keywords: systematic sampling, Strand sampling, linear intercept sampling.

¹Engenheira Florestal, Mestranda em Engenharia Florestal na Universidade Federal do Paraná. Departamento de Engenharia Florestal/ UFPR – Av. Prof. Lothário Meissner, 632. Jardim Botânico, Curitiba, PR. CEP: 80210-170 - E-mail: andressa.florestal@gmail.com

²Doutor em Engenharia Florestal. Professor Sênior da Universidade Federal do Paraná. Departamento de Engenharia Florestal/ UFPR – Av. Prof. Lothário Meissner, 632. Jardim Botânico, Curitiba, PR. CEP: 80210-170 - E-mail: sylviopelliconetto@gmail.com

³Engenheira Florestal, Mestranda em Engenharia Florestal na Universidade Federal do Paraná. Departamento de Engenharia Florestal/ UFPR – Av. Prof. Lothário Meissner, 632. Jardim Botânico, Curitiba, PR. CEP: 80210-170 - E-mail: danuza.stall@gmail.com

⁴Engenheira Florestal, Mestranda em Engenharia Florestal na Universidade Federal do Paraná. Departamento de Engenharia Florestal/ UFPR – Av. Prof. Lothário Meissner, 632. Jardim Botânico, Curitiba, PR. CEP: 80210-170 - E-mail: raquelaleao@gmail.com

⁵Mestre em Ciências Florestais. Doutorando em Engenharia Florestal na Universidade Federal do Paraná. Departamento de Engenharia Florestal/ UFPR – Av. Prof. Lothário Meissner, 632. Jardim Botânico, Curitiba, PR. CEP: 80210-170 - E-mail: fafnascimento@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A necromassa pode ser definida como toda biomassa morta presente em ecossistemas naturais ou antropizados (BROWN, 1997; FAO, 2006). Estes detritos vegetais, tais como árvores caídas, galhos mortos e pedaços de madeira encontrados em solo florestal, provêm extensivos benefícios ecológicos, tendo papel fundamental na manutenção dos teores de matéria orgânica e na ciclagem de nutrientes no solo, servindo de habitat e alimento para diversas formas de vida (WADDELL, 2002; WOLDENDORP *et al.*, 2004). Além de ser um componente importante no sequestro de carbono ocorrido nas florestas, sua quantificação oriunda de inventários florestais se torna cada vez mais importante, devido sua forte ligação com o efeito estufa e com as mudanças climáticas (SMITH *et al.*, 2004), tornando-se um atributo essencial para um manejo florestal eficiente.

A quantificação da necromassa em florestas iniciou-se com estudos de pesquisadores da área de incêndios florestais (Van WAGNER, 1968; WARREN; OLSEN, 1964;), tornando-se posteriormente peça chave para gestores florestais procederem à avaliação do material combustível da área e determinar, assim, um correto plano de controle de fogo, além de estimar o uso potencial desses resíduos, podendo agregar uma maior receita no final da rotação com a venda e utilização da madeira caída (BROWN, 1974; CORROW, 2007; MIEHS *et al.*, 2010; WOODALL *et al.*, 2008).

Woodall *et al.* (2009) afirmaram que somente 13% dos países realizam inventários florestais de necromassa, onde os métodos de amostragem não convergem a um senso comum, além dos trabalhos serem realizados com uma baixa intensidade amostral. Alguns inventários florestais realizados em diferentes locais do mundo utilizaram o método da linha transectal (Line Intercept Sampling - LIS) como sendo o método de amostragem mais apropriado para quantificação de resíduos florestais (BARBOSA *et al.*; 2009; CORROW, 2007; FAO, 2009; Van WAGNER, 1982; WADDELL, 2002).

Em inventários florestais realizado nos trópicos, quando as subparcelas do conglomerado são definidas sistematicamente e dimensionadas de tal forma que um conglomerado seja realizado em um dia de trabalho, o custo do inventário é reduzido sensivelmente (QUEIROZ *et al.*, 2011). Van Wagner (1968) afirmou que

se o viés de orientação das peças amostradas ocorrer, o efeito desse pode ser grandemente reduzido se a amostra em linhas for lançada em mais de uma direção.

Segundo Queiroz *et al.* (2011) a amostragem por conglomerados surgiu do conhecimento de que unidades aleatórias distribuídas em uma população poderiam ser aglutinadas em um cacho ou um grupo, visando reduzir custos no trabalho de campo, principalmente quando a população é de difícil acesso e viajar para chegar ao ponto amostral exige expressivo tempo em relação àquele que se gasta para as medições ou levantamento dos dados amostrais. Corrow (2007) realizando um levantamento da necromassa em uma floresta experimental em Montana/EUA obteve resultados superiores para a amostragem em dois estágios, quando comparada aos resultados obtidos pela amostragem em linha em um único estágio.

O presente estudo propõe um sistema de amostragem para necromassa condizente com a realidade das florestas brasileiras, estabelecendo condições técnicas e científicas para aplicação no Inventário Florestal Nacional (IFN), que ainda não está bem descrito metodologicamente, enriquecendo dessa forma estudos sobre o assunto, que ainda são escassos no país.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização e localização da área de estudos

Os dados foram coletados em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista com área de 9,5 hectares, localizados no Campus III da Universidade Federal do Paraná em Curitiba-PR. Machado *et al.* (2008) afirmaram que essa floresta, por estar situada próxima ao centro urbano de Curitiba, sofreu ação antrópica de extração de indivíduos e, por consequência, caracteriza-se hoje como uma floresta secundária com alta frequência de espécies pioneiras e diâmetros de pequenas dimensões.

O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Cfb (subtropical úmido mesotérmico), com verões frescos e invernos com geadas freqüentes. A temperatura e a precipitação média anual ficam em torno de 17°C e 1.400 mm, respectivamente. O bosque situa-se entre as coordenadas 25°26'50"S e 25°27'33"S e 49°14'16"W e 49°14'33"W, e a altitude do terreno está entre 890 m a 915 m sobre o nível do mar (MACHADO *et al.*, 2008).

Amostragem, coleta e análise dos dados

Utilizou-se o método LIS (Line Intercept Sampling) para coleta de peças de madeira mortas encontradas sobre o solo florestal e, sendo comum em florestas naturais a ocorrência de indivíduos mortos em pé e tocos mortos remanescentes de queda, a coleta desses foi feita aplicando-se a amostragem de Strand (1958).

O procedimento de amostragem utilizado foi o sistemático em dois estágios. O primeiro estágio consistiu no lançamento dos pontos centrais dos conglomerados sistematicamente na área. Esta foi dividida anteriormente em blocos de 50 m x 50 m, demarcados com quatro canos sinalizados, facilitando o estabelecimento dos quarenta conglomerados, os quais foram orientados sempre para face norte da região. O segundo estágio correspondeu ao lançamento das subunidades em cada ponto sistematizado anteriormente, visando conseguir maior eficiência e a menor morosidade na coleta de dados. Cada conglomerado é composto por quatro subunidades (linhas) de 15,71 m cada, formando a denominada cruz de malta, totalizando 160 subunidades.

Foram mensurados o comprimento e o diâmetro central acima de três centímetros de todas as peças amostradas. Para os grupos dois e quatro (Tabela 1), o diâmetro a 1,30 metros do solo também foi medido para posterior cálculo do volume. Como critério de seleção para peças dos grupos dois e quatro, utilizou-se o método de Strand e para os demais grupos o método LIS foi empregado.

Tabela 1. Descrição das peças mensuradas em campo.
Table 1. Description of pieces measured in the field.

Grupo	Tipo de peça
1	Galho
2	Árvore morta em pé
3	Toco morto
4	Árvore morta caída

O método de Strand, conforme descrito por Péllico Netto e Brena (1997), baseia-se, fundamentalmente, no critério probabilístico de seleção de indivíduos na unidade amostral com proporcionalidade ao diâmetro ou à altura, sendo a coleta dos dados feita em linhas dentro da floresta. O critério de seleção utilizado foi proporcional à altura a fim de estimar o volume e o número de indivíduos, ambos por hectare. O procedimento de seleção consiste em caminhar ao longo da linha e selecionar os indivíduos à sua esquerda, cuja distância seja igual ou menor

que a metade da sua altura total. Para tal, utilizou-se um clinômetro Suunto, medindo-se o ângulo vertical. O volume foi calculado por fórmula proposta por Strand (1958) e o número de indivíduos foi calculado segundo fórmula proposta por Péllico Netto e Brena (1996), conforme apresentadas nas equações (1) e (2), respectivamente:

$$V = f \frac{1}{10} \sum_{i=1}^m d_i^2 \quad (1)$$

em que V = volume das peças em $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$; f = fator de forma para árvores mortas em pé, adotado, após amostragem realizada na própria área, o valor de 0,7 no cálculo dos estimadores; m = número de tocos ou árvores mortas em pé e d = diâmetro central ou diâmetro a 1,30 metros do solo para toco e árvore morta em pé, respectivamente.

$$N = \frac{20.000}{L} \sum_{i=1}^m \frac{1}{l_i} \quad (2)$$

em que: N = número de indivíduos por hectare; L = comprimento da linha amostral (15,71 metros); l_i = comprimento da peça que cruza a linha, em metros.

O método Line Intersect Sampling (LIS) descrito por Van Wagner (1968) foi desenvolvido por Canfield em 1941 (CORROW, 2007) e inicialmente aplicado no trabalho de Warren e Olsen (1964), os quais introduziram tal conceito no meio florestal a fim de quantificar o resíduo da colheita em plantio de *Pinus radiata* na Nova Zelândia. Segundo De Vries (1974) este método possui "design" de uma amostragem probabilística desigual que utiliza um transecto em linha de comprimento fixo. Van Wagner propôs uma reformulação do estudo feito por Warren e Olsen, incluindo na fórmula a medição dos diâmetros de cada peça amostrada, além de dispensar o teste preliminar em campo para determinar o erro proveniente da orientação das peças amostradas em relação à linha transectal.

Assim, o método tem como princípio básico a medição do diâmetro de cada peça de madeira que toque a linha lançada, exceto aquelas que toquem no sentido longitudinal da linha. Calculando-se posteriormente o volume sólido de cada uma das peças conforme está apresentado na equação (3).

$$V = \frac{\pi^2}{8L} \sum_{i=1}^m d_i^2 \quad (3)$$

em que: V = volume em $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$; d = diâmetro central em centímetros de cada peça intercepta-

da pela linha e L = comprimento da linha amostral (15,71 metros).

O número de indivíduos por hectare foi obtido usando-se a formulação proposta por Van Wagner (1968), modificada pelos autores deste trabalho, no qual os comprimentos das peças amostradas foram considerados eventos aleatórios ao longo da linha amostral, conforme já aplicado em derivação anterior similar proposta por Péllico Netto e Brena (1996) para a obtenção da densidade populacional no método de Strand.

$$N = \frac{\pi \cdot 5.000}{L} \sum_{i=1}^m \frac{1}{l_i} \quad (4)$$

em que: N = número de indivíduos por hectare; L = comprimento da linha amostral (15,71 metros); m = número árvores caídas mortas ou galhos que cruzaram a linha e l_i = comprimento da peça em metros.

O processo de amostragem utilizado foi sistemático em dois estágios, em que os conglomerados foram lançados de forma sistemática na área devido à disposição dos blocos já existente na área.

A formulação utilizada encontra-se detalhada em Péllico Netto e Brena (1997), sendo as principais equações listadas abaixo.

Variância da Média:

$$s^2_{\bar{x}} \cong \frac{(1-f) \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^M X_{ij}^2 - \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^M X_{ij} X_{(i+1)j} - \frac{\sum_{j=1}^n X_{ij}^2 + X_{Mj}^2}{2}}{nM(nM-M)}$$

em que: n = número de conglomerados; M = subunidades do conglomerado

Erro padrão: $s_{\bar{x}} \cong \sqrt{s^2_{\bar{x}}}$

em que: $s^2_{\bar{x}}$ = variância da média

Erro de Amostragem

Absoluto: $E_a \cong \pm t s_{\bar{x}}$

Relativo: $E_r \cong \pm (E_a / \bar{x}) * 100$

em que: t = valor da distribuição t de Student para o nível de significância considerado; $s_{\bar{x}}$ = erro padrão.

Intervalo de Confiança para a média:

$IC [\bar{x} - t s_{\bar{x}} < \bar{X} < \bar{x} + t s_{\bar{x}}] = P$

em que \bar{x} = média dos valores da amostra; \bar{X} = média da população; t e $s_{\bar{x}}$ já definidos anteriormente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de peças mensuradas nos quatro diferentes grupos é apresentado na Tabela 2. Nos quarenta conglomerados amostrados o maior número de indivíduos foi proveniente do grupo um, o que já era esperado, pois a queda de galhos ocorre mais comumente em relação aos demais eventos amostrados, somando no total 469 indivíduos (82% do total), seguido do grupo dois com 57 indivíduos (10%), grupo quatro com 28 indivíduos (5%) e grupo três com 18 indivíduos (3%), totalizando uma amostragem de 572 peças, correspondente a média de 44 peças por hectare.

Thauvin *et al.* (2010) utilizaram também o método LIS para amostragem de necromassa em duas florestas de eucalipto na Tasmânia, onde amostraram um total de 468 e 491 peças para uma floresta de eucalipto em regeneração e uma floresta de eucalipto madura, respectivamente.

O número de indivíduos calculados por hectare foi maior para o grupo um (4.356 indivíduos por hectare); o grupo dois resultou em 437 indivíduos por hectare, cujo valor é relativamente alto, elucidando as evidências da dinâmica florestal, de que indivíduos constantemente morrem. Para o grupo três o número de indivíduos por hectare foi de 2.931, já para o grupo quatro o resultado foi inferior ao grupo três, com apenas 282 indivíduos por hectare, mostrando que a queda das árvores no solo florestal demanda mais tempo e requer a atuação de decompositores da madeira. Corrow (2007) estimou em amostragem realizada em diferentes talhões mistos 1.115 a 3.914 indivíduos por hectare, resultado semelhante ao obtido neste trabalho, que quando considerada a junção de todos os grupos, a média resultante é de 3.133 indivíduos por hectare.

A distribuição de frequência dos diâmetros da necromassa amostrada para todos os dados agrupados seguiu uma distribuição exponencial negativa (Figura 1). Woldendorp *et al.* (2002) estudando a distribuição da necromassa em terras localizadas em Injune, Kioloa e Warra, encontraram distribuições de frequência semelhantes a deste trabalho, porém com variações na frequência e na amplitude das classes diamétricas. Esses mesmos autores afirmaram que a necromassa é mais abundante nas menores classes diamétricas e menos frequente nas maiores classes.

Tabela 2. Número de peças mensuradas nos conglomerados para os diferentes grupos.

Table 2. Number of pieces measured in clusters for the different groups.

Grupo	Conglomerado																				Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	12	10	7	11	11	18	8	13	12	9	9	15	13	8	12	11	9	7	16	20	231
2	1	2	2	1	1			1					1			3	7	4	1	1	25
3				1	2					3	2				1						9
4		1	1				1	2		2		1	1		1	2					12
Total	13	13	10	13	14	18	9	16	12	14	11	16	15	8	14	16	16	11	17	21	277

Grupo	Conglomerado (cont.)																				Total
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
1	14	6	21	18	6	9	15	12	9	14	8	11	9	18	10	8	12	11	13	14	238
2	1	3	2	2	3	5		1		1	2	2	2		4	2	1	1			32
3	2				2	1				1			1				1		1		9
4	1	2		1	1		1			1	2			1	1		1	3		1	16
Total	18	11	23	21	12	15	16	13	9	17	12	13	12	19	15	10	15	15	14	15	295

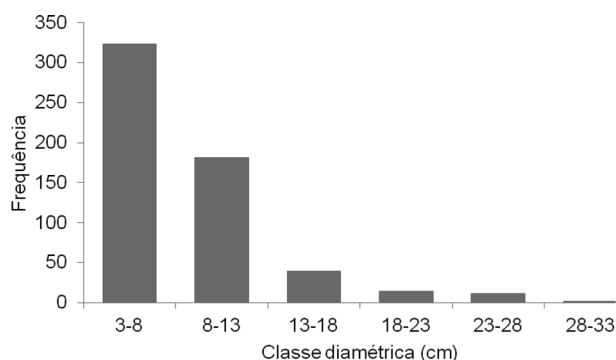


Figura 1. Distribuição de frequência nas diferentes classes diamétricas.

Figure 1. Frequency distribution in different diameter classes.

Os valores de volume calculados em cada subunidade nos 40 conglomerados amostrados estão listados na Tabela 3. A média geral amostrada foi de 16,62 m³.ha⁻¹ e desvio padrão de 17,9 m³.ha⁻¹. A média volumétrica para o grupo um foi de 9,237 m³.ha⁻¹, para o grupo dois de 10,994 m³.ha⁻¹, para o grupo três de 25,191 m³.ha⁻¹ e para o grupo quatro de 17,875 m³.ha⁻¹.

Corrow (2007) em amostragem realizada em diferentes talhões com espécies variadas, encontrou valores de volume de 41 a 209 m³.ha⁻¹. Thauvin *et al.* (2010) encontraram valores de volume variando de 7 a 1296 m³.ha⁻¹ nas florestas de eucalipto estudadas. Woldendorp *et al.* (2002) ao analisar os valores de volume nas diferentes parcelas instaladas em três tipos florestais, en-

contraram um valor médio de 26,2 m³.ha⁻¹. No Brasil, nenhum trabalho quantificando necromassa foi publicado até o momento, impossibilitando qualquer tipo de comparação com a fitofisionomia avaliada.

O processamento do inventário resultou nos parâmetros indicativos da qualidade do inventário florestal e estão listados na Tabela 4, na qual os erros (absoluto e relativo) foram calculados com 95% de probabilidade.

O erro padrão e o erro de amostragem foram relativamente baixos, em se tratando de uma amostragem de necromassa, na qual os indivíduos apresentam grande variação em suas dimensões os resultados se mostraram satisfatórios. Woldendorp *et al.* (2004) alegaram que a variabilidade do volume de necromassa encontrado nas florestas é relativamente alta e, conseqüentemente, obter estimativas com precisão requer uma alta intensidade de amostragem. Os mesmos autores afirmam que a variável que mais interfere na precisão da estimativa é o comprimento do transecto. Brown (1974) afirmou que a amostragem de necromassa por ser bastante variável, erros de 20% são adequados para avaliar a maioria dos problemas envolvendo material combustível na área, porém quando há um interesse no uso potencial da necromassa, erros de 10 a 15% são mais apropriados.

Tabela 3. Volume das subunidades amostradas nos diferentes conglomerados para todos os grupos coletados (V= volume médio do conglomerado e DP= desvio padrão do conglomerado).

Table 3. Volume of sampled subunits in the different clusters for all the collected groups (V = cluster volume mean and SD = cluster standard deviation).

Conglomerados	Subunidades				V (m ³ .ha ⁻¹)	DP (m ³ .ha ⁻¹)
	1	2	3	4		
1	2,46	6,54	0,86	30,19	10,02	13,66
2	9,14	71,76	15,71	9,46	26,52	30,31
3	15,60	13,87	4,49	1,96	8,98	6,76
4	9,06	0,86	48,82	75,90	33,66	35,10
5	37,68	7,31	26,19	4,84	19,01	15,68

Tabela 3 - Continuação. Volume das subunidades amostradas nos diferentes conglomerados para todos os grupos coletados (V= volume médio do conglomerado e DP= desvio padrão do conglomerado).

Table 3 - Continuation. Volume of sampled subunits in the different clusters for all the collected groups (V = cluster volume mean and SD = cluster standard deviation).

Conglomerados	Subunidades				V (m ³ .ha ⁻¹)	DP (m ³ .ha ⁻¹)
	1	2	3	4		
6	14,56	2,74	17,87	19,87	13,76	7,67
7	2,01	30,50	4,07	4,07	10,16	13,59
8	6,76	11,85	2,71	39,07	15,10	16,42
9	10,80	6,51	3,56	5,09	6,49	3,12
10	42,44	5,38	5,63	34,14	21,90	19,23
11	33,68	58,06	10,63	7,14	27,38	23,60
12	10,31	12,91	5,55	4,45	8,31	3,98
13	18,45	12,13	54,92	0,00	21,38	23,64
14	8,92	1,26	1,45	6,37	4,50	3,78
15	5,84	4,97	12,51	11,03	8,58	3,74
16	3,54	9,23	46,65	7,57	16,75	20,08
17	0,00	15,94	9,04	20,92	11,48	9,07
18	2,83	13,10	5,76	42,78	16,12	18,29
19	30,57	4,72	16,05	6,31	14,41	11,88
20	2,16	5,15	6,81	29,17	10,82	12,38
21	6,38	112,93	28,00	22,26	42,39	47,91
22	13,57	5,03	3,08	50,52	18,05	22,12
23	17,08	15,23	18,59	7,16	14,52	5,09
24	39,57	6,59	71,76	1,59	29,88	32,61
25	44,82	39,98	3,32	1,96	22,52	23,05
26	3,18	13,17	12,25	29,92	14,63	11,14
27	12,45	23,97	14,01	32,03	20,61	9,16
28	12,04	4,34	27,12	0,71	11,05	11,71
29	3,22	28,45	11,66	2,83	11,54	11,99
30	10,07	44,48	2,22	11,90	17,17	18,68
31	39,58	6,76	6,62	33,24	21,55	17,35
32	10,61	8,57	44,77	0,00	15,99	19,73
33	8,13	8,51	10,00	5,52	8,04	1,86
34	31,50	7,41	19,63	18,35	19,22	9,86
35	35,36	70,31	3,08	10,22	29,74	30,38
36	20,09	6,30	2,51	2,38	7,82	8,38
37	15,71	5,60	44,17	0,71	16,55	19,45
38	22,36	40,41	8,33	6,15	19,31	15,79
39	18,86	10,22	6,36	3,56	9,75	6,66
40	10,62	4,79	3,38	17,92	9,18	6,62

Tabela 4. Estimadores indicativos da qualidade do inventário florestal.

Table 4. Indicative estimates of the quality of forest inventory.

Estimadores	Valores
Média (m ³)	16,62
Variância da Média (m ³) ²	1,7789
Erro padrão (m ³)	1,3338
Erro padrão percentual (%)	8,0251
Erro de amostragem absoluto (m ³)	2,6675
Erro de amostragem relativo	16,0501
Intervalo de confiança (m ³)	13,9584 ≤ \bar{X} ≤ 19,2875

Os valores de volume e número de indivíduos encontrados no presente trabalho se assemelharam a valores de diferentes inventários florestais realizados em diversas partes do mundo, nas mais diferentes tipologias estudadas, o que demonstra a qualidade do inventário realizado e indicando o potencial para aplicação do sistema em levantamentos de necromassa.

CONCLUSÃO

A metodologia proposta se mostrou satisfatória para amostragem da necromassa em uma floresta ombrófila mista. Os valores de erro padrão e erro de amostragem foram baixos, 8 e 16% respectivamente, possibilitando um planejamento eficiente para um possível aproveitamento do material.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, R.I.; SILVA, L.F.S.G.; CAVALCANTE, C.O. **Protocolo necromassa: estoque e produção de liteira grossa**. Boa Vista: INPA - Programa de Pesquisa em Biodiversidade, 2009. 24p.
- BROWN, J.K. **Handbook for inventorying downed woody material**. Ogden: USDA, 1974. 24p. (Forest Service General Technical Report, INT-16).
- BROWN, S. **Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a Primer**. Roma: FAO, 1997. 55p. (FAO Forestry Paper, 134)
- CORROW, A.L. **Double sampling for coarse woody debris estimations following line intersect sampling**. 2007. 57p Tese (Master of Science) - Western Washington University, Washington, 2007.
- De VRIES, P.G. Multistage line intersect sampling. **Forest Science**, Bethesda, v.20, n.2, p.129-133, 1974.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Monitorização e Avaliação de Recursos Florestais Nacionais de Angola: Guia para recolha de dados**. Roma: FAO, 2009. 180p. (NFMA, 41).
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Global forest resources assessment 2005**. Roma: FAO, 2006. (FAO Forestry Paper, 147).
- MACHADO, S.A.; NASCIMENTO, R.G.M.; AUGUSTYNICZIK, A.L.D.; SILVA, L.C.R.; FIGURA, M.A.; PEREIRA, E.M.; TÊO, S.J. Comportamento da relação hipsométrica de Araucaria angustifolia no capão da Engenharia Florestal da UFPR. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n.56, p.5-16, 2008.
- MIEHS, A.; YORK, A.; TOLHUST, K.; Di STEFANO, J.; BELL, T. Sampling downed coarse woody debris in fire-prone eucalypt woodlands. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.259, n.3, p.440-445, 2010.
- PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D.A. **Inventário Florestal**. Curitiba: Edição dos autores, 1997. 316p.
- PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D.A. Obtenção da densidade de povoamentos no método de amostragem de Strand. **Revista Cerne**, Lavras. v.2, n.2, p.81-90, 1996.
- QUEIROZ, W.T.; NETTO, S.P.; VALENTE, M.D.R.; PINHEIRO, J.G. Análise estrutural da unidade conglomerada cruz de malta na floresta nacional do Tapajós, estado do Pará, Brasil. **Revista Floresta**, Curitiba, v.41, n.1, p.9-18, 2011.
- SMITH, J.E.; HEATH, L.S.; WOODBURY, P.B. How to estimate forest carbon for large areas from inventory data. **Journal of Forestry**, Bethesda, v.102, n.1, p.25-31, 2004.
- STRAND, L. Sampling for volume along a line. **Meddelelser fra Det Norske Skogforsoksvesen**, Berlin, v. 51, p.327-331, 1958.
- THAUVIN, G.; LIBIS, E.; GROVE, S.; WARDLAW, T. **Comparison of coarse woody debris volumes between mature and silviculturally regenerated eucalypt forest along a disturbance gradient**. Hobart: Forestry Tasmania, 2010. Technical Report, v.15.
- Van WAGNER, C.E. **Practical aspects of the line intersect method**. Ontario: Canadian Forestry Service, 1982. 18p. Information Report PI-X-12.
- Van WAGNER, C.E. **The line intersect method in forest fuel sampling**. **Forest Science**, Bethesda, v.14, n.1, p.20-26, 1968.
- WADDELL, K.L. Sampling coarse woody debris for multiple attributes in extensive resource inventories. **Ecological Indicators**, Oxford, v.1, n.3, p.139-153, 2002.
- WARREN, W.G.; OLSEN, P.F. A line intersect technique for assessing logging waste. **Forest Science**, Bethesda, v.10, n.3, p.267-276, 1964.
- WOLDENDORP, G.; KEENAN, R.J.; BARRY, S.; SPENCER, R.D. Analysis of sampling methods for coarse woody debris. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.198, n.1-3, p.133-148, 2004.
- WOLDENDORP, G.; SPENCER, R.D.; KEENAN, R.J.; BARRY, S. **An analysis of sampling methods for coarse woody debris in Australian forest ecosystems**. Canberra: BRS - Bureau of Rural Science, 2002. 94p. Report for the National Greenhouse Strategy, Module 6.6.
- WOODALL, C.W.; HEATH, L.S.; SMITH, J.E. National inventories of down and dead woody material forest carbon stocks in the United States: Challenges and opportunities. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam. v.256, n.3, p.221-228, 2008.
- WOODALL, C.W.; RONDEUX, J.; VERKERK, P.J.; STAHL, G. Estimating dead wood during national forest inventories: a review of inventory methodologies and suggestions for harmonization. **Environmental Management**, New York, v.44, n.4, p.624-631. 2009.

Recebido em 21/06/2011

Aceito para publicação em 14/02/2012