

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JENNIFER DA SILVA CALDAS

COMPARATIVO ENTRE MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO DE PERDA
VOLUMÉTRICA EM COLHEITA MECANIZADA DE PLANTIOS DE
EUCALYPTUS

CURITIBA

2020

JENNIFER DA SILVA CALDAS

COMPARATIVO ENTRE MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO DE PERDA
VOLUMÉTRICA EM COLHEITA MECANIZADA DE PLANTIOS DE
EUCALYPTUS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de MBA em Manejo Florestal de Precisão, do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, como pré-requisito para obtenção do título de especialista.

Orientadora Profa. Dra. Ana Paula Dalla Corte

CURITIBA

2020

TERMO DE APROVAÇÃO

JENNIFER DA SILVA CALDAS

COMPARATIVO ENTRE MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO DE PERDA VOLUMÉTRICA EM COLHEITA MECANIZADA DE FLORESTAS DE *EUCALYPTUS*

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de MBA em Manejo Florestal de Precisão, do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, como pré-requisito para obtenção do título de especialista, pela seguinte banca examinadora:

Profa. Dra. Ana Paula Dalla Corte
Orientadora - Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal do Paraná, UFPR.

Profa. Dra. Carla Krulikowski Rodrigues Pelissari
Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal do Paraná, UFPR.

Prof. Dr. Thiago Wendling Goncalves de Oliveira Carvalho
Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal do Paraná, UFPR.

Curitiba, 19 de maio de 2020

RESUMO

A perda de volume de madeira no processo de colheita mecanizada tem sido uma problemática importante em áreas em florestas com fins comerciais e que representa um prejuízo econômico expressivo para as empresas do setor.

O presente estudo teve como objetivo comparar dois métodos de quantificação e identificação de volume de madeira perdido (m^3ha^{-1}) em áreas com florestas plantadas com o gênero *Eucalyptus* em fazendas pertencentes à empresa produtora de celulose situada na cidade de Guaíba, RS.

Foram utilizados o método de medição por meio de imagens aéreas (IA), obtidas através de sobrevoos realizados com drone e o método de medição operacional (MO) já adotado pela empresa, que é realizado com base em medições diretas em campo, executado por equipe especializada em controle de qualidade florestal.

O método IA apresentou vantagens em relação a maior abrangência de áreas a serem amostradas e também possibilidade de flexibilizar a intensidade amostral, no entanto, não permite a medição de altura de cepas, importante parâmetro de controle de qualidade na colheita florestal. Além disso, o custo do método IA para as áreas amostradas, em comparação ao método MO, foi superior.

Portanto, embora os dois métodos possuam desvantagens operacionais, as vantagens apresentadas pelo método IA não asseguram a substituição de metodologia.

Palavras-chave: Colheita florestal. Perda de volume. Controle de qualidade.

ABSTRACT

The loss of wood volume in the mechanized harvesting process has been an important problem in areas in forests for commercial purposes and which represents a significant economic loss for companies in the sector.

The present study aimed to compare two methods of quantification and identification of lost wood volume ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) in areas with forests planted with the genus *Eucalyptus* on farms belonging to the pulp producing company located in the city of Guaíba, RS.

We used the measurement method by means of aerial images (AI), obtained through overflights carried out with drone and the operational measurement method (MO) already adopted by the company, which is carried out based on direct measurements in the field, performed by a team specialized in forest quality control.

The IA method presented advantages in relation to the greater range of areas to be sampled and also the possibility of making the sampling intensity more flexible, however, it does not allow the measurement of height of strains, an important parameter of quality control in the forest harvest. In addition, the cost of the IA method for the sampled areas compared to the MO method was higher.

Therefore, although both methods have operational disadvantages, the advantages presented by the IA method do not guarantee the substitution of methodology.

Keywords: Forest harvest. Volume loss. Quality control.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	JUTIFICATIVA	10
3	MATERIAIS E MÉTODOS	13
3.1	QUANTIFICAÇÃO DE PERDA VOLUMÉTRICA UTILIZANDO IMAGENS AÉREAS.....	14
3.2	QUANTIFICAÇÃO DE PERDA VOLUMÉTRICA OPERACIONAL.....	15
4	RESULTADOS	16
5	DISCUSSÃO	22
6	CONCLUSÕES	23
	REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

O setor florestal tem papel importante na economia brasileira, com área de 9,9 milhões de hectares plantados, sendo que o gênero *Eucalyptus* representa 76,2% desta área (IBGE, 2018). É responsável pela geração de empregos e renda nos municípios de atuação das empresas do ramo florestal.

A partir da década de 1990, com a abertura do mercado florestal para exportação, foi implementada a mecanização das atividades de colheita de madeira. Atualmente, no Brasil, os principais sistemas de madeira são toras curtas (cut-to-length) e árvores inteiras (full-tree). O primeiro sistema, quando mecanizado, é composto pelo harvester e forwarder. O harvester é responsável pelo corte, composto pelas atividades de abate, desgalhamento, descascamento (opcional), traçamento e enleiramento da madeira, enquanto o forwarder é responsável pela extração da madeira na forma de baldeio, do interior até a margem do talhão, seguida do empilhamento da madeira e posterior carregamento de veículos de transporte (MACHADO, 2014).

O sistema de toras curtas tem como característica a permanência dos resíduos da colheita no talhão, dispostos ao longo da trilha de tráfego das máquinas. Tais resíduos são compostos por ponteiros, cascas, galhos e folhas. Entretanto, parte das árvores que apresentam fins comerciais podem permanecer no talhão devido à baixa qualidade nas operações de colheita, às características distintas entre plantios seminais ou clonais e à idade da floresta, esses materiais são: cepa com altura superior ao padrão, ponteiros, toras derrubadas e não processadas, toras não baldeadas e madeira com comprimento menor que o padrão exigido para o transporte (neste caso, toras com comprimento inferior à 3,5 m que oferecem risco ao serem transportadas por estarem com tamanho igual ou inferior à distância entre os fueiros dos veículos de transporte – pois a queda de uma tora pode ocasionar acidentes de alta gravidade durante o trajeto até à fábrica).

Muitas empresas do setor florestal estão adotando a medição dos resíduos deixados pela colheita/baldeio e realizando análises financeiras das perdas de madeira estimadas com o objetivo de identificar falhas operacionais, perdas inerentes ao processo e, principalmente, definir estratégias para minimizar estas perdas.

Diante do atual cenário, o presente estudo teve como objetivo comparar a quantificação de resíduos operacional, identificada como medição operacional (MO), realizada no campo com nova metodologia, através de imagens aéreas (IA) captadas com sobrevoo de drones, a fim de verificar a possibilidade de substituição da metodologia atual que apresenta elevado erro devido à baixa intensidade amostral, elevados custos de execução, dificuldade de avaliar áreas como fundos de talhão e áreas declivosas e de segurança do trabalho, devido ao deslocamento de pessoal sobre resíduos.

Espera-se que o uso da imagem possibilite a avaliação de perda volumétrica seja realizada em 100% das áreas colhidas da empresa, pois a sistemática de sobrevoo com drone já é uma prática adotada para realizar as atualizações cadastrais, por meio da contratação dos serviços de empresa especializada em levantamentos topográficos, fato que pode contribuir para diminuição dos custos da atividade.

2 JUSTIFICATIVA

Desde 2015, o setor Florestal da empresa alvo no estudo conta com o Programa de Monitoramento da Qualidade das Operações Florestais. O objetivo deste programa é avaliar de forma operacional os parâmetros de diversas atividades nos processos de viveiro, silvicultura, colheita, carregamento e transporte. Tendo como base as recomendações técnicas das atividades, bem como dos insumos e equipamentos / maquinários utilizados para atingir o padrão operacional mínimo esperado. Para isso, a empresa contrata o serviço de um prestador especializado em monitoramento da qualidade, que dispõe de quatro equipes de campo, segregadas por região, que realizam semanalmente auditorias de controle de qualidade nos módulos de colheita.

Na empresa, o processo denominado Colheita ou Colher Floresta engloba as atividades de corte e baldeio e estas duas são mecanizadas utilizando o sistema de toras curtas, composto por harvester e forwarder. O Programa de Monitoramento da Qualidade avalia mensalmente todos os módulos de colheita em operação, que hoje somam 14.

No atual cenário, após a coleta de dados em campo são gerados relatórios com o percentual de conformidade de cada atividade. Com base no nível de aderência com os procedimentos técnicos são geradas notas, as quais são utilizadas na geração de indicadores de qualidade florestal que servem como base para diversos planos de ação. Desde modo, o controle de qualidade florestal é considerado uma das principais ferramentas para gestão operacional e melhoria contínua das empresas do setor (TRINDADE, 2014).

A perda volumétrica de madeira é um dos parâmetros avaliados, medido logo após ou concomitante à operação de baldeio. Nessas medições em campo são consideradas apenas as toras com diâmetro mínimo superior à 5 cm (padrão que considera as limitações dos cabeçotes utilizados nas diferentes empresas que prestam serviço na área de colheita), segregando as classes de resíduos que geram as perdas conforme a TABELA 1.

TABELA 1 – CLASSES DE RESÍDUOS DE MADEIRA MEDIDOS COM O MÉTODO MO

Tipo de Perda	Descrição
Forwarder (FW)	Madeira com comprimento aproveitável (3,5 a 6,5 metros)
Harvester (HV)	Madeira não processada (sem seccionamento ou descascamento)
Perda de Processo (PP) Toco > 12	Madeira com comprimento inferior à 3,5 metros Toco com altura superior à 12 cm

Fonte: O autor (2019).

A TABELA 2 apresenta os valores de perda volumétrica médios, segregados por prestadores de serviço de colheita (as empresas serão nomeadas de A, B, C e D), avaliadas em 577 talhões entre julho de 2016 a setembro de 2019 em fazendas pertencentes à empresa.

TABELA 2 – VALORES DE PERDA VOLUMÉTRICA MÉDIOS

Empresa	FW (Forwarder)	HV (Harvester)	Toco > 12 cm	PP (Perda de Processo)	Total
A	0,28	0,22	0,22	2,44	3,24
B	0,23	0,30	0,07	2,38	3,01
C	0,39	0,55	0,44	4,08	5,50
D	0,83	0,71	0,56	4,70	6,81
Média	0,44	0,43	0,32	3,36	4,61

Volume de madeira (m^3ha^{-1}) quantificado após a operação de baldeio.

Considera-se que a madeira totalmente disponível e adequada que deveria ser baldeada e transportada até a fábrica é a madeira enquadrada como perda do Forwarder (FW), que representa 9,54% do volume perdido no histórico das medições.

Considerando estes dados estima-se que a perda econômica é conforme a TABELA 3.

TABELA 3 – ESTIMATIVA ECONÔMICA DE PERDA VOLUMÉTRICA DE MADEIRA ANUAL

ANO	Área Colhida (ha)	Perda Volumétrica Estimada (m^3)	Perda Econômica Estimada Total (R\$)	Perda Econômica Estimada FW¹ (R\$)
2016	13072	60263	1.807.876,96	26.515,53
2017	7749	35721	1.071.618,93	15.717,08
2018	12080	55690	1.670.694,43	24.503,52
2019	17574	81017	2.430.524,31	35.647,69
Total	50475	232690	6.980.714,63	102.383,81

Fonte: O autor (2019). ¹Perda Econômica Estimada FW: Baseado no valor da madeira em pé ($R\$30/m^3$), utilizando a média histórica da perda por FW de $0,44 m^3ha^{-1}$.

As empresas A e B, utilizam o cabeçote de processamento Logmax E6, enquanto que as empresas C e D utilizam o modelo Waratah 215E.

Além do volume de madeira que deixa de chegar à fábrica para ser transformado em celulose, a madeira deixada em campo é considerada um fator de risco, já que afeta as atividades subsequentes da silvicultura, podendo causar incidentes ou acidentes tanto em operações manuais, como nas operações mecanizadas.

Outra questão a ser considerada é o rendimento das atividades que é resultado da maior ou menor quantidade de resíduos presente nas áreas, essa dificuldade operacional classifica as atividades em mais ou menos críticas, podendo encarecer as tarifas das operações iniciais como preparo de área, preparo de solo, plantio, adubações e controle de mato competição.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

As medições de resíduos foram realizadas em cinco fazendas, com plantios com idades entre 10,75 anos à 13,26 anos e quatro empresas prestadoras de serviço de colheita (A, B, C e D), a fim de verificar as diferenças entre regiões e modelos de cabeçote de harvester utilizados, conforme descrito na TABELA 4.

TABELA 4 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Empresa	Fazenda	Área do Talhão (ha)	Município	Modelo Cabeçote Harvester
A	Ponta das Canas	50,6	Santa Margarida do Sul – RS	Logmax E6
B	Monte Castelo	10,3	Pantano Grande – RS	Logmax E6
C	Mangueira I	14,8	Arroio dos Ratos – RS	Waratah H215E
D	Guajuvira II	16,5	Arroio dos Ratos – RS	Waratah H215E
D	Rincão das Pedras	17,8	Cerrito – RS	Waratah H215E

Fonte: O autor (2019).

Para análise dos dados, foi utilizada a metodologia do Teste t para verificar as diferenças entre as médias dos dois métodos amostrados. Com esta análise é possível avaliar se a diferença nas médias nos dois conjuntos de dados (IA e MO) é apenas por erros aleatórios ou se os resultados são realmente diferentes dentro de uma margem de erro (FÁVERO e BELFIORE, 2017).

O Teste t é empregado com frequência por coleções que não possuem grandes conjuntos de dados, o que é apropriado ao propósito deste estudo. Considerando N_1 conjuntos de dados adquiridos pelo método 1 sendo a média \bar{x}_1 e S_1^2 a variância e N_2 conjuntos de dados obtidos pelo método 2 sendo a média \bar{x}_2 e S_2^2 a variância, a hipótese de que as duas médias são concordantes pode ser escrita como $H_0: \mu_1 = \mu_2$ e a hipótese alternativa é $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$, sendo as médias dos métodos incompatíveis o que demonstrará se o método em estudo é ou não é aplicável. Esse teste é dito de uma cauda ou unicaudal. O teste consiste em calcular o valor de t e compará-lo ao valor de t tabelado num nível de significância de $\alpha = 5\%$, o que produz um intervalo de confiança de $1 - \alpha = 95\%$ (MONTGOMERY, 2020).

Os custos das medições utilizando as duas metodologias é de acordo com o QUADRO 1. Embora os valores estejam considerando os gastos com salários e encargos trabalhistas, aluguel de veículos, combustível, alimentação e demais custos envolvidos nas atividades, a apresentação dos valores está consolidada em custo total.

QUADRO 1 – CUSTOS DAS MEDIÇÕES

Método Medição com Imagem Aérea (IA)	Método de Medição Operacional (MO)
R\$ 7122,25	R\$ 2214,16

Fonte: O autor (2019).

3.1 QUANTIFICAÇÃO DE PERDA VOLUMÉTRICA UTILIZANDO IMAGENS AÉREAS

Como citado anteriormente, a empresa já utiliza o imageamento aéreo com drone para realizar as atualizações cadastrais, cerca de 6 meses após a data de plantio. No entanto, para que as condições de resíduos da área fossem semelhantes à medição operacional (realizada de forma manual), o voo foi realizado antes que o baldeio completasse o primeiro mês.

O sobrevoo das áreas com o uso de Drone foi planejado de acordo com as características topográficas da área e especificações:

- Altura de Voo: 70 metros ;
- Sobreposição: 70% x 60% (longitudinal e lateral);
- Amostragem: parcelas circulares de 200 m² alocadas de forma aleatória nos talhões, desconsiderando áreas de borda (30 metros a contar dos limites externos dos talhões),
- Intensidade amostral: 1 parcela por hectare.

Drone:

- Modelo: Drone DJI Phantom4 Advanced;
- Câmera: Drone DJI Phantom4 Advanced 20 mpx;
- Resolução espacial resultante: 2,60 cm/px;

As classes de resíduos foram avaliadas de acordo com a Tabela 5.

Tabela 5: Classes de resíduos identificados e medidos no método IA

Tipo de Resíduo	Descrição
Forwarder (FW)	Resíduo com comprimento entre 3,5 a 6,5 metros
Harvester (HV)	Tora com comprimento maior que 6,5 metros
Perda de Processo (PP)	Resíduo com comprimento menor que 3,5 metros

Fonte: O autor (2019). *Avaliação realizada somente nos resíduos com diâmetro > 5 cm.

3.2 QUANTIFICAÇÃO DE PERDA VOLUMÉTRICA OPERACIONAL

Nos talhões do estudo houve a realização de medição operacional (MO) (utilizando medição em campo direta com trenas e suta com certificado de aferição de empresa conveniada ao INMETRO), que é a avaliação padrão da empresa e feita da seguinte forma:

- Amostragem: parcelas retangulares de 180 m² cada, instaladas de forma aleatória nos talhões, desconsiderando a bordadura de 30 metros;
- Intensidade: 2 parcelas por talhão;
- A área da parcela de 180m² (9m de largura x 20 de comprimento) o que corresponde à área ocupada por 24 árvores (considerando o espaçamento médio utilizado de 2,5m x 3,0m).

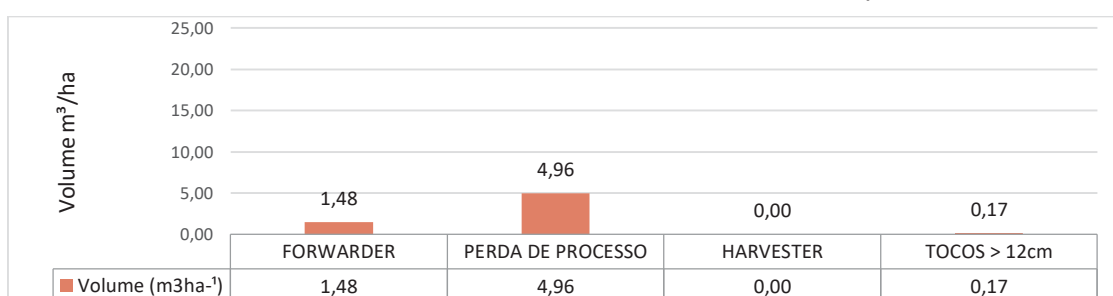
As classes de resíduos medidos neste método são conforme descrição da Tabela 1.

Nota: O método MO da empresa não realiza a amostragem mínima, já que o tempo médio de avaliação é cerca de 2 horas para levantar os resíduos das 2 parcelas. A medição de maior número de parcelas, não seria viável operacionalmente, considerando a estrutura da equipe atual de monitoramento.

4 RESULTADOS

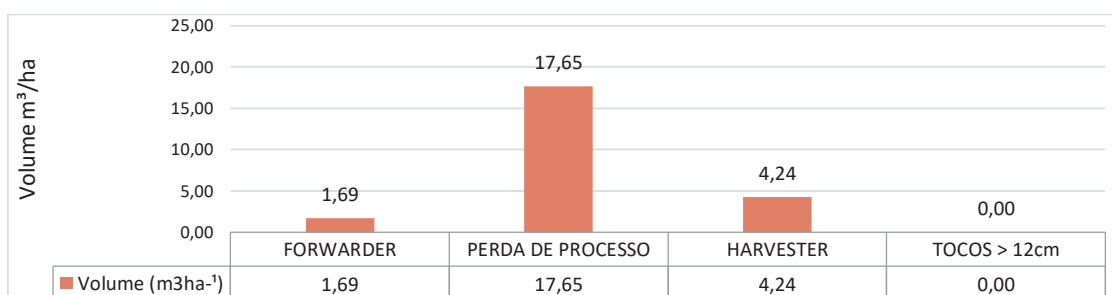
Nos resultados obtidos a partir do método MO, observou-se que a classe de resíduo PP, em todas as fazendas avaliadas, teve o mesmo comportamento identificado no histórico de perda volumétrica da empresa (TABELA 2), com volume superior as demais classes de resíduos (FIGURA 1, 2, 3, 4 e 5).

FIGURA 1 – Resultado da Fazenda Ponta das Canas, empresa A



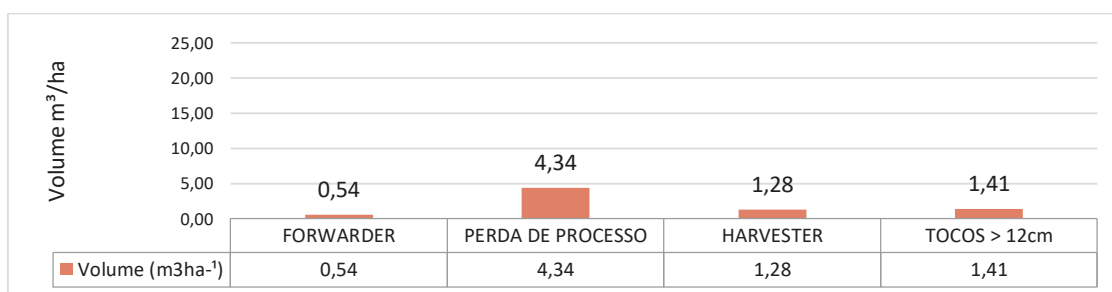
Fonte: O autor (2019).

FIGURA 2 – Resultado da Fazenda Monte Castelo, empresa B



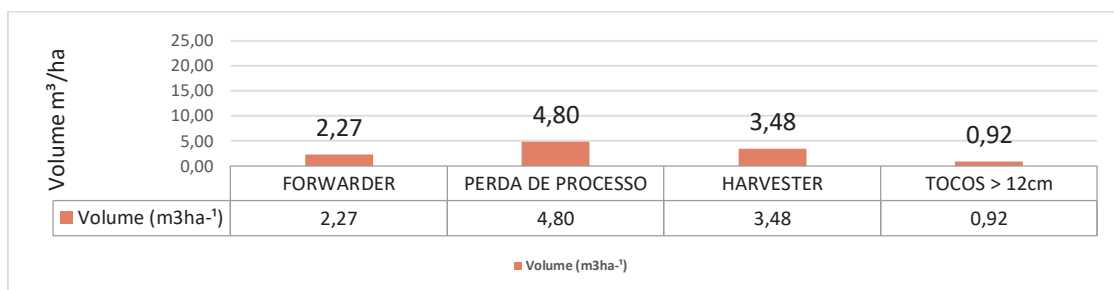
Fonte: O autor (2019).

FIGURA 3 – Resultado da Fazenda Mangueira I, empresa C



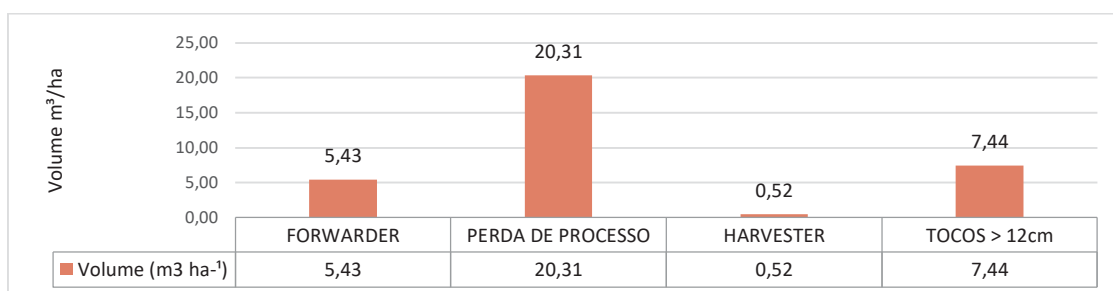
Fonte: O autor (2019).

FIGURA 4 – Resultado da Fazenda Guajuvira II, empresa D



Fonte: O autor (2019).

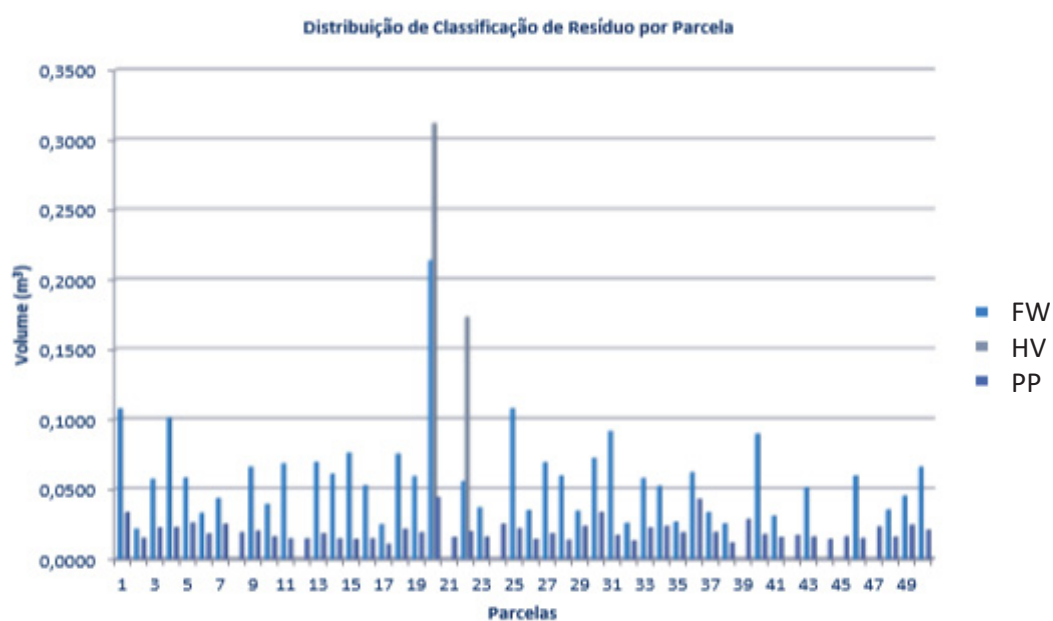
FIGURA 5 – Resultado da Fazenda Rincão das Pedras, empresa D



Fonte: O autor (2019).

Nos resultados obtidos a partir do método IA, também se observou que a classe de resíduo PP obteve volumes superiores às demais classes (FIGURA 6, 7, 8, 9 e 10) (QUADRO 2, 3, 4, 5 e 6).

FIGURA 6 – Resultado da Fazenda Ponta das Canas, empresa A



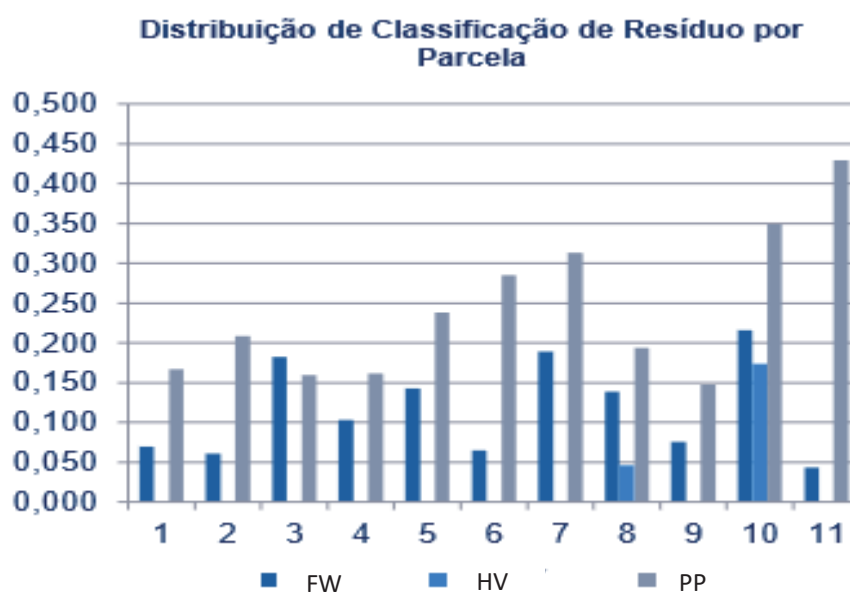
Fonte: O autor (2019).

QUADRO 2 – Resultado da Fazenda Ponta das Canas, empresa A

Área Total Talhão:	48,65 ha
Área total das parcelas amostrais:	1,00 ha
Estimativa de Resíduos no talhão:	1362,78 m ³
Volume resíduos/hectare:	28,012 m ³ /ha

Fonte: O autor (2019).

FIGURA 7 – Resultado da Fazenda Monte Castelo, empresa B



Fonte: O autor (2019).

QUADRO 3 – Resultado da Fazenda Monte Castelo, empresa B

Área Total Talhão:	10,30 ha
Área total das parcelas amostrais:	0,22 ha
Estimativa de Resíduos no talhão:	186,12 m ³
Volume resíduos/hectare:	18,06 m ³ /ha

Fonte: O autor (2019).

FIGURA 8 – Resultado da Fazenda Mangueira I, empresa C



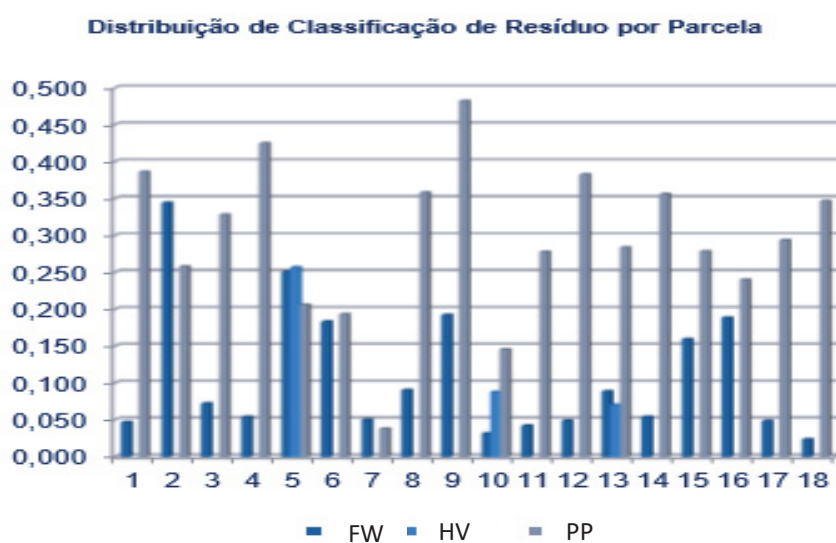
Fonte: O autor (2019).

QUADRO 4 – Resultado da Fazenda Mangueira I, empresa C

Área Total Talhão:	14,84 ha
Área total das parcelas amostrais:	0,32 ha
Estimativa de Resíduos no talhão:	271,37 m ³
Volume resíduos/hectare:	18,28 m ³ /ha

Fonte: O autor (2019).

FIGURA 9 – Resultado da Fazenda Guajuvira II, empresa D



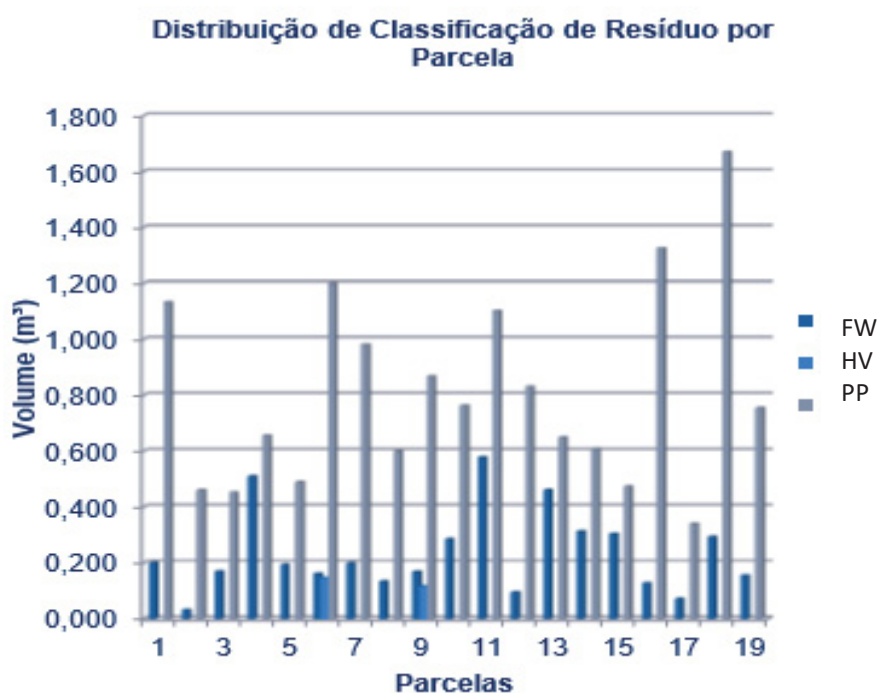
Fonte: O autor (2019).

QUADRO 5 – Resultado da Fazenda Guajuvira II, empresa D

Área Total Talhão:	16,53 ha
Área total das parcelas amostrais:	0,36 ha
Estimativa de Resíduos no talhão:	354, 76 m ³
Volume resíduos/hectare:	21,46 m ³ /ha

Fonte: O autor (2019).

FIGURA 10 – Resultado da Fazenda Rincão das Pedras, empresa D



Fonte: O autor (2019).

QUADRO 6 – Resultado da Fazenda Rincão das Pedras, empresa D

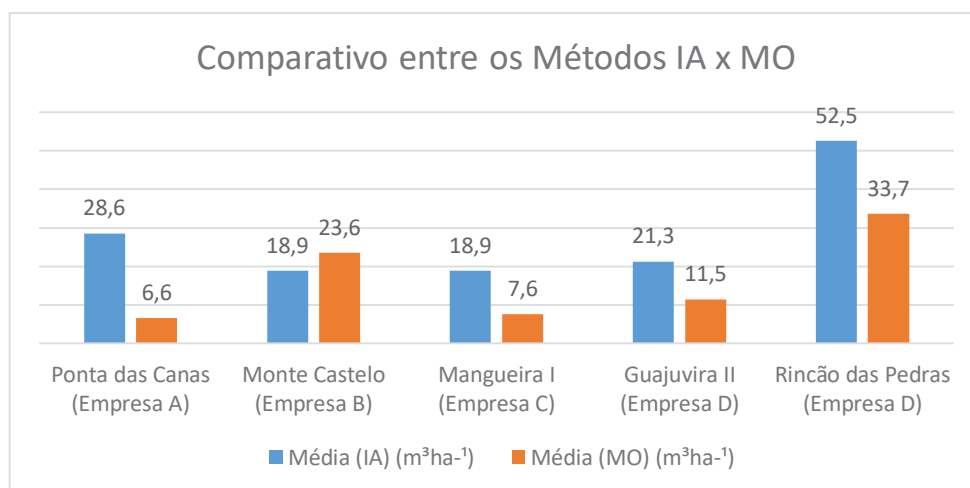
Área Total Talhão:	17,82 ha
Área total das parcelas amostrais:	0,38 ha
Estimativa de Resíduos no talhão:	942,87 m ³
Volume resíduos/hectare:	52,19 m ³ /ha

Fonte: O autor (2019).

Foi realizado um comparativo entre os volumes totais de cada fazenda, nos dois métodos (FIGURA 11). Observou-se que volumes foram maiores nas medições realizadas com o método IA (média de 28,04 m³ha⁻¹) em relação ao

método MO (média de 16,6 m³ha⁻¹), esse comportamento não foi observado apenas na Fazenda Monte Castelo. O maior volume observado nas medições pelo método IA pode estar ligado ao maior recobrimento da área, característica do método.

FIGURA 11 – Resultado da Fazenda Rincão das Pedras, empresa D



Fonte: O autor (2019).

5 DISCUSSÃO

Para as Fazendas Rincão das Pedras e Monte Castelo, os comparativos entre os métodos não constataram diferenças significativas ($t_{\text{calculado}} > t_{\text{Tabelado}}$) em intervalo de confiança de 95%. Para as demais fazendas (Ponta das Canas, Mangueira I e Guajuvira II) os comparativos constataram diferenças significativas, o que indica que a metodologia de medição com imagem (IA) pode ser adotada em substituição à medição operacional (MO).

Os valores distintos de volumes obtidos nas diferentes fazendas também podem ser reflexo dos aspectos qualitativos dos plantios, por possuírem idades diferentes e também por terem operações de colheita realizadas com cabeçotes diferentes e por empresas distintas (SERPE et al., 2018).

Mesmo com indícios de superioridade em relação à abrangência de medição no método IA, o método não contabiliza a altura de cepa e sua condição (parâmetro que pode ser usado em função do manejo futuro da floresta), e que é obtido pelo método MO.

6 CONCLUSÕES

A quantificação utilizando o método IA apresenta como principal vantagem a flexibilidade na intensidade amostral, podendo até mesmo utilizar censo para medir os resíduos. Tal vantagem representa um ganho significativo em relação à metodologia atual, já que permite que áreas de difícil acesso, como fundos de talhões sejam imageados e amostrados em sua totalidade.

A metodologia baseada em imagens dispensa a presença de colaboradores no interior dos talhões, o que diminui o risco de incidentes ou acidentes comuns na área florestal como torções, quedas e picadas de abelhas.

No entanto, a metodologia adotada neste teste, ainda se mostrou bastante onerosa (QUADRO 1). Embora a duração dos voos foi em média de 30 minutos, foram necessárias cerca de 4 horas de trabalho para processamento das imagens, geração das parcelas e identificação dos resíduos, gerando as informações de cada fazenda. Outra desvantagem do método, é a impossibilidade de medição de altura de cepas, fonte de resíduo que representa cerca de 6,9% do total do volume perdido e também não foi possível realizar a identificação dos resíduos com ou sem casca, fato que pode dificultar a classificação dos resíduos.

Para viabilizar a medição por imagem aérea será necessário que a empresa realize um novo teste utilizando câmera com infravermelho, afim de automatizar a identificação dos resíduos na imagem, tecnologia já disponível no mercado.

Quanto à medição operacional, serão realizados testes para viabilizar o aumento da intensidade amostral, enquanto não se realiza a substituição dos métodos.

REFERÊNCIAS

FÁVERO, L.P.; BELFIORE, P. – **Manual de Análise de Dados** – 1ª ed – Rio de Janeiro – Elsevier, 2017 – (pág. 218)

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura – PEVS**. 2018. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/74/pevs_2018_v33_informativo.pdf Acesso em: 15 de fevereiro de 2020.

MACHADO, C. C. O setor florestal brasileiro. In: MACHADO, C. C. (Ed.). **Colheita florestal**. Viçosa: UFV, 2014. p. 15-42.

MONTGOMERY, Douglas C. – **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros** / Douglas C. Montgomery, George C. Runger; tradução Verônica Calado. – 6. Ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2020.

SERPE, E. L.; FILHO, A. F.; ARCE, J. E. **Perdas volumétricas relativas à colheita florestal e seus reflexos econômicos**. BIOFIX Scientific Journal v. 3 n. 1 p. 172-176, 2018.

TRINDADE, C.; MELO, E. A. S. C. **Controle de Qualidade das práticas silviculturais**. Série Técnica IPEF, Piracicaba, v.24, n.45, 2016.