

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
MBA EM GESTÃO FLORESTAL**

**TIAGO BISSOLI MOREIRA**

**MELHORIA CONTÍNUA NA COLHEITA FLORESTAL DE SISTEMA *FULL-TREE***

**CURITIBA  
2012**

**TIAGO BISSOLI MOREIRA**

**MELHORIA CONTÍNUA NA COLHEITA FLORESTAL DE SISTEMA *FULL-TREE***

Trabalho apresentado para a obtenção do título de especialista em Gestão Florestal no curso de Pós-Graduação em Gestão Florestal do departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. M.Sc. Philipe Ricardo Casemiro Soares

**CURITIBA  
2012**



## **AGRADECIMENTOS**

À Deus.

À minha esposa pela dedicação, paciência e carinho e ao orientador pela oportunidade e auxílio

# MELHORIA CONTÍNUA NA COLHEITA FLORESTAL DE SISTEMA *FULL-TREE*

## RESUMO

O setor florestal tem crescido muito e para vencer a concorrência as empresas devem apresentar melhorias constantes em seus procedimentos, equipamentos e produtos finais a fim de diminuir as anomalias e otimizar os ganhos empresariais. Um dos sistemas de colheita mais econômicos, e o foco desse estudo, é o *full-tree*. É um sistema de alta produtividade atingida por uma frota de poucos equipamentos. No entanto, é sempre possível atingir novas metas de produção utilizando a filosofia *Kaizen*, de melhoria contínua. Este trabalho justifica-se, por apresentar três alternativas de melhoria no uso de máquinas florestais de colheita, com a finalidade de reduzir custos operacionais para a empresa. O objetivo foi apresentar propostas de redução do tempo de ciclo de derrubada de *Eucalyptus camaldulensis* por alteração do procedimento de operação do *feller-buncher* com consequências para o arraste com *skidder*. As propostas de melhoria resultaram em economias de tempo das máquinas correspondente em 2007 a R\$715.001,66/ano para a empresa. Esse valor foi obtido através das seguintes melhorias: i) Cortar um talhão, utilizando um *feller-buncher*, derrubando apenas para frente (em ângulo de 25°); ii) Aumentar o número de linhas por eito de 3 para 4; iii) Derrubar o povoamento florestal de forma apropriada ao arraste pelo *skidder*. Dessa forma, essas mudanças garantiram melhoria no tempo de operação, aumentando a rentabilidade e a ergonomia dos operadores demonstrando a necessidade e eficiência de um programa de melhoria contínua.

**PALAVRAS-CHAVES:** *Feller-buncher*, *Kaizen*, Aumento da Produtividade, Colheita Florestal.

## ABSTRACT

The forestry sector has grown a lot and to survive the competition companies must submit to constant improvements to its procedures, equipment and finished products in order to reduce the anomalies and optimize corporate earnings. One of the most economical harvesting systems, and the focus of this study, is the *full-tree*. It is a high productivity system achieved by a fleet of few equipments. However, it is always possible to achieve new production targets using the *Kaizen* philosophy of continuous improvement. This work is justified by presenting three alternatives for improvement in the use of forest harvesting machines, in order to reduce operational costs for the company. The goal was to present proposals for reducing the felling cycle time of *Eucalyptus camaldulensis* by changing the operational procedure of the *feller-buncher* with dragging consequences for the *skidder*. The proposed improvements resulted in machine time savings in 2007 corresponding to R \$ 715,001.66/year for the company. This value was obtained through the following improvements: i) Cut a stand using a *feller-buncher*, felling only forward (at an angle of 25°), ii) increase the number of lines per felling street from 3 to 4, iii) Felling a forest appropriately for the *skidder* to drag. Thus, these changes ensured improvement in operating time, increasing profitability and ergonomics for operators demonstrating the necessity and efficiency of a continuous improvement program.

**KEYWORDS:** *Feller-buncher*, *Kaizen*, Productivity Increase, Forest Harvesting.

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1: TEMPO DE CORTE E DERRUBADA DE ÁRVORES PELO FELLER-BUNCHER PARA FRENTE (25°) E PARA TRÁS (155°).....	14
TABELA 2: COMPARAÇÃO DE TEMPO GASTO PELO FELLER-BUNCHER NOS CICLOS COM 3 E 4 LINHAS DE ÁRVORES. ....	16

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: DISPOSIÇÃO DAS ÁRVORES EM FORMATO DE “ESPINHA DE PEIXE” .....	17
FIGURA 2: ASSENTO DO OPERADOR DO <i>SKIDDER</i> GIRADO 15° EM RELAÇÃO AO EIXO LONGITUDINAL DA MÁQUINA.....	18
FIGURA 3: ÂNGULO DE TORÇÃO DO OPERADOR DO <i>SKIDDER</i> PARA VISUALIZAR O FEIXE DE ÁRVORES A SEREM ARRASTADOS PARA A ESTRADA. ....	19
FIGURA 4: DISPOSIÇÃO DOS FEIXES DE ÁRVORES DE FORMA APROPRIADA PARA O ARRASTE DO <i>SKIDDER</i> .....	20

## SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT .....	6
LISTA DE TABELAS .....	6
LISTA DE FIGURAS.....	6
SUMÁRIO.....	6
1 INTRODUÇÃO .....	7
2 METODOLOGIA.....	10
2.1 ÁREA DE ESTUDO .....	10
2.2 CARACTERÍSTICAS SILVICULTURAIS .....	10
2.3 SISTEMA DE COLHEITA E SUAS MÁQUINAS .....	10
2.4 SISTEMÁTICA DAS OPERAÇÕES .....	11
2.5 DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE MEDIÇÃO (TEMPOS E MOVIMENTOS).....	12
2.6 COLETA DE DADOS.....	13
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	14
3.1 PROPOSTA 1 .....	15
3.2 PROPOSTA 2.....	15
3.3 PROPOSTA 3.....	17
4 CONCLUSÕES .....	21
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	22

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a atividade florestal está dentre as principais atividades do agronegócio, e tem se consolidado de forma crescente e competitiva, representando, em 2010, uma produção de R\$ 14,7 bilhões, contra R\$8,5 bilhões obtidos em 2004. (IBGE, 2010).

De acordo com a Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas – ABRAF (2012), em 2011 o Brasil produziu 179 milhões de metros cúbicos de madeira em tora para uso industrial, ocupando o sexto lugar mundial, segmento que representa 0,5% do PIB nacional e emprega aproximadamente 5,0% da população economicamente ativa. (ABRAF, 2012).

Apesar do potencial, as frequentes e recentes crises econômicas mundiais acabaram afetando a produção e exportações dos produtos florestais no Brasil. Junto às crises, empresas do setor enfrentam, além da perda de mercado, problemas como complexidade legal e principalmente a falta de investimentos, a fim de ganhar produtividade e melhorar a competitividade. (TOMASELLI, 2011). Dessa forma, frente à incerteza do mercado, e com necessidade de se ter um setor cada vez mais forte, o mercado florestal deve fazer uso da criatividade para encontrar as melhores saídas para as anomalias dos processos.

Os sistemas de produção de madeira em florestas comerciais se caracterizam por uma sequência de atividades, denominadas operações florestais. Essas são realizadas de modo cronológico, consistindo em fases de implantação, desenvolvimento da floresta e colheita da madeira. (MACHADO, 2002).

Dentre as operações de uma empresa florestal, este trabalho se preocupou exclusivamente com a colheita florestal. Segundo Machado (2002), os sistemas de colheita podem variar de acordo com diversos fatores, dentre eles topografia do terreno, rendimento volumétrico do povoamento, tipo da floresta, uso final da madeira, máquinas, equipamentos e recursos disponíveis.

Quanto à classificação do sistema de colheita, a empresa estudada utiliza-se do sistema *full-tree*, que, segundo a *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, a árvore é derrubada e levada para a margem da estrada ou pátio intermediário, onde é processada posteriormente. (FAO, 1978).

Atualmente, a maior parte das grandes empresas florestais, que possuem plantios em áreas com declividade não acentuadas utilizam técnicas de colheita e



processamento da madeira que oferecem melhor produtividade. A mecanização dessas atividades proporciona um grande aumento da eficiência operacional e segurança dos trabalhadores. (MACHADO, 2002).

A aquisição das máquinas empregadas na colheita florestal despende de alto investimento financeiro para a empresa. Dessa forma, diante do orçamento e metas, cabe à empresa definir qual será a máquina ou o conjunto mais preconizado para a racionalização dessa operação, conforme as suas necessidades, tendo por objetivo atingir o menor custo possível e sustentação em logo prazo, adotando-se práticas economicamente viáveis. Diante da escolha e implantação do modelo de operação, cabe aos gestores da empresa, sempre que possível, investir em criatividade a fim de melhorar o processo produtividade utilizando os modelos de máquina existentes. (SIMÕES, 2008).

Os representantes de máquinas florestais oferecem pacotes de operações, portanto, é essencial a investigação para criação de novas tecnologias a fim de promover condições inovadoras aos diferentes, elos da cadeia produtiva do agronegócio florestal. (MACHADO, 2002).

Neste aspecto, o conceito de “melhoria contínua”, deve estar presente dentro das empresas. Com origem japonesa, esse conceito, também denominado “filosofia *Kaizen*”, diz que é sempre possível fazer melhor. (TRINDADE *et al.*, 2007). Nenhum dia deve passar sem que alguma melhoria tenha sido implantada, seja ela na estrutura da empresa ou no indivíduo. O *Kaizen* não visa somente produtividade, redução de custos e eliminação de desperdícios, mas também interação dos processos, saúde e satisfação dos funcionários. (SHARMA; MOODY, 2003).

Frente ao mercado promissor, mas extremamente concorrente, cabe a aplicação de melhorias contínuas no sistema, a fim de diminuir as anomalias e otimizar os ganhos empresariais. Dessa forma, este trabalho justifica-se, por apresentar alternativas de melhoria no uso de máquinas florestais de colheita, com a finalidade de reduzir custos operacionais para a empresa. As melhorias podem surtir efeitos não só na rentabilidade, mas também na harmonia entre as etapas do processo de colheita e na melhora da ergonomia e condição de trabalho dos operadores das máquinas florestais.

Este trabalho teve como objetivo apresentar propostas de redução do tempo de ciclo de derrubada de *Eucalyptus camaldulensis* por alteração do procedimento

de operação de derrubada por *feller-buncher* com consequências para o arraste com *skidder*.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi conduzido em propriedade rural de empresa florestal localizada no município de Felixlândia – MG, durante o ano de 2007. O foco da empresa é produzir carvão vegetal a partir de suas florestas de eucalipto para abastecer a siderúrgica do grupo que produz tubos de aço.

A propriedade se caracteriza pela presença de solos de textura areno/argilosa, drenado, com relevo plano. O clima é estacional, com verão chuvoso e inverno seco, correspondente ao tipo Cwa da classificação de Köpen – tropical de Savana. A precipitação média anual é de 1.500 mm e as temperaturas são geralmente amenas ao longo do ano, entre 22°C e 27°C em média. (KLINK, 2005).

### 2.2 CARACTERÍSTICAS SILVICULTURAIS

O povoamento florestal utilizado na pesquisa possuía uma área plana de 19,43 hectares e era composto de *Eucalyptus camaldulensis*, com oito anos de idade.

O plantio foi feito em espaçamento 3 m x 2 m, sendo os talhões quadrados com linhas de 500m de extensão. As árvores possuíam altura comercial média de 22 m e DAP médio de 15,4 cm, totalizando volume médio por árvore de 0,205 m<sup>3</sup>. Possuía média de 1.416 indivíduos por hectare (máximo de 1.660 e mínimo de 1.300 árvores por hectare), com um volume médio de 290 m<sup>3</sup>/ha.

### 2.3 SISTEMA DE COLHEITA E SUAS MÁQUINAS

O sistema *full-tree* de colheita florestal adotado pela empresa era caracterizado por um módulo composto de quatro máquinas: trator florestal derrubador-empilhador (*feller-buncher*), trator florestal arrastador (*skidder*), traçador mecânico (garra traçadora) e carregador florestal. A frota da empresa consistia em três módulos.

O *feller-buncher* realizava as operações de derrubada das árvores e o amontoamento em feixes, trabalhando em eitos de três linhas. O arraste dos feixes de árvores até a beira da estrada era realizado por um *skidder*. Em seguida, a garra

traçadora realizava o processamento das árvores em toras de comprimento de 3,60m, seguido pelo empilhamento. Por fim, o carregamento da madeira sobre os veículos de transporte principal era realizado por um carregador florestal de esteiras. O *feller-buncher* era composto por uma escavadeira de esteiras com acionamento hidráulico, marca John Deere, modelo 703G, motor John Deere de potência nominal de 164HP. O cabeçote da máquina era composto por sistema de disco, marca John Deere, modelo FS20, com potência de rotação entre 2.280 a 2.320rpm e braços acumuladores. A capacidade de corte era de até 559mm de diâmetro e alcance máximo de 7,17m, acumulando em média até 6 árvores por ciclo.

O *skidder* era composto por um trator florestal com rodados de pneus, marca Caterpillar, modelo 525B, tração 4X4 e potência nominal de 180HP.

A garra traçadora era composta por uma máquina-base com rodados de esteiras, marca Komatsu, modelo PC200, com potência nominal de 138HP. A máquina estava equipada com uma garra traçadora da marca Hultdins, modelo Super Grip SG420LP, área de 0,42m<sup>2</sup> e alcance médio de 7,6m.

O carregador florestal era composto por uma escavadeira de acionamento hidráulico de esteiras, marca Caterpillar, modelo CAT 320C L, com potência nominal de 138HP, equipado com garra da marca Hultdins, modelo Super Grip SG420LP, de área de 0,42m<sup>2</sup> e alcance médio de 7,9m.

## 2.4 SISTEMÁTICA DAS OPERAÇÕES

O *feller-buncher* se direcionava para o talhão a ser cortado em eitos de três linhas. A máquina se posicionava no sentido oposto à posição de tombamento, realizando um giro da lança de uma média de 180° para o tombamento dos três primeiros feixes abatidos. Esse movimento favorecia a colocação das árvores em posição apropriada para a realização do posterior arraste.

A operação padrão do *feller-buncher* rendia 42,52m<sup>3</sup>/h de produtividade a um custo operacional de R\$176,92/h, resultando em R\$4,16/m<sup>3</sup>. O volume mensal a ser derrubado era de 27.187m<sup>3</sup>.

Após a realização dos três primeiros ciclos, o *feller-buncher* passava a derrubar as três linhas de corte em sentido favorável à linha de tombamento, girando a máquina em um ângulo médio de 25° graus até a metade do talhão, de onde

passava então, a realizar o tombamento para trás, em um ângulo de 155°, dispondo as árvores em formato de “espinha de peixe”.

Ao chegar do outro lado do talhão, a máquina fazia uma manobra e reiniciava o processo novamente, derrubando até a metade do talhão as árvores para frente e da metade para o final, para derrubando para trás.

Na fase de arraste, o *skidder* deslocava os feixes de madeira localizados no interior do talhão para sua margem, geralmente acumulando mais de um feixe por viagem, e dispondo-os perpendicularmente à estrada.

O trator apanhava todos os feixes em marcha ré, acionando a pinça, suspendendo parcialmente a carga, arrastando-a até o próximo feixe e posicionado na mesma linha de tombamento. Novamente, com o acionamento da pinça, liberava a primeira carga em cima do segundo feixe e os agarrava e suspendia novamente.

Dependendo do número de árvores, agarrava-se até três feixes de árvores, arrastando-os até a margem da estrada, onde eram depositados sobre a pilha de madeira já existente. Depois da formação das pilhas, ocorria o acerto da pilha com o auxílio da lâmina frontal, para que a base das árvores ficasse retilínea.

Neste processo, existia uma particularidade ergonômica. O assento do *skidder* possui um ângulo de 15° no sentido horário em relação ao eixo longitudinal da máquina. Com isso, na metade do talhão onde o *feller-buncher* derrubava as árvores para frente, o operador do *skidder* visualizava os feixes com uma torção em seu corpo de 75° no sentido horário. Na outra metade, onde o *feller-buncher* havia derrubado as árvores para trás, o operador se via forçado a torcer seu corpo 210° no sentido horário, já que não era possível olhar para a esquerda devido ao posicionamento dos controles da pinça.

A garra traçadora se encarregava de processar as árvores empilhadas na margem do talhão em toras de 3,60m com o auxílio de um gabarito, empilhando as toras para posterior carregamento com o carregador florestal.

## 2.5 DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE MEDIÇÃO (TEMPOS E MOVIMENTOS)

Foi utilizado o método de tempo cronometrado, com a medição dos tempos de cada ciclo. Utilizou-se um cronômetro centesimal da marca Nokia e formulários específicos, conforme o ciclo operacional do *feller-buncher*.

## 2.6 COLETA DE DADOS

Os dados foram coletados durante o período de uma semana, observando e cronometrando as etapas do ciclo de operação de derrubada das árvores.

O ciclo do *feller-buncher* avaliado consistia no corte das árvores, giro de derrubada, derrubada, giro de posicionamento e eventual deslocamento. Foram cronometradas as operações de corte das árvores (tempo de corte e acúmulo da primeira à última árvore do feixe) e derrubada do feixe (tempo entre o corte da última árvore e da primeira do ciclo seguinte).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Primeiramente foi calculado o tempo gasto no deslocamento do *feller-buncher* vazio de um lado para o outro do talhão de 500m de extensão. A máquina levava 7,70 minutos para percorrer a extensão do talhão, sendo necessário, portanto, 3,85 minutos para percorrer a metade do caminho. Também foi cronometrado o tempo médio gasto para a máquina derrubar um eito inteiro, resultando em 58 minutos.

O tempo de corte e derrubada das árvores, tanto para frente (25°) quanto para trás (155°), estão representados na Tabela 1.

**TABELA 1:** TEMPO DE CORTE E DERRUBADA DE ÁRVORES PELO FELLER-BUNCHER PARA FRENTE (25°) E PARA TRÁS (155°).

Direção da derrubada	Árvores por feixe	Tempo de corte (s)	Tempo de derrubada (s)	Tempo total* (s)	Tempo por árvore** (s)
25°	3,92	20,06	12,46	32,52	8,30
155°	4,49	22,77	15,40	38,17	8,50
Diferença	0,57	2,71	2,94	5,65	0,20

\* Tempo total: tempo de corte + tempo de derrubada

\*\*Tempo por árvore: tempo total / árvores por feixe

FONTE: Dados da pesquisa (2007)

Observa-se que o tempo gasto para cortar e derrubar os feixes de árvores para trás, num ângulo de 155° de giro, é quase 6 segundos mais demorado que para derrubar o feixe para frente, a 25°.

Para compensar essa perda, a quantidade média de árvores por ciclo ao derrubar as árvores para trás é maior, o que acaba comprometendo a vida útil da máquina. É necessário, portanto, que se encontrem soluções para melhorar o sistema. Vale ressaltar que ações de melhoria, nem sempre são ações corretivas. (CAMPOS, 2004). O sistema utilizado não está errado, pois não existe um padrão único, entretanto, Trindade *et al.* (2007) sugerem que a busca de melhoria para cada função, a fim de otimizar o sistema e permitir maior produtividade e competitividade são determinantes para o futuro de uma empresa.

Com a necessidade de sobrevivência dentro do gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia e a intenção de melhorar o tempo de trabalho das máquinas de colheita foram realizadas 3 propostas de melhoria.

### 3.1 PROPOSTA 1

Ao invés de derrubar as árvores para trás (giro de 155° da cabine), propôs-se iniciar a colheita do talhão derrubando as árvores para frente, num ângulo de 25° até a metade do talhão, deslocar a máquina vazia pela estrada ou pelo último eito derrubado até a outra extremidade do talhão e reiniciar a derrubada também para frente, num ângulo de 25°.

O embasamento para essa proposta se deve ao tempo gasto para deslocar a máquina vazia em 250 metros ser de 3,85 minutos, enquanto que o tempo gasto para derrubar os feixes para trás, num ângulo de 155°, ser de 4,71 minutos nos mesmos 250 metros, considerando uma média de 100 feixes derrubados de lado a lado do talhão.

Dessa forma haveria uma redução de 0,86 minutos na derrubada do eito, economizando 1,48% no tempo dessa operação. Essa economia convertida em aumento de produtividade de mesma proporção resulta em 43,15m<sup>3</sup>/h, conseqüentemente numa redução no custo de produção para R\$4,10/m<sup>3</sup>. Os R\$0,06/m<sup>3</sup> de diferença, multiplicados pelos 3 módulos existentes na empresa, pela meta mensal e por 12 meses resultam em uma economia de R\$59.387,56 por ano.

O ganho de tempo e a qualidade de trabalho do operador são itens muito relevantes dentro de uma proposta de melhoria continua. (SHARMA; MOODY, 2003). Associado à economia de recursos essa proposta se torna interessante de ser aplicada pela empresa.

### 3.2 PROPOSTA 2

Tendo em vista que a cada eito de 9 metros de largura a máquina se vê obrigada a manobrar para continuar o corte deslocando-se no sentido contrário ao último eito derrubado, em um talhão padrão de 500x500 metros, a máquina realizava 55 manobras de retorno, sendo 27 do lado onde iniciou a operação e 28 do lado oposto do talhão.

Visando reduzir o desgaste no material rodante da máquina a proposta foi diminuir o número de manobras. Para tanto, foi aumentada a largura do eito de corte para 4 linhas de árvores, ou seja, 12 metros. Dessa forma a máquina realizava, nos



mesmos 500 metros da largura do talhão, apenas 41 manobras, uma redução de 25,45% no desgaste do material rodante devido à manobras de fim de eito.

Outra vantagem de trabalhar com um eito de 4 linhas (12 metros) ao invés de apenas 3 linhas (9 metros), é o ganho de tempo (Tabela 2) que afeta diretamente a produtividade da operação.

**TABELA 2:** COMPARAÇÃO DE TEMPO GASTO PELO FELLER-BUNCHER NOS CICLOS COM 3 E 4 LINHAS DE ÁRVORES.

Direção da derrubada	Nº de linhas/eito	Árvores por feixe	Tempo de corte (s)	Tempo de derrubada (s)	Tempo de ciclo* (s)	Tempo por árvore** (s)
25°	3	3,92	20,06	12,46	32,52	8,18
25°	4	4,00	21,01	14,03	35,04	8,65
Diferença	1	0,08	0,95	1,57	2,52	0,46

\* Tempo total: tempo de corte + tempo de derrubada

\*\*Tempo por árvore: tempo total / árvores por feixe

FONTE: Dados da pesquisa (2007)

Comparando em bases iguais de 12 linhas, quando o corte ocorrer em 4 eitos de 3 linhas (32,52 segundos por ciclo), numa média de 100 ciclos por eito, o tempo gasto para cortar as 12 linhas será de aproximadamente 3,61 horas deslocando 2000 metros com a máquina, ao passo que se cortar 3 eitos de 4 linhas (35,04 segundos por ciclo), fará o mesmo serviço em 2,92 horas e deslocará apenas 1500 metros.

Considerando a redução no tempo gasto para cortar o mesmo povoamento florestal, espera-se uma redução de 19,19% no tempo gasto se aumentar o número de linhas por eito de 3 para 4, reduzindo também o deslocamento linear em 25% a cada 12 linhas de árvores.

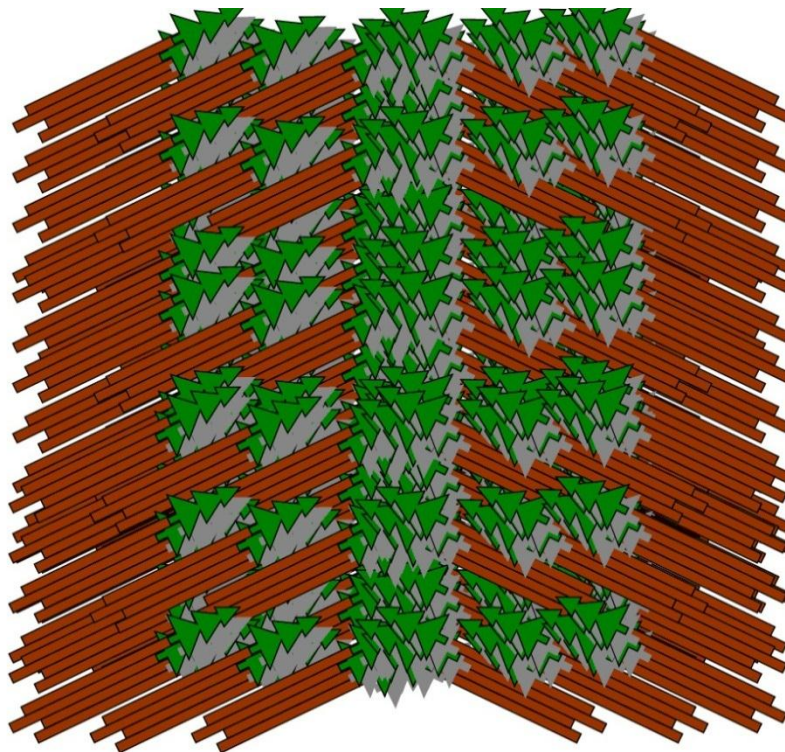
Essa economia convertida em aumento de produtividade de mesma proporção resulta em 50,68m<sup>3</sup>/h, conseqüentemente numa redução no custo de produção para R\$3,49/m<sup>3</sup>. Os R\$0,67/m<sup>3</sup> de diferença, multiplicado pelos 3 módulos, pela meta mensal e por 12 meses resultam em uma economia de R\$655.614,10 por ano.

Mais uma vez, a proposta corrobora com a teoria de melhoria continua. Os tempos e números de manobras devem ser constantemente verificados e otimizados a fim de garantir, além da qualidade, aumento da produtividade. (CAMPOS, 2004).

Sendo assim, mesclando as propostas 1 e 2 no procedimento de derrubada, a economia anual poderia chegar a R\$715.001,66 por ano.

### 3.3 PROPOSTA 3

Em todas as situações de corte citadas até o momento, o *feller-buncher* derrubou as árvores deixando os feixes em formação de “espinha de peixe” (Figura 1).



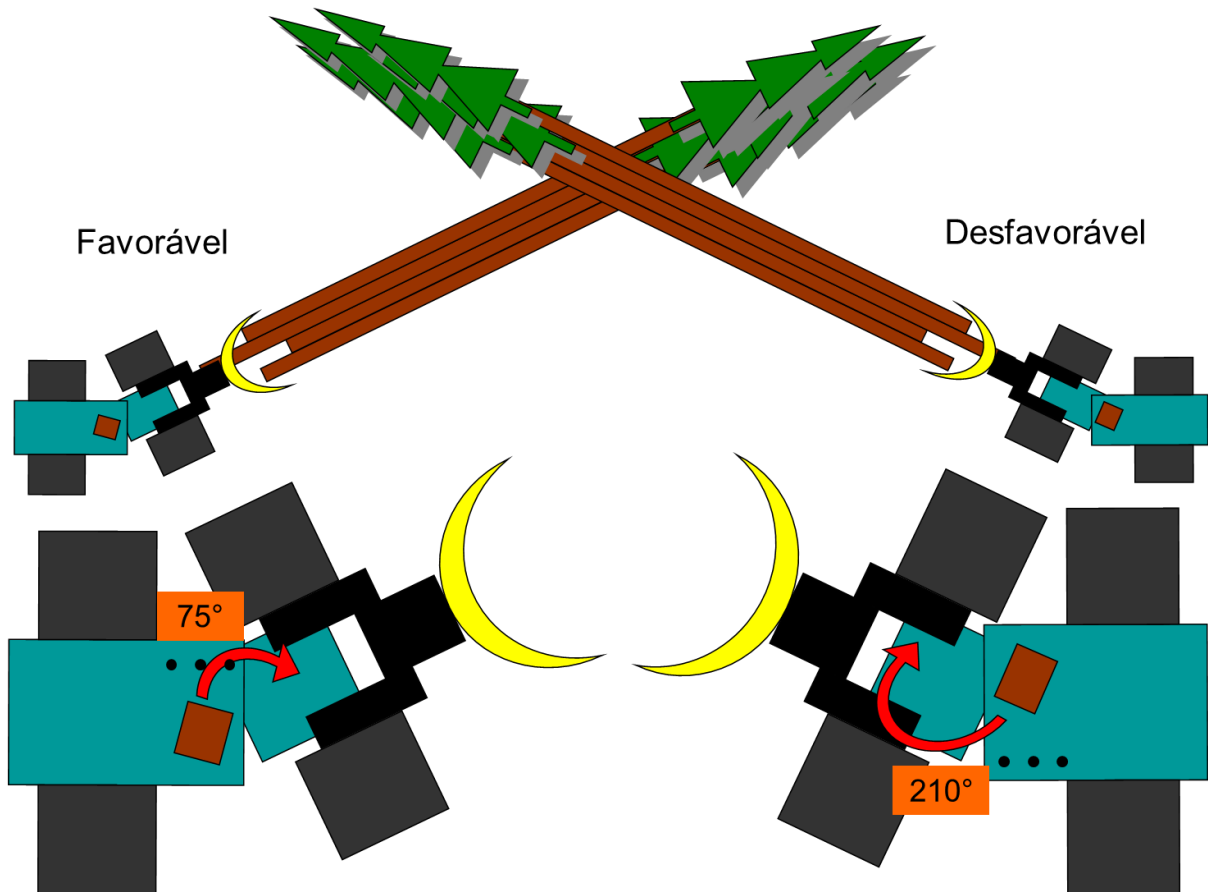
**FIGURA 1:** DISPOSIÇÃO DAS ÁRVORES EM FORMATO DE “ESPINHA DE PEIXE”.

Nessa situação, o operador do *skidder* se deparava com duas condições de arraste de madeira para as estradas florestais: do centro do talhão para um lado, onde o ângulo de torção do operador era favorável à visualização do feixe, e para o outro lado do talhão, onde o ângulo de torção do operador era desfavorável. Isso ocorre devido à uma característica construtiva da máquina onde o assento do operador apresenta-se 15° girado no sentido horário em relação ao eixo longitudinal da máquina (Figura 2), de forma que o operador opera a pinça com a mão direita em um “joystick” e com a mão esquerda dirige o trator.



**FIGURA 2:** ASSENTO DO OPERADOR DO *SKIDDER* GIRADO 15° EM RELAÇÃO AO EIXO LONGITUDINAL DA MÁQUINA.

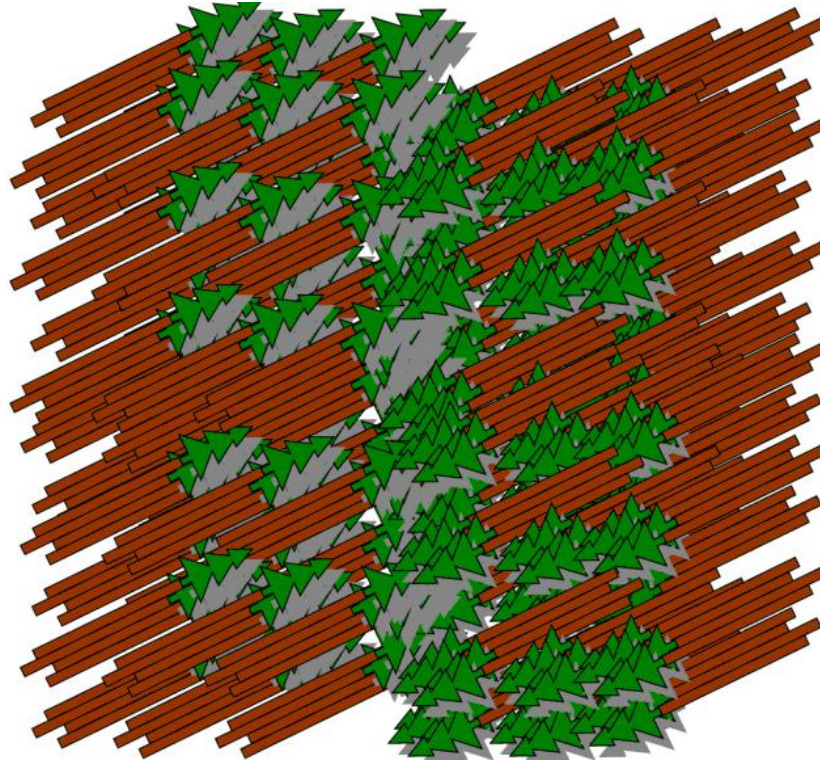
Assim sendo, se considerarmos um talhão quadrado, 500x500 metros, onde a “espinha de peixe” forma uma seta para cima, o operador do *skidder* terá boa visibilidade do feixe que está para arrastar se puxar do centro do talhão para sua esquerda, torcendo seu corpo em apenas 75° no sentido horário. A outra metade do talhão, a que será arrastada para o lado direito, exigirá do corpo do operador uma torção de 210° no sentido horário, causando grande desgaste ergonômico. (Figura 3).



**FIGURA 3:** ÂNGULO DE TORÇÃO DO OPERADOR DO SKIDDER PARA VISUALIZAR O FEIXE DE ÁRVORES A SEREM ARRASTADOS PARA A ESTRADA.

Dessa forma, a busca pela produtividade necessária na melhoria contínua de acordo com Campos (2004), aliada à filosofia do *Kaizen* (SHARMA; MOODY, 2003) de melhoria da saúde dos trabalhadores, surgiu então, a terceira proposta. Sem perder os rendimentos que as duas primeiras apresentaram, esta última visou proporcionar ao operador do *skidder* uma ergonomia mais adequada ao trabalho, que pode refletir nas despesas empresariais.

A proposta consistiu em colocar o *feller-buncher* para trabalhar da seguinte forma: cortar as árvores até a metade do talhão derrubando-as para frente (25°) em eitos de 4 linhas, retornar ao início do eito e reiniciar o próximo, sentido ao centro do talhão. Repetir a derrubada até o final do talhão e reiniciar a outra metade também derrubando os feixes para frente. O resultado dessa forma de derrubada pode ser visualizado na Figura 4.



**FIGURA 4:** DISPOSIÇÃO DOS FEIXES DE ÁRVORES DE FORMA APROPRIADA PARA O ARRASTE DO SKIDDER.

Essa disposição dos feixes permite que o arraste seja 100% conduzido de forma favorável à visualização do operador do *skidder*. Considerando que o procedimento de derrubada e deslocamento realizados pelo *feller-buncher* não se alteram em relação à mescla entre a primeira e a segunda propostas, a economia gerada até então seria agregada à melhoria da produtividade do arraste pelo *skidder* que não foi mensurada neste trabalho.

Dessa forma, verifica-se que pequenas mudanças no sistema de colheita *full-tree* de uma empresa podem refletir em grandes montantes, que poderão ser economizados e investidos em novas tecnologias.

#### 4 CONCLUSÕES

Melhoramento contínuo é necessário para a sobrevivência dentro do gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia. Dentre as propostas, conclui-se que:

- i) Cortar um talhão com eitos de 500m de extensão, utilizando um *feller-buncher*, derrubando apenas para frente (em ângulo de 25°) diminuiu o tempo de colheita em 1,48% e reduziu em 25,45% a quantidade de manobras;
- ii) Aumentar o número de linhas por eito de 3 para 4, reduziu em 19,19% o tempo trabalho da máquina;
- iii) Derrubar o povoamento florestal de forma apropriada ao arraste pelo *skidder*, diminuiu o tempo e o desgaste do operador.

Estas economias de tempo de máquinas corresponderam em 2007 a uma economia de R\$715.001,66/ano para a empresa.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF- Associação Brasileira de produtores de florestas plantadas. Anuário estatístico da ABRAF 2012- ano base 2011. Brasília: ABRAF, 2012. 150p.

CAMPOS, V.F. Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia. 8 ed. Nova Lima, INDG Tecnologia e Serviços LTDA., 2004.

FAO – Food and Agriculture Organization. Planificación de carreteras forestales y sistemas de aprovechamiento. Roma: [s.n.], 1978. 171 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. PEVS 2010: Valor da produção florestal é de R\$ 14,7 bi. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=2046](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=2046)>. Acesso em 03 set 2012.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. Megadiversidade, Belo Horizonte. v.1, n.1, p.147-155. 2005. Disponível em: <[http://www.conservacao.org/publicacoes/files/20\\_Klink\\_Machado.pdf](http://www.conservacao.org/publicacoes/files/20_Klink_Machado.pdf)>. Acesso em 07 de setembro de 2012.

MACHADO, C.C.. Colheita Florestal. Viçosa, Editora UFV, 2002.

SIMÕES, D.. Avaliação econômica de dois sistemas de colheita florestal mecanizada de eucalipto. 2008. 105f. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências agrônômicas, Botucatu, SP. 2008.

SHARMA, A. MOODY, P.E. A máquina perfeita: Como vencer na nova economia produzindo com menos recursos. São Paulo: Prentice Hall, 2003. 255p.

TOMASELLI, I. A crise e o setor florestal brasileiro. Referência, n.117, ano XIII. Jul 2011. Disponível em < <http://www.stcp.com.br/noticias/a-crise-e-o-setor-florestal-brasileiro-p217>>. Acesso em 07 de outubro de 2012.

TRINDADE, C., *et al.* Ferramentas da Qualidade: Aplicação na atividade florestal – 2 ed, Viçosa, Editora UFV, 2007. 158 p.