

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

HENRIQUE ARCEGO

AVALIAÇÃO TÉCNICA DO AUMENTO NO COMPRIMENTO DE TORAS NAS
OPERAÇÕES DE CARREGAMENTO, DESCARREGAMENTO E
TRANSPORTE FLORESTAL.

CURITIBA

2015

HENRIQUE ARCEGO

AVALIAÇÃO TÉCNICA DO AUMENTO NO COMPRIMENTO DE TORAS NAS
OPERAÇÕES DE CARREGAMENTO, DESCARREGAMENTO E
TRANSPORTE FLORESTAL.

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Gestão Florestal do curso de pós-graduação em Gestão Florestal, Departamento de Economia Rural e Extensão, setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Renato Cesar Gonçalves Robert

CURITIBA

2015

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo realizar a avaliação técnica do carregamento, descarregamento e transporte florestal com diferentes comprimentos de madeira. Os dados foram coletados em áreas de colheita de madeira de uma empresa florestal na região Sul do Brasil, no carregamento de toras de *Pinus taeda*. A análise técnica abordou o estudo de tempos, onde as operações foram divididas em carregamento, descarregamento, amarração e desamarração.. Para análise dos dados consideraram-se cinco tratamentos com os diferentes comprimentos de toras e número de cintas de segurança utilizadas, como amostras, o número de veículos amostrados. Com os resultados obtidos pode-se concluir que o aumento do comprimento das toras aumenta a produtividade e aumenta o rendimento. O carregamento foi influenciado pela baixa qualidade das pilhas de madeira localizadas nas margens das estradas. O tempo total médio da operação de carregamento foi de 17,5 minutos, equivalente a uma produtividade média de 144,7 toneladas por hora efetiva de trabalho. O tempo médio total da operação de descarregamento foi de 6,47 minutos, sendo equivalente a um rendimento médio de 386,09 toneladas por hora de trabalho efetivo.

Palavras-chave: carregamento de madeira, produtividade, comprimentos.

ABSTRACT

This study aimed to perform the technical of loading, unloading and transporting with different lengths of forest wood. Data were collected in areas of timber harvesting of a forest company in southern Brazil, in transporting logs of *Pinus taeda*. The analysis technique addressed the time study, where operations were divided in loading, unloading, mooring and unmooring . For data analysis were considered five treatments with the different lengths of logs and number of safety belts employed, as samples, the number of vehicles sampled. The results showed that increasing the length of the wood increases productivity and increases the throughput. The loading was influenced by the low quality of the wood piles located by the roadside. The average total time of the loading operation was 17,5 minutes, equivalent to an average yield of 144.7 tons per effective work hour. The average total time of the unloading operation was 6,47 minutes, equivalent to an average yield of 386,09 tons per effective work hour.

Key-words: chargin timber, productivity, lenghts.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - MUNICÍPIOS DE ABRANGÊNCIA DAS OPERAÇÕES FLORESTAIS DA KLABIN, SC, BRASIL.....	13
FIGURA 2 - VISTA AÉREA DA EMPRESA KLABIN S.A UNIDADE DE OTACÍLIO COSTA, SANTA CATARINA.....	14
FIGURA 3 - VISTA GERAL DAS ATIVIDADES DE CARREGAMENTO FLORESTAL DA EMPRESA KLABIN S.A, SANTA CATARINA..	15
FIGURA 4- KOMATSU PC200(À ESQUERDA) E DOSSAN 225X (À DIREITA).....	16
FIGURA 5 - BITREM CARREGADO COM 4 PACOTES DE TORAS 3,40 M (À ESQUERDA) E 6 PACOTES DE TORAS DE 2,40 M (À ESQUERDA).....	16
FIGURA 6 - BITREM CARREGADO COM 2 PACOTES DE TORAS 7,00 M E MOTORISTA REALIZANDO A OPERAÇÃO DE AMARRAÇÃO DE CARGA.....	17
GRÁFICO 1-PRODUTIVIDADE MÉDIA DOS COMPRIMENTOS DE MADEIRA DE PINUS.....	23
GRAFICO 2-PESO MÉDIO DE CARGA LÍQUIDA DE TRANSPORTE EM RELAÇÃO AO COMPRIMENTO DE TORAS DE MADEIRA.....	24
GRÁFICO 3-TEMPOS MÉDIOS DE ESPERA DOS CAMINHÕES NOS PÁTIOS.....	26
GRÁFICO 4-TEMPOS MÉDIOS DE AMARRAÇÃO E DESAMARRAÇÃO DE CINTAS DE SEGURANÇA EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE CINTAS.....	27

LISTA DE TABELAS

TABELA 1-TABELA 1 - TABELA DE SUFICIÊNCIA AMOSTRAL A UM LIMITE DE ERRO DE 15% PARA UM GRAU DE CONFIANÇA DE 95% NO TESTE T DE STUDENT.....	21
TABELA 2- PESOS MÉDIOS, TEMPOS MÉDIOS, PRODUTIVIDADE E RENDIMENTO DOS COMPRIMENTOS.....	22
TABELA 3 - EFICIÊNCIA DO FLUXO DOS PÁTIOS DE OTACILIO COSTA E CORREIA PINTO CONSIDERANDO DIFERENTES COMPRIMENTOS DE TORAS.....	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	11
2.1GERAL.....	11
2.2ESPECIFICOS.....	11
3 MATERIAIS E METODOS	12
3.1 CARACTERIZAÇÕES DA ÁREA DE ESTUDO.....	12
3.2 SISTEMA DE COLHEITA DA MADEIRA.....	14
3.3 EQUIPAMENTOS AVALIADOS E COLETA DE DADOS.....	15
3.4 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO.....	18
3.5 AVALIAÇÃO TÉCNICA.....	19
4 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	21
4.1 SUFICIÊNCIA AMOSTRAL.....	21
4.2 MENSURAÇÃO DA PRODUTIVIDADE.....	21
4.3 EFICIÊNCIAS DOS PÁTIOS.....	25
4.4 INFLUÊNCIA NO NÚMERO DE CINTAS DE SEGURANÇA.....	27
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro tem passado por mudanças significativas nas últimas décadas. O crescimento da economia e a abertura do mercado nacional às importações de máquinas e equipamentos de alto desempenho tornaram as empresas florestais brasileiras mais competitivas e adequadas às exigências do mercado internacional.

Apesar de muitas empresas florestais estarem utilizando modernas tecnologias em suas etapas de produção, elas precisam aperfeiçoar os sistemas de trabalho. Em se tratando de colheita florestal as atividades são complexas e altamente onerosas, dependendo economicamente, de um planejamento adequado de todo processo produtivo (FIEDLER et al, 2008, pág 580).

A colheita florestal tem uma grande importância no setor, pois suas operações representam mais de 50% dos custos totais da madeira posta na indústria (MACHADO e LOPES, 2000a). Por isso é a atividade que recebe mais investimentos no setor de mecanização, visando reduzir custos de mão de obra, de produção e aumentar a segurança operacional.

Malinovski (2008) discorre sobre a definição de colheita florestal e diz que “compreende um conjunto de elementos e processos que envolvem a cadeia de produção e todas as atividades parciais, desde a derrubada até a madeira posta no pátio.” Os sistemas variam em função do relevo, do padrão e produção da floresta, sortimento e uso final da madeira e também das máquinas e equipamentos disponíveis. Os sistemas podem ser classificados quanto à forma da madeira manipulada na fase de extração, do local de processamento e do grau de mecanização.

Um dos sistemas de colheita e transporte mais utilizados atualmente no Brasil é o sistema de árvores inteiras, que corresponde às seguintes operações: corte, extração, processamento, carregamento, transporte e descarregamento.

As operações de um sistema de colheita são intimamente ligadas e dependentes umas das outras. O Carregamento florestal é o elo entre as operações de extração e transporte florestal, sendo a operação em que a madeira é colocada no veículo de transporte. Por consequência, o descarregamento florestal é a operação que liga o transporte com o pátio da indústria, onde terminam as atividades de colheita e transporte florestal..

Para manter a competitividade é necessário aumentar a produtividade e reduzir custos, desta forma, a colheita, por ser, na maioria das vezes, o item que mais vincula o custo de produção da madeira no Brasil, precisa ter suas operações otimizadas, de forma que a qualidade seja melhorada, as perdas diminuídas e os custos minimizados (SOUZA *et al.*, 2004).

É com esse objetivo que, segundo Silva *et al.*; (2003), a realização de estudos que visem conhecer a real capacidade produtiva e possíveis variáveis que interferem no rendimento das máquinas de colheita de madeira tornou-se uma preocupação crescente por parte das empresas florestais.

A empresa Klabin S/A possui um processo de extração de alto desempenho, tendo em vista a grande demanda de madeira de sua indústria, com isso foi desenvolvido um sistema mecanizado para todas as atividades da colheita (derrubada, arraste, processamento, carregamento e transporte).

A análise da qualidade das operações que fazem parte da colheita florestal se torna importante para a empresa, sendo possível descobrir através dela, a necessidade de tomar iniciativas, que possam alcançar um maior rendimento e satisfação das operações realizadas, buscando obter um aumento significativo no produto final e na qualidade da matéria prima produzida.

Segundo Andrade (1998), de 40% a 50% dos custos de produção de celulose são devidos ao produto florestal e, destes, cerca de 50% referem-se aos custos de colheita e transporte.

Como a redução dos custos da colheita é vital para qualquer empresa, uma análise detalhada das operações tem um papel importante no

entendimento dos mesmos, além de facilitar os estudos com o objetivo aumentar a eficiência das máquinas.

Para Machado (1984) apud Santos (2009), a eficiência operacional das máquinas, o arranjo, o tipo de madeira a ser manuseada, a habilidade e o treinamento do operador pode ser considerado também como (outros) fatores que influenciam na produtividade da operação. Portanto, o carregamento de madeira deve ser bem planejado e realizado com eficiência, pois influencia tanto a produtividade quanto o custo do transporte até a indústria.

Para aumentar a quantidade de madeira transportada por unidade de tempo e reduzir o custo do transporte, faz-se necessária a redução no tempo de carregamento e descarregamento, conseqüentemente haverá um aumento nas horas efetivas de trabalho dos veículos de transporte e no rendimento, devido ao maior número de viagens realizadas por dia (SANTOS, 2009).

Com relação ao comprimento da madeira, em muitos países onde os métodos de colheita são mais avançados e a mão de obra é muito cara, os sistemas de árvores de maiores comprimentos têm recebido muita atenção. No Brasil, muitas empresas gradualmente estudam as vantagens da colheita de toras compridas e de árvores inteiras dadas a redução do processamento dessas, resultando numa economia de tempo de trabalho e nos custos operacionais. (MACHADO e LOPES, 2000b, pág. 127).

Neste contexto é justificável um estudo que avalie os impactos das operações florestais com diferentes comprimentos de toras, a fim de determinar qual é o sortimento ideal para cada realidade de operação, aumentando a produtividade e diminuindo custos.

No caso da Klabin, o projeto de aumento do comprimento de toras tinha por objetivo a diminuição do peso bruto dos caminhões (peso de balança), aumento da segurança durante os trabalhos de carregamento e transporte, padronização dos produtos para abastecer as fábricas, padronização dos implementos rodoviários de transporte, diminuir o risco de doenças ocupacionais por esforço repetitivo dos motoristas e aumento da produtividade.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar a influência do aumento do comprimento de toras nas operações de carregamento, descarregamento e transporte florestal.

2.2 ESPECIFICOS

- Determinar e comparar a produtividade das operações com toras de 2,40 m, 3,40 m e 7,00 m;

- Determinar a eficiência dos pátios de madeira nas operações com cada comprimento (tempo de espera);

- Avaliar o impacto do aumento do comprimento de toras na Segurança do Trabalho e na Saúde Ocupacional dos motoristas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÕES DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em áreas pertencentes à KLABIN SC na Região Sul do Brasil, em zona bioclimática caracterizada por altitudes entre 800 e 1200 m e vegetação do tipo Floresta Ombrófila Mista. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é mesotérmico úmido (verões com temperaturas amenas e geadas muito frequentes no inverno). A precipitação média anual é de 1.500 mm, distribuídos ao longo dos meses do ano.

A empresa é a maior produtora, exportadora e recicladora de papéis do Brasil. Líder nos mercados de papéis e cartões para embalagens, embalagens de papelão ondulado e sacos industriais, também produz e comercializa madeira em toras. Possui uma área de 140.000 hectares, distribuídos em 19 municípios do estado de Santa Catarina, tendo como polo de desenvolvimento Social e Econômico o município de Lages. A área útil corresponde 66.530,86 ha, em sua grande parte composta por *Pinus spp.* O objetivo principal das florestas é abastecer duas unidades fabris de papel e celulose, além de comercializar madeiras para serrarias e laminadoras da região.

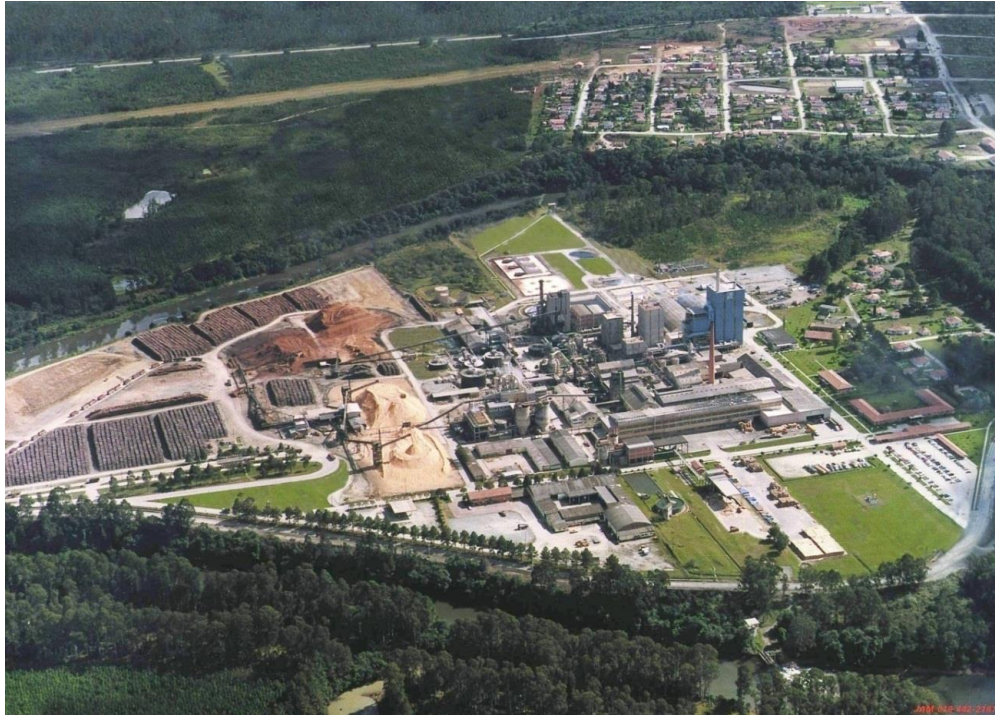


FIGURA 2 - Vista aérea da empresa Klabin S.A unidade de Otacílio Costa, Santa Catarina.

Devido à configuração das unidades industriais, cada unidade faz o recebimento de diferentes comprimentos de madeira, de acordo com seu projeto industrial. A unidade de Correia Pinto recebe toras de Pinus de 3,40 m e a unidade de Otacílio Costa recebe toras de pinus de 2,40 m. Os testes com madeira de 7,00 m visam padronizar o recebimento de toras nas duas fábricas.

3.2 SISTEMA DE COLHEITA DA MADEIRA

O sistema de colheita da madeira utilizado na empresa é denominado de “Árvore inteiras”, onde as operações de derrubada e empilhamento são realizadas por um trator cortador e acumulador, denominado *feller-buncher* e o arraste das árvores até a margem da estrada realizada com uso de um trator florestal de arraste, chamado de *skidder*. O processamento e sortimento das toras na beira da estrada são realizados por cabeçote harvester. Na operação de carregamento e descarregamento da madeira são utilizados carregadores florestais, compostos por uma escavadeira de esteiras com acionamento

hidráulico. A jornada de trabalho na empresa distribuiu-se em dois turnos de oito horas, sendo composta por quatro equipes por turno.



FIGURA 3 - Vista geral das atividades de carregamento florestal da empresa Klabin S.A, Santa Catarina.

3.3 EQUIPAMENTOS AVALIADOS E COLETA DE DADOS

Os carregadores florestais analisados são compostos por uma escavadeira de esteiras de acionamento hidráulico, chamada de máquina base. Na Klabin SC, o carregamento é feito com maquinário próprio (primarização), enquanto o descarregamento nos pátios é realizado por prestadores de serviço (terceirização). As máquinas utilizadas são da marca Caterpillar CAT 320L, Komatsu PC200 e Dosan 210x equipadas com garras florestais com área de 1 m².



FIGURA 4 -Komatsu PC200(à esquerda) e Dossan 225X (à direita).

Os dados técnicos foram coletados nas operações de carregamento, amarração, desamarração e descarregamento de toras de Pinus em veículos de carga articulados tipo bitrem, com capacidade de carga bruta de 57 toneladas.

As toras possuíam comprimento de 2,40 m, 3,40 m e 7,00 m e diâmetro entre 8 e 40 cm, sendo destinadas ao processo fabril. O carregamento das toras no veículo de transporte é realizado no sentido longitudinal. As cargas de toras de 2,40 m formam 6 pacotes (feixes) sobre o bitrem, as cargas de toras de 3,40 m formam 4 pacotes (feixes), enquanto que as cargas de toras de 7,00 m formam 2 pacotes (feixes) sobre o bitrem.



FIGURA 5 - Bitrem carregado com 4 pacotes de toras 3,40 m (à esquerda) e 6 pacotes de toras de 2,40 m (à direita).

A empresa exige que os prestadores de serviços do transporte utilizem cintas de segurança de poliéster na amarração das cargas de toras, na quantidade de 1 cinta com capacidade mínima de ruptura a tração de 5000 kgf ou 2 cintas de 3000 kgf cada, para cada pacote.



FIGURA 6 - Bitrem carregado com 2 pacotes de toras 7,00 m e motorista realizando a operação de amarração de carga.

Outros dados utilizados no estudo foram obtidos na própria empresa através do departamento de controladoria ou pelos contratos da Klabin e as empresas prestadoras de serviços.

3.4 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO

Para a realização do estudo, foram estabelecidos quatro tratamentos, diferenciados segundo os comprimentos de madeira carregados e o número de cintas de segurança utilizadas na amarração das cargas, sendo eles:

- tratamento 1: Transporte de toras de Pinus com comprimento de 2,40 m; utilizando 6 cintas de segurança. (1 por pacote);
- tratamento 2: Transporte de toras de Pinus com comprimento de 2,40 m; utilizando 12 cintas de segurança.(2 por pacote);
- tratamento 3: Transporte de toras de Pinus com comprimento de 3,40 m; utilizando 4 cintas de segurança. (1 por pacote);
- tratamento 4: Transporte de toras de Pinus com comprimento de 3,40 m; utilizando 8 cintas de segurança. (2 por pacote);
- tratamento 5: Transporte de toras de Pinus com comprimento de 7,00 m; utilizando 4 cintas de segurança. (2 por pacote);

Foram comparadas as médias de tempo gasto em cada operação do transporte dos diferentes tratamentos. Cada operação teve um número mínimo de amostras com a premissa de atingir a suficiência amostral a um limite de erro de 15%, conforme a equação fornecida pelo setor de pesquisa da empresa:

$$\frac{N= CV^2 \cdot t (\alpha;G.L.)^2}{(L.E.)^2} \quad (1)$$

Onde: N= Suficiência amostral; CV= coeficiente de variação; t = inverso da distribuição t de student, a certa probabilidade (α) e graus de liberdade (G.L.=n-1); L.E. = limite de erro aceitável.

3.5 AVALIAÇÃO TÉCNICA

A avaliação técnica foi realizada por meio de um estudo de tempos das diferentes operações realizadas durante o transporte florestal, sendo elas carregamento, amarração de carga, desamarração de carga e descarregamento. No estudo foi utilizado cronômetro centesimal, prancheta e formulário específico.

A produtividade média do carregador florestal foi dada em toneladas por hora efetiva de trabalho por meio da seguinte expressão fornecida pela empresa:

$$Pr = \frac{t}{he} \quad (2)$$

Onde: Pr = produtividade (tonelada/hora efetiva); t = toneladas de madeira carregada e descarregada (obtido através da balança da fábrica); he = horas efetivamente trabalhadas.

O rendimento foi avaliado comparando os tratamentos com melhores resultados de produtividade com o tratamento de menor produtividade. Os valores foram obtidos pela expressão:

$$R = \left(\frac{Pr1}{Pr2} - 1 \right) \times 100 \quad (3)$$

Onde: R = Rendimento (%); Pr: valores de produtividade obtidos pela equação 2.

A ergonomia foi avaliada através da quantificação do esforço repetitivo que o motorista é exposto na amarração das cargas, por meio da seguinte expressão fornecida pela empresa:

$$ER = nC \times nV \quad (4)$$

Onde: ER = esforço repetitivo (lançamento de cintas); nC = número de cintas de segurança utilizadas; nV = número médio de viagens realizadas por dia (obtido através da controladoria de logística florestal).

A eficiência do pátio foi determinada pela seguinte equação fornecida pela empresa:

$$Ep = \frac{tO}{tP} \quad (5)$$

Onde: Ep = eficiência de pátio; tO= tempo total de operações no pátio (desamarração, descarregamento e varreção); tP= tempo total do bitrem no pátio (obtido através da balança).

O tempo total de operações é a soma dos tempos cronometrados das operações de desamarração, descarregamento e varreção. O tempo total de pátio é o tempo marcado no sistema da balança desde a entrada do caminhão carregado até a retirada de nova nota de transporte pelo motorista. O tempo de espera é o tempo em que o caminhão se desloca pelo pátio e/ou aguarda na fila para descarregar, é o tempo inoperante.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 SUFICIÊNCIA AMOSTRAL

A suficiência amostral foi atingida com média de 10 observações de cada operação, considerando um limite de erro de 15% e probabilidade de 95%. Na TABELA 1 observa-se que apenas 3 operações não tiveram sua suficiência amostral atingida.

Tabela 1 - Tabela de suficiência amostral a um limite de erro de 15% para um grau de confiança de 95% no teste *t* de Student.

OPERAÇÃO	TRATAMENTO	SORTIMENTO (m)	Nº AMOSTRAS	N 15%	CV%
Carregamento	T1 e T2	2,40	12	3,87	13,40
	T3 e T4	3,40	10	9,95	20,92
	T5	7,00	12	6,07	16,80
Amarração	T2	2,40 - 12 cintas	10	14,45	25,20
	T4	3,40 - 8 cintas	12	7,59	18,78
	T1	2,40 - 6 cintas	10	1,88	9,10
	T3	3,40 - 4 cintas	10	11,32	22,31
	T5	7,00 - 4 cintas	11	5,78	16,19
Desamarração	T2	2,40 - 12 cintas	10	14,45	25,20
	T4	3,40 - 8 cintas	12	7,59	18,78
	T1	2,40 - 6 cintas	10	4,68	14,34
	T3	3,40 - 4 cintas	10	4,94	14,74
	T5	7,00 - 4 cintas	11	3,18	12,01
Descarregamento	T1 e T2	2,40	10	4,45	13,99
	T3 e T4	3,40	10	2,46	10,40
	T5	7,00	11	2,95	11,56
Varreção	T1,T2,T3,T4 e T5		12	5,02	15,28

Pode-se verificar que as operações de amarração e desamarração apresentaram alto coeficiente de variação, devido à própria natureza da operação, a qual é realizada por diferentes motoristas, não se mantendo uma uniformidade das operações, enquanto que as operações de carregamento e descarregamento foram realizadas por apenas quatro (4) operadores de máquinas.

4.2 MENSURAÇÃO DA PRODUTIVIDADE

A TABELA 2 apresenta o peso médio das cargas carregadas e descarregadas com toras de *Pinus taeda* para processo (PTP), com comprimentos de 2,40 m (PTP-240), 3,40 m (PTP-340) e 7,00 m (PTP-700), além do tempo médio em minutos de cada operação. Utilizando a equação de produtividade obtemos a produção por hora efetiva de trabalho e o rendimento entre os comprimentos.

Tabela 2- Pesos médios, tempos médios, produtividade e rendimento dos comprimentos.

Carregamento					
Sortimento	Tratamento	Peso Carga (t)	Tempo (min)	Ton/he	Rendimento (%)
PTP-240	T1 e T2	43,62	24,73	105,83	
PTP-340	T3 e T4	41,56	16,49	151,22	30,01
PTP-700	T5	33,34	11,3	177,03	40,22
Descarregamento					
Sortimento	Tratamento	Peso Carga (t)	Tempo (min)	Ton/he	Rendimento (%)
PTP-240	T1 e T2	43,62	8,98	291,45	
PTP-340	T3 e T4	41,56	5,99	416,29	29,99
PTP-700	T5	33,34	4,44	450,54	35,31

O tempo médio da operação de carregamento foi de 17,50 minutos, enquanto que o tempo total médio da operação de descarregamento foi de 6,47 minutos, proporcionando uma produtividade maior na operação de descarregamento. Isso acontece porque no local do carregamento (Floresta) existem mais fatores influenciando na produtividade, tais como, diferentes declividades do terreno, diferentes distâncias de pilhas em relação a estrada, desorganização de pilhas, teor de umidade do solo e tempo de ajuste das cargas para viagem, enquanto que no descarregamento a situação do pátio é controlada, sendo um terreno plano e as cargas já estão organizadas sobre os bitrens.

A melhoria da produtividade e a eficiência do carregador nas três situações avaliadas poderiam ser alcançadas com a melhor organização das pilhas de toras na margem da estrada, possibilitando, conseqüentemente, a redução dos tempos improdutivos de arrumação de cargas e de pilhas. Além disso, ganhos na disponibilidade mecânica e na eficiência operacional da

máquina poderão ser obtidos com a redução do tempo gasto para arrumação das cargas, já que esta atividade gera um grande desgaste no implemento.

Entre os comprimentos, as operações com cargas de toras com 3,40 m (PTP-340) apresentaram rendimento 30% superior a produtividade das cargas de toras de 2,40 m (PTP-240), enquanto que as operações de carregamento e descarregamento de toras de 7,00 m (PTP-700) apresentaram rendimento 40 e 35 % superior, respectivamente, quando comparadas às operações com cargas de 2,40 m. A operação que apresentou a maior produtividade foi o descarregamento de toras de 7,00 m, com 450,54 toneladas por hora efetiva de trabalho (GRAFICO 1).

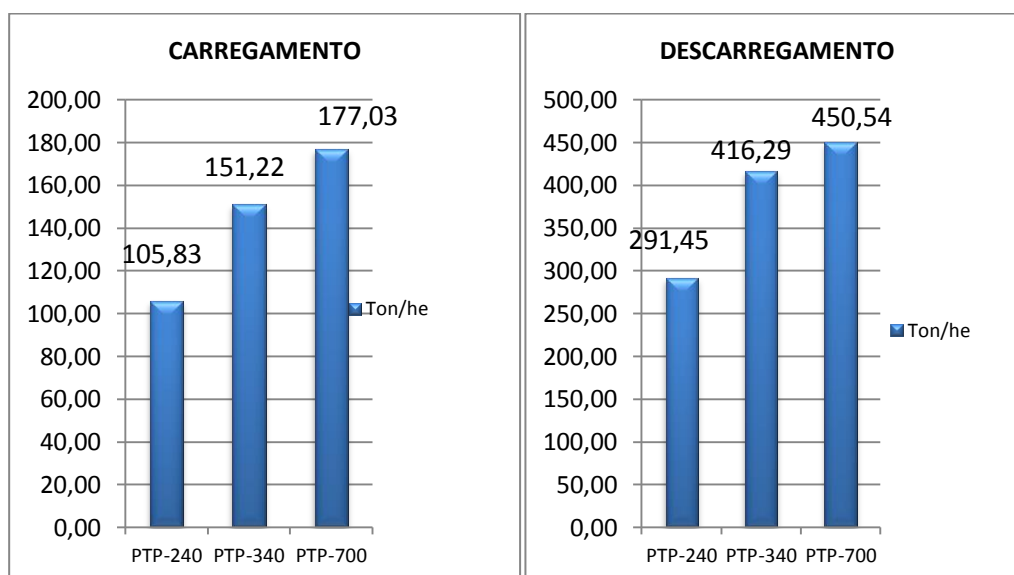


Gráfico 1 - Produtividade média dos comprimentos de madeira de Pinus.

Santos et al. (2009) em um estudo sobre carregamento florestal observou uma produtividade média de 141,5 toneladas por hora efetiva de trabalho no carregamento de toras de 3,60 m, e um tempo médio de 18 minutos na operação, mostrando que os resultados estão dentro do esperado e encontrado na literatura, quando comparados com o carregamento de toras de 3,40 m, com produtividade de 151,2 toneladas por hora efetiva e tempo médio de 16,49 minutos.

Em relação ao peso de carga, os caminhões bitrens são homologados para trafegarem com peso bruto total de 57 toneladas. Considerando o peso

médio dos caminhões de 23 toneladas, a carga líquida não deve ultrapassar 34 toneladas. Esta questão de peso não é controlada e os caminhões são carregados até o limite de espaço da composição. Porém, com o aumento do comprimento das toras para 7,00 m e, conseqüentemente, o aumento da produtividade verifica-se que é possível controlar o peso líquido, trafegando dentro da lei, ou seja, no peso máximo permitido para o modal de transporte utilizado, que é de 57 toneladas de peso bruto total. (GRAFICO 2).

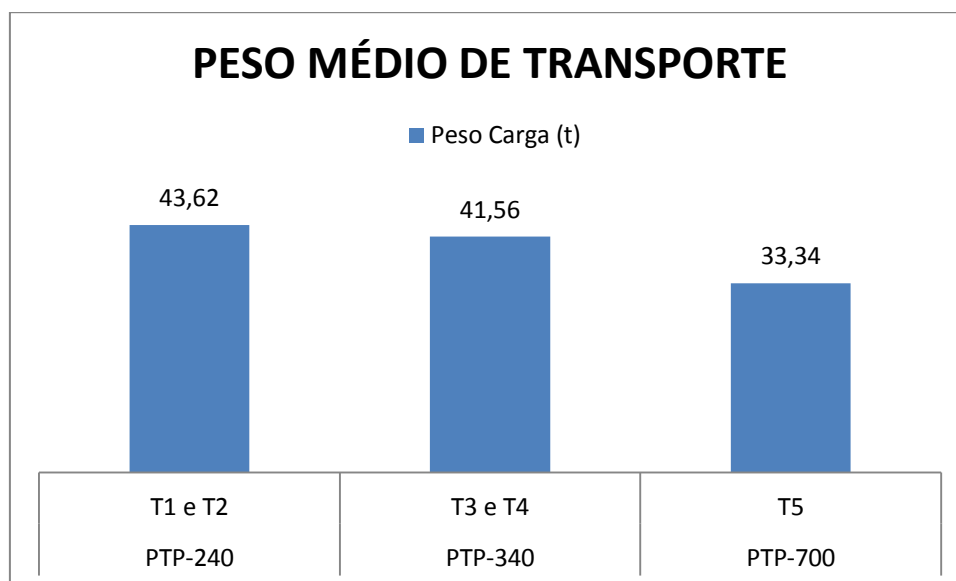


Gráfico 2 – Peso médio de carga líquida de transporte em relação ao comprimento de toras de madeira.

Apesar da diminuição do volume de madeira transportado de quase 10 toneladas por carga verificou-se que nas frentes de trabalho onde são carregadas toras de 7,00 metros os caminhões realizam em média uma viagem a mais por turno, compensando no peso total transportado. Esta medida permite que os caminhões aumentem sua disponibilidade mecânica, já que pode reduzir a manutenção, desgaste de pneus e consumo de combustível, conseqüentemente refletindo nos custos.

Outro fator importante é que a medida permite que a Klabin opere em acordo com o código de trânsito brasileiro, critério para a manutenção de seus selos de certificação florestal internacional, como o *Forest Stewardship Council* (FSC), que reconhece a produção responsável de produtos florestais.

4.3 EFICIÊNCIAS DOS PÁTIOS

A TABELA 3 descreve o tempo médio das operações que ocorrem dentro dos pátios, sendo elas desamarração, descarregamento e varreção, respectivamente. A varreção é feita para que durante o percurso de volta para as fazendas, os resíduos que ficam sobre a carroceria dos bitrens não sejam as estradas e não causem acidentes ao serem projetados.

O tempo de pátio foi obtido pelo controle da balança, e é uma média do tempo que o bitrem fica dentro do pátio desde a pesagem da carga e da entrega da nota de descarregamento. A diferença entre tempo de pátio e de operação resulta no tempo de espera dentro do pátio.

Tabela 3 - Eficiência do fluxo dos pátios de Otacilio Costa e Correia Pinto considerando diferentes comprimentos de toras.

Pátio	Sortimento	Total Operação (min)	Tempo Pátio (min)	Tempo Espera (min)	Eficiência (%)
OC	240	23,04	68	44,97	33,875
CP	340	17,45	94	76,55	18,56
OC	700	14,65	56	41,35	26,16
CP	700	14,65	60	45,35	24,42

Nota-se uma diferença significativa de tempo de pátio entre os pátios de Correia Pinto (CP) e Otacilio Costa (OC) na operação com toras curtas, nas operações com toras de 7,00 metros verifica-se que a padronização do produto reflete também na padronização das operações dentro dos pátios.

O tempo de espera dos caminhões no pátio de Correia Pinto caiu 31,20 minutos com o aumento do comprimento das toras, porém isso não refletiu em um aumento de eficiência na mesma proporção, já que o tempo de operação diminuiu apenas 2,80 minutos.

Observa-se que a condição de pátio ideal se dá quando o tempo de operação é o menor possível e a diferença de tempo de pátio e de operação é mínima. O maior tempo de espera no pátio de Correia Pinto (GRÁFICO 2) operando com toras de 3,40 metros se deve pela diferença de contrato com a

empresa prestadora de serviço, que prevê uma quantidade menor de baldeio de madeira dentro do pátio, quando comparado a Otacílio Costa. Nesta condição, em Correia Pinto os caminhões ficam mais tempo na fila, porque são frequentemente descarregados diretamente na linha de produção, e não nas pilhas do pátio. Este processo é mais lento, pois é feito ao passo da velocidade de abastecimento da fábrica.

Com a padronização do comprimento das toras para 7,00 metros o contrato de ambos os pátios prevê a mesma quantidade de baldeio. Isso explica o maior ganho em tempo de espera no pátio de Correia Pinto.

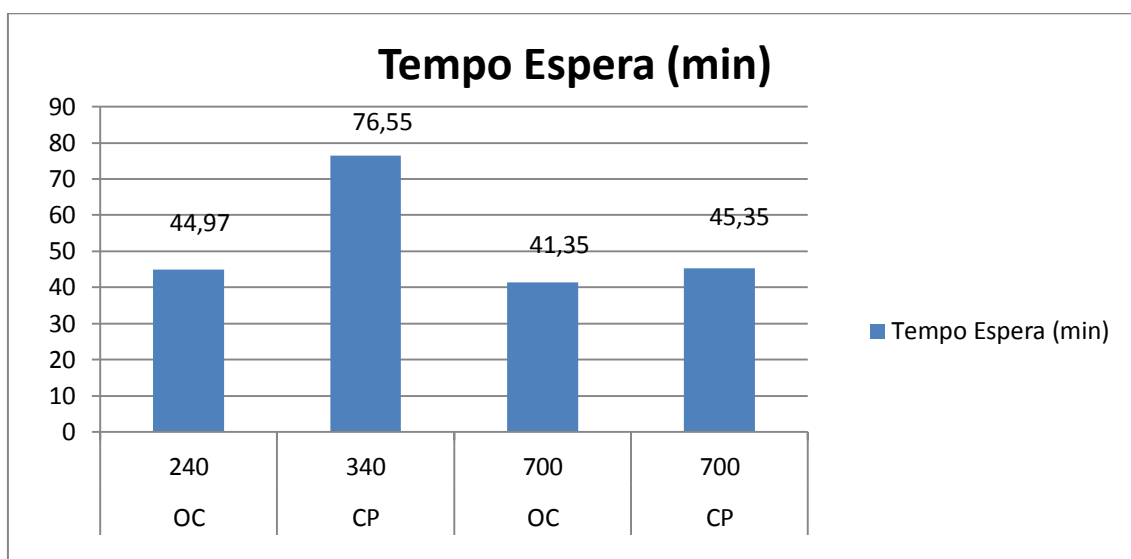


Gráfico 3 - Tempos médios de espera dos caminhões nos pátios.

Comparando a capacidade de estocagem dos pátios com os produtos verifica-se que com o aumento do comprimento das toras diminui a capacidade de estocagem dos pátios.

No pátio de Otacílio Costa tem-se a diminuição da capacidade de estocagem de 19.500 toneladas de madeira devido a dois fatores:

- diminuição da altura das pilhas em 1 metro por questões de segurança na operação e qualidade de pilha, sendo responsável por 8.000 toneladas a menos no estoque.

- redução de espaço devido a diminuição do metro estéreo se comparado as toras de 2,40 metros e 7,00 metros, já que o fator de conversão

cai de 0,643 para 0,525. Totalizando uma perda de 11.500 toneladas em estoque.

No pátio de Correia Pinto a perda na capacidade de estocagem acontece pelos mesmos fatores, porém o espaço físico disponível para a abertura de novas áreas pode suprir a demanda de estocagem, já no site de Otacilio Costa não existem áreas no entorno para expansão do pátio de estocagem

4.4 INFLUÊNCIA NO NÚMERO DE CINTAS DE SEGURANÇA

As operações de amarração e desamarração de cintas de segurança afetam diretamente a produtividade do sistema, uma vez que consomem tempo no processo de transporte. O GRÁFICO 4 apresenta o tempo médio gasto nas operações em relação ao número de cintas de segurança utilizadas.

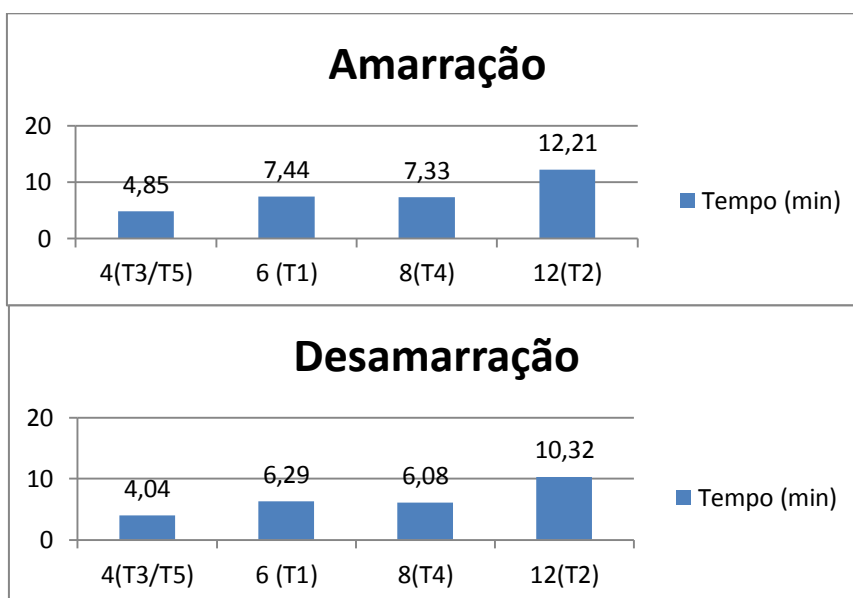


Gráfico 4 - Tempos médios de amarração e desamarração de cintas de segurança em relação ao número de cintas.

Comparando o T3/T4 e o T2, somando as duas operações (amarração e desamarração) observa-se uma diferença de tempo significativa de aproximadamente 13,64 minutos no total da operação, mostrando que o aumento do comprimento das toras e a diminuição do número de cintas, juntos, influenciam positivamente na produtividade do transporte.

Outro fator importante é o ergonômico. Em média os caminhões realizam 2,5 ciclos de transporte por dia, conseqüentemente, os motoristas repetem 30 vezes os movimentos de amarração e desamarração das cargas, se carregados com toras de 2,40 m, utilizando, portanto, 12 cintas de segurança. Não há registros na empresa de afastamentos de motoristas com problemas de saúde causados por esforço repetitivo. Porém, há registros de reclamações de dores nas articulações dos ombros, por vários motoristas e relatos de incidentes causados em dias de chuva, quando as cintas encharcadas ficam mais pesadas. Por estes motivos, a redução no número de cintas de segurança foi autorizada pelo departamento de Segurança e Saúde da KLABIN. A medida adotada também teve reflexo na diminuição do tempo gasto nas operações, aumentando o rendimento dos caminhões.

Durante o levantamento de dados para este trabalho ocorreram quatro acidentes de trabalho relacionados com quedas de toras de caminhões em deslocamento até a fábrica. Em todas as ocorrências os caminhões transportavam toras curtas de 2,40 e 3,40 metros. Isto é, o aumento do comprimento das toras para 7,00 metros pode contribuir na diminuição deste risco por não carregar toras menores e/ou pedaços de toras menores que os fúeros do caminhão que possam cair nas rodovias durante o transporte ou descarregamento nos pátios.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos no presente estudo permitem considerar que o aumento do comprimento das toras de 2,40 m para 7,00 m aumenta a produtividade do Carregamento e Descarregamento Florestal, aumentando o rendimento do sistema em até 35%.

Para o aumento da produtividade na operação de carregamento florestal, tornam-se necessárias melhorias nas operações de extração e no processamento, por meio de melhoria na qualidade do empilhamento das toras na margem da estrada.

O pátio de estoque de madeira de Otacilio Costa apresentou o menor tempo médio de operação e se mostrou mais eficiente que o de Correia Pinto. A padronização dos produtos em toras de 7,00 metros diminui o tempo de espera em ambos os pátios, porém existe potencial de melhoria nos dois locais. Como fator negativo da padronização constatou-se a perda de área de estocagem e a diminuição da qualidade das pilhas.

A redução do número de cintas de segurança utilizadas na amarração das cargas, de duas (2) para uma (1) cinta, influencia positivamente o processo de transporte florestal, melhorando as condições de trabalho dos motoristas e aumentando a produtividade dos caminhões. O transporte de toras de 7,00 metros pode diminuir o risco de acidentes relacionados com quedas de toras.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, S. da C. Avaliação técnica, social, econômica e ambiental de dois sistemas de colheita florestal no litoral Norte da Bahia. Viçosa: UFV, 1998. 125p. il. (Tese M.S.)

FIEDLER, N. C.; ROCHA, E. B. da; LOPES, E. da S. Análise da produtividade de um sistema de colheita de árvores inteiras no norte do estado de Goiás. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 38, n. 4, p. 577-586, out/dez 2008.

MACHADO, C. C.; LOPES, E. S. Análise da influência do comprimento de toras de eucalipto na produtividade e custo da colheita e transporte florestal. **REVISTA CERNE**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 124-129, 2000.

MACHADO, C. C.. **COLHEITA FLORESTAL**, Viçosa, MG, 2º Ed, p. 162, Ed. UFV, 2008.

MALINOSKI, R. J.; CAMARGO, C. M. S.; **SISTEMAS**. In: Colheita Florestal / Carlos Cardoso Machado (Org.). Viçosa: UFV, 2º Ed., p. 161-184, 2008. 468p. il.

SANTOS, M. D. et al. Avaliação Técnica de um carregador florestal com diferentes sortimentos de madeira. **AMBIÊNCIA**, Guarapuava, PR, v. 5 n. 1, p. 13-26 jan./abr. 2009.

SOUZA, A.P.; MINETTE, J.E.; MOREIRA, F.M.T.; MACHADO, C.C.; SILVA, K.R. Análise do desempenho da máquina “slingshot” em subsistemas de colheita em florestas de eucalipto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.2/3, p. 316-320, 2004.

ANEXOS

PLANILHA DE CAMPO

Tempo e Movimento

Procedimento: _____ Sortimento: _____

Máquina Base: _____ Produto: _____

Garra: _____ Tempo de estoque: _____

Fazenda: _____ Talhão: _____ VMI: _____

	Pct 1	Pct 2	Pct 3	Pct 4	Pct 5	Pct 6	Total
Tempo (min)							
N° Movimentos							

	Pct 1	Pct 2	Pct 3	Pct 4	Pct 5	Pct 6	Total
Tempo (min)							
N° Movimentos							

	Pct 1	Pct 2	Pct 3	Pct 4	Pct 5	Pct 6	Total
Tempo (min)							
N° Movimentos							

	Pct 1	Pct 2	Pct 3	Pct 4	Pct 5	Pct 6	Total
Tempo (min)							
N° Movimentos							