Resíduos de exploração de floresta nativa: relação entre toras extraídas e resíduos gerados

Fábio Silva do Rosário[1]; Fernanda Yukari de Souza Sakuma [1]; Thayane Duarte Costa[1]; Milena Pantoja de Souza[2]; Sueo Numazawa[3]

[1]Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural da Amazônia - engflor.fabiosilva@gmail.com - fernandasakuma18@gmail.com - thayane_1709@yahoo.com.br; [2]Engenheira Florestal da Empresa Fazenda Renascer Art - milenapspantoja@gmail.com e [3]Professor Titular da Universidade Federal Rural da Amazônia - sueo.numazawa@gmail.com

Resumo: A utilização de resíduos florestais, na indústria de processamento, além de reduzir a pressão de exploração de novas áreas e árvores, pode proporcionar oportunidades de empreendedorismo dentro do manejo florestal. Este trabalho objetivou determinar a relação entre volume de resíduos gerados na exploração florestal e volume de toras extraídas na Fazenda Renascer Art. A amostragem foi estabelecida com base nos dados de inventário florestal da Fazenda Renascer, onde se definiu 25 espécies, que em toras, correspondeu a 85% do volume total extraídas na Fazenda. O estudo foi realizado com 100 árvores, distribuídas em grupos por classes diametrais e por espécie. O valor médio de Fator de Cubicação (FC) encontrado foi de 0,60 m^3 st^{-1}, o Fator de Empilhamento (FE) médio foi de 1,79 st m^{-3}. Encontrou-se uma relação de 1,46 m^3 ou 2,42 st de resíduos florestais para 1 m^3 de tora extraída. Os índices técnicos gerados neste estudo comprovam que as atividades de exploração de uma floresta nativa deixam um importante volume de resíduos.
Palavras-chave: Biomassa, Amazônia, Manejo.

Residues of native forest exploration: Relationship between extracted logs and waste generated

Abstract: The use of forestry residues in the processing industry, in addition to reducing the pressure of exploration of new areas and trees, can provide new opportunities for entrepreneurship within the forest management. This study aimed to determine the indexes related to the volume of residues generated in the forest exploration and the volume of logs extracted at Fazenda Renascer Art. The sampling was established based on the forest inventory data of Fazenda Renascer, where 25 species were defined that in logs corresponded to 85% of the total volume extracted in the farm. The study was carried out with 100 trees, distributed in groups by Diametric classes and by species. The mean value of the cubication factor found was 0.60 m^3 st^{-1}, the average stacking factor was 1.79 1,79 st m^{-3}. A ratio of 1.46 m^3 or 2,42 st of forest waste was found for 1 m^3 of log extracted. The technical indexes generated in this study prove that the exploration activities of a native forest leave an important volume of waste.
Keywords: Biomass, Amazon, Management.

1. INTRODUÇÃO

A madeira é um dos produtos de maior importância da economia do Estado do Pará. O seu aproveitamento racional e adequado se constitui, no momento, essencial para se garantir a perpetuidade dessa matéria-prima para várias utilizações, seja em escala bruta ou processada.

A racionalidade de utilização se inicia a partir da exploração florestal que extrai apenas o fuste da árvore, deixando como resíduos as galhadas de copas, as árvores quebradas ou tombadas e outros tipos de materiais que ficam na floresta sem uso definido.

Do ponto de vista de sustentabilidade, os resíduos florestais podem se tornar uma importante fonte de energia renovável, pois de maneira geral, esse material não é aproveitado, apesar de apresentar potencial de utilização, uma vez que possui energia estocada (Castro, 2014).

A utilização de resíduos florestais, na indústria de processamento, além de reduzir a pressão de exploração de novas áreas e árvores, pode proporcionar oportunidades de empreendedorismo dentro do manejo florestal e das práticas silviculturais, contribuindo com o crescimento de renda, criando uma nova cadeia de produção com valor agregado e colaborando para a conservação da biodiversidade (Braz et al., 2014).

Sabe-se que o volume de resíduos é muito importante, no entanto, os dados existentes são muito limitados. Por isso, a necessidade de se buscar informações técnicas sobre resíduos de exploração florestal, especialmente devido a diferentes volumes de resíduos em função da intensidade de exploração e das espécies que compõem a floresta.

Este trabalho objetivou determinar os índices relacionados a volume de resíduos gerados na exploração florestal e o volume de toras extraídas na Fazenda Renascer Art, detentora do Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS, no município de Tomé-Açu, Pará.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Resíduos de exploração florestal.

Os materiais lignocelulósicos encontrados no solo dentro da área de influência da extração de toras, tais como galhadas de copa, árvores quebradas ou tombadas por ocasião da derrubada das árvores, toras ocas ou rachadas e outros, foram considerados resíduos.

A amostragem foi estabelecida com base nos dados de inventário florestal da Fazenda Renascer, onde se definiu 25 espécies que, em toras, correspondeu a 85% do volume total extraídas na Fazenda. O estudo foi realizado com 100 árvores, distribuídas em grupos por classes diametrais e por espécie, sendo: Classe 1 - diâmetros até 70 cm (56 árvores); Classe 2 - de 71 a 84 cm (27 árvores) e Classe 3 - maior que 84 cm (17 árvores), conforme mostrado na Tabela 1.

2.2 Determinação dos fatores de cubicação e de empilhamento dos resíduos.

O Fator de Cubicação (FC) consiste na relação entre o volume geométrico (m^3) e o volume estéreo (st) dos resíduos empilhados. O volume geométrico foi determinado, medindo-se a circunferência no centro da peça e o comprimento (Figura 2) e calculado com base na Equação 1.

$$VGR = \frac{C^2 \; x \; L}{12{,}5664} \qquad \text{(Equação 1)}$$

Considerando que: *VGR* – volume geométrico do resíduo, m^3; *C* – circunferência no meio do resíduo, m; *L* – comprimento do resíduo, m.

O volume geométrico total (m^3) dos resíduos cubados correspondeu à somatória de volumes individuais das peças empilhadas, calculado através da Equação 2.

$$VGT = \sum_{1}^{n} VGI \qquad \text{(Equação 2)}$$

Considerando que: *VGT* – volume geométrico total dos resíduos, m^3; *VGI* – volume geométrico individual do resíduo, m^3.

O Fator de Cubicação foi calculado através da Equação 3.

$$FC = \frac{VGT_{(m^3)}}{V_{(st)}} \qquad \text{(Equação 3)}$$

Considerando que: *FC* – fator de cubicação, $m^3\ st^{-1}$; *VGT* – volume geométrico total dos resíduos, m^3; $V_{(st)}$ – volume estéreo dos resíduos empilhados, st.

Para determinação do volume estéreo, os resíduos foram cortados em peças de aproximadamente de 1m de comprimento e empilhados. Em seguida, mediu-se o comprimento e a altura da pilha, para o calcular o volume com base na Equação 4.

$$V_{(st)} = A \; x \; B \; x \; C \qquad \text{(Equação 4)}$$

Considerando que: *V(st)* – volume estéreo de resíduos empilhados, st; *A* – comprimento da pilha, m; *B* – altura da pilha, m; *C* – largura da pilha, m (comprimento médio dos resíduos empilhados).

O Fator de Empilhamento (FE) corresponde ao inverso do FC, sendo determinado através da Equação 5.

$$FE = \frac{1}{FC} = \frac{V_{(st)}}{VGT_{(m^3)}} \qquad \text{(Equação 5)}$$

Considerando que: *FE* – fator de empilhamento dos resíduos, st m^{-3}; *FC* – fator de cubicação.

2.3 Determinação de índice da relação entre o volume dos resíduos gerados e o volume das toras extraídas.

O índice consistiu na relação entre o volume estéreo dos resíduos gerados (st) e o volume geométrico (m^3) das toras extraídas, calculado através da Equação 6.

$$R_{(st/m^3)} = \frac{VR_{(st)}}{VGF_{(m^3)}} \quad \text{(Equação 6)}$$

Considerando que: $R_{(st/m^3)}$ – relação entre o volume de resíduos gerados e o volume da tora, st m^{-3}; $VR_{(st)}$ – volume dos resíduos, st; $VGF_{(m^3)}$ – volume geométrico da tora, m^3.

A relação entre o volume geométrico dos resíduos gerados (m^3) e o volume geométrico (m^3) das toras extraídas, foi calculado através da Equação 7.

$$R_{(m^3/m^3)} = \frac{\sum VGR_{(m^3)}}{VGT_{(m^3)}} \quad \text{(Equação 7)}$$

Considerando que: $R_{(m^3/m^3)}$ – relação entre o volume de resíduos gerados e o volume da tora extraída, m^3/m^3; $\sum VGR_{(m^3)}$ – somatória dos volumes geométricos dos resíduos, m^3; $VGT_{(m^3)}$ – volume geométrico da tora, m^3.

O volume da tora foi extraído dos dados de inventário florestal apresentado pela empresa.

2.4 Análises estatísticas.

As análises estatísticas descritivas, segundo o Processo de Amostragem Aleatório, corresponderam a determinação de média; desvio padrão; coeficiente de variação; erro padrão da média; erros de amostragem (absoluto e relativo); intervalo de confiança (superior e inferior) e número de amostras (*n*).

3. RESULTADOS

Os valores médios dos Fatores de Cubicação e Empilhamento, podem ser observados na Tabela 2. O número de amostras necessárias para ambos os fatores, indicou que as árvores utilizadas no estudo foram suficientes para atender a precisão requerida para $\alpha = 95\%$. Ainda, observa-se que o Erro de Amostragem Relativo ($E_A\%$), para os dois fatores, foi inferior ao limite de erro admissível de 10%. Entretanto, salienta-se que o Coeficiente de Variação dos fatores analisados se mostrou elevado. Esses resultados demonstram que os arranjos das peças empilhadas apresentam menos homogeneidade para os critérios adotados.

Tabela 2. Estatísticas dos Fatores de Cubicação e Empilhamento.

Fatores	Média	CV (%)	IC inferior	IC superior	EA (r) (%)	*n*
Cubicação ($m^3\ st^{-1}$)	0,60	16,6	0,56	0,64	3,3	11
Empilhamento ($st\ m^{-3}$)	1,79	30,2	1,75	1,83	6,0	36

CV – Coeficiente de Variação. **IC** – Intervalo de Confiança. **EA** (r) – Erro de Amostragem – relativo. ***n*** – número de amostras necessárias.

Em relação à determinação da relação entre o volume dos resíduos gerados e o volume dos fustes extraídos, a média geral observada foi de 1,46 m³ ou 2,42 st de resíduos para cada 1 m³ de tora extraída, evidenciado na Tabela 3.

Tabela 3. Determinação da relação entre o volume dos resíduos gerados (R) e o volume dos fustes extraídos (F).

Fatores	Média	CV (%)	IC inferior	IC superior	EA (r) (%)	*n*
R/F ($m^3\ m^{-3}$)	1,46	48,9	1,42	1,49	9,7	95
R/F ($st\ m^{-3}$)	2,42	49,2	2,38	2,46	9,8	96

CV – Coeficiente de Variação. **IC** – Intervalo de Confiança. **EA** (r) – Erro de Amostragem Relativo. ***n*** – número de amostras necessárias.

4. DISCUSSÃO

As relações de resíduos e fustes (R/F) encontradas neste estudo são aproximados aos obtidos por Souza (2009) em áreas de manejo situadas na Mesorregião do Marajó, o qual encontrou valores médios de 0,50 $m^3\ st^{-1}$ e 2,09 $st\ m^{-3}$ para os fatores de cubicação e empilhamento, respectivamente. Enquanto que Cordeiro et al., (2018) obteve valores médios de 0,62 $m^3\ st^{-1}$ e 1,61 $st\ m^{-3}$, respectivamente, para uma área de floresta manejada em Moju, Pará.

No que diz respeito a variação que ocorre entre as médias, pode ser explicada em função do empilhamento de resíduos; a tortuosidade ou conicidade dos troncos; a dimensão da copa e as espécies, que provocam essa variação de volume de resíduos para cada estrato da floresta explorada. Essas evidências também foram relatadas por Couto & Barros (1988).

A relação de resíduos e fuste extraído (R/F) obtida neste estudo foi de 1,46m^3, indicando um valor inferior ao que foi encontrado por Cordeiro et al., (2018) de 1,54 m^3;

porém, ambos os resultados indicam um valor superior a relação de 1:1 m^3 estabelecida pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade - SEMAS. Desta forma, os índices técnicos apresentados neste estudo e o encontrado pelo autor supracitado, comprovam que as atividades de exploração de uma floresta nativa geram resíduos, os quais são superiores ao volume de toras extraídas para fins industriais.

Essa constatação se explica pelo fato de se somar aos componentes residuais de copa e base da árvore extraída, as madeiras provenientes de árvores que se quebram ou tombam durante a exploração, de aberturas de trilhas de arraste, estradas e pátios de estocagem de toras na floresta e de toras ocas ou rachadas inservíveis à indústria.

Os resíduos gerados são uma fonte de biomassa que pode ser aproveitada para diversos fins, destacando-se para uso energético como a produção de carvão vegetal destinado para dois mercados consumidores, o siderúrgico e o doméstico.

5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que os índices técnicos gerados neste estudo comprovam que as atividades de exploração de uma floresta nativa deixam um importante volume de resíduos, o qual é nitidamente superior ao volume de fustes extraídos para fins de processamentos industriais, de acordo com a instrução normativa atual da SEMAS.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Braz RL, Nutto L, Brunsmeier M, Becker G, Silva DA. Resíduos da colheita florestal e do processamento da madeira na Amazônia – uma análise da cadeia produtiva. Journal of Biotechnology and Biodiversity, v. 5, n. 2, p. 168-181, 2014.

Castro AFNM. Potencial dos resíduos florestais e dos gases da carbonização da madeira para geração de energia elétrica. 2014. 122 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2014.

Couto HTZ, Bastos NLM. Fator de empilhamento para plantações Eucalyptus no estado de São Paulo. IPEF. Piracicaba, nº38, p. 23-27, 1988.

Souza MP. Estudo comparativo dos estoques das diferentes fontes geradoras de resíduos de exploração florestal em áreas manejadas nos municípios de Anapú e Portel, Pará. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2009. 123f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais).

Cordeiro IMCC, Barros PLC, Coimbra LA, Da Silva YK. Quantificação da biomassa residual

da copa de árvores em área de floresta manejada, Moju, Pará. Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, Porto Alegre, p. 8, 2018.