

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

CECÍLIA COLLAÇO DE MEIRA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

AVALIAÇÃO TÉCNICA DO PROCESSAMENTO DA MADEIRA DE *Pinus taeda* L.
COM *HARVESTER* NO SISTEMA DE COLHEITA *FULL-TREE*.

CURITIBA
2015

CECÍLIA COLLAÇO DE MEIRA

AVALIAÇÃO TÉCNICA DO PROCESSAMENTO DA MADEIRA DE *Pinus taeda* L.
COM *HARVESTER* NO SISTEMA DE COLHEITA *FULL-TREE*.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito para a conclusão da disciplina ENGF006 e requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Renato Cesar Gonçalves Robert

CURITIBA

2015

AGRADECIMENTOS

À empresa West Rock pela oportunidade e pelo grande aprendizado proporcionado durante o estágio.

À Universidade Federal do Paraná e ao curso de Engenharia Florestal por garantirem uma formação de qualidade.

Ao professor Renato Cesar Gonçalves Robert pela orientação do Trabalho de Conclusão de Curso.

Aos gestores de colheita da empresa Vanderlei Missel, Jarbas Perrelli, Edison de Barros e Rhafael Alyson de Oliveira pelos trabalhos realizados em parceria.

Agradecimento especial ao Engenheiro Florestal Roberto Pedron que, como supervisor de estágio, acompanhou as atividades desenvolvidas, dando-me suporte e incentivo para realizar um ótimo trabalho.

À minha colega de universidade lasmin por dividir inúmeros momentos e trabalhos durante o curso. Aos colegas de estágio Daniele, Roni, Alexandre, Tainara, Fernando, Mariana, Maria e Willian, pela convivência e agradável companhia durante os seis meses que estive em Três Barras.

Às minhas melhores amigas, minha mãe Neiva e irmã Mariana, pelo carinho, preocupação e apoio em todas as horas, e ao meu melhor amigo e namorado Guilherme, que mesmo com a distância sempre esteve ao meu lado compartilhando dos mesmos sonhos.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade dos operadores de *harvester* na etapa de processamento da madeira durante a colheita de *Pinus taeda* L. no sistema *full-tree*. O trabalho foi desenvolvido na empresa West Rock, em que foram avaliados 8 diferentes operadores combinados com 2 diferentes máquinas, em condições semelhantes de operação. A metodologia baseou-se em estudo de tempos e movimentos pelo método de tempo contínuo. Para a análise estatística foi realizado teste de médias de *Tukey*. Os resultados mostraram que das 7 horas disponíveis para o trabalho, em 64% do tempo os operadores realizaram a atividade efetiva de processamento, o restante foi utilizado em atividades de suporte, como alimentação, deslocamento, manutenção, etc. A produtividade média geral foi de 101 árvores.hora⁻¹, havendo diferenças entre as médias dos operadores e máquinas. No geral existiram variações da produtividade ao longo das horas da jornada de trabalho, após a pausa para o almoço observou-se comportamento de aumento da produtividade. No estudo de tempos e movimentos, o tempo médio gasto para realizar o processamento efetivo foi de 32,5 segundos, também houve diferença das médias. O operador que apresentou os melhores resultados de produtividade e menor tempo para realização do processamento efetivo das árvores foi o número 4, com 123 arv.hora⁻¹ e 27 segundos, respectivamente.

Palavras-chave: Colheita florestal; produtividade; processamento da madeira.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Escavadeira Doosan DX225LCA.....	12
Figura 2 – Escavadeira CAT 320CL	12
Gráfico 1 – Descrição e caracterização do tempo ao longo da jornada de trabalho	17
Gráfico 2 – Tempos e movimentos dos elementos buscar/coletar e rolar/processar	22
Gráfico 3 – Tempos e movimentos dos elementos limpeza, organização de pilha deslocamento	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Sortimentos da madeira processada	11
Tabela 2 – Combinações máquina/operador	13
Tabela 3 – Descrição dos movimentos considerados no estudo de tempos e movimentos ..	15
Tabela 4 – Número de ciclos necessários/calculados e ciclos observados	16
Tabela 5 –Análise comparativa das médias de produtividade entre operadores e máquinas.....	18
Tabela 6 – Comportamentos de produtividade em relação à média ao longo das horas de operação	20
Tabela 7 – Análise comparativa das médias de produtividade ao longo das horas da jornada de trabalho	21
Tabela 8 – Análise comparativa das médias dos elementos buscar/coletar e rolar/processar.....	22
Tabela 9 – Análise comparativa das médias dos elementos limpeza, organização de pilha e deslocamento	24
Tabela 10 – Representação dos elementos do estudo de tempos e movimentos.....	25

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	OBJETIVOS	2
2.1	Objetivo geral.....	2
2.2	Objetivos específicos	2
3.	REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3.1	Cultura do Pinus	3
3.2	Colheita florestal.....	3
3.3	Planejamento da colheita	4
3.4	Sistemas de colheita.....	4
3.5	Corte e extração florestal	6
3.5.1	Derrubada.....	7
3.5.2	Arraste.....	7
3.5.3	Processamento.....	7
3.5.4	Carregamento	8
3.6	Produtividade e produção	8
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	11
4.1	Caracterização da área de estudo.....	11
4.1.1	Características do povoamento.....	11
4.2	Caracterização do sistema de colheita utilizado.....	12
4.2.1	Descrição das máquinas.....	12
4.3	Coleta de dados	14
4.3.1	Descrição e caracterização das atividades ao longo da jornada de trabalho....	14
4.3.2	Determinação da produtividade	15

4.3.3	Tempos dos ciclos operacionais	16
4.4	Análise estatística	17
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5.1	Resultados.....	19
5.1.1	Descrição e caracterização do tempo durante a jornada de trabalho.....	19
5.1.2	Produtividade	20
5.1.3	Tempos e movimentos	23
5.2	Discussões	28
5.2.1	Descrição e caracterização do tempo durante a jornada de trabalho.....	28
5.2.2	Produtividade	29
5.2.3	Tempos e movimentos	29
6	CONCLUSÕES	31
7	RECOMENDAÇÕES	32
8.	AVALIAÇÃO DO ORIENTADOR	33
	REFERÊNCIAS	34
	ANEXOS	36

1. INTRODUÇÃO

A Colheita de Madeira, dentro do contexto de produção florestal, constitui a atividade de maior impacto sobre os custos das empresas, devido a grande dimensão de maquinários e processos demandados. Porém pode ser considerada como a atividade responsável por gerar os principais resultados financeiros, ou seja, transformar a matéria-prima (árvore) em produto para venda (madeira).

A seleção do melhor sistema de colheita a ser empregado, bem como a escolha das melhores máquinas constituem em grandes desafios para a empresa florestal. São muitos os fatores que interferem na tomada de decisão por qual sistema utilizar, como: características da floresta, objetivo da madeira, topografia do terreno, condições climáticas, custos, mão-de-obra, etc.

Para que a atividade de colheita ocorra de maneira satisfatória e eficiente é essencial que exista uma perfeita sincronia entre as operações de derrubada, arraste, processamento, carregamento e logística. Portanto cada etapa deve ser executada da melhor maneira possível a fim de apresentar condições que facilitem a próxima operação.

Segundo Alves & Ferreira (1998), os testes operacionais e a busca do aperfeiçoamento de equipamentos, sistemas e processos adaptados à situação de cada empresa são o caminho para atingir níveis crescentes de produtividade, menores custos e qualidade do produto.

“A utilização planejada de sistemas mecanizados de colheita florestal permite a organização, a racionalização e a otimização das atividades, contribuindo para a melhoria da qualidade do produto e do serviço, melhoria das condições de trabalho do ser humano, aumento de produtividade das operações e redução dos custos operacionais e de produção” (Fiedler *et al.*, 2008).

Com a finalidade de garantir a otimização da atividade, garantir a qualidade do produto gerado e diminuir custos, faz-se necessário avaliar constantemente o desempenho do sistema de colheita e tomar medidas de reajuste quando necessário. Ao apresentar maior produtividade e maior qualidade a custos mais baixos, a empresa ganha competitividade no mercado.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Este estudo tem como objetivo principal realizar a avaliação da produtividade dos operadores de *harvester* na etapa de processamento da madeira durante a colheita de *Pinus taeda* L. no sistema *full-tree* da Empresa West Rock.

2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- Descrever e caracterizar o tempo durante a jornada de trabalho;
- Levantar e analisar variações da produtividade ao longo da jornada de trabalho;
- Analisar os tempos gastos para a realização dos elementos que compõem o ciclo operacional.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cultura do Pinus

No Brasil a área de floresta plantada para fins industriais atingiu um total de 7,74 milhões de hectares, um aumento de 1,8% em relação a 2013. Os plantios de eucalipto ocupam 5,56 milhões de hectares (71,9% do total), e localizam-se principalmente nos Estados de Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul, já os plantios de pinus correspondem a uma área de 1,59 milhão de hectares. A acácia, teca, seringueira e paricá também estão entre as espécies de árvores plantadas no país (IBÁ, 2015).

No Brasil, os plantios de árvores do gênero Pinus estão concentrados na região sul, onde as condições climáticas são mais favoráveis ao crescimento. O Paraná está em primeiro lugar com cerca de 662.000 ha, seguido por Santa Catarina com 540.00 ha e Rio Grande do Sul com 164.000 ha (ABRAF, 2013).

Para Gonçalves (2008), “as madeiras do gênero Pinus oriundas de florestas plantadas, estão hoje como uma das melhores alternativas para abastecimento do mercado nacional, pois se trata de madeiras com rápido crescimento, além de apresentar características bastante interessantes a serem utilizadas nos ramos moveleiros, embalagem e construção civil. ”

3.2 Colheita florestal

“A colheita florestal pode ser definida como um conjunto de operações efetuadas no maciço florestal, que visa preparar e extrair a madeira até o local de transporte, fazendo-se uso de técnicas e padrões estabelecidos, com a finalidade de transformá-la em produto final. A colheita, parte mais importante do ponto de vista técnico-econômico, é composta pelas etapas de corte (derrubada, desgalhamento e processamento ou traçamento); descascamento, quando executado no campo; e extração e carregamento.” (MACHADO, 2006)

3.3 Planejamento da colheita

Assim como todos os processos envolvidos na produção florestal, a colheita deve ser planejada detalhadamente, com o intuito principalmente de minimizar custos. Além disso, deve-se considerar a segurança de abastecimento de madeira ao mercado. Para que a colheita ocorra de maneira satisfatória e sem grandes problemas é de extrema importância a realização de um planejamento detalhado das atividades.

A busca por desenvolvimento e aperfeiçoamento de equipamentos e sistemas de produção é o caminho para atingir níveis crescentes de produtividade, menores custos e maior qualidade do processo e do produto (ALVES e FERREIRA, 1998).

Para Burla (2008), o conhecimento dos custos operacionais de uma máquina é uma etapa de fundamental importância para o planejamento e o controle da sua utilização. Sendo os principais fatores de influência nestes custos, a eficiência operacional e a jornada de trabalho.

Devido à grande quantidade de máquinas e equipamentos florestais disponíveis no mercado, as empresas podem formar variados conjuntos de máquinas, cabe a cada empresa optar por aquele que seja mais adequado às suas peculiaridades (JACOVINE *et al.*, 2001).

“Dispondo do conhecimento sobre a melhor condição de aplicação da máquina na colheita, a empresa pode refinar seu planejamento operacional e dimensionar recursos suficientes para realizar esse serviço com a melhor técnica e o menor custo, aumentando sua competitividade no setor e prolongando a vida útil de suas máquinas.” (BURLA, 2008)

3.4 Sistemas de colheita

O sistema de colheita de madeira é formado pelo conjunto de elementos e processos da cadeia de produção e suas atividades parciais, compreendendo desde a derrubada até a chegada da madeira no pátio da indústria transformadora (Machado, 2002). De acordo com o mesmo autor, sistema de colheita pode ser

definido como a planificação, o método e o ordenamento das atividades a serem desenvolvidas.

Segundo ALVES e FERREIRA (1998), para a avaliação da eficiência de um sistema de produção há dois parâmetros básicos: produtividade e custos, porém outros aspectos relacionados à conservação do ambiente e condições de trabalho são de extrema importância. Para Robert (2012), a escolha do sistema de colheita mais adequado é definida principalmente por variáveis relacionadas à finalidade da madeira, custos e características do terreno.

De acordo com a FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*), os sistemas de colheita podem ser classificados considerando o comprimento das toras, a maneira como são extraídas e o local de processamento. Machado (1985) segundo Machado (2006) cita os cinco principais sistemas de colheita utilizados, baseados na forma da matéria-prima, árvore e madeira, e consequentemente nas máquinas empregadas.

Sistema de Toras Curtas (*Cut-to-length*): a árvore é processada (desgalhada e traçada; destopada e descascada quando necessário) no próprio local da derrubada, são produzidas pequenas toras de até 6 metros de comprimento, as quais são transportadas até beira da estrada através de atividade de baldeio. Um exemplo de combinação de máquinas desse sistema é *harvester+forwarder*. O *harvester* realiza as atividades de derrubada, processamento e empilhamento das toras. Posteriormente o *forwarder* realiza o baldeio destas toras até a beira da estrada, onde permanecem até o carregamento final para o comprador. Segundo Robert (2012), essa combinação de máquinas apresenta restrições quanto ao seu uso em terrenos com declividade acentuada, devido à dificuldade de operação nessa condição.

Sistema de Toras Longas (*Tree-length*): a árvore é desgalhada e destopada no local da derrubada, posteriormente é levada até a beira da estrada onde é processada (descascada e traçada), sendo possível também ser carregada e processada na indústria. Uma combinação utilizada pode ser *feller-buncher* + motosserra + *skidder* + garra traçadora. O *feller-buncher* realiza a derrubada, o

desgalhamento é feito com motosserra, o *skidder* arrasta até a beira da estrada onde é processada pela garra traçadora.

Sistema de árvores Inteiras (*Full-tree*): consiste em realizar o abate das árvores dentro do talhão, posteriormente as árvores são extraídas para a beira da estrada ou um pátio intermediário onde ocorre o processamento. A combinação *feller-buncher* + *skidder* + *harvester* pode ser citada como um exemplo deste sistema, em que o *feller-buncher* realiza a derrubada, o *skidder* arrasta as árvores até a beira do talhão e o cabeçote *harvester* realiza o processamento da madeira para posteriormente ser carregada.

Sistema de árvores completas (*Whole-tree*): esse sistema consiste em retirar a árvore por inteiro, inclusive as raízes, indicado para casos em que a raiz possui valor comercial.

Sistema de cavaqueamento (*Chipping*): as árvores são derrubadas, desgalhadas, destopadas e processadas (transformadas em cavaco) sequencialmente dentro do talhão, para posteriormente serem transportadas em forma de cavaco.

3.5 Corte e extração florestal

O corte constitui a primeira etapa da atividade de colheita florestal sendo seguido pela etapa de extração da madeira. “Incluem-se, na fase de corte, as operações de derrubada, desgalhamento, traçamento e preparo da madeira para o arraste e empilhamento. Esse agrupamento de operações é bem caracterizado em sistemas com total predominância de operações manuais. Porém, quando se trata de sistemas mais mecanizados, as operações são separadas, uma vez que elas se realizam em locais diferentes.” (Malinovski & Malinovski, 1998).

Segundo Machado (2006), a fase de extração florestal abrange as atividades de movimentação da madeira desde o local de corte até a estrada, o carreador ou o pátio intermediário. Algumas designações podem ser utilizadas para descrever a extração, como baldeio, arraste, encoste e transporte primário.

Dentro do contexto da colheita florestal, é de extrema importância que cada etapa seja bem planejada e executada, criando condições que facilitem a realização da etapa seguinte. O corte e extração florestal no sistema *full-tree* é composto pelas atividades de derrubada, arraste, processamento e carregamento.

3.5.1 Derrubada

A derrubada é a primeira etapa da colheita florestal, as principais questões para o planejamento da derrubada são o direcionamento de queda das árvores, a formação das faixas de derrubada e a sequência de derrubada das árvores. Segundo Machado (2006), as condições do terreno, as vias de extração, as distâncias, os métodos de trabalho e a direção do vento são fatores que influenciam na derrubada das árvores.

3.5.2 Arraste

Para o arraste dos feixes é necessário avaliar quais são as melhores rotas de arraste, levando em consideração: distância de arraste, deve-se optar sempre pela menor distância possível; declividade, sempre que possível arrastar a favor da declividade; localização dos pátios de madeira, escolher qual o melhor local para alocar os feixes de árvores, esta escolha deve considerar as condições das estradas e a facilidade de saída de caminhões.

3.5.3 Processamento

Após o arraste posicionar as árvores na beira do talhão, o processador florestal *harvester* é responsável por desgalhar e traçar as mesmas de acordo com o sortimento especificado. Todas as medições de diâmetro e comprimento dos toretes para o processamento são feitas automaticamente através do computador de bordo da máquina e de sensores de diâmetro e comprimento alocados no cabeçote.

O cabeçote processador realiza o processamento individual das árvores e deposita os toretes em pilhas de madeira para posteriormente serem carregados.

3.5.4 Carregamento

O carregamento consiste basicamente em transferir a madeira do talhão para a caixa de carga do caminhão, para que assim a produção possa ser escoada via estradas e rodovias. Os maquinários utilizados para o carregamento normalmente são escavadeiras hidráulicas acopladas com garra para coletar a madeira do chão e depositar no caminhão.

3.6 Produtividade e produção

A produtividade das operações de processamento da madeira pode ser definida como o volume ou quantidade de madeira processada durante determinado período de tempo. Já a produção pode ser conceituada como a quantidade final de madeira processada de acordo com o planejado.

“A definição real da produtividade de determinado equipamento, é de fundamental importância no dimensionamento da frota necessária para a realização das produções diárias, afim de atender as fontes consumidoras” (Malinovski & Malinovski, 1998).

A colheita florestal constitui uma atividade em que existe grandes dificuldades de controle sobre as variáveis de influência no processo. São poucas as variáveis passíveis de controle total, em sua maioria elas não podem ser controladas, como chuvas fortes que prejudicam e/ou inviabilizam o tráfego de máquinas e caminhões, nesses casos deve-se elaborar estratégias de adaptação às condições impostas.

Para Malinovski *et al.* (2006), as principais variáveis externas que influenciam na produtividade das máquinas nas operações de colheita florestal são: declividade do terreno, espécie, diâmetro da base e dos galhos, altura e volume individual das árvores, volume por hectare, espaçamento, tipo da intervenção, sortimento, concentração da madeira, qualidade da atividade anterior, altura de toco, distância

média de extração, características do estaleiro, comprimento da madeira, umidade do solo, tempo de permanência da madeira na área, época do ano, qualidade do planejamento das operações, pluviosidade, sub-bosque, alinhamento e os danos à floresta remanescente. Existem também variáveis operacionais como características das máquinas (estado dos equipamentos, manutenção, qualidade dos materiais, etc) e características do operador (habilidades, condições físicas e psicológicas, experiência, cansaço, etc).

“Numa avaliação de *harvesters* atuando em florestas de eucalipto no Brasil, concluiu-se que o volume médio das árvores foi a variável que melhor explicou, isoladamente, as produtividades alcançadas pelos mesmos. As outras variáveis de destaque foram: diâmetro a altura do peito (DAP) médio, altura média e volume por hectare. O volume médio por árvore representou 55%, em média, da variação da capacidade produtiva do *harvester*, e todas as variáveis consideradas em conjunto representaram aproximadamente 80% da capacidade produtiva da máquina.” (BRAMUCCI, 2001 citado por BURLA, 2008)

Estudos realizados com sistemas de colheita mecanizada mostraram que a eficiência de várias máquinas foi influenciada pela produtividade dos povoamentos florestais, sendo mais eficientes aquelas que atuaram em povoamentos com maior produtividade volumétrica por unidade de área. (Moreira, 2000 citado por Lopes *et al.*, 2007).

“A variável sortimento influencia a produtividade das máquinas de colheita de madeira que derrubam, desgalham e seccionam as árvores. O aumento do número de sortimentos tende a diminuir a produtividade das máquinas, devido ao aumento de tempo necessário para se medir e optar pela melhor condição de traçamento da árvore. Sistemas informatizados de mensuração e sortimento podem diminuir o impacto desta variável sobre a produtividade das máquinas” (Malinovski *et al.*, 2006).

Visando sempre realizar o melhor aproveitamento do material lenhoso durante a atividade de colheita, é necessário utilizar métodos de processamento que garantam o melhor aproveitamento da madeira gerando o máximo retorno financeiro possível e a menor quantidade de resíduos. Com o desenvolvimento constante de novas tecnologias é possível dar suporte à crescente preocupação em minimizar

perdas e aumentar a eficiência de processos produtivos. Segundo JACOVINE *et al.* (1999), as perdas ocorrem em função de falhas no processo produtivo. Tais falhas podem ser minimizadas através de maiores investimentos tanto na avaliação como na prevenção de perdas.

Quanto maior o tempo de experiência do operador, maior a produtividade atingida, podendo alcançar incremento de 45% após dois anos de experiência. (RICHARDSON & MAKKONEN, 1994 citado por BURLA, 2008)

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área de estudo

As informações utilizadas para a realização do presente trabalho foram obtidas na Divisão Florestal da empresa West Rock, localizada no município de Três Barras, Santa Catarina, durante os meses de abril e junho de 2015. A empresa possui 54.598,2 hectares de base florestal, dos quais cerca de 22.000 ha são plantios de *Pinus* spp. e cerca de 5.000 ha plantios de *Eucalyptus*.spp. As áreas de Preservação Permanente juntamente com Reserva Legal compõem uma área de aproximadamente 20.000 ha.

Os povoamentos florestais onde ocorreram as coletas de dados estão localizados na Fazenda Frei Rogério, município de Porto União, estado de Santa Catarina, Brasil. As coordenadas são de 26°22'13''S e 51°01'51''O. Segundo a classificação de Koeppen, o clima de região é do tipo Cfb, (subtropical com chuvas bem distribuídas durante o ano, sem estação seca). As temperaturas médias anuais variam em torno de 17°C, a temperatura média do mês mais quente não chega a 22°C. A precipitação varia de 1.200 a 1.800 mm por ano. O verão caracteriza-se por ser quente e chuvoso, já o inverno é rigoroso, geralmente muito úmido e com ocorrência de geadas severas e frequentes. O município está localizado a uma altitude variando em torno de 800m, caracteriza-se por apresentar relevo bastante acidentado.

4.1.1 Características do povoamento

O povoamento estudado era composto por *Pinus taeda* L., com idade aproximada de 16 anos, espaçamento de 2,5m x 2,5m totalizando 1600 árvores por hectare. Trata-se de um plantio homogêneo de primeira rotação sem nenhuma intervenção de manejo como poda ou desbaste. O peso médio individual foi de 0,446 toneladas por árvore sendo o peso médio por hectare de 713,2 toneladas.

A madeira colhida teve como principal utilização a produção de celulose para fabricação de papel. Porém também foram retirados outros sortimentos durante o processamento da madeira conforme a Tabela 1:

Tabela 1. Sortimentos da madeira processada.

Sortimento	Diâmetro (cm)	Comprimento (m)
Tora 1	> 24	2,65
Tora 2	18 > 24	2,65
Celulose	8 > 18	2,40

4.2 Caracterização do sistema de colheita utilizado

O sistema de colheita empregado pela empresa é o Sistema de árvores inteiras (*full-tree*), formado por: máquina florestal derrubadora-acumuladora (*feller-buncher*), máquina florestal arrastadora com garra (*skidder*), máquina de esteiras acoplado com cabeçote processador (*harvester*).

4.2.1 Descrição das máquinas

Para o estudo foram utilizadas 2 máquinas *harvester*, uma delas possui como máquina base escavadeira hidráulica da marca Doosan, modelo DX225LCA, peso de 21.500 kg, potência de 110 kW (148 HP) e 1900 rpm (Figura 1). O cabeçote acoplado à escavadeira é o Log Max 7000C, com capacidade de corte de árvores até 75 cm de diâmetro, os rolos possuem velocidade de alimentação de 3,9 a 5,2 m/seg.

Figura 1. Escavadeira Doosan DX225LCA.



(Fonte: A autora)

O outro *harvester* possui como máquina base escavadeira hidráulica da marca Caterpillar, modelo CAT 320CL, com potência líquida do volante de 146,5 HP e peso operacional de 20.330 kg (Figura 2). O cabeçote acoplado é o mesmo Log Max 7000C.

Figura 2. Escavadeira CAT 320CL.



(Fonte: A autora)

4.3 Coleta de dados

No total foram 8 dias de coleta de dados de 8 diferentes operadores, sendo um dia de acompanhamento para cada um. Os acompanhamentos foram desde o início até o final da jornada, a qual teve início 05:24 horas e termino as 15:06 horas. Os materiais utilizados foram prancheta, caneta, folhas de observação específicas e relógio digital sexagesimal.

As combinações de máquina/operador estão apresentadas na Tabela 2:

Tabela 2. Combinações máquina / operador.

Máquina	Marca/modelo	Operador
A	Doosan DX225LCA	1
A	Doosan DX225LCA	2
A	Doosan DX225LCA	3
A	Doosan DX225LCA	4
B	Caterpillar CAT320CL	5
B	Caterpillar CAT320CL	6
B	Caterpillar CAT320CL	7
B	Caterpillar CAT320CL	8

Todas as coletas de dados, entre todos os operadores e máquinas, foram realizadas nas mesmas condições de processamento, como: terreno, organização do estaleiro, peso médio individual das árvores, condições climáticas, etc., para minimizar os fatores de influência nos resultados.

4.3.1 Descrição e caracterização das atividades ao longo da jornada de trabalho

Para o levantamento da descrição e caracterização das atividades ao longo da jornada de trabalho foram anotados os horários de início e término de cada atividade. As atividades começaram a ser analisadas a partir da chegada dos operadores na fazenda, as quais foram: ginástica laboral, café-da-manhã, reunião e deslocamento refeitório-máquina; paradas para almoço, troca de turno, troca da corrente, medição

de toras, abastecimento, deslocamento e manutenção; e processamento efetivo. As planilhas utilizadas para a coleta de dados das atividades podem ser visualizadas no Anexo I.

Para o levantamento dos dados de produtividade e tempo dos ciclos operacionais foi realizado um estudo de tempos e movimentos. As planilhas de observação utilizadas para a realização dos estudos de tempos e movimentos estão apresentadas no Anexo II.

4.3.2 Determinação da produtividade

A produtividade foi determinada em número de árvores processadas por hora efetiva de trabalho, o número de árvores foi contabilizado através do estudo de tempos e movimentos.

A produtividade para cada máquina e operador foi determinada conforme a equação a seguir:

(Equação 1)

$$P = N * \left(\frac{1}{T}\right)$$

Em que:

Pr = produtividade (arv.hora⁻¹);

N = número de árvores processadas;

T = tempo efetivo para processar as árvores.

Para a avaliação das variações de produtividade ao longo da jornada de trabalho, foi utilizada metodologia de acompanhamento, a qual identifica as variações ao longo de cada hora de trabalho, com a intenção de identificar os comportamentos de aumento ou diminuição da produtividade por hora de trabalho.

4.3.3 Tempos dos ciclos operacionais

Para a análise dos tempos dos ciclos operacionais foi realizado um estudo de tempos e movimentos, em que o método de cronometragem adotado foi o de tempo contínuo considerando apenas o tempo efetivo de operação, ou seja, foram excluídos os tempos gastos em pausas, manutenção e deslocamentos fora do tempo de efetivo processamento.

A marcação dos tempos ocorreu simultaneamente ao encerramento de cada operação considerada, e para o conhecimento do tempo gasto em cada operação subtraiu-se o tempo final pelo inicial.

Para o cálculo da intensidade amostral foi realizado um estudo piloto a fim de estabelecer o número mínimo de amostras necessárias considerando um limite de 5% de erro de amostragem e 95% de probabilidade, conforme equação 2:

(Equação 2)

$$n \geq t^2 * \frac{CV^2}{E^2}$$

Em que:

n = número mínimo de unidades amostrais;

t = valor de t de Student, para o nível de probabilidade desejado e (n-1) graus de liberdade;

CV = coeficiente de variação;

E = erro de amostragem admissível.

Para a tomada de tempo a operação de processamento foi subdividida em 5 elementos do ciclo operacional (Tabela3):

Tabela 3. Descrição dos elementos do ciclo operacional consideradas no estudo de tempos e movimentos.

ELEMENTO	DESCRIÇÃO
Buscar/Coletar (BC)	Tempo para coletar a árvore do estaleiro formado pelo <i>skidder</i> , trazer até a posição de processamento e acionar o sabre para começar a cubagem, finaliza ao recolher completamente o sabre;
Rolar/Processar (RP)	Tempo para acionar o rolo e realizar o traçamento completo da árvore, finaliza ao abrir as facas e soltar a ponteira da árvore;
Limpeza (LI)	Tempo para realizar a limpeza da área (retirar ponteiras/sujeiras que estejam atrapalhando a atividade), finaliza ao retornar o cabeçote na posição de coleta de árvore;
Organização da pilha (OR)	Tempo para organizar as toras nas pilhas, finaliza ao retornar o cabeçote na posição de coleta de árvore;
Deslocamento (DE)	Tempo para a máquina realizar deslocamentos curtos no estaleiro, finaliza ao parar a movimentação da máquina.

Os tempos gastos durante as operações de buscar/coletar e rolar/processar constituem tempos obrigatórios para o processamento de cada árvore. Os demais tempos (limpeza, organização da pilha e deslocamento) não constituem tempos de processamento efetivo, pois estes ocorrem apenas de acordo com a necessidade. A planilha utilizada para a realização do estudo de tempos e movimentos pode ser visualizada no Anexo II. Posteriormente foram calculados os tempos médios para cada operação bem como o número médio de árvores e volume processado por hora efetiva de operação.

4.4 Análise estatística

Para a análise estatística os dados de produtividade e tempos e movimentos foram submetidos à teste de média de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Considerando um erro de amostragem de 5% e 95% de probabilidade, a intensidade amostral recomendada para o estudo de Tempos e Movimentos do

processamento foi satisfatória. O número de observações reais para cada operador ficou acima do número mínimo necessário conforme a Tabela 4:

Tabela 4. Número de ciclos necessários/calculados e de ciclos observados.

Máquina	Operador	Número mínimo de amostras/ciclos (n)	Número de ciclos observados
A	1	247	384
	2	405	612
	3	428	526
	4	239	555
B	5	216	388
	6	197	692
	7	190	707
	8	186	645

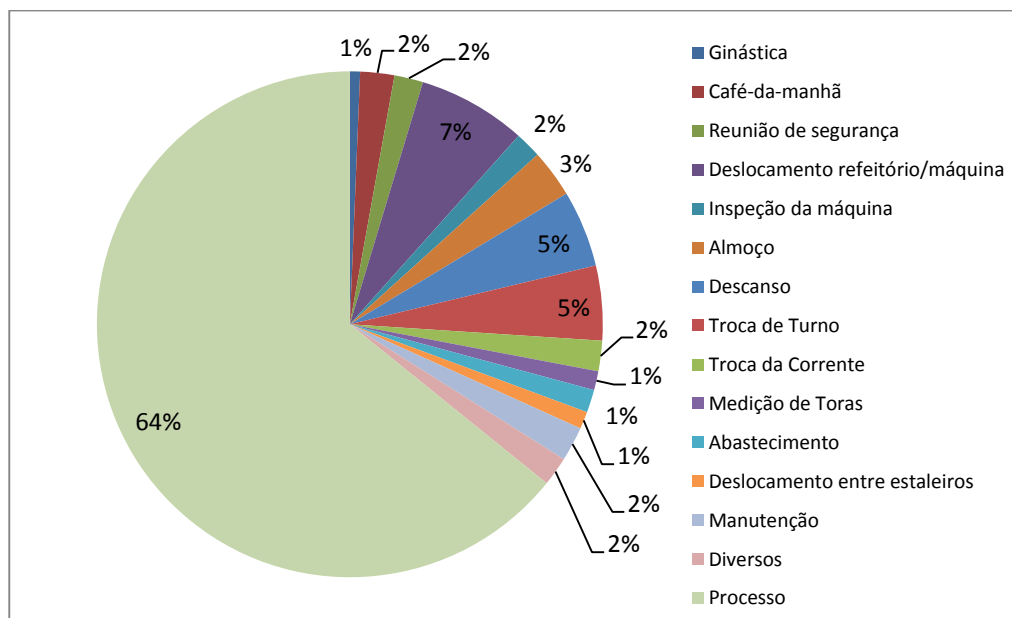
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Resultados

5.1.1 Descrição e caracterização do tempo durante a jornada de trabalho

Os resultados médios obtidos do acompanhamento completo da jornada de trabalho estão apresentados no Gráfico 1:

Gráfico 1. Descrição e caracterização do tempo durante a jornada de trabalho.



Os resultados encontrados mostraram que durante a maior parte do tempo de permanência na fazenda os operadores estiveram ativos na atividade de processamento da madeira (64%), ou seja, este valor corresponde à eficiência operacional dos dias acompanhados. A segunda maior utilização do tempo (7%) foi do deslocamento entre o refeitório e a máquina, seguido pelo descanso após o almoço e a troca de turno, ambos com representação de 5% cada. O tempo de almoço teve representação de 3% e as atividades que menos impactaram o tempo

de trabalho foram: ginástica laboral, café-da-manhã, reunião de segurança, inspeção da máquina, troca de corrente, medição de toras, abastecimento, deslocamento entre estaleiros, manutenção e situações diversas, todas com representação igual ou inferior a 2%, totalizando 16% do tempo total.

O tempo total médio de permanência na fazenda foi de 8 horas e 40 minutos, sendo 3 horas e 6 minutos de tempo não produtivo e 5 horas e 33 minutos de produção efetiva.

5.1.2 Produtividade

A produtividade efetiva média (árvores/hora) encontrada para cada operador, bem como o teste de média de Tukey estão apresentados na Tabela 5:

Tabela 5. Análise comparativa das médias de produtividade entre operadores e máquinas.

Máquina	Operador	Prod. média*	Tempo de experiência
A	4	123 a	14
A	3	114 ab	13
A	2	106 bc	12
A	1	81 e	7
B	6	106 bc	8
B	5	95 cd	3
B	8	91 de	4
B	7	88 de	14
Média geral		101	9

Prod. média= arv.hora⁻¹

Tempo de experiência com= anos (aproximadamente)

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

O operador 4 alcançou uma média de produtividade superior aos demais (123 arv.hora⁻¹), seguido pelo operador 3 (114 arv.hora⁻¹), já a menor produtividade encontrada foi do operador 1 (81 arv.hora⁻¹).

O operador 1, mesmo trabalhando com a máquina A apresentou médias muito diferentes do 2, 3 e 4, com 81, 106, 114 e 123 arv.hora⁻¹ respectivamente, neste caso acredita-se que o fator “experiência e habilidade do operador” teve maior influência do que o fator “máquina”, ou seja, o operador 1 possui menor capacidade de produção quando comparado com os demais.

A máquina A apresentou produtividade média de 106 arv.hora⁻¹, já a máquina B apresentou média de 95 arv.hora⁻¹. Os operadores 2 e 6 tiveram exatamente a mesma média, mesmo trabalhando com máquinas diferentes, também mostrando que a influência “experiência e habilidade do operador” foi maior neste caso.

Quatro operadores ficaram acima da média geral de 101 arv.hora⁻¹, assim como os outros quatro ficaram abaixo da média.

O tempo de experiência médio com operação de máquinas florestais entre os operadores foi de 9 anos. O operador 4 que apresentou a maior produtividade (123 arv.hora⁻¹) possui 14 anos de experiência, igualmente ao operador 7, porém este apresentou produtividade de 88 arv.hora⁻¹, mostrando não haver relação direta entre produtividade e tempo de experiência.

Para a avaliação da variação de produtividade ao longo das horas de trabalho foram obtidos os seguintes resultados (Tabela 6):

Tabela 6. Comportamentos de produtividade em relação à média ao longo das horas de trabalho para cada operador.

Máq.	Op.	Prod. média	h1 07:00-07:59		h2 08:00-08:59		h3 09:00-09:59		h4 10:00-10:59		h5 12:00-12:59		h6 13:00-13:59		h7 14:00-14:59		Δ máxima	
			C	Δ	C	Δ	C	Δ	C	Δ	C	Δ	C	Δ	C	Δ	↑	↓
A	1	81	↓	5	↓	3	↑	4	↑	6	↑	9	↓	12	↑	1	9	12
A	2	106	↓	4	↑	3		0	↑	4	↑	8	↓	6	↓	2	8	6
A	3	114		0		0	↑	5		0	↓	2	↓	1	↑	2	5	2
A	4	123	↑	5	↓	7	↑	10	↓	6	↑	1		0	↓	1	10	7
B	5	95	↑	12	↓	6	↓	7		0	↑	14	↓	1	↓	9	14	9
B	6	106	↓	2	↑	2	↓	2	↓	4	↑	9	↑	3	↓	7	9	7
B	7	88	↑	4	↓	10		0	↓	1	↑	3	↑	11	↓	6	11	10
B	8	91	↓	9	↓	6	↓	10	↓	16	↑	15	↑	16	↑	13	16	16
Média		103	↑	7	↑	3	↑	6	↑	5	↑	8	↑	10	↑	5	11	9
			↓	5	↓	6	↓	6	↓	7	↓	2	↓	5	↓	5		

Máq= máquina; Op.= operador; Prod. Média= arv.hora⁻¹; h= horas de trabalho; C= comportamento; Δ máxima= variação máxima entre a média(nº de árvores) ↑ = variação para mais; ↓ =variação para menos.

Ao analisar a tabela observa-se que houve variação das tendências de subida ou descida da produtividade ao longo das horas de trabalho. Ao final da análise individual do comportamento de cada operador é possível identificar o comportamento médio para cada hora de trabalho. Nas horas 3 e 7 não houve diferenças no comportamento em questão de número de árvores para mais ou para menos, ambas as horas apresentaram variação de 6 e 5 árvores, respectivamente.

Na 5ª hora, 7 dos 8 operadores apresentaram comportamento de aumento na produtividade, em média de 8 árvores. Este comportamento pode ser justificado pelo fato dos operadores virem de um período de descanso, após a pausa para o almoço. As maiores variações foram observadas no operador 8 com 16 árvores para mais e para menos, ou seja, este foi o que apresentou a produtividade menos estável em relação aos demais. O operador que apresentou as menores variações foi o número 3, com variação máxima de 5 árvores para mais e 2 árvores para menos. Na média geral entre todos os operadores as variações foram de 11 árvores para mais e 9 para menos, mostrando comportamento de equilíbrio tanto para o aumento ou diminuição

da produtividade. O resultado do teste de Tukey para as variações de produtividade ao longo das horas de trabalho estão apresentados na Tabela 7:

Tabela 7. Análise comparativa das médias gerais e comportamento da produtividade ao longo das horas da jornada de trabalho.

h	Prod. média*	C	Δ
1	101 a		0
2	97 a	↓	4
3	100 a	↓	1
4	98 a	↓	3
5	108 a	↑	7
6	102 a	↑	1
7	99 a	↓	2

h= horas de trabalho; Prod. Média= arv.hora⁻¹; C= comportamento; Δ = variação (nº de árvores); ↑ = variação para mais; ↓ = variação para menos.

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

O teste de Tukey mostrou não haver diferenças entre as médias gerais de produtividade, ou seja, os operadores mantêm a mesma produtividade ao longo da jornada de trabalho. Porém é possível observar que na 5ª hora a produtividade foi mais elevada (108 arv.hora⁻¹), seguida pela 6ª hora (102 arv.hora⁻¹), a 2ª hora de trabalho foi a menos produtiva, com 97 arv.hora⁻¹.

Na 1ª hora de trabalho não houve variação no comportamento em relação à média, a maior variação foi na hora 5, com 7 árvores para mais, o que novamente pode ser justificada por ser tratar de um período pós descanso.

5.1.3 Tempos e movimentos

O tempo necessário para realizar o movimento de buscar/coletar a árvore somado ao tempo para rolar/processar compõe o ciclo operacional de processamento de cada árvore. Os resultados médios do estudo de tempos e

movimentos do ciclo operacional, assim como os testes de médias, estão apresentados abaixo (Tabela 8):

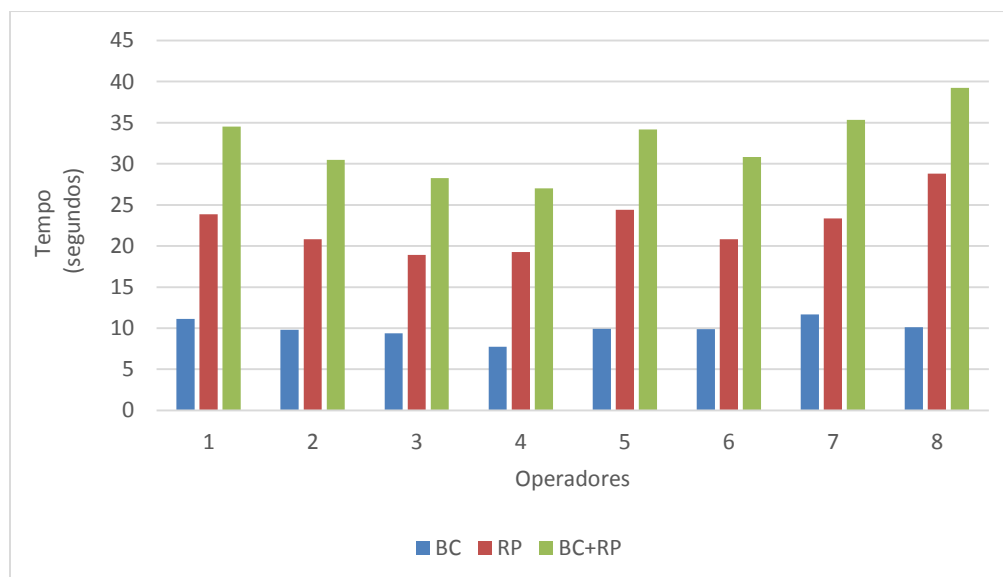
Tabela 8. Análise comparativa das médias dos elementos buscar/coletar e rolar/processar.

Máquina	Operador	Tempo (segundos)		
		BC*	RP*	BC+RP*
A	1	11,1 a	23,8 b	34,9 b
A	2	9,8 b	20,8 c	30,6 cd
A	3	9,4 b	18,9 d	28,3 de
A	4	7,7 c	19,3 cd	27,0 e
B	5	9,9 b	24,4 b	34,3 b
B	6	9,9 b	20,8 c	30,7 c
B	7	11,7 a	23,3 b	35,0 b
B	8	10,1 b	28,8 a	38,9 a
Média		10,0	22,5	32,5
Desvio padrão		1,2	3,3	4,0

BC= buscar/coletar; RP= rolar/processar; BC+RP= buscar/coletar+rolar/processar.

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

Gráfico 2. Tempos e movimentos dos elementos buscar/coletar e rolar/processar.



BC= buscar/coletar; R/P= rolar/processar.

Ao analisar os resultados e a ilustração do gráfico observa-se que o elemento buscar/coletar apresentou 3 médias diferentes, o operador 4 foi o que mais se diferenciou dos demais, com 7,7 segundos, sendo este o menor tempo observado. O elemento rolar/processar apresentou maior variação, com 4 diferentes médias, o operador que mais se destacou foi o número 3, com 18,9 segundos. Já o tempo total de processamento (BC+RP) apresentou 5 diferentes médias, o operador 4 ficou com o menor tempo de realização, 27 segundos, ou seja, este foi o operador mais rápido na realização do processamento efetivo.

Para o tempo total observa-se que a máquina A apresentou 4 médias diferentes e a máquina B apresentou 3, ou seja, para a máquina A houve maior variação no tempo de realização do processamento.

O operador que apresentou o maior tempo para realizar o processamento das árvores foi o número 8 com 39,2 segundos, este levou menos tempo para B/C (10,1 segundos) quando comparado com o número 7 e 1, porém o seu tempo para R/P foi maior (28,8 segundos) o que fez com que seu tempo total ficasse maior. Já o que apresentou o menor tempo, ou seja, o mais rápido foi o operador 4 com 27 segundos. A diferença entre o menor e o maior tempo de processamento foi de 12,2 segundos, o teste de Tukey mostrou que existem 5 diferentes médias entre os operadores para a realização do processamento.

Lopes *et al.* (2007), ao realizar estudo de tempos e movimentos para a operação do *harvester* na derrubada e processamento de madeira descascada de *Pinus spp.*, com média de 0,47m³/árvore, encontrou o tempo médio de 36,33 segundos, este maior tempo é explicado pelo fato de ser necessário passar o rolo duas vezes para descascar a madeira. Em seguida, o autor descreve que a atividade que apresentou o segundo maior tempo foi busca/corte, com média de 14,03 segundos por árvore.

As operações de limpeza, organização da pilha e deslocamento (Tabela 9) não compõem o processamento efetivo de cada árvore, ou seja, não são operações que efetivamente realizam o processamento da madeira, porém são necessárias para dar suporte a este.

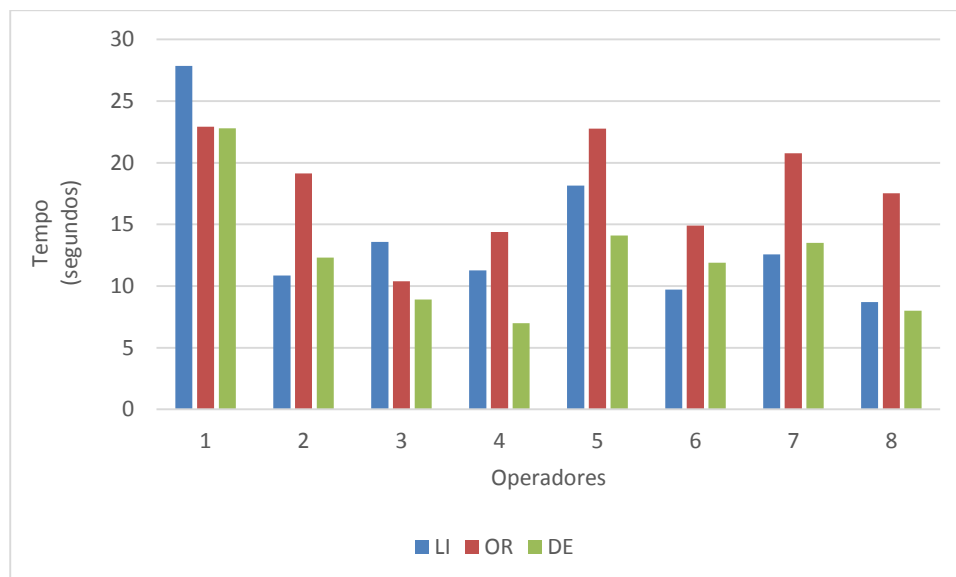
Tabela 9. Análise comparativa das médias dos elementos limpeza, organização de pilha e deslocamento.

Máquina	Operador	Tempo (segundos)		
		LI*	OR*	DE*
A	1	27,9 a	22,9 a	22,8 a
A	2	10,9 ab	19,1 abc	12,3 ab
A	3	13,6 ab	10,4 d	8,9 b
A	4	11,3 ab	14,4 cd	7,0 b
B	5	18,1 ab	22,8 a	14,1 ab
B	6	9,7 ab	14,9 bcd	11,9 b
B	7	12,6 ab	20,8 ab	13,5 ab
B	8	8,7 b	17,5 abc	8,0 b
Média		14,1	17,9	12,3
Desvio padrão		6,3	4,4	5,0

LI= limpeza; OR= organização da pilha; DE= deslocamento durante processamento.

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

Gráfico 3. Tempos e movimentos dos elementos limpeza, organização da pilha e deslocamento.



LI= limpeza; OR= organização da pilha; DE= deslocamento durante processamento.

As maiores diferenças de médias foram encontradas no elemento organização da pilha, apresentando 4 diferentes médias, enquanto a limpeza e o deslocamento apresentaram 2 diferentes médias cada.

Ao analisar o gráfico observa-se que o operador que apresentou maior tempo de realização da limpeza foi o número 1, com 27,9 segundos, contra o menor tempo de 8,7 segundos do número 8.

Na organização da pilha os operadores 1 e 5 apresentaram tempos muito próximos e os maiores observados, 22,9 e 22,8 segundos respectivamente. O menor tempo ficou com o operador 3.

No deslocamento o operador 4 foi o mais rápido e o 1 o mais lento. Não se verificou diferenças de tempos entre as máquinas, para a realização dos elementos que não compõem o ciclo operacional o principal fator de influência foi “experiência e habilidade do operador”.

Para a maioria dos casos os maiores tempos médios de realização foram o tempo de limpeza e organização da pilha, o tempo que apresentou e menor média foi o deslocamento.

Tabela 10. Representação dos elementos do ciclo operacional.

Operador	BC	RP	%			Total/ciclo
			LI	OR	DE	
1	21,6	62,9	4,0	9,7	1,8	100,0
2	28,8	62,3	0,5	5,3	3,2	100,0
3	29,3	62,4	0,4	5,0	2,8	100,0
4	32,4	60,4	0,7	4,3	2,2	100,0
5	21,0	69,9	0,8	6,1	2,2	100,0
6	29,3	60,8	1,3	6,0	2,6	100,0
7	27,9	59,1	1,4	9,5	2,1	100,0
8	35,3	57,2	0,6	5,9	1,0	100,0
Média	28,2	61,9	1,2	6,5	2,2	
Desv. Padrão	4,9	3,8	1,2	2,0	0,7	

BC=buscar/coletar; RP=rolar/processar; LI=limpeza; OR=organização da pilha; DE=deslocamento durante processamento.

Ao analisar todos os casos, o elemento rolar/processar a madeira teve maior representação no tempo total (61,9%) de processamento, seguida pelo elemento buscar/coletar (28,2%), juntas as atividades representam 90,1% do tempo total de processamento. A atividade que teve a menor representatividade foi a limpeza, com 1,2%. O tempo total médio de processamento foi de 5 horas e 33 minutos.

5.2 Discussões

5.2.1 Descrição e caracterização do tempo durante a jornada de trabalho

Ao analisar os resultados da descrição do tempo durante a jornada de trabalho observa-se que o tempo de produção efetiva ficou acima da soma dos tempos de pausas operacionais, o que demonstra bom aproveitamento do tempo durante a jornada de trabalho, ou seja, em 64% do tempo total de permanência na fazenda as máquinas trabalharam. O tempo de operação efetiva pode ser considerado como a eficiência operacional da atividade, ou seja, o percentual de tempo efetivo de produção, desconsiderando os tempos não produtivos, quanto maior a eficiência operacional mais eficiente é o sistema de produção.

Ao analisar os custos de aquisição e manutenção de maquinários florestais, os quais são considerados os mais altos de toda a produção florestal, é extremamente importante que estes produzam em capacidade máxima a fim de diluir os custos por unidade de produção.

A otimização contínua dos tempos não produtivos deve ser feita com regularidade, como a colheita florestal é uma atividade muito dinâmica, o planejamento da rotina deve ser realinhado diariamente. Como exemplo a distância entre refeitório e máquina deve ser a mínima possível, é necessário analisar qual a melhor rota e sequência de parada na operação.

A troca de corrente do sabre é realizada para manter a qualidade de corte e evitar que a mesma venha a arrebentar, já a medição de toras é feita para garantir que as toras de madeira estejam em dimensões corretas, caso contrário as

máquinas são calibradas e reguladas novamente. As situações diversas correspondem a pausas para eventuais atividades de apoio à operação, como comunicação e avaliação da área.

5.2.2 Produtividade

Como as condições do processamento (terreno, características das árvores, condições climáticas, etc) foram muito parecidas entre as amostras, considera-se que os maiores fatores de influência foram: “máquina” e “experiência e habilidades do operador”.

Em sua maior parte, as produtividades apresentadas pelos operadores foram diferentes entre si, porém nenhuma média apresentou-se totalmente diferente das demais. Os operadores que trabalharam com a mesma máquina tenderam a apresentar médias iguais, resultado este já esperado, pois a máquina tem grande influência na produtividade.

A função de operador de máquinas florestais é uma atividade que exige treinamento e prática para que sejam alcançados resultados de produtividade cada vez melhores. Dos operadores avaliados, alguns possuíam mais tempo de trabalho na atividade de processamento da madeira, o que justifica as diferenças decorrentes do fator “experiência e habilidades do operador”.

As variações de produtividade ao longo da jornada de trabalho ocorrem devido a questões de cansaço ou disposição para o trabalho.

5.2.3 Tempos e movimentos

O comprimento das toras é um fator que interfere diretamente na operação de processamento das árvores, quanto maior for o comprimento das toras, menor será o número de traçamento e conseqüentemente menor será o tempo gasto para rolar e processar a árvore.

O que a maioria das empresas espera é que todos os operadores produzam com a máxima capacidade e de maneira parecida, pois isso facilita e padroniza a

produção. Variações muito grandes entre os tempos de realização dos movimentos do processamento devem ser tratadas a fim de diminuir os desvios e otimizar o processo.

A maior diferença de médias no elemento organização da pilha pode ser explicado pelo fato de que cada operador realiza este movimento de maneira própria, ou seja, não existe um movimento padrão para a realizar a organização da pilha, enquanto os demais movimentos são mais parecidos e padronizados.

Alguns operadores possuem a habilidade de realizar o deslocamento ao mesmo tempo em que processam as árvores, isso evita que estes parem o processamento para se deslocar no estaleiro.

6 CONCLUSÕES

- Os operadores mostraram diferenças de produtividade entre si;
- O elemento do ciclo operacional que mais demandou tempo foi rolar processar com mais da metade do tempo do ciclo operacional;
- Os operadores apresentaram comportamentos de produtividade variados ao longo das horas da jornada de trabalho;
- Os horários mais produtivos foram a primeira e segunda hora após a pausa para o almoço, porém as médias não apresentaram diferenças.

7 RECOMENDAÇÕES

- Realizar estudo com diferentes combinações operador/máquina para avaliar e identificar as melhores combinações.
- Avaliar mais detalhadamente as atividades não produtivas ao longo da jornada de trabalho para identificar oportunidades de melhoria e otimizar o tempo de produção efetiva.
- O acompanhamento das variações na produtividade ao longo da jornada de trabalho deve ser rotineiro, caso as médias apresentem diferenças significativas entre si, deve-se investigar a causa e tomar medidas de adaptação à novos horários de trabalho a fim de manter a produtividade alta e constante.
- Para o estudo de tempos e movimentos, recomenda-se a realização de uma reciclagem e/ou treinamento dos operadores que apresentaram tempos muito elevados em relação à média.

8. AVALIAÇÃO DO ORIENTADOR

A orientada cumpriu com horários e determinações. O trabalho exigiu afinco e a Cecília conseguiu alcançar com êxito nossas correções no trabalho.

Alguns detalhes são parte de interpretações sobre o que pode ou não ser atingido com o nível de um TCC.

A Cecília tem ótimo poder de escrita científica e de elaboração de cálculos e tabelas. Além disso a descrição dos resultados e a discussão foram muito bem escritos, faltando apenas detalhes de mudanças.

A Cecília compreendeu facilmente as orientações e estou satisfeito e feliz em ter tido ela como orientada para o TCC.

Cecília Collaço de Meira

Renato Cesar Gonçalves Robert

REFERÊNCIAS

ABRAF, 2013. Anuário Estatístico 2013 – Ano base 2012. Disponível em: http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF13/ABRAF13_BR.pdf, com acesso em: 27/05/2015.

ALVES, M. K. L & FERREIRA, O. O. **Avaliação da etapa de derrubada e processamento de Eucalipto para celulose**. Ciência Florestal, Santa Maria, v.8, n.1, p.23-34. 1998

BURLA, E. R. **Avaliação técnica e econômica do “Harvester” na colheita do Eucalipto**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2008.

FIEDLER, N. C. *et al.* **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, 2008.

GONÇALVES, A. F.; **A COLHEITA FLORESTAL DO SÉCULO XXI “Foco nas novas estruturas e tecnologias aplicadas à colheita mecanizada de corte raso de eucalipto”**. 58 p. (Especialista em Gestão Florestal) – Universidade federal do Paraná. Curitiba, 2008.

IBÁ, 2015. Indústria Brasileira de Árvores 2015. Disponível em: http://iba.org/images/shared/iba_2015.pdf, com acesso em: 12/12/2015.

JACOVINE, L. A. G. *et al.*, **Descrição e uso de uma metodologia para avaliação dos custos da qualidade na colheita florestal semimecanizada**. Ciência Florestal, Santa Maria, v.9, n.1, p.143-160, 2001.

LOPES, E. da S. *et al.* **Avaliação técnica e econômica do corte de madeira de Pinus com cabeçote *Harvester* em diferentes condições operacionais.** FLORESTA, Curitiba, PR, v.37, n.3, 2007.

MALINOVSKI, R. A. *et al.* **Análise das variáveis de influência na produtividade das máquinas de colheita de madeira em função das características físicas do terreno, do povoamento e do planejamento operacional florestal.** FLORESTA, Curitiba, PR, v.36, n.2, 2006.

MALINOVSKI, R. A.; MALINOVSKI, J. R. **Evolução dos sistemas de colheita de Pinus na Região Sul do Brasil.** Curitiba: FUPEF, 138p., 1998.

MACHADO, C. C. **Colheita Florestal.** Viçosa: UFV, 468p., 2002.

ROBERT, R. C. G. **Guia prático de Operações Florestais na Colheita de Madeira.** Curitiba: Ed. do Autor, 112p., 2012.

ROBERT, R. C.G. **Análise técnica e econômica de um sistema de colheita mecanizada em plantios de *Eucalyptus* spp. Em duas condições de relevo acidentado.** Tese (Doutorado) – Universidade federal do Paraná. Curitiba, 2013.

ANEXOS

**ANEXO I – PLANILHA DE COLETA DE DADOS PARA DESCRIÇÃO E
CARACTERIZAÇÃO DO TEMPO DURANTE A JORNADA DE TRABALHO**

Início do trabalho		Horário
Embarque do último passageiro no ônibus		
Chegada na Fazenda		
Término da Ginástica Laboral		
Término do café-da-manhã		
Término do DDS		
Chegada na máquina		
Término da inspeção e início do trabalho		
A = almoço		
Desligar e desembarcar da máquina		
Chegada da camionete		
Chegada no refeitório		
Término do almoço		
Saída do refeitório		
Chegada na máquina		
Início do trabalho		
TT = troca de turno		
Desligar e desembarcar da máquina		
Chegada da camionete		
Chegada do próximo operador		
Chegada no ônibus		
Embarque do último passageiro		
Chegada do próximo operador		
TC = troca da corrente		
TC 1	Término da troca	
	Início do trabalho	

TC 2	Término da troca	
	Início do trabalho	
MT = medição de toras		
MT1	Término da medição	
MT2	Término da medição	
MT3	Término da medição	
AB = abastecimento		
Término do abastecimento		
D = deslocamento		
D1	Término do deslocamento	
	Adaptação	
D2	Término do deslocamento	
	Adaptação	
M = manutenção		
M 1	Comunicar mecânico	
	Chegada do mecânico	
	Término da manutenção	
	Início do trabalho	
	Atividade realizada:	
M2	Comunicar mecânico	
	Chegada do mecânico	
	Término da manutenção	
	Início do trabalho	
	Atividade realizada:	
DIV = diversos		

DIV1	início do trabalho	
	Descrição:	
DIV2	início do trabalho	
	Descrição:	
DIV3	início do trabalho	
	Descrição:	
DIV4	início do trabalho	
	Descrição:	
DIV5	início do trabalho	
	Descrição:	

**ANEXO II – PLANILHA DE COLETA DE DADOS DO ESTUDO DE TEMPOS
E MOVIMENTOS**

ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS - PROCESSAMENTO						
Data:		Operador:			Máquina:	
Fazenda:			Região:		Talhão:	
Árvores	Buscar/ Coletar	Rolar/ Processar	Limpeza	Organização da pilha	Deslocamento	Cód.
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
...						