

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, Brasil¹

Deusdedith CRUZ FILHO², José Natalino Macedo SILVA³

RESUMO

Neste trabalho são comparados os volumes de resíduos lenhosos, produzidos em uma área de floresta não explorada, com os de outra de floresta explorada, na propriedade denominada Fazenda Santa Marta (3°04'S, 49°14'W). Localizada na bacia hidrográfica do médio rio Moju, município homônimo, Nordeste do Estado do Pará, Amazônia Oriental. Os estudos foram realizados em área total de 426 ha, referentes a 4 Unidades de Trabalho das Unidades de Produção, sendo duas exploradas utilizando técnicas de impacto reduzido, totalizando 217 ha e as outras duas em floresta não exploradas, totalizando 209 ha. Foi testada a metodologia “amostragem por linha interceptora” como método para coleta e processamento dos dados sobre os resíduos lenhosos, em que foram utilizados 6.000 m de transectos para cada situação, totalizando 12.000 m de linhas de amostragem. Mediu-se todo o material lenhoso ainda caído sobre o piso florestal, com diâmetro superior a 10 cm, considerando o estado de decomposição das peças medidas. O volume médio estimado foi 82 m³ha⁻¹ para floresta não explorada e 137 m³ha⁻¹ para floresta após exploração de impacto reduzido.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos lenhosos, Exploração florestal de impacto reduzido, Amazônia, Amostragem por linha interceptadora.

Evaluation of the amount of coarse woody debris in area of logged and undisturbed forests, using line-intercept sampling, in the Medium Moju River, Eastern Amazonia, Brazil

ABSTRACT

This work compares the volumes of coarse woody debris produced in an area, with the another one logged forest by reduced impact logging methods, in called property Farm Saint Marta (3°04'S, 49°14'W). This locates-itself in the hidrográfic basin of the medium river Moju, city homonym, Northeast of the State of Pará, Eastern Amazonia. The studies had been carried through in total area of 426Ha, referring the 4 Units of Work immediate of forest management areas. Two of these units had been explored by reduced impact logging, totalizing 217Ha, and the others two in undisturbed forest totalizing 209Ha. It was used line intercept sampling for as method to quantify the coarse woody debris in 6,000 m of lines for each situation, totalizing 12,000 m of sampling lines. The fallen woody debris was measured on the forest floor, with superior diameter 10 cm, considering the diameter and the state of decomposition of the measured parts. The estimated volume was 82 m³ha⁻¹ in undisturbed forest and 137 m³ha⁻¹ in logged forest by reduced impact logging methods.

KEY WORDS: Coarse woody debris, Amazonia, Reduced impact logging, Line intercept sampling

¹ Extraído da Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Universidade Federal Rural da Amazônia, 2005. Financiada pela Agência de Desenvolvimento da Amazônia e incluso no Projeto Bom-Manejo.

² UFRA. Av. Pres. Tancredo Neves 2501, Terra Firme, Belém – Pará, CEP 66.077-530 (UFRA / ICA). E-mail: dcfilho@yahoo.com.br

³ Ministério do Meio Ambiente e da Amazonia Legal, Serviço Florestal Brasileiro. SCEN Trecho 2 Ed Sede do IBAMA BL H70818-900 Brasília-DF. E-mail: nsilva46@hotmail.com

INTRODUÇÃO

As florestas produzem naturalmente resíduos lenhosos, seja por meio da queda de ramos e galhos, ou até mesmo de árvores inteiras. As principais funções dos resíduos lenhosos estão relacionadas à produtividade das árvores da floresta, provisão de estrutura e habitat para manutenção da diversidade biológica, contribuição para a estabilidade do solo, prevenção de erosão em relevos inclinados e estocagem do carbono em longo prazo (Lofroth, 1998; Stevens, 1997). Os resíduos lenhosos são definidos por Keller *et al.* (2004) como todo material morto e caído no chão da floresta, encontrado tanto em áreas não exploradas como em áreas exploradas, com diâmetro superior a 10 cm.

Levantamentos de Resíduos Lenhosos (RL) têm sido utilizados, para descrever distúrbios nas florestas (Stutevant *et al.*, 1997), na determinação de mudança estrutural da floresta em resposta a diferentes impactos ambientais, na avaliação de diferenças entre locais em termos de produtividade, dinâmica da comunidade, quantidade de carbono biogeoquímico (Harmon & Hua, 1991) e também para avaliação da qualidade e *status* dos habitats da vida selvagem, para determinar a quantidade de material combustível e procedimentos contra incêndios florestais e para avaliar a quantidade de carbono retido na madeira morta (Fearnside, 1997, Keller *et al.*, 2004, Rice *et al.*, 2004). Estudos de resíduos lenhosos também têm sido importantes para explicar a produtividade dos sítios quanto à ciclagem e armazenamento de nutrientes e água (Keller *et al.*, 2004) e para avaliar a produtividade primária em ecossistemas de florestas tropicais (Malhi *et al.*, 2004).

No Brasil, pesquisas que envolvem RL são ainda consideradas raras, especificamente na Amazônia. Há lacunas de conhecimento sobre este assunto, em especial sobre a quantificação de RL em florestas exploradas e sobre as formas de utilização deste material.

Os RL podem ser aproveitados para diversos fins, sendo o mais notório, como material combustível. Estes resíduos oriundos de exploração florestal têm sido alvo de negociação no estado do Mato Grosso, principalmente na sua porção localizada na Amazônia Legal (SECOM, 2005). A avaliação dos RL também é importante para quantificar, por exemplo, o volume aproveitável de copas para serraria, de espécies de madeira consideradas de alto valor como o mogno (*Swietenia macrophylla*) e o ipê (*Tabebuia* sp.), entre outras.

O objetivo deste estudo foi a avaliação da quantidade de resíduos lenhosos existentes em floresta tropicais de terra firme na Amazônia Oriental Brasileira, em que foi testada a metodologia Amostragem por Linha Interceptadora, comparando a produção de resíduos lenhosos, nas situações de floresta não explorada e floresta explorada sob exploração de impacto reduzido.

MATERIAL E MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Área de Manejo Florestal (AMF) da Fazenda Santa Marta (3°04'S, 49°14'W), situada no município de Moju, Pará, pertencente a Juruá Florestal Ltda., onde foram utilizadas técnicas de exploração florestal de impacto reduzido.

O clima da região é classificado como do tipo Am, segundo Köppen. A precipitação anual em geral é superior a 2.000 mm. Os diferentes tipos de solos encontrados na região onde se situa a AMF são: Podzólico Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho Amarelo, Latossolo Amarelo, Solos Litólicos e Laterita Hidromórfica. O ambiente fitoecológico onde ocorreu a coleta de dados é denominado Floresta Ombrófila Densa. Este ambiente é caracterizado por apresentar uma vegetação sempre-verde, com árvores de folhas perenes e raramente caducifólias, e também, por apresentar um dossel fechado, elevada biomassa e algumas árvores emergentes, com altura variando de 30 a 50 metros (IBGE, 1990).

AMOSTRAGEM E OBTENÇÃO DE DADOS

Os dados de campo foram coletados utilizando a amostragem por linha interceptadora – (ALI). Neste método, em todas as peças de RL que cruzam a linha de amostragem são registrados (Brown, 1974):

- o diâmetro que intercepta a linha de amostragem, no sentido perpendicular ao seu eixo principal, sendo que a mesma peça pode ser registrada mais de uma vez se cruzar a linha de amostragem, por ser bifurcada, curva, quebrada, entre outras; e

- a classe de decomposição (Harmon *et al.* 1995).

A aplicação mais comum tem sido a estimativa do volume total de resíduos de madeira, a partir de medições de diâmetros obtidos em pontos, onde as peças atravessam as linhas individuais de amostragem (Marshall *et al.*, 2003). Foram coletadas informações sobre os RL em 'floresta não explorada' (FNE) e em 'floresta explorada sob impacto reduzido' (EIR).

Para as duas situações foram realizados levantamentos em duas unidades de trabalho (UT), representando duas repetições. Cada UT tem área de cerca de 100 ha, com comprimento e largura de aproximadamente 1.000 m. O levantamento nas áreas exploradas ocorreu um ano após a exploração florestal. Todas as UTs foram escolhidas aleatoriamente, tendo como base o mapa da A.M.F. dividido em unidades de 100 hectares.

O levantamento de campo foi realizado nas UTs 1 e 9, do Plano de Operações Anual de 2004, quando estas áreas ainda não haviam sido exploradas, para a situação FNE. Para a

situação EIR o levantamento ocorreu nas UTs 4 e 5 do Plano de Operações Anual de 2003.

Foram amostrados 6000 m de linhas por tratamento, totalizando 12.000 m para todo o trabalho de campo. Em cada UT foram amostrados 3.000 m, em três linhas paralelas de 1.000 m de comprimento. Cada linha de 1.000 m corresponde a uma unidade amostral. Todas as linhas de amostragem foram abertas na direção Norte – Sul, em direção perpendicular às picadas de levantamento prévio à exploração florestal (censo florestal) e às estradas internas de cada UT, que estão dispostas na direção Leste - Oeste. Desta forma, foram registrados os RL em todos os tipos de danos provocados pelas operações de exploração florestal, em locais com maior e menor intensidade de exploração florestal, nas margens das estradas internas, trilhas de arraste e também nos pátios de estoque de toras e nas áreas circundantes a estes.

As peças de RL registradas foram classificadas no ato da coleta de dados, de acordo com o respectivo estado de decomposição, representadas pelas classes citadas por Harmon *et al.* (1995). Estas classes de decomposição variaram, do material lenhoso morto mais recentemente (classe 1) ao mais apodrecido (classe 5), de acordo com os seguintes critérios:

- Classe 1: material lenhoso constituído por madeira sólida, com folhas e/ou galhos finos unidos à peça principal, sem degradação perceptível;

- Classe 2: material lenhoso sólido com casca intacta, porém sem folhas ou galhos finos;

- Classe 3: material lenhoso semelhante ao da Classe 2, exceto pela casca apodrecida;

- Classe 4: material lenhoso um tanto apodrecido que pode ser quebrado quando chutado (pontapés);

- Classe 5: material lenhoso apodrecido, friável, e que pode ser quebrado com as mãos nuas.

Algumas das aplicações da diferenciação dos resíduos lenhosos em classes de decomposição estão relacionadas à tomada de decisão sobre a retirada dos resíduos lenhosos da floresta para aproveitamentos diversos ou da permanência destes sobre o solo florestal para a ciclagem de nutrientes.

CALCULO DO VOLUME DOS RL

Os volumes foram calculados para cada linha de amostragem, empregando-se a fórmula desenvolvida por Van Wagner (1968), a qual fornece a estimativa do volume total do conjunto das peças de RL para cada linha (1000 m), a partir dos diâmetros das peças medidas por ocasião do levantamento de campo:

$$V = \frac{\pi (\sum d^2)}{8L}$$

Em que:

V = Volume (m³ha⁻¹);

d = diâmetro das peças RL que cruzam a linha de amostragem, em cm;

L = comprimento da linha de amostragem, em m.

Os volumes obtidos em cada área foram comparados pela aplicação do teste t.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios dos volumes de RL bem como a comparação dos mesmos pelo teste t.

Tabela 1 - Comparação entre os volumes de RL (resíduos lenhosos) em FNE (floresta não explorada) e EIR (exploração de impacto reduzido) total e por classe de decomposição.*

Classe de decomposição	FNE			EIR			t	F
	Volume médio (m ³ ha ⁻¹)	Coefficiente de variação (%)	N	Volume médio (m ³ ha ⁻¹)	Coefficiente de variação (%)	N		
Todas as Classes	82,84	36,74	54	137,18	10,81	5	2,75*	0,02
1	1,72	127,53	651	4,86	116,41	542	1,26 ^{NS}	0,23
2	2,68	63,94	164	8,93	96,4	372	2,27*	0,04
3	44,63	43,53	76	58,26	41,99	71	1,06 ^{NS}	0,31
4	26,16	41,44	69	52,25	31,47	40	3,24**	0,00
5	7,61	77,87	243	9,37	102,56	421	0,38 ^{NS}	0,71

* Em que: N = Número necessário de unidades amostrais (n), para obter precisão de 10% dos resultados referentes aos volumes; t = resultados do teste t, F = resultado da análise de variância.

Observa-se diferença significativa entre o volume de RL entre FNE e EIR. Esta última devido ao acréscimo de resíduos gerados pela exploração àqueles criados naturalmente. No entanto, quando se consideraram as classes de decomposição, alguns resultados não seguiram a mesma tendência, como o da classe 1, por exemplo, cujo volume em EIR é quase o triplo do volume estimado para FNE.

A grande variabilidade observada na estimativa dos volumes de RL segundo as classes de decomposição é um fator decisivo nos resultados inesperados quando se comparou as médias pelo teste t. A variabilidade nas classes de decomposição, expressa pelo coeficiente de variação, foi de 41% - 127% para FNE e 31% - 116% para EIR. Quando todas as classes foram consideradas em conjunto, a variabilidade foi relativamente menor, 36% para FNE e apenas 10% para EIR (Tabela 1).

No presente estudo, a intensidade de amostragem foi pequena para obter estimativa de RL em precisão aceitável. Em geral, recomenda-se, para caso da variável volume, que o limite de erro esteja em torno de 10%.

Partindo-se desta premissa foram calculados os números de unidades de amostras necessários para atender àquele limite de erro. Para FNE o número variou de 69 – 651 unidades de amostra (U. A.) para as diferentes classes de decomposição, e seriam necessárias 54 U. A. quando se considera o conjunto das classes de decomposição (Tabela 1). Para EIR, considerando o conjunto de classes de decomposição, o número necessário foi até inferior ao aplicado nestes trabalhos. No entanto, ao se considerar as classes de decomposição, a amostragem foi ineficiente: o número de amostras variou de 40 – 542 (Tabela 2).

Tabela 2 - Volume médio de RL por UT, quantificado na Fazenda Santa Marta, Moju, Pará, Brasil.

TRATAMENTO	UT	VOLUME (m ³ /ha)	ERRO PADRÃO	CV%
FNE	01	77,43	23,56	52,72
FNE	09	88,25	13,68	26,86
EIR	04	126,20	10,20	14,00
EIR	05	148,17	30,06	36,06

O volume médio, para cada tratamento, nas 4 unidades de trabalho amostradas, variou de 77,43 a 88,25 m³ha⁻¹, para FNE e de 126,20 a 148,17 m³ha⁻¹ para EIR (Tabelas 2 e 3). A diferença da quantidade de volume de RL, calculada a partir dos dados de campo, entre as duas situações, demonstra o efeito da exploração florestal na produção de RL.

Clark *et al.* (2002), avaliando as condições edáficas em amostragem por blocos, quantificaram RL na Estação Biológica de La Selva, na Costa Rica, e encontraram volumes de 91,1, 99,3, 135,6 e 108,6 m³ha⁻¹ em condições de floresta não explorada, por tratar-se de área de conservação. Pauletto

Tabela 3 - Comparação entre os volumes médios de RL obtidos em Moju-PA com os valores obtidos por Keller et al. (2004) em Cauaxi-PA e Tapajós-PA.

Tratamento	Local	Comprimento do transecto (m)	Volume dos RLG (m ³ ha ⁻¹)
FNE	Moju - PA	6.000	82
	Cauaxi - PA	5.930	109
	Tapajós - PA	6.050	108
EIR	Moju - PA	6.000	137
	Cauaxi - PA	5.780	141
	Tapajós - PA	5310	154

(2006) quantificou o volume de 107 +/- 20,2m³ha⁻¹ através de amostragem em blocos, os RL encontrados em Floresta Ombrófila Aberta, localizada em Juruena, Estado do Mato Grosso.

Keller et al. (2004) quantificaram volumes de RL que variaram de 103 a 146 m³ha⁻¹ em florestas não exploradas e de 103 a 179 m³ha⁻¹ em área sob exploração de impacto reduzido, empregando a amostragem por linha interceptadora. Na Tabela 3 é apresentada a comparação dos dados obtidos neste estudo com os obtidos por Keller et al. (2004).

A quantidade superior de RL produzida em EIR nos sítios de Cauaxi e Tapajós em relação ao sítio de Moju, é reflexo da intensidade de exploração florestal nesses locais. Nos primeiros, a intensidade e exploração foi da ordem de 25 a 30 m³ha⁻¹ em toras (Keller *et al.*, 2004), enquanto que em Moju a média foi de 15 m³ha⁻¹. A menor produção de RL na floresta explorada, decorrente da menor intensidade de exploração nos diferentes locais está relacionada à fitofisionomia e à menor produção de biomassa florestal nestes sítios, resultando em menor número de espécies de interesse comercial, com diâmetro compatível à exploração e ao processamento mecânico.

Este mesmo princípio aplica-se à floresta não explorada, pois havendo menor produção de matéria viva, haverá também menor produção de RL para o sítio de Moju.

CONCLUSÕES

A produção de resíduos lenhosos em termos de volume de RL, em condição de floresta explorada, é significativamente superior à da floresta não explorada.

A metodologia utilizada – Amostragem por Linha Interceptadora apresentou resultados confiáveis na estimativa dos volumes de resíduos lenhosos, quando consideradas conjuntamente todas as classes de decomposição,

A metodologia utilizada – ALI, exige número elevado de unidades amostrais, para atender a um limite de erro de 10%, na estimativa do volume dos RL, quando consideradas separadamente as classes de decomposição.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Brown, J.K. 1974. *Handbook for Inventory Downed Woody Material*. USDA Forest Service, Ogden, Utah. 25 pp.
- Clark, D.B.; Clark, D.A.; Brown, S.; Oberbauer, S.F.; Veldkamp, E. 2002. Stock and Flows of Coarse Woody Debris Across a Tropical Rain Forest Nutrient and Topography Gradient. *Forest Ecology and Management*, 164: 237-248.
- Fearnside, P.M. 1997. Wood density for estimating forest biomass in Brazilian Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 90: 59-87.
- Harmon, M.E.; Hua, C. 1991. Coarse woody debris dynamics in two old-growth ecosystems. *BioScience*, 41(9): 604-610.
- Harmon, M.E.; Whigham, D.F.; Sexton J. 1995. Decomposition and mass of woody detritus in the dry tropical forest of the Northeastern Yucatan Peninsula, Mexico. *Biotropica*, 27: 305-316.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 1990. Projeto Zoneamento das Potencialidades dos Recursos Naturais da Amazônia Legal. Rio de Janeiro: IBGE. 212pp.
- Keller, M.; Palace, M.; Asnerz, G.P.; Pereira, R.J.R.; Silva, J.N.M. 2004. Coarse Woody Debris in Undisturbed and Logged Forests in the Eastern Brazilian Amazon. *Global Change Biology*, 10: 784-795
- Lofroth, E. 1998. *The deadwood cycle*. In: Voller, J.; Harrison, S., eds. Conservation biology principles for forested landscapes. Vancouver, BC: UBC Press; 185-214p.
- Malhi, Y.; Baker, T.R.; Phillips, O.L.; Almeida, S.; Alvarez, E.; Arroyo, L.; Chave, J.; Czimczik, C.; Di Fiore, A.; Higuchi, N.; Killeen, T.; Laurance, S.G.; Laurance, W.F.; Lewis, S.L.; Mercado, L.M.; Monteagudo, A.; Neill, D.; Núñez, V.P.; Patiño, S.; Pitman, N.C.A.; Quesada, A.; Silva, N.; Torres Lezama, A.; Terborgh, J.; Vásquez M. R.; Vinceti, B.; Lloyd, J. 2004. Wood productivity and net primary productivity in 100 Neotropical forests. *Global Change Biology*, 10: 563-591.
- Marshall, P.L.; Davis, G.; Taylor S.W. 2003. Using Line Intercept Sampling for Coarse Woody Debris: Practitioners' Questions Addressed. *Extension Note Forest Research, EN*, 012: 250 - 271.
- 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*. Dissertação de Mestrado, UFAM/INPA. 78p.
- Rice, A.H.; Pyle, E.H.; Saleska, S.R.; Hutyrá, L.; Palace, M.; Keller, M.; Camargo, P.B.; Portilho, K.; Marques, D.F.; Wofsy, S.C. 2004. Carbon Balance And Vegetation Dynamics. *Ecological Applications*, 14(4): S55-S71.
- SECOM. 2005. Disponível em www.secom.mt.gov.br. Acesso em 15/05/2005
- Stevens, V. 1997. The ecological role of coarse woody debris: an overview of the ecological importance of CWD in B.C. forests. Res. Br., B.C. Min. For., Victoria, B.C. Work. Pap. 30/1997.
- Stutevant, B.R.; Bissonette, J.A.; Long, J.N.; Roberts, D.W. 1997. Coarse Woody Debris as a Function of Age, Stand Structure, and Disturbance in Boreal Newfoundland. *Ecological Applications*, 7: 702-712.
- Van Wagner, C.E. 1968. The Line Intercept Method in Forest Fuel Sampling. *Forest Science*, 14: 20-26.

Recebido em 06/08/2007

Aceito em 01/11/2008

