

ANÁLISE DE RESÍDUOS FLORESTAIS APÓS COLHEITA SEMIMECANIZADA EM UM PLANTIO DE CONÍFERAS NO PARANÁ

Silvane Vatráz*

Fabricio Quadros Borges**

RESUMO: O objetivo desta investigação foi analisar a quantidade e a qualidade do resíduo florestal lenhoso após a intervenção de colheita em um plantio misto de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*, em um empreendimento florestal em uma área de 9,87 hectares, localizado no Paraná. Foram instaladas 34 parcelas de 12 m x 12 m, distribuídas em faixas a cada 50 metros. Foi considerado resíduo todo material lenhoso com circunferências superiores a 10 cm. O estudo concluiu que o total de resíduo é da ordem de 78,03 m³ ha⁻¹, o que corresponde a 770,15 m³ para a área total. O tipo de resíduo de maior frequência foi oriundo da altura de toco, correspondendo a 10,41% do volume total. No entanto, o volume mais expressivo foi detectado no resíduo proveniente do fuste desclassificado, correspondendo a 74,32%. Neste sentido, o estudo verificou que o alto percentual de resíduos nas parcelas e, por consequência, por hectare, pode afetar diretamente no controle operacional do volume de madeira estimado pelo inventário florestal e o efetivamente colhido, além de refletir a falta de planejamento e de monitoramento da qualidade das atividades de colheita florestal.

PALAVRAS-CHAVE: Colheita florestal; Inventário de Resíduos; Pinus.

ANALYSIS OF FOREST RESIDUES AFTER SEMI-MECHANIZED HARVEST IN A CONIFER WOOD IN THE STATE OF PARANÁ, BRAZIL

ABSTRACT: The quantity and quality of forest timber residues after harvest in a mixed *Pinus elliottii* and *Pinus taeda* wood within a 9.87 ha forest enterprise in the state of Paraná, Brazil, are analyzed. The thirty-four 12 m x 12 m plots were distributed in rows 50 m apart from each other. All timber with circumference greater than

* Doutora em Ciências Florestais, docente permanente da Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil.
E-mail: silvane.vatráz@ufra.edu.br

** Pós-Doutor pelo IPEN/USP, Doutor em desenvolvimento pela UFPA, docente permanente do PPAD da Universidade da Amazônia, Brasil.

10 cm was considered residue. Results show that total residue amounted to 78.03 m³ ha⁻¹, or rather, 770.15 m³ for total area. The most frequent residue type derived from the height of the base and corresponded to 10.41% of total volume. The most relevant volume derived from declassified trunk residue, with 74.32%. Current study registered that high percentage of residues in plots and per hectare affect directly the operational control of timber volume estimated by the forest inventory and what was actually harvested. It also showed lack of planning and monitoring of quality in forest harvest activities.

KEY WORDS: Forest harvest; Inventory of Residues; Pinus.

INTRODUÇÃO

Os resíduos florestais são todo e qualquer material resultante da colheita ou do processamento da madeira que permanece sem utilização definitiva ao longo do processo, seja por algumas limitações tecnológicas, operacionais e de mercados, sendo estes geralmente descartados ao longo da atividade de produção (NOLASCO, 2000). Os resíduos florestais, em outras palavras, podem também ser caracterizados como aqueles gerados e deixados na floresta devido às atividades de colheita madeireira. Assim, como destaca Almeida (2016), este conceito é composto de todo o material decorrente da exploração madeireira e que permanece sem destino estabelecido.

As fontes de geração de resíduos podem ser bastante diversas, na medida em que em cada etapa do processo de produção florestal, podem acarretar sobras ou perdas de matéria-prima. Os resíduos podem ter origem no manejo florestal, como nos tratamentos silviculturais (desbastes e podas), e na colheita florestal (galhos, tocos, topos, casca, toras que não atingem as dimensões necessárias mínimas de uso ou de valor comercial insuficiente), bem como no beneficiamento da madeira gerada na indústria de base florestal (CANTO, 2009).

Os resíduos gerados em uma floresta após a intervenção de colheita em muitos empreendimentos florestais são reaproveitados e classificados como um subproduto florestal, como a lenha. Esta lenha é uma fonte de biomassa de baixo custo e em abundância (PINCELLI, 2011). No entanto, falhas operacionais podem

acarretar resíduos que anteriormente corresponderiam a sortimentos de madeira mais valiosos, o que implica diretamente na receita esperada para a determinada área, bem como interfere no planejamento da madeira estimada pelo inventário florestal.

A colheita florestal é composta por várias operações que visam extrair da floresta a madeira comercializável. Durante esse processo, muitas perdas são com-putadas. Destas perdas no processo de colheita, além dos resíduos, cerca de 8 a 10% são avaliadas como perdas de madeira comercial durante as etapas de corte, extração e transporte, o que representa uma parte significativa do montante extraído de uma floresta (JACOVINE, 2000). E, apesar dos avanços tecnológicos, o desperdício de matéria-prima ainda é muito grande (VALÉRIO et al., 2007).

Várias abordagens para realizar a quantificação dos resíduos já foram elaboradas, tanto para as florestas homogêneas como heterogêneas. A amostragem por linha interceptadora - (ALI) foi elaborada para florestas plantadas, onde todos os resíduos que cruzam a linha de amostragem são registrados (BROWN, 1974), linha interceptadora em "L" (BELL et al., 1996; GALVÃO FILHO, 2010), faixas de 2 x 5 m, onde os resíduos são recolhidos e pesados (BAGGIO; CARPANEZZI, 1995) e parcelas permanentes (BAKER et al., 2007).

Os resíduos gerados após a atividade de colheita florestal podem variar entre 10 a 120 t ha⁻¹, dependendo do tipo de espécie, idade, espaçamento, sistema de colheita, bem como a condição climática e do solo (GONÇALVES et al., 2000; SANKARAN et al., 2008). Como exemplo, Sanz Infante e Piñero Veiras (2003) detectaram aproximadamente 39 t ha de resíduos pós-colheita em um plantio de *Pinus pinaster*. Resultados muito significativos e que merecem atenção por parte dos profissionais florestais envolvidos, especificamente na qualidade do planejamento e na execução de todas as etapas das atividades.

Uma alternativa para destinação dos resíduos florestais é a sua utilização como matéria-prima para geração de energia, servindo como, por exemplo, combustível às caldeiras de fábricas de celulose. Podem-se classificar as tecnologias para a geração de energia a partir dos resíduos florestais em dois grupos básicos: aquelas tecnologias que fazem uso dos resíduos como recurso energético primário, a partir de sua combustão direta; e aquelas que fazem uso de combustíveis derivados atra-

vés de processos termoquímicos (pirólise, gaseificação ou liquefação) ou biológicos (BRIDGEWATER, 2006).

No entanto, a falta de valor agregado de forma eficiente a este material traz impedimentos ao desenvolvimento de uma nova cadeia de produção, visto que o volume de resíduos florestais gerados é considerável (BRAZ et al., 2014). Outro ponto relevante é que muitos estudos realizados e publicados na literatura são relacionados ao aproveitamento de resíduos gerados na etapa do desdobro da madeira, ou seja, nas indústrias e não estão voltados para os resíduos gerados em campo pela ocasião da intervenção de colheita (PONTES et al., 2012).

O inventário de resíduos florestais é uma ferramenta eficiente, capaz de fornecer informações sobre a quantidade e os tipos de resíduos presentes na área estudada. E, desta forma, poder-se-á fornecer subsídios para a análise operacional da colheita florestal, bem como na decisão da destinação dos mesmos para a produção de energia e na liberação da área para futuros plantios.

Desta forma, o estudo tem como objetivo analisar a quantidade e a qualidade do resíduo florestal lenhoso gerado após a colheita florestal em um plantio misto de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*, no Paraná.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

O estudo se desenvolveu junto a um plantio misto de *Pinus elliotti* e *Pinus taeda*, ambos com aproximadamente 30 anos de idade, em uma área de 9,87 ha, localizado em um empreendimento do segmento florestal, no município de São João do Triunfo, no Estado do Paraná.

Segundo a classificação das cartas climáticas do Paraná (IAPAR, 1998) o clima é o Cfb - Mesotérmico, subtropical úmido, com verões frescos, sem estação seca definida e com geadas severas e frequentes. A precipitação média anual é de 1.451 mm, sendo julho o mês mais seco.

O sistema de colheita empregado foi o semimecanizado, utilizando-se motosserra, seguindo o sistema de toras curtas onde a árvore é cortada e processada no

interior do talhão e posteriormente a madeira é arrastada para a margem do talhão (*Forwarder*).

Primeiramente, um volume total de 5.780,67 m³ foram estimados por meio de amostragens pelo inventário florestal na área de estudo. Posteriormente, com o objetivo de obter um volume mais preciso da área, foi realizado um Censo Florestal, no qual foi detectado um volume de 7.320,60 m³. A área de estudo é de 9,87 hectares e possui 3.957 árvores, ou seja, cerca de 401 árvores por hectare. Do total das árvores, cerca de 90% possuem um diâmetro maior do que 21,76 cm (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição diamétrica e percentual de árvores por classe

Classe	Limite Inferior (cm)	Limite Superior (cm)	Frequência (%)
1	< 21,75		0,28%
2	21,76	29,75	7,13%
3	29,76	37,75	45,06%
4	37,76	45,75	39,15%
5	> 45,76		8,39%

2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O planejamento da amostragem teve como principal objetivo quantificar e qualificar o material que permanece no talhão após a colheita.

A amostragem utilizada para análise dos resíduos foi a sistemática, a fim de captar as variações espaciais do material na área. A sistematização proporciona uma distribuição uniforme da amostra na população, no entanto, próximo às margens das estradas, onde o acúmulo de material de resíduos é maior, a intensidade de parcelas precisa ser aumentada.

O esquema de amostragem se deu por meio de faixas perpendiculares às estradas por onde houve a retirada de madeira. O método de amostragem foi o de área fixa, com um formato quadrado, com área de 144 m², nas dimensões de 12 m x 12 m, sendo instaladas 34 parcelas amostrais. A amostragem foi intensificada nas proximidades das estradas, por meio de parcelas geminadas, ou seja, duas parcelas de áreas fixas, instaladas de forma contínua (Figura 1). A distância entre as demais parcelas foi de 50 m na linha e de 70 m entre linhas.

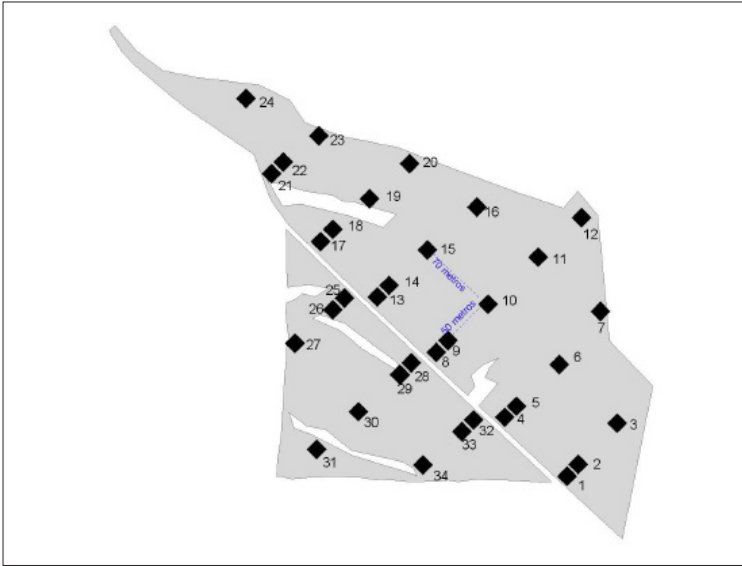


Figura 1. Croqui com a alocação das parcelas do inventário de resíduos.

Tanto nas parcelas geminadas como nas demais unidades de área fixa, foram medidas as circunferências e os comprimentos do material lenhoso com circunferência superior a 10 cm.

As parcelas foram planejadas sobre o croqui da área de estudo e a instalação das parcelas se deu por meio da localização da coordenada UTM com o auxílio de um GPS e para instalação da parcela foram utilizadas trenas e balizas (Figura 2).

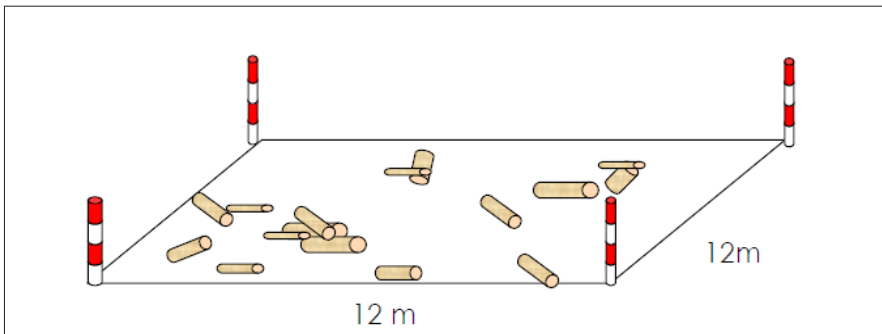


Figura 2. Esquema da instalação das parcelas.

A qualificação e quantificação de todos os materiais encontrados nas parcelas foram anotadas em fichas previamente elaboradas para este objetivo.

A quantificação dos resíduos seguiu a regra de medição de todos os materiais com circunferências com casca maior do que 10 cm (KELLER et al., 2004), onde todos os comprimentos foram medidos. Já em relação à parte qualitativa, foi observado o tipo de material que caracterizava o resíduo, como tocos, fustes, fustes com lascas, ponteiros quebradas, ponteiros inteiras, porção do toco cortada em forma de fatia para o rebaixamento do mesmo, altura do toco, circunferências e comprimentos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do inventário de resíduos podem ser visualizados na Tabela 2, discriminados por parcela e também por hectare. Os valores na coluna volume (m^3) correspondem a somatória do volume na parcela de $144 m^2$, já a coluna volume ($m^3 ha^{-1}$) apresenta o cálculo da estimativa do volume por hectare em cada parcela.

Tabela 2. Caracterização quantitativa do volume de resíduo por parcela em m^3 e $m^3 ha$

(Continua)

Parcelas	Volume (m^3)	Volume ($m^3 ha^{-1}$)	Parcelas	Volume (m^3)	Volume ($m^3 ha^{-1}$)
1	0,90	62,40	18	0,75	52,44
2	1,08	75,03	19	1,95	135,64
3	1,26	87,49	20	1,94	134,40
4	1,26	87,80	21	0,20	13,96
5	1,28	89,08	22	0,44	30,74
6	3,87	268,62	23	2,35	163,13
7	0,52	36,19	24	1,50	104,39
8	1,69	117,42	25	0,48	33,15
9	0,18	12,61	26	1,04	71,88
10	2,02	140,35	27	1,05	73,08
11	0,72	49,98	28	0,33	22,85

(Conclusão)

Parcelas	Volume (m ³)	Volume (m ³ ha ⁻¹)	Parcelas	Volume (m ³)	Volume (m ³ ha ⁻¹)
12	0,86	59,83	29	0,95	65,89
13	2,26	156,64	30	0,88	60,96
14	1,20	83,42	31	1,16	80,76
15	0,38	26,70	32	0,42	29,24
16	1,28	89,028	33	0,10	6,81
17	1,20	83,68	34	0,68	47,43
Total				38,20	
Média					78,03
CV %				25,09	

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Tabela 2 indica que o volume total encontrado nas parcelas foi de 38,20 m³, o que corresponde a 78,03 m³ ha⁻¹, ou extrapolando para os 9,87 hectares, cerca de 770,15 m³ na área total. Os volumes encontrados nas parcelas variaram desde 0,09 m³ a 3,87 m³, com uma média de 1,1236 m³.

Em um estudo similar de quantificação de resíduos realizado em uma área de pós-colheita de *Pinus sp.* no Paraná, os autores Vatrax e Borges (2014) encontraram cerca de 43,12 m³ ha⁻¹. Nesta área foram empregados dois sistemas de colheita, o semimecanizado (motosserra) e o mecanizado (Harvester), o que pode influenciar a quantidade e o tipo de resíduos quando comparado somente ao sistema de colheita empregado no presente estudo.

A partir da informação do volume comercial (7.320,6 m³) medido pelo censo florestal nesta área de estudo, pode-se dizer que o volume de resíduos (770,15 m³), corresponde a 10,52% do volume total. Segundo Foelkel (2007), o percentual de resíduos lenhosos pode variar entre 2 a 8% do volume de madeira comercial colhido. Neste trabalho, o percentual encontrado foi superior em 2,52% em relação ao limite superior mencionado por Foelkel (2007).

Em relação à qualificação dos resíduos encontrados na área de estudo, os dados estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Caracterização qualitativa dos tipos de resíduos florestais em um plantio misto de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*, após a colheita florestal

Tipo	Frequência (N)	Volume (m ³)	Volume (m ³ ha ⁻¹)	Volume (%)
Ponteira quebrada	58	3,02	6,17	7,91
Toco	229	3,98	8,12	10,41
Fuste desclassificado	197	28,39	57,99	74,32
Fuste lascado	21	0,48	0,98	1,25
Fatia de rebaixamento de toco	80	1,01	2,06	2,64
Ponteira inteira	27	1,32	2,70	3,47
		38,20	78,03	100,00

Nota: N é a quantidade de vezes com que o tipo de resíduo foi detectado.

Fonte: Elaborado pelos autores

O inventário de resíduos detectou que o toco foi o tipo de resíduo com maior frequência, representando 10,41% de todo o volume de resíduo encontrado na área de estudo. Mas, o tipo de resíduo que se mostrou mais significativo em relação à quantidade total de resíduos é proveniente do fuste desclassificado, com 74,32% de todo o volume deixado em campo. A fatia de rebaixamento do toco e o fuste lascado são os menos expressivos no que diz respeito ao volume total de resíduos.

A quebra das árvores durante a derrubada com a motosserra causou danos em aproximadamente 70,26% das árvores. O número médio de fraturas por árvore foi de três, porém foram detectados valores entre um e nove fraturas. A altura média da primeira quebra foi de 23,83 m, onde o diâmetro médio é de 18,75 cm.

A ocorrência de quebra das árvores é influenciada por diversos fatores, dentre estes, a não realização do filete de ruptura, que faz com que a velocidade de queda das árvores diminua. Outro fator é o alinhamento irregular do plantio, que também contribui, uma vez que faz com que as árvores caiam sobre os tocos e se quebrem. Esse fato ocorre principalmente em áreas onde o relevo do terreno dificulta o plantio em alinhamento.

A direção de derrubada da árvore no terreno é outro fator que contribui para o aumento das quebras, pois deveria ser realizada a derrubada das árvores de forma paralela às curvas de nível do terreno diminuindo assim a possibilidade de quebras.

A altura de tocos planejada pela colheita florestal é de 10 cm, no entanto, a altura de tocos encontrada nas amostragens foi muito variável (Gráfico 1) e influenciada principalmente pela declividade do terreno e pela habilidade de manuseio da motosserra pelo operador. As áreas de maior declividade resultaram em tocos de maiores alturas, porém a altura média foi de 10,2 cm.

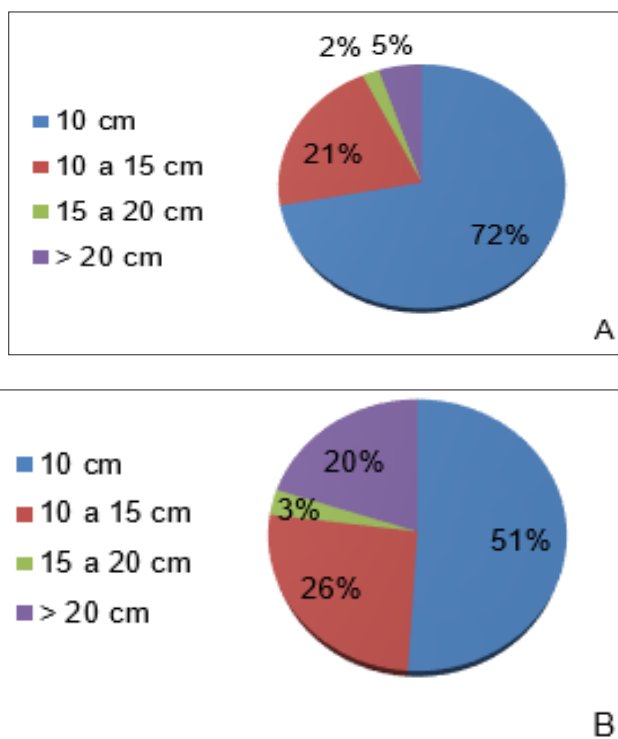


Gráfico 1. Percentuais de frequência (A) e de volume (B) conforme a altura dos tocos encontrados pelo inventário de resíduos.

Embora a maior parte do volume ainda corresponda a tocos com altura até 10 cm de altura, o volume detectado pelos tocos com altura superior a 20 cm é de grande impacto, visto que corresponde a apenas uma pequena parcela de frequência (5% do número de tocos), porém, em relação ao volume, esse pequeno número de tocos corresponde a 20% do volume encontrado pelo inventário de resíduos.

Foram encontrados alguns tocos com mais de 50 cm de altura, o que certamente influencia no resultado final da produção volumétrica, bem como impacta

nos resultados financeiros esperados da área. A altura de tocos muito altos configura uma perda de madeira muito grande, pois as toras de maior sortimento estão na base das árvores. O mesmo ocorre com as fatias de madeira retiradas para o rebaiamento de tocos durante a colheita, onde foram encontradas peças com até 17 cm de altura.

Na colheita das árvores, não é possível extraí-las sem gerar alguns resíduos e deixar um mínimo de toco, pois faz parte da operação. O Gráfico 2 ilustra um cenário fictício de perdas de madeira conforme a altura de tocos estipulada pelo planejamento florestal.

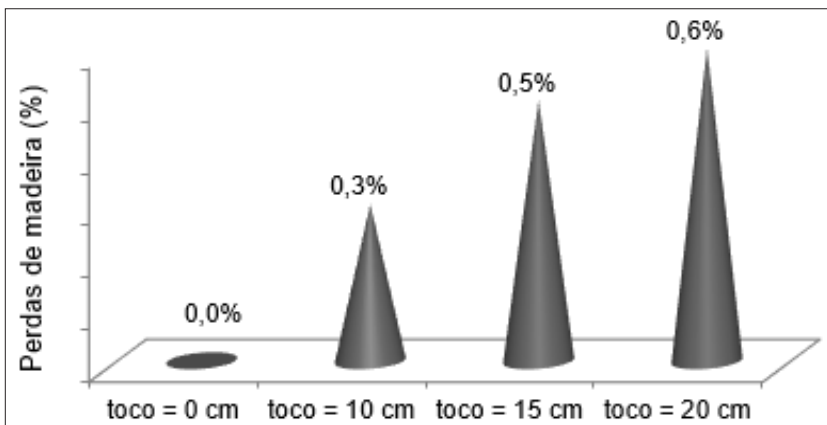


Gráfico 2. Perda de madeira (%) por hectare, de acordo com a altura do toco.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Se a colheita florestal executasse as recomendações da altura de tocos de 10 cm para todas as árvores extraídas, a perda por hectare seria de 0,3%. E no caso de 20 cm seria de 0,6%, não chegando nem a 1% de perdas, no entanto, mesmo sendo valores muito baixos, os mesmos devem ser considerados na ocasião da realização do processamento do inventário florestal.

Se for descontado o volume correspondente a tocos do inventário de resíduos (10,41% de 770,15 m³), ter-se-iam 689,98 m³, ou seja, uma diferença de 80,17 m³ ou de 1,05 m³ ha⁻¹, que poderiam ser computados na base das toras grossas que possuem maior valor comercial.

Outra análise se refere aos volumes estimados pela ocasião do inventário florestal e pelo censo florestal na área de estudo (Tabela 4).

Tabela 4. Volumes estimados pelo Inventário Florestal e o obtido pelo Censo Florestal realizado na área de 9,87 hectares

Tipo de volume	Inventário Florestal			Censo Florestal		
	m ³	m ³ ha ⁻¹	%	m ³	m ³ ha ⁻¹	%
Volume Comercial (> 8 cm)	5.588,50	566,21	0,97	6.547,79	663,40	0,89
Volume de Resíduos	192,17	19,47	0,03	770,15	78,03	0,11
Volume Total	5.780,67	585,68	1,00	7.320,60	741,43	1,00

Nota-se que os resíduos corresponderam a aproximadamente 11% do volume total medido pelo censo florestal, o que implica diretamente no volume comercial da área. Assim, o aumento do volume de resíduos, sejam eles inerentes a operação de colheita ou por falhas operacionais, equivale a uma diminuição do volume de madeira com valores comerciais. Se for considerado que a madeira comercial possui um valor monetário muito superior ao dos resíduos, pode-se inferir que existe uma perda financeira.

As diferenças entre o volume estimado pelo inventário florestal e o mensurado pelo censo não são alvos de aprofundamento neste estudo. No entanto, em relação aos resíduos, foi detectado um aumento de cerca de 8% em relação ao estimado e o mensurado em campo. Esta informação vem ao encontro da necessidade de um maior aperfeiçoamento das técnicas operacionais e do monitoramento da qualidade.

É importante salientar que o inventário de resíduos foi realizado logo após a finalização das atividades de colheita, isto é, após a retirada do material para lenha e com a área já liberada para o setor de Silvicultura. Porém, mesmo após a liberação do talhão pelo setor de colheita, algumas toras em condições comerciais ainda permaneciam na área, especialmente sob os galhos acondicionados no chão.

A detecção de um alto percentual de resíduos florestais em campo interfere no planejamento da madeira estimada pelo inventário florestal na medida em que uma parte da madeira estimada, que foi classificada em um sortimento de madeira

de maior valor, é automaticamente desclassificada.

Considerando que as perdas resultantes das operações de colheita são inerentes à atividade e nem sempre podem ser evitadas, o planejamento das mesmas devem ser inevitáveis priorizando a redução dos efeitos negativos gerados pelo desperdício sobre os custos de produção (ARCE, 2000). Esta questão também é discutida por Braz et al. (2014), quando concordam que grande parte deste desperdício tem origem na ausência do planejamento, na implementação de novas tecnologias e na prática de técnicas adequadas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos propósitos desta investigação, que analisou a quantidade e a qualidade do resíduo florestal lenhoso após a intervenção de colheita em um plantio misto de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*, concluiu-se que o maior percentual de resíduos gerados após a colheita florestal é oriundo do fuste desclassificado, seguido da porção do toco e da ponteira quebrada.

O alto percentual de resíduos nas parcelas e, por consequência por hectare, reflete a falta de planejamento e de monitoramento da qualidade das atividades de colheita florestal, além de afetar diretamente no controle operacional do volume de madeira estimado pelo inventário florestal e o efetivamente colhido.

O inventário de resíduos florestais fornece subsídios para a análise operacional e quantifica e qualifica o material que pode ser aproveitado para comercialização. Nesta perspectiva, toda a contribuição que favoreça a análise operacional resultará em um aperfeiçoamento das possibilidades de rendimento negocial destes resíduos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, B. O. de. **Viabilidade do aproveitamento de resíduos florestais**. 2016. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciências - Programa: Recursos florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2016.

ARCE, J. E. **Um sistema de análise, simulação e otimização do sortimento florestal em função da demanda por multiprodutos e dos custos de transporte**. 2000. 136f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

BAGGIO, A. J.; CARPANEZZI, A. A. Quantificação dos resíduos florestais em bractingais na região metropolitana de Curitiba, PR. Embrapa Florestas. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 30/31, p. 51-66, jan./dez. 1995.

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

BELL, G.; KERR, A.; MCNICKLE, D.; WOOLLON, R. Accuracy of the Line Intersect Method of Pos-logging Sampling Under Orientation Bias. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 84, p. 23-28, ago. 1996.

BRAZ, L. R.; NUTTO, L.; BRUNSMEIER, M.; BECKER, G.; SILVA, D. A. da. Resíduos da colheita florestal e do processamento da madeira na Amazônia - uma análise da cadeia produtiva. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 5, n. 2, p. 168-181, maio 2014.

BRIDGEWATER, T. Biomassa for energy. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 86, n. 12, p. 1755-1768, jul. 2006.

BROWN, J. K. **Handbook for Inventory Downed Woody Material**. Utah: USDA Forest Service, 1974.

CANTO, J. L. do. **Colheita mecanizada de biomassa florestal para energia**. 2009. 121f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

FAO - Food and agriculture organization of the United Nations. Energy conservation in the mechanical forest industries. **Forestry Paper**, n. 93, Rome, 1990.

FOELKEL, C. Gestão ecoeficiente dos resíduos florestais lenhosos da eucaliptocultura. **Eucalyptus OnLine Book**, 2007. Disponível em: <http://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT07_residuoslenhosos.pdf> Acesso em: 27 nov. 2017.

GALVÃO FILHO, A. F. **Avaliação da aplicabilidade do método de amostragem por linhas interceptadoras na quantificação de resíduos de exploração florestal nas condições de uma floresta de terra firme na Amazônia Brasileira**. 2010. 84f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2010.

GONÇALVES, J. L. de M.; STAPE, J. L.; BENEDETTI, V.; FESSEL, V. A. G.; GAVA, J. L. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J. L. de M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 3-57.

IAPAR - Instituto Agrônomo do Paraná. **Cartas climáticas**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

JACOVINE, L. A. G.; MACHADO, C. C.; SOUZA, A. P.; LEITE, H. G. Avaliação da perda de madeira em cinco subsistemas de colheita florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 25, n. 4, p. 463-470, jul./ago. 2001.

KELLER, M.; PALACE, M.; ASNERZ, G. P.; PEREIRA, R. J. R.; SILVA, J. N. M. Coarse Woody Debris in Undisturbed and Logged Forests in the Eastern Brazilian Amazon. **Global Change Biology**, v. 10, n. 5, p. 784-795, maio 2004.

NOLASCO, A. M. **Resíduos da colheita e beneficiamento da caixeta - *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC.**: caracterização e perspectivas. 2000. 171f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia) - Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

PINCELLI, A. L. P. S. M. **Características dos resíduos da colheita de eucalipto e**

pinus, submetidos ao tratamento térmico com foco na aplicação energética. 2011. 126f. Tese (Doutorado em Ciências, Programa: Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2011.

PONTES, S. M. A.; AFONSO, D. G.; NASCIMENTO, D. L. Análise comparativa das propriedades físico-mecânicas da madeira de galho e fuste de 02 espécies florestais com potencial madeireiro. In: CONGRESSO FLORESTAL PARANAENSE, 4., 2012, Curitiba, 2012. **Anais...** Curitiba: Congresso Florestal Paranaense, 2012.

SANKARAN, K. V.; MENDHAM, D. S.; CHACKO, K. C.; PANDALAI, R. C.; PILLAI, P. K. C.; GROVE, T. S.; O'CONNELL, A. M. Impact of Site Management Practices on Growth of Eucalyptus Plantations in the Monsoonal Tropics in Kerala, India. In: NAMBIAR, E. K. S. **Site management and productivity in tropical plantation forests.** Bogor, Indonésia: Center for International Forestry Research (CIFOR), 2008. p. 23-38.

SANZ INFANTE, F.; PIÑEIRO VEIGAS, G. Aprovechamiento de la biomasa forestal producida por la cadena monte-industria. Parte 1: situación actual y evaluación de sistemas de tratamiento. **Revista del Centro de Innovación y Servicios Tecnológicos de la Madera de Galicia**, v. 10, p. 6-25, 2003.

VALÉRIO, A. F.; WATZLAWICK, L. F.; SANTOS, R. T. dos; BRANDELERO, C.; KOEHLER, H. S. Quantificação de resíduos e rendimento no desdobro de *Araucaria angustifolia* (BERTOL.) O. Kuntze. **FLORESTA**, Curitiba, v. 37, n. 3, set./dez. 2007.

VATRAZ, S.; BORGES, F. Q. Procedimentos de controle do volume de madeira estimado e colhido em um plantio de *Pinus spp.* no Paraná. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 445-453, abr./jun. 2014.

Recebido em: 19/06/2017

Aceito em: 20/12/2017