

NORBERTO JOSÉ DE LIMA

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE EQUIPES DE COLHEITA FLORESTAL NO
SISTEMA *CUT-TO-LENGTH***

CURITIBA

2011

NORBERTO JOSÉ DE LIMA

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE EQUIPES DE COLHEITA FLORESTAL NO
SISTEMA CUT-TO-LENGHT**

Trabalho apresentado para obtenção parcial do título de Especialista em Gestão da Indústria Madeireira e Moveleira Pós-Graduação em Agronegócio do Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
Orientador: José Wladimir Freitas da Fonseca

CURITIBA

2011

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela oportunidade de gozar de saúde e ter condições de cursar esta pós-graduação em Gestão da Indústria Madeireira e Moveleira.

Á minha esposa Jocicler por todo amor, carinho e companheirismo.

Ao Prof. Wladimir pelas orientações.

Aos colegas de profissão que contribuíram com informações importantes para realização deste trabalho de conclusão de curso.

RESUMO

O objetivo do estudo foi referenciar comparativos de viabilidade entre diferentes regimes de manejo florestal, pois os custos da colheita florestal são de grande impacto nos custos totais da cadeia produtiva, com poder de viabilizar ou inviabilizar projetos. O estudo foi realizado com intuito de comparar duas equipes de colheita florestal, cujas operam no sistema *cut-to-length*. As operações analisadas foram, corte e processamento realizado por trator florestal "*harvester*" de pneus, marca Valmet modelo 941 e baldeio realizado por trator florestal "*forwarder*" marca Valmet modelo 890.3. Ambas as equipes operam na região sul do estado do Paraná, nos municípios de Campo do Tenente e Lapa. As variáveis entre as equipes foram o volume médio por unidade de área (ha), volume individual (m³/árv.) e comprimento das secções processadas. Os resultados nos mostraram que quanto maior o volume individual e mais longa as secções processadas, maior produtividade se obtém tanto na operação de corte e processamento como no baldeio, o que confere menor custo operacional.

Palavras-chave: Colheita florestal, Custos de produção

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – <i>Feller Buncher</i> (abate).....	14
Figura 2 – <i>Skidder</i> de garra (extração na forma de arraste)	15
Figura 3 – <i>Clambunk Skidder</i> (extração na forma de arraste).....	15
Figura 4 – Processador <i>Harvester</i> (desgalhe e processamento)	16
Figura 5 – Processador <i>Slasher</i> (processamento e carga)	17
Figura 6 – Carregador florestal de esteiras	17
Figura 7 – Carregador florestal de pneus	18
Figura 8 – Desgalhamento mecanizado utilizando <i>Delimber</i>	19
Figura 9 – Desgalhamento semi-mecanizado utilizando motosserra	19
Figura 10 – <i>Harvester</i> (Abate, desgalhamento, processamento)	20
Figura 11 – Baldeio realizado por <i>Forwarder</i>	21
Figura 12 – Baldeio realizado por trator agrícola auto-carregável.....	21

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Informações das florestas colhidas durante o estudo.....	25
Quadro 2 – Preços dos equipamentos (<i>Harvester</i> e <i>Forwarder</i>).....	25

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Custo operacional <i>harvester</i> 941 floresta A	26
Gráfico 2 – Custo operacional <i>forwarder</i> 890.3 floresta A	27
Gráfico 3 – Custo operacional <i>harvester</i> 941 floresta B	28
Gráfico 4 – Custo operacional <i>forwarder</i> 890.3 floresta B	28
Gráfico 5 – Custo operacional total floresta A	29
Gráfico 6 – Custo operacional total floresta B	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 TEMA	9
1.2 JUSTIFICATIVA	9
1.3 PROBLEMA	9
2 OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3 REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1 SISTEMA <i>FULL TREE</i> (ÁRVORES COMPLETAS)	13
3.2 SISTEMA <i>TREE LENGHT</i> (ÁRVORES INTEIRA).....	18
3.3 SISTEMA <i>CUT-TO-LENGHT</i> (TORAS CURTAS).....	20
4 METODOLOGIA	23
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
5.1 RESULTADOS DOS CUSTOS OPERACIONAIS FLORESTA A	26
5.2 RESULTADOS DOS CUSTOS OPERACIONAIS FLORESTA B	27
5.3 CUSTOS OPERACIONAIS POR EQUIPE DE COLHEITA	29
6 CONCLUSÕES	32
REFERÊNCIAS	33
ANEXOS	34
ANEXO A – PLANILHA DE CUSTO <i>HARVESTER</i> 941 “A”	35
ANEXO B – PLANILHA DE CUSTO <i>HARVESTER</i> 941 “B”	38
ANEXO C – PLANILHA DE CUSTO <i>FORWARDER</i> 890.3 “A”	41
ANEXO D – PLANILHA DE CUSTO <i>FORWARDER</i> 890.3 “B”	44

1 INTRODUÇÃO

Nos primórdios da atividade de colheita florestal no Brasil, poucas empresas se utilizavam de máquinas. Por muitos anos o setor florestal dependeu de máquinas agrícolas e industriais adaptadas as suas operações, nesta fase as operações eram basicamente manuais e semi-mecanizadas, isto é, com a utilização de motosserras, sendo necessário grande contingente de mão-de-obra, encarecendo os custos de produção e tornando a operação mais suscetível a acidentes. Entre os anos 1970 e 1994, a colheita florestal apresentou avanços com a inserção de máquinas nacionais, como tratores com garfos hidráulicos, tratores com pinças (mini *Skidders*), porém somente a partir de 1994 com a abertura das importações é que se teve um relativo incremento na mecanização de colheita florestal no Brasil, após 1994 iniciou-se a importação de máquinas de grande porte como *Harvesters*, *Forwarders*, *Fellers*, *Skidders* entre outros. A entrada destes equipamentos de grande porte propiciou aumento substancial de produtividade das operações, melhor aproveitamento da mão-de-obra, redução dos riscos de acidentes e conseqüentemente redução de custos.

A colheita florestal é uma das etapas mais onerosas do ciclo produtivo da madeira, em alguns casos pode chegar a mais de 50% do custo total da madeira posta na indústria, sendo de suma importância seu constante monitoramento e estudo de alternativas que possam vir a apresentar ganhos de produtividade aos equipamentos que a compõem, assim reduzindo o custo final da operação. Devido a esta grande representatividade no custo total, algumas organizações mantêm equipe de monitoramento e estudos de alternativas exclusivamente dedicadas a colheita, a fim de obter os melhores rendimentos/custos possíveis. O ciclo produtivo da madeira tem seu início na produção das mudas em viveiro florestal, após as mudas são plantadas à campo no local definitivo, por cerca de três anos tem-se manutenções como roçadas e até seis anos podas (desramas) depois deste período opta-se por regimes de manejo com desbastes, sendo o primeiro com nove anos, o segundo com quinze anos e a supressão total com vinte anos ou regime de manejo sem desbastes com supressão total aos quinze ou dezesseis anos dependendo do espaçamento plantado.

1.1 TEMA

Análise de custos da colheita florestal mecanizada de *Pinus sp* no sistema *Cut-to-length*.

1.2 JUSTIFICATIVA

Com o crescente nível de competitividade entre organizações do setor madeireiro, iniciativas de pesquisas sobre diferentes alternativas de colheita florestal, fazem-se necessárias para proporcionar boa saúde financeira à organização, tendo em vista que a colheita florestal é responsável por boa fatia do custo total da cadeia produtiva da madeira, que engloba desde a produção das mudas, até o transporte que coloca a madeira no pátio da indústria.

1.3 PROBLEMA

Com a crescente competição entre as organizações do segmento florestal, a redução de custos torna-se fator decisivo para as empresas que desejam perdurar no mercado. Tendo em vista que as atividades desempenhadas pela colheita florestal são as mais onerosas dentro da cadeia produtiva, muitas firmas estão buscando na mecanização das operações, uma saída para a redução de custos. O investimento necessário à aquisição dos equipamentos, soma elevada monta, porém o retorno proporcionado pela sua aplicação, certamente viabiliza sua aquisição.

Alguns fatores que proporcionam esta redução de custos quando comparamos colheita mecanizada com semi-mecanizada são: Um casal *harvester* e *forwarder* e mais um carregador de pneus, produzem o mesmo volume que uma equipe de aproximadamente sessenta homens produziria, e para operacionalizar este sistema, são necessárias apenas poucas pessoas, não mais do que seis, apresentando diferença elevada de custos de mão-de-obra em favor da mecanização. Uma equipe mecanizada trabalha ininterruptamente, com chuva, à noite, sendo possível operar vinte e quatro horas diárias, já a equipe semi-mecanizada não oferece estas vantagens, devido necessitar de homens a campo para desempenhar as funções.

A mecanização certamente proporcionará diferencial competitivo em favor da empresa que a aplica, pois as vantagens mencionadas anteriormente se traduzidas a valores numéricos, apresentarão custos de produção inferiores ao sistema semi-mecanizado utilizado pela concorrência, este custo se dá devido a diferença gritante de produtividade apresentada pelos equipamentos quando comparados a sistemas não mecanizados.

O estudo visa à obtenção de respostas para problemas como aumento de produtividade na operação das máquinas que compõem o sistema de colheita. Cada máquina integrante apresenta algumas condicionantes que podem aumentar ou reduzir sua produtividade e conseqüentemente aumentar ou reduzir seu custo de produção.

2 OBJETIVOS

A seguir são apresentados os objetivos da pesquisa, de forma geral e específica.

2.1 OBJETIVO GERAL

Identificar e comparar a situação econômica (custos) de duas equipes que operam em sistema *cut-to-length*, porém com variáveis diferentes como volume por hectare, volume individual e comprimento da madeira processada pelos *harvesters*, demonstrar o impacto que estas variáveis causam nos custos operacionais de cada equipamento e de todo o sistema.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Avaliar a influência do comprimento da madeira processada durante a colheita reflete nos custos.
- b) Avaliar no baldeamento das toras a influência do comprimento da madeira a ser baldeada, reflete nos custos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 COLHEITA FLORESTAL

Atualmente, segundo a ABRAF (2010), o setor florestal brasileiro conta com aproximadamente 6,782 milhões de hectares de florestas plantadas, sendo sua maior parte localizada nas regiões sul e sudeste. As espécies mais cultivadas são *Eucalyptus Spp* e *Pinus Spp*, existindo também outras como *Tectona grandis*, *Tona Spp*, etc. O setor florestal é responsável por vários benefícios sociais e ambientais, como: empregos e tributos gerados em suas várias etapas, desde a produção da madeira que é matéria prima para a indústria de base florestal primária que são as serrarias, laminadoras, fábricas de painéis, passando pela indústria de base florestal secundária, que são as fábricas de móveis sejam estes constituídos de painéis, madeira maciça serrada entre outros, e o setor terciário que representa o comércio varejista vendedor dos móveis e demais produtos. Todos estes setores que direta ou indiretamente dependem da madeira para suprir-se de matéria prima, representam parcela significativa no que se refere ao número de empregos disponíveis e percentual da arrecadação de tributos.

Dentro do horizonte de tempo de formação do produto florestal, período que engloba da formação das mudas em viveiro florestal até a colheita e transporte que coloca esta matéria prima na indústria, à colheita florestal é a etapa que apresenta o custo de maior magnitude, impacto, no custo total da cadeia produtiva, devido a esta característica, naturalmente necessita de constante monitoramento e medidas de controle quando necessárias.

A colheita florestal é a etapa que representa o maior custo de produção, devido a esta particularidade deve ser bem planejada e administrada, para que não venha a onerar os custos dos processos da organização.

Há algum tempo, admitia-se que o maior benefício da mecanização nas operações florestais fosse a redução dos custos operacionais. Entretanto, com a diminuição da mão-de-obra disponível e o aumento dos custos sociais, a mecanização das operações tornou-se peça importante na busca do acréscimo da produtividade e do controle mais efetivo dos custos e das facilidades administrativas. (MACHADO, 2004, p. 34)

Como é citado os benefícios da mecanização das atividades de colheita florestal, não são somente a redução dos custos operacionais proporcionados pela excelente performance dos equipamentos, mas também a melhoria das condições de trabalho, proporcionando mais segurança aos colaboradores, reduzindo o número de acidentes de trabalho, contornando o problema da escassez de mão-de-obra devido a atividade ser relativamente pesada para trabalho manual do ser humano (MACHADO, 2004).

Dentro deste setor, uma das atividades considerada mais importante é a colheita florestal, visto ser a mais onerosa em termos de custo de produção. A colheita florestal representa a operação final de um ciclo de produção florestal, na qual são obtidos os produtos mais valiosos, constituindo um dos fatores que determinam a rentabilidade florestal. Esta atividade é a que também mais sofre o processo de mecanização. As principais causas da crescente mecanização desta atividade são a busca do aumento da produtividade e a necessidade de redução dos custos de produção.

[...]

A colheita florestal é compreendida em suas três atividades básicas, ou seja, corte, extração e transporte apresentam-se como o item de maior custo das atividades, podendo representar, aproximadamente, 80% do custo do m³ de formação da floresta em condições de corte (FREITAS, 2008).

A colheita florestal por empregar uma grande quantidade de maquinários nas suas mais diversas operações, acaba apresentando um custo bastante expressivo, principalmente nas grandes empresas. Este pode representar, juntamente com a atividade de transporte florestal, mais de 50 % dos custos da madeira posto fábrica. Isto reflete a grande importância do processo de planejamento no contexto da colheita florestal. As operações que integram esta atividade devem, portanto, ser planejadas no aspecto técnico, econômico, operacional e ambiental. Dessa forma, torna-se possível adequar os modais de colheita às realidades de cada empresa, o que permite além de um processo sustentável e economicamente compatível, a manutenção de um fluxo contínuo de madeira no sentido campo-fábrica. (FREITAS; MACHADO, 2010).

Existem alguns sistemas de colheita florestal, cada um com maquinário distinto, onde a forma de abate e remoção da madeira do interior do talhão é feita de maneira distinta. A caracterização de cada sistema, se dá pela forma que a madeira é extraída do interior do talhão. A seguir será relatado cada um dos sistemas e suas possibilidades, quanto à utilização de diferentes máquinas.

3.1 SISTEMA *FULL TREE* (ÁRVORES COMPLETAS)

Neste sistema as árvores são abatidas e posteriormente extraídas do interior do talhão através do arraste, estas são chamadas de completas, por serem arrastadas com a presença dos galhos, as operações posteriores são o desgalhe seguido do processamento e carregamento nos veículos rodoviários.

A seguir apresentaremos algumas possibilidades de maquinário a ser utilizado neste sistema, seguindo a ordem cronológica das operações, abate, arraste, desgalhe e processamento e carregamento.



Figura 1 – *Feller Buncher* (abate)

Operação de abate em floresta de *Pinus sp*, realizado por *feller buncher* de esteiras. Este equipamento corta cerca de quatro a cinco árvores, (depende do volume destas) ao lotar seu cabeçote, coloca o feixe no chão para que as árvores sejam baldeadas na seqüência.



Figura 2 – Skidder de garra (extração na forma de arraste)

Extração florestal na forma de arraste, realizado por *skidder* de pinça, (*grapple skidder*) na situação, *skidder* 6x6 com lâmina frontal arrastando *Eucalyptus* sp. Máquina de grande torque e capacidade de produção, eficiente em corte raso.



Figura 3 – Clambunk Skidder (extração na forma de arraste)

Clambunk skidder, (trator florestal utilizado na extração da madeira do interior do talhão) assim como o *skidder* de pinça, realiza a operação de extração na forma de arraste, por ser munido de pinça invertida (para cima) sobre seu chassi e esta ser de porte avantajado para aproveitar a capacidade de suporte de peso do chassi, este equipamento tem maior capacidade de volume arrastado por ciclo quando comparado ao *skidder* de pinça, porém seu tempo de carga e descarga é maior, devido necessitar ser carregado/descarregado por grua, enquanto o *skidder* de pinça aproxima-se do feixe e de uma ou duas vezes enche a pinça.



Figura 4 – Processador *Harvester* (desgalhe e processamento)

Harvester Caterpillar processando árvores arrastadas por *skidder*. O *harvester* acompanha a linha formada pelas árvores arrastadas, processa, e as separa por bitola ou comprimento, para posterior carregamento.



Figura 5 – Processador *Slasher* (processamento e carga)

Processador *slacher* processando árvores arrastadas por *skidder*, este possui menor mobilidade comparada com o sistema anterior (*harvester*) devido ser moroso deslocar a mesa processadora, devido a isso, opera mais tempo no mesmo local, realizando menos deslocamentos.



Figura 6 – Carregador florestal de esteiras

Carregador florestal de esteiras carrega a madeira empilhada nos veículos de transporte rodoviário.



Figura 7 – Carregador florestal de pneus

Carregador florestal de pneus, grua marca TMO montada sobre trator agrícola New Holland, operando em carga a margem de talhão de *Pinus sp.*

3.2 SISTEMA *TREE LENGHT* (ÁRVORES INTEIRA)

Este sistema é relativamente parecido com o sistema *Full Tree* no que tange ao maquinário utilizado em suas operações. O abate é normalmente realizado com *Feller Buncher*, arraste com *Skidder* e processamento com *Harvester*, *Slasher*, a diferença está no local de desgalhamento, diferentemente do sistema *Full Tree*, o *Tree Lenght* desgalha as árvores no interior do talhão, sendo estas arrastadas inteiras porem sem os galhos.

Para esta operação, pode-se utilizar auxilio de mais um equipamento, *Delimber*, ou mesmo realizar o desgalhamento no sistema semi-mecanizado (não muito utilizado devido baixo rendimento da operação). No Brasil praticamente não é utilizado, presencia-se sua utilização principalmente na América do Norte.



Figura 8 – Desgalhamento mecanizado utilizando *Delimber*

Desgalhador florestal *delimber*, este equipamento desgalha árvore a árvore no interior do talhão após a derrubada realizada por *feller buncher*, deixando os feixes de árvores inteiras para posterior arraste realizado por *skidder*. No Brasil praticamente não é utilizado, verifica-se sua utilização principalmente na América do Norte.



Figura 9 – Desgalhamento semi-mecanizado utilizando motosserra

Desgalhamento semi-mecanizado, após abate realizado por *feller buncher*, o desgalhamento realizado por motoneiro acontece no interior do talhão, após as árvores estão disponíveis para arraste com *skidder*. Sistema não muito utilizado devido ao rendimento da operação de desgalhe com motoneiros ser relativamente morosa, subutilizando os demais equipamentos envolvidos na operação imediatamente posterior e anterior (arraste, abate).

3.3 SISTEMA *CUT-TO-LENGTH* (TORAS CURTAS)

Neste sistema as árvores são abatidas, desgalhadas e processadas no interior do talhão, sendo extraídas em forma de toras, suspensas na caixa de carga de maquinário. A seguir serão apresentadas ilustrações de equipamentos que podem ser utilizados no sistema *cut-to-length*.



Figura 10 – *Harvester* (Abate, desgalhamento, processamento)

Abate e processamento realizado por *harvester* de pneus. Floresta de *Eucalyptus sp*, neste caso o *harvester* também realiza o descascamento da madeira, isto é possível devido o *Eucalyptus* apresentar facilidade em desprender a casca do fuste, o cabeçote processador utiliza rolos de tração com facas descascadoras e adota como procedimento duas passadas pelo fuste.



Figura 11 – Baldeio realizado por *Forwarder*

Baldeio realizado por *forwarder* em floresta de *Eucalyptus sp*, após a operação de abate, processamento e desgalhe realizado pelo *harvester*, o *forwarder* percorre os ramais (linhas de madeira processada) se auto-carrega e leva a madeira até a margem da estrada mais próxima para posterior carregamento.



Figura 12 – Baldeio realizado por trator agrícola auto-carregável

Baldeio realizado por auto-carregável em desbaste de *Pinus sp*, após abate e processamento realizado por *harvester*, o auto-carregável, que consiste em trator agrícola equipado com grua e carreta engatada, percorre os ramais auto carregando-se e levando a madeira até a extremidade do talhão, onde seja possível carregá-la nos veículos de transporte rodoviário. Opção ideal para desbastes menos intensos onde o volume a ser baldeado é menor.

Após a operação de baldeio, as seções são carregadas nos veículos rodoviários utilizando-se dos carregadores já demonstrados nos sistemas anteriores, tendo opção de utilizar carregador de esteiras ou de pneus.

Dos três sistemas demonstrados, os quais apresentam maior rendimento em volume são os que extraem a madeira em forma de árvores inteiras ou completas, porem geralmente necessita de quatro equipamentos para realizar toda a operação, toras curtas utilizam apenas três, outros diferenciais são as melhores separações da madeira grossa (toras) da madeira fina (toretas), os *harvesters* utilizados no sistema de toras curtas separam bem a madeira, já nos sistemas de toras longas (árvore completa e inteira) quando o processamento é realizado por *slasher*, por exemplo, essa separação é feita visualmente, perdendo em qualidade na separação e conseqüentemente na receita total da operação, tendo em vista que as toras possuem maior valor de mercado comparado com toretes. Quando o assunto é impacto ao solo, o sistema *cut-to-length* leva vantagem por deixar os resíduos da galhada no solo, protegendo da erosão e amenizando os danos causados pelo tráfego das máquinas. Empresas que não necessitam separação de toras/toretas e não requerem extrema precisão na medida de comprimento da madeira, geralmente optam por sistemas de toras longas, devido seu maior rendimento, os danos ao solo ocasionados principalmente pela operação de arraste, são contornados com preparo de solo, subsolagem, escareficação.

4 METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa foi através de levantamento das informações de campo. A teoria que norteou o presente estudo foi baseada em regras específicas que permitem extrair dos equipamentos maior produtividade, no caso do *harvester*, quanto mais longo o comprimento da madeira processada, maior é o rendimento da operação, contudo se as peças forem demasiadamente longas, o equipamento terá dificuldades no processamento (equilíbrio da madeira) fazendo com que este perca mais tempo, então há um ponto de equilíbrio no que se refere a comprimento da madeira para obtenção de maior produtividade do equipamento, o volume individual das árvores e o volume por hectare, também representam muito na produtividade do *harvester*.

Diversos parâmetros podem influenciar a produtividade dos "Harvesters", sendo os mais importantes: a) volume médio das árvores, b) variabilidade das dimensões das árvores, c) declividade da área, d) comprimento de sectionamento das toras e e) eficiência do operador. Em geral, quanto melhor floresta em volume individual das árvores e por hectare, maior o comprimento das toras, mais habilidoso o operador é maior o rendimento da máquina (BURLA, 2008, p. 12).

Na operação de baldeio, o comprimento da madeira a ser baldeada e o volume por há a ser baldeado, também refletem significativamente na produtividade deste equipamento, pois com volumes maiores por unidade de área, este terá que deslocar-se menos para realizar um ciclo, se a madeira for mais longa, cada ciclo produzirá maior volume.

Quanto menor a árvore, maior o custo operacional por unidade de produção. O uso de peças maiores significa necessidade de menor número para completar uma carga, o que diminui os custos operacionais variáveis. (MELLO, 2011)

A área (talhão) de trabalho será selecionada ao acaso, não tendo preferência por esta ou aquela área, a fim de evitar tendenciosidade.

Na operação de corte e processamento realizada pelo *harvester*, será registrado o tempo de trabalho desenvolvido por este em determinado período e coletado informações como o volume de madeira produzido em m³ (metros cúbicos) horas máquina trabalhadas para produzir o referido volume, bem como todos os materiais de uso e consumo como: combustível consumido, graxa, óleos

lubrificantes, quantificar as manutenções (R\$) peças e mão-de-obra, registrar volume por hectare, volume individual médio e comprimento da madeira processada, importante variável na produtividade do equipamento. De posse destas informações, serão analisados os desempenhos obtidos com cada um dos dois casos testados.

Na operação de baldeio, foram analisadas as mesmas variáveis do *harvester*, como: horas trabalhadas, volume produzido, combustível consumido, óleos lubrificantes, custos com manutenções e mão-de-obra, com a finalidade de demonstrar a influência que o volume médio por hectare a ser baldeado e o comprimento da madeira, proporcionam na produtividade do equipamento.

Para os equipamentos que operaram na floresta A, foi necessário ajustar os dados para operação em um turno, apenas do *forwarder* 890.3, cujo opera em dois turnos, os dados também necessitaram ser moldados a fim de que representem a operação de baldeio da madeira produzida apenas pelo turno do *harvester* 941, pois na prática este baldeia a produção de outro *harvester* concomitantemente. O *harvester* 941 já opera em um único turno. Esta prática faz-se necessário para igualar o cômputo dos custos fixos, para que estes não interfiram no resultado final.

Para os equipamentos que operaram na floresta B, foi necessário ajustar os dados para operação em um turno, pois estes operam em três turnos, caso contrario, haveria diferencial dos custos fixos sobre os resultados, diminuindo a credibilidade do comparativo.

Fechado as duas etapas do processo, abate, processamento e baldeio, foi realizada análise comparativa por meio de gráficos e tabelas demonstrando e discutindo a respeito dos dois casos estudados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo procurou demonstrar as diferenças de produtividade e principalmente custos, em duas frentes de colheita de *Pinus sp.* Uma das equipes utiliza *harvester* de pneus marca Valmet modelo 941, equipado com cabeçote Valmet 370E, na operação de baldeio, utiliza *forwarder* Valmet modelo 890.3 com capacidade de carga de 18 (dezoito) toneladas, esta equipe opera colhendo a floresta chamada de "A". A segunda equipe utiliza como *harvester* também Valmet 941, equipado com cabeçote Valmet 370E, no baldeio utiliza-se *forwarder* Valmet 890.3 capacidade de carga 18 toneladas. A floresta colhida por esta equipe chamaremos de floresta "B". A floresta "A" localiza-se na localidade de Butiá, município de Lapa - PR, a floresta "B" localiza-se nas proximidades do centro urbano do município de Campo do Tenente – PR, ambos municípios do sul paranaense.

Quadro 1 – Informações das florestas colhidas durante o estudo

	Floresta A	Floresta B
Volume m ³ /ha ¹	700	550
Comprimento das seções (m)	4,15	1,9 a 2,60
Volume Individual Médio (m ³ /árvore)	0,68	0,38

Fonte: Dados de pesquisa, 2011

O quadro 2 informa os valores dos equipamentos (em reais), *harvester* e *forwarder* utilizados no estudo. Os *harvesters* e os dois *forwarders* de ambas as equipes, possuem os mesmos valores. Estas informações foram obtidas com as empresas proprietárias das florestas A e B.

Quadro 2 – Preços dos equipamentos (*Harvester* e *Forwarder*)

	<i>Harvester</i>	<i>Forwarder</i>
Preço (R\$)	1.000.000	900.000

Fonte: Dados de pesquisa, 2011

Os dados obtidos de cada equipamento em cada uma das equipes acompanhadas foram lançados em planilha do Microsoft Excel, a fim de se obter os valores R\$/hora e R\$/m³ que serão utilizados na análise. A seguir demonstraremos

os custos operacionais de ambas às equipes. (em anexo planilhas de cálculo de custos).

5.1 RESULTADOS DOS CUSTOS OPERACIONAIS FLORESTA A

Obtivemos os seguintes resultados no que condiz a custos:

Operação de corte e processamento *harvester* 941 R\$/hora 277,37, R\$/m³ 5,45. O Gráfico 1 apresenta o custo operacional do *harvester* 941 sub-dividido (R\$/hora).

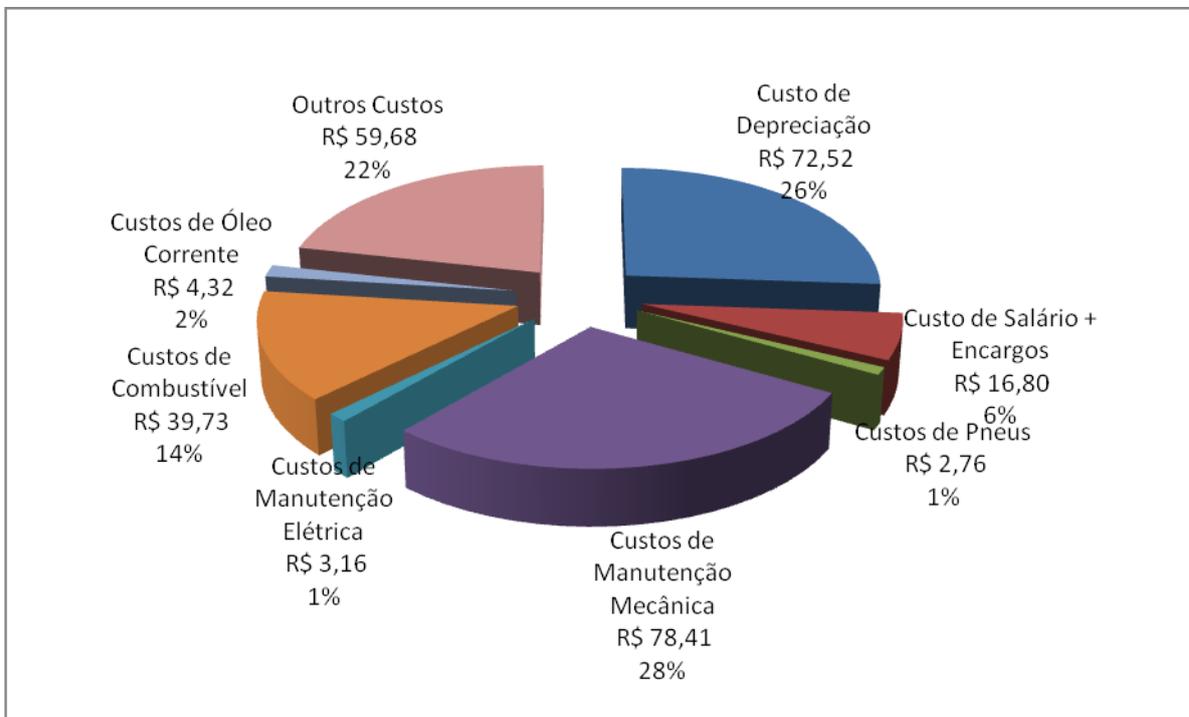


Gráfico 1 – Custo operacional *harvester* 941 floresta A

Na operação de baldeio obtivemos o seguinte desempenho, *forwarder* 890.3 R\$/hora 145,82 e R\$/m³ 3,03. O Gráfico 2 apresenta o custo operacional do *forwarder* 890.3 sub-dividido (R\$/hora).

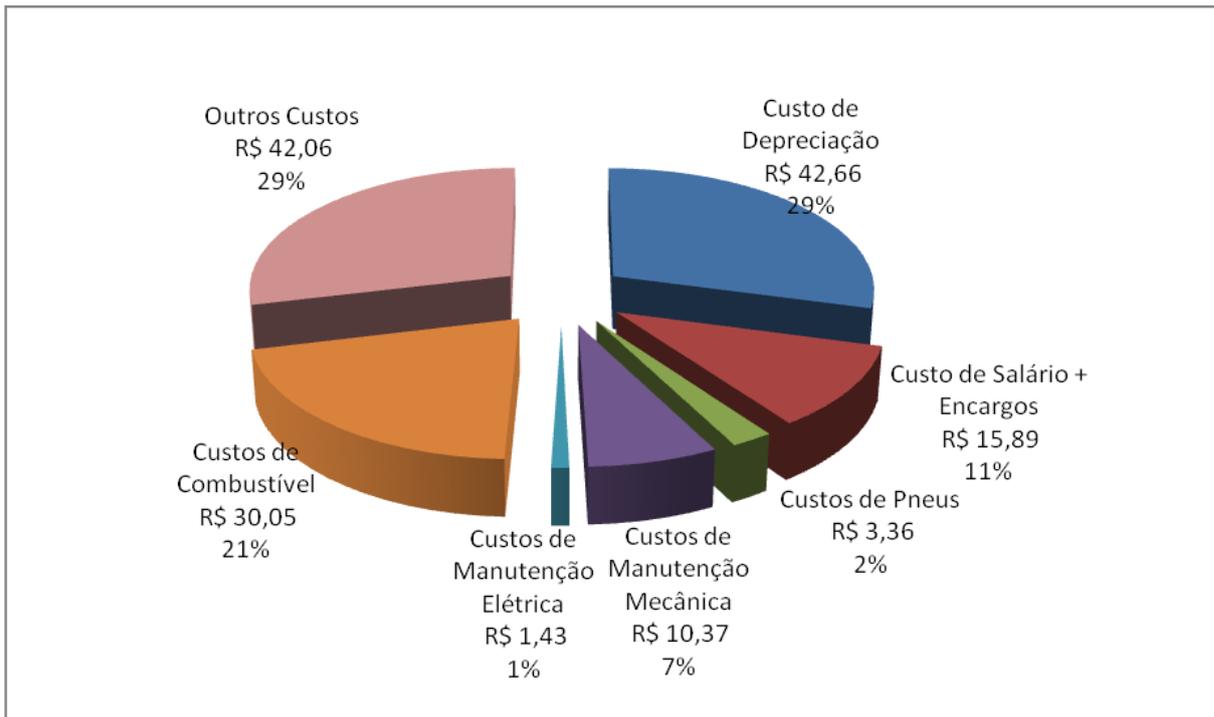


Gráfico 2 – Custo operacional *forwarder* 890.3 floresta A

5.2 RESULTADOS DOS CUSTOS OPERACIONAIS FLORESTA B

Obtivemos os seguintes resultados no que condiz a custos:

Operação de corte e processamento *harvester* 941 R\$/hora 229,11, R\$/m³ 7,86. O Gráfico 3 apresenta o custo operacional do *harvester* 941 sub-dividido (R\$/hora).

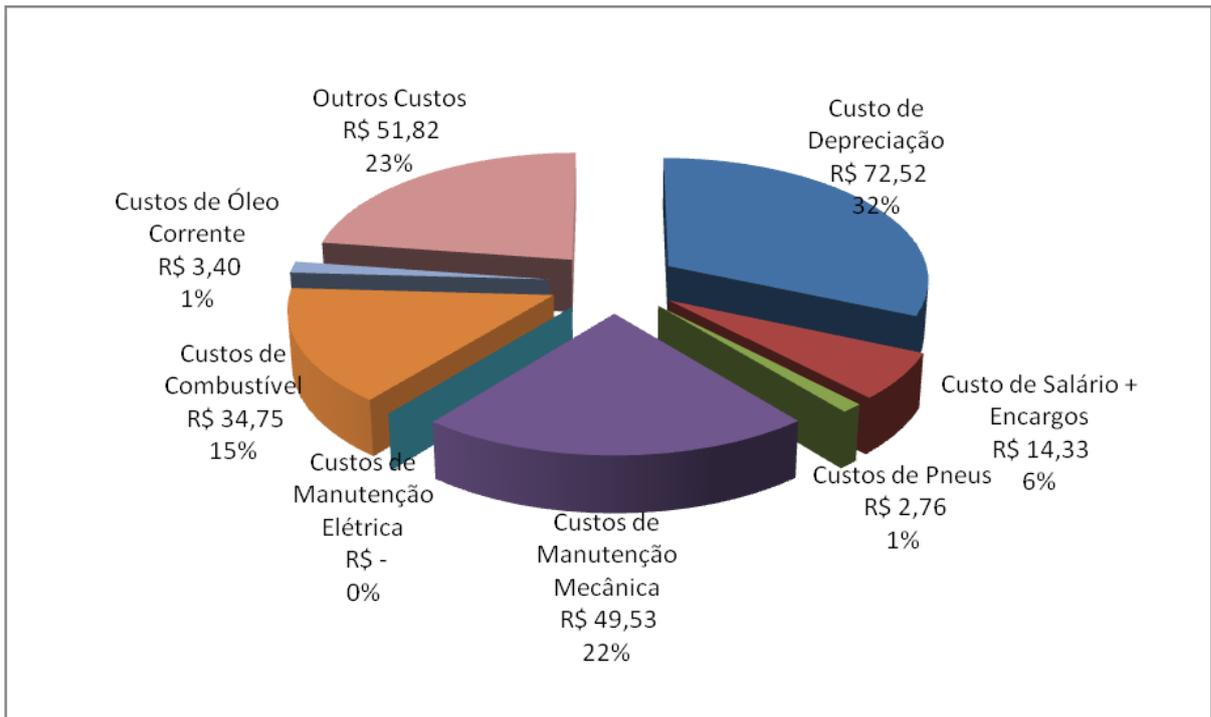


Gráfico 3 – Custo operacional *harvester* 941 floresta B

Na operação de baldeio obteve-se o seguinte desempenho, *forwarder* 890.3 R\$/hora 140,66 e R\$/m³ 3,74. O Gráfico 4 apresenta o custo operacional do *forwarder* 890.3 sub-dividido (R\$/hora).

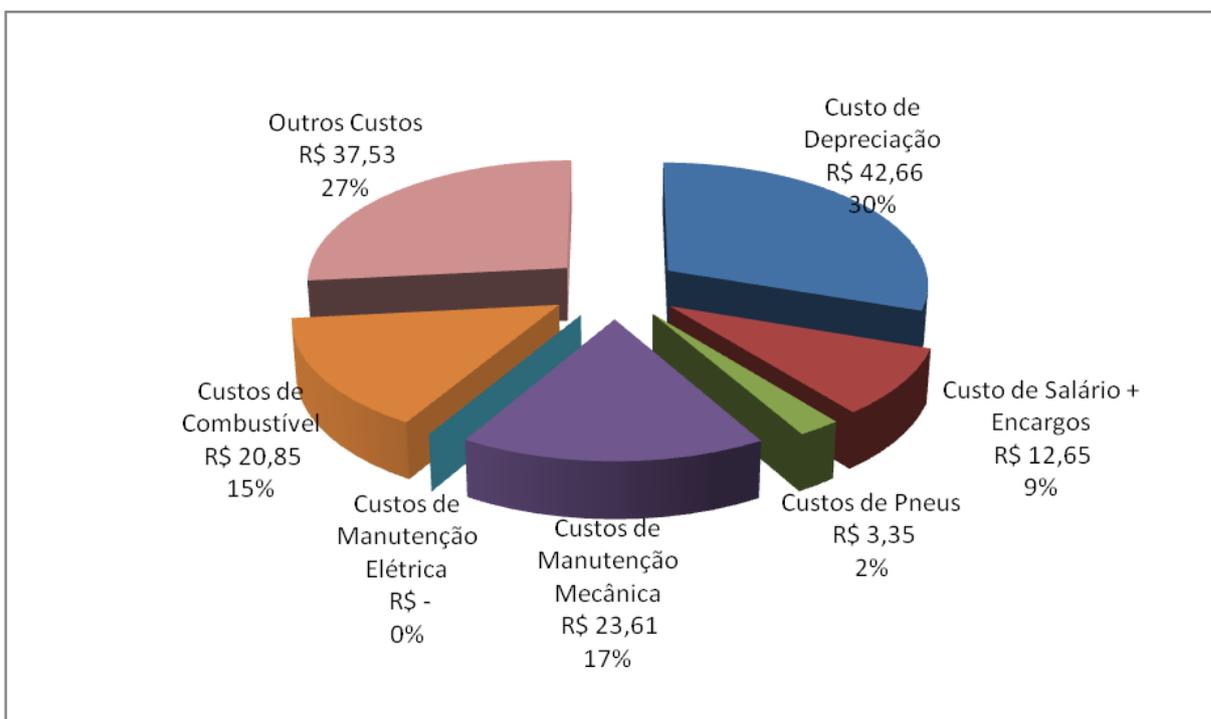


Gráfico 4 – Custo operacional *forwarder* 890.3 floresta B.

5.3 CUSTOS OPERACIONAIS POR EQUIPE DE COLHEITA

A seguir demonstraremos os custos operacionais de cada equipe de trabalho, ou seja, a união dos custos do *harvester* 941 e *forwarder* 890.3 que operam na floresta A, sendo o mesmo procedimento repetido para floresta B. O gráfico 5 apresenta a subdivisão dos custos totais de corte, processamento e baldeio para floresta A. O custo total médio foi R\$/hora 423,19

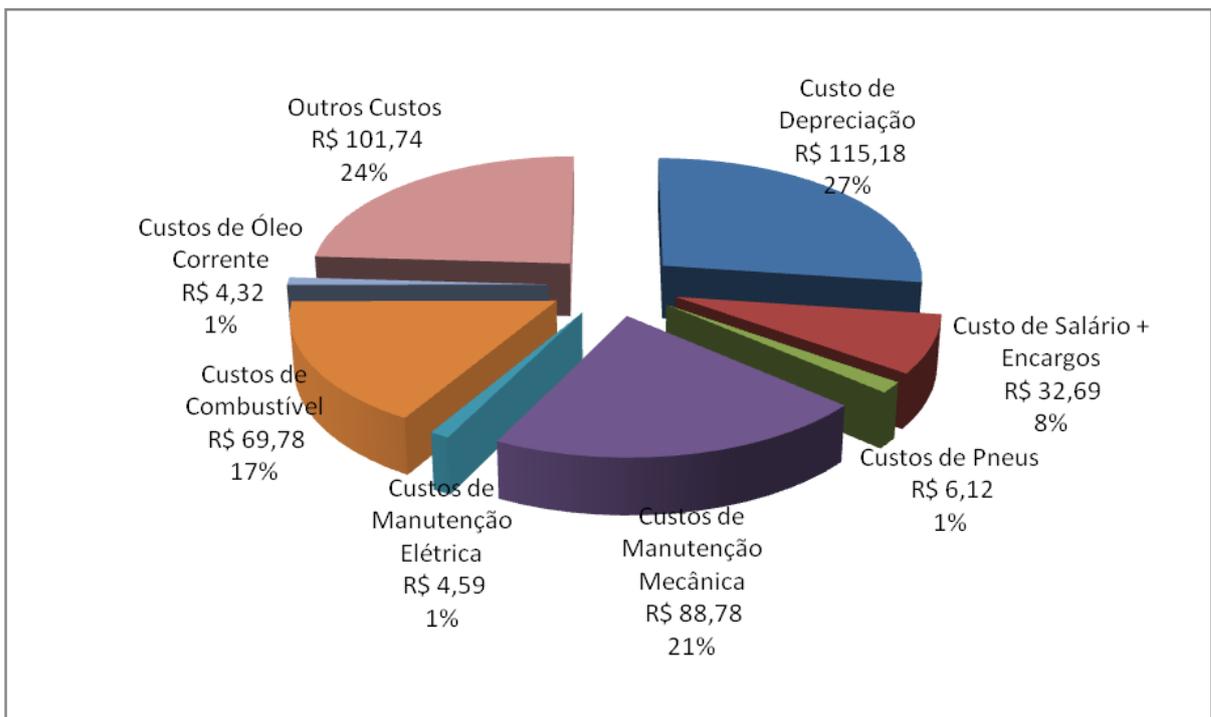


Gráfico 5 – Custo operacional total floresta A

Adotando o mesmo procedimento para floresta B, temos a seguinte subdivisão. O gráfico 6 apresenta a subdivisão dos custos totais de corte, processamento e baldeio para floresta B. O custo total médio foi R\$/hora 369,77

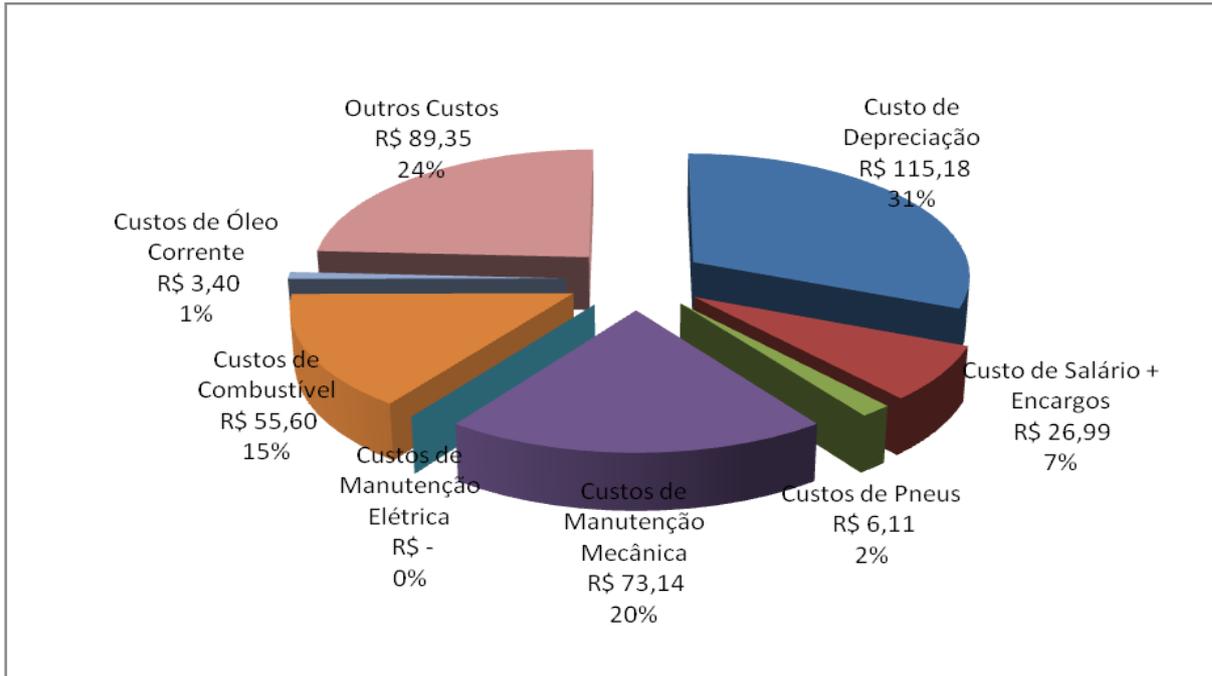


Gráfico 6 – Custo operacional total floresta B

Os cálculos realizados nos informam os seguintes resultados:

-A floresta A apresentou custo total (harvester somado a forwarder) de R\$/m³ 8,48

-A floresta B apresentou custo total (harvester e forwarder) de R\$/m³ 11,60

As principais razões para esta vantagem em favor de A, encontram-se nas diferenças significativas de volume médio por hectare sendo o volume da floresta A 27,3% maior que o volume de B, vantagem significativa em favor da floresta A também no que diz respeito a volume individual 78,9%, em relação ao comprimento das secções processadas a madeira processada pela floresta A, é 1,9 metros, ou seja, 84,4% mais longa comparada à secção média processada na floresta B.

Algumas particularidades operacionais também pesaram em favor de A. Na operação do harvester, enquanto que na floresta A temos de 5 a 6 ciclos do sabre, (cabeçote para e sabre desce seccionar o fuste) na floresta B temos de 9 a 10 ciclos do sabre. Na operação de baldeio, na floresta A o forwarder realiza apenas uma pilha de madeira em sua caixa de carga, já na floresta B são necessárias duas pilhas para otimizar o equipamento, contudo esta particularidade faz com que o ciclo operacional do equipamento se torne mais demorado.

Por fim analisando o custo por volume unitário, temos a afirmação de que o custo em B é 36,8% maior que em A. Por experiência própria, sabemos que as variáveis que mais afetam a produtividade da equipe são volume individual e comprimento das secções processadas, nestas duas variáveis temos 78,9% e 84,4% respectivamente, porem no custo total temos diferença bem menor 36,8%. Estas informações nos indicam que a equipe que opera em A, tem condições de melhorar ainda mais seus números atingindo produtividades mais altas e conseqüentemente custos mais baixos, pois a floresta em que operam oferece condições para tal feito.

6 CONCLUSÕES

O volume médio por hectare tem influência direta no que diz respeito ao rendimento (produtividade) e custo total médio.

O volume individual médio ($\text{m}^3/\text{árvore}$) tem influência direta no que diz respeito à produtividade e custo total médio.

O comprimento das seções processadas tem influência direta no que diz respeito à produtividade e custo total médio.

REFERÊNCIAS

ABRAF. **Anuário Estatístico da ABRAF 2010 ano base 2009**. Brasília-DF: ABRAF, 2010.

BURLA, E. R. Avaliação técnica e econômica do “harvester” na colheita do eucalipto. Tese (Doutorado Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, 2008. Disponível em: <http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/doc_avaliacao_eucalipto_29890.pdf>. Acesso em: 25 set. 2011.

FREITAS DE, K. E de. Análise da colheita florestal mecanizada. **Artigos Técnicos Remade**, abr. 2008. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/artigos_tecnicos/colheita/colheitaflorestal> Acesso em: 16 ago. 2011.

FREITAS, L. C. de; MACHADO, C. C. A mecanização da colheita florestal no Brasil. **Artigos Técnicos Remade**, abr. 2010. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/artigos_tecnicos/colheita/colheitaflorestal> Acesso em: 16 ago. 2011.

MELLO, J. **Extração de madeira**, 2011 Disponível em: <[http://www.itapeva.unesp.br/docentes/Julio/\[091911110954\]aula09.unesp.pdf](http://www.itapeva.unesp.br/docentes/Julio/[091911110954]aula09.unesp.pdf)>. Acesso em: 27 set. 2011.

ANEXOS

ANEXO A – PLANILHA DE CUSTO *HARVESTER* 941 “A”

Nº de dias trabalhados por ano=		252					
Duração do turno de trabalho em horas=		8,8					
Nº de horas efetivas de trabalho por mês (he)=		122					
Nº de turnos de trab por dia=		1					
Tolerância para demoras e dias improdutivos (%)=		20					
Valor do Cabeçote		250.000,00					
Valor residual do cab 10% novo		-					
Vida útil em anos=		4,94	8000				
Valor de aquisição de máquina (R\$)=		794.884,80					
Valor de um jogo de pneus (R\$)=		55.115,20					
Valor residual da máquina (R\$)=10% novo		79.488,48					
Vida útil em anos=		9,88	HORAS	16000			
Taxa de juros + Seguros anuais=		0,1242	*Valor do seguro R\$3.762 então 0,42%				
Preço de um litro de combustível (R\$)=		1,81					
Consumo de combustível por (Lt/hora)=			21,95				
Graxa consumida no mês (Kg)=		9,2					
Custo de graxa (R\$/Kg)=		17,585					
Óleo hidráulico consumido no mês (Lt)=		56					
Custo de Ó. Hidráulico (R\$/lt)=		6,19					
Óleo motor consumido no mês (Lt)=		20					
Custo de Ó. Motor (R\$/lt)=		6,99					
Óleo de transmissão consumido no mês (Lt)=		6,25					
Custo de Ó. Transmissão (R\$/lt)=		7,56					
Óleo corrente consumido no mês (Lt)=		130,0					
Custo de Ó. Corrente (R\$/lt)=		4,05					
Óleo Caixa consumido no mês (Lt)=		0					
Custo de Ó. Caixa (R\$/lt)=		8,49					
Nº de pneus=		6					
Valor de umpneu (R\$)=		9.185,87					
Vid útil do pneu (he)=		20.000,00	27,3810				
Distância média do posto de trabalho(ida e volta)(Km)=			22				
Custo de transporte até local de trab. (R\$/Km)=		0,28					
Nº de dias de trabalho no mês (p/ cálc transp pessoal)			21				
Salário do operador Acrescido de Encargos (R\$/Mês)=			2.049,55				
Custos de Manut Mec referentes ao mês(R\$)			9.566,00				
Custos de Manut Elét referentes ao mês(R\$)			385,44				
Cálculo do nº de horas efetivas trab no ano :			1.619,04				
Cálculo da depreciação (R\$/he)=			41,268	Cálculo da depreciação (R\$/he)=		31,25	
Investimento médio anual (IMA) (R\$)=			393.893,64	Investimento Médio Anual (IMA)		0	150.297,5

			(R\$)=		0
Cálculo de juros + seguros (R\$/he)=		30,216	Cálculo de juros + seguros (R\$/he)=		11,530
Total dos Custos Fixos (CF) (R\$/he)		71,484	Total dos Custos Fixos (CF) (R\$/he)		42,780
Cálculo de combustível (R\$/he)		39,730			
Cálculo do consumo de graxa (R\$/he)=		1,326			
Cálculo do consumo de ó hidráulico (R\$/he)=		2,841			
Cálculo do consumo de óleo motor (R\$/he)=		1,146			
Cálculo do consumo do ó transmissão (R\$/he)=		0,387			
Cálculo do consumo de ó corrente (R\$/he)=		4,316			
Cálculo do consumo de ó caixa (R\$/he)=		0,000			
Cálculo do custo de pneus (R\$/he)=		2,760			
Cálculo do custo de manutenção e reparos (R\$/he)=		78,410			
Cálculo do custo de manutenção e reparos (R\$/he)=		3,159			
Cálculo do custo de transp de pessoal (R\$/he)=		1,060			
Cálculo do custo de remuneração de pessoal (R\$/he)		16,800			
Total dos Custos Variáveis (R\$/he)		151,934			
Cálculo dos custos administrativos (R\$/he)		11,171			
CUSTO TOTAL (R\$/he)	277,37		<u>HARVESTER 941</u>		

ANEXO B – PLANILHA DE CUSTO *HARVESTER* 941 “B”

Nº de dias trabalhados por ano=		252					
Duração do turno de trabalho em horas=		8,8					
Nº de horas efetivas de trabalho por mês (he)=		143					
Nº de turnos de trab por dia=		1					
Tolerância para demoras e dias improdutivos (%)=		20					
Valor do Cabeçote		250.000,00					
Valo residual do cab 10% novo		-					
Vida útil em anos=	4,58	8000					
Valor de aquisição de máquina (R\$)=		794.884,80					
Valor de um jogo de pneus (R\$)=		55.115,20					
Valor residual da máquina (R\$)=10% novo		79.488,48					
Vida útil em anos=	9,17						
Taxa de juros + Seguros anuais=		0,1242		*Valor do seguro R\$3.762 então 0,42%			
Preço de um litro de combustível (R\$)=		1,81					
Consumo de combustível por (Lt/hora)=			19,20				
Graxa consumida no mês (Kg)=		4,33					
Custo de graxa (R\$/Kg)=	17,585						
Óleo hidráulico consumido no mês (Lt)=		40					
Custo de Ó. Hidráulico (R\$/lt)=		6,19					
Óleo motor consumido no mês (Lt)=		13,7					
Custo de Ó. Motor (R\$/lt)=		6,99					
Óleo de transmissão consumido no mês (Lt)=		0					
Custo de Ó. Transmissão (R\$/lt)=		7,56					
Óleo corrente consumido no mês (Lt)=		120,0					
Custo de Ó. Corrente (R\$/lt)=		4,05					
Óleo Caixa consumido no mês (Lt)=		0					
Custo de Ó. Caixa (R\$/lt)=		8,49					
Nº de pneus=	6						
Valor de umpneu (R\$)=	9.185,87						
Vid útil do pneu (he)=	20.000,00	14,8810					
Distância média do posto de trabalho(ida e volta)(Km)=			22				
Custo de transporte até local de trab. (R\$/Km)=		0,28					
Nº de dias de trabalho no mês (p/ cálc transp pessoal)			21				
Sálario do operador Acrescido de Encargos (R\$/Mês)=			2.049,55				
Custos de Manut Mec referentes ao mês(R\$)			7.083,00				
Custos de Manut Elét referentes ao mês(R\$)			-				
Cálculo do nº de horas efetivas trab no ano :			1.745,04				
Cálculo da depreciação (R\$/he)=		41,268		Cálculo da depreciação (R\$/he)=	31,25	0	
Investimento médio anual (IMA) (R\$)=		396.710,51		Investimento Médio Anual (IMA) (R\$)=			152.266,2
Cálculo de juros + seguros (R\$/he)=		28,235		Cálculo de juros + seguros (R\$/he)=			10,837

Total dos Custos Fixos (CF) (R\$/he)		69,503	Total dos Custos Fixos (CF) (R\$/he)				42,087
Cálculo de combustível (R\$/he)		34,752					
Cálculo do consumo de graxa (R\$/he)=		0,532					
Cálculo do consumo de ó hidráulico (R\$/he)=		1,731					
Cálculo do consumo de óleo motor (R\$/he)=		0,670					
Cálculo do consumo do ó transmissão (R\$/he)=		0,000					
Cálculo do consumo de ó corrente (R\$/he)=		3,399					
Cálculo do consumo de ó caixa (R\$/he)=		0,000					
Cálculo do custo de pneus (R\$/he)=		2,758					
Cálculo do custo de manutenção e reparos (R\$/he)=		49,531					
Cálculo do custo de manutenção e reparos (R\$/he)=		0,000					
Cálculo do custo de transp de pessoal (R\$/he)=		0,90461538					
Cálculo do custo de remuneração de pessoal (R\$/he)		14,333					
Total dos Custos Variáveis (R\$/he)		108,611					
Cálculo dos custos administrativos (R\$/he)		8,906					
CUSTO	TOTAL		<u>HARVESTER 941</u>				
(R\$/he)	229,11		<u>Floresta B</u>				

ANEXO C – PLANILHA DE CUSTO *FORWARDER* 890.3 “A”

Nº de dias trabalhados por ano=	252				
Duração do turno de trabalho em horas=	8,8				
Nº de horas efetivas de trabalho por mês (he)=	129				
Nº de turnos de trab por dia=	1				
Tolerância para demoras e dias improdutivos (%)=	20				
Valor de aquisição de máquina (R\$)=	832.924,08				
Valor de um jogo de pneus (R\$)=	67.075,92				
Valor residual da máquina (R\$)=10%novo	83.292,41				
Vida útil em anos=	9,63				
Taxa de juros + Seguros anuais=	0,1237	* valor d seguro R\$3.002,61 então 0,37%			
Preço de um litro de combustível (R\$)=	1,81				
Consumo de combustível por (Lt/hora)=	16,60				
Graxa consumida no mês (Kg)=	7,8				
Custo de graxa (R\$/Kg)=	17,585				
Óleo hidráulico consumido no mês (Lt)=	8,3				
Custo de Ó. Hidráulico (R\$/lt)=	6,19				
Óleo motor consumido no mês (Lt)=	13,9				
Custo de Ó. Motor (R\$/lt)=	6,99				
Óleo de transmissão consumido no mês (Lt)=	18,6				
Custo de Ó. Transmissão (R\$/lt)=	7,56				
Óleo corrente consumido no mês (Lt)=	0				
Custo de Ó. Corrente (R\$/lt)=	4,05				
Óleo Caixa consumido no mês (Lt)=	0				
Custo de Ó. Caixa (R\$/lt)=	8,49				
Nº de pneus=	8				
Valor de umpneu (R\$)=	8.384,49				
Vid útil do pneu (he)=	20.000,00	23,2143			
Distância média do posto de trabalho(ida e volta)(Km)=	22				
Custo de transporte até local de trab. (R\$/Km)=	0,28				
Nº de dias de trabalho no mês (p/ cálc transp pessoal)	21				
Sálario do operador Acrescido de Encargos (R\$/Mês)=	2.049,55				

Custos de Manut Mec referentes ao mês(R\$)		1.338,00			
Custos de Manut Elét referentes ao mês(R\$)		185,00			
Cálc. Número horas ef. Trabalhadas ano		1.661,04			
Cálculo da depreciação (R\$/he)=		42,660			
Investimento médio anual (IMA) (R\$)=		413.727,34			
Cálculo de juros + seguros (R\$/he)=		30,811			
Total dos Custos Fixos (CF) (R\$/he)		73,471			
Cálculo de combustível (R\$/he)		30,046			
Cálculo do consumo de graxa (R\$/he)=		1,063			
Cálculo do consumo de ó hidráulico (R\$/he)=		0,398			
Cálculo do consumo de óleo motor (R\$/he)=		0,753			
Cálculo do consumo do ó transmissão (R\$/he)=		1,090			
Cálculo do consumo de ó corrente (R\$/he)=		0,000			
Cálculo do consumo de ó caixa (R\$/he)=		0,000			
Cálculo do custo de pneus (R\$/he)=		3,358			
Cálculo do custo de manutenção e reparos (R\$/he)=		10,372			
Cálculo do custo de manutenção e reparos (R\$/he)=		1,434			
Cálculo do custo de transp de pessoal (R\$/he)=		1,0027907			
Cálculo do custo de remuneração de pessoal (R\$/he)		15,888			
Total dos Custos Variáveis (R\$/he)		65,405			
Cálculo dos custos administrativos (R\$/he)		6,944			
CUSTO	TOTAL				
(R\$/he)		145,82	<i>Forwarder</i>		
			<u>890.3</u>		

ANEXO D – PLANILHA DE CUSTO *FORWARDER* 890.3 “B”

Nº de dias trabalhados por ano=	252			
Duração do turno de trabalho em horas=	8,8			
Nº de horas efetivas de trabalho por mês (he)=	162			
Nº de turnos de trab por dia=	1			
Tolerância para demoras e dias improdutivos (%)=		20		
Valor de aquisição de máquina (R\$)=	832.924,08			
Valor de um jogo de pneus (R\$)=	67.075,92			
Valor residual da máquina (R\$)=10%novo	83.292,41			
Vida útil em anos=	8,61			
Taxa de juros + Seguros anuais=	0,1237			* valor d seguro R\$3.002,61 então 0,37%
Preço de um litro de combustível (R\$)=	1,81			
Consumo de combustível por (Lt/hora)=		11,52		
Graxa consumida no mês (Kg)=	2,33			
Custo de graxa (R\$/Kg)=	17,585			
Óleo hidráulico consumido no mês (Lt)=	33,3			
Custo de Ó. Hidráulico (R\$/lt)=	6,19			
Óleo motor consumido no mês (Lt)=	15,6			
Custo de Ó. Motor (R\$/lt)=	6,99			
Óleo de transmissão consumido no mês (Lt)=	0			
Custo de Ó. Transmissão (R\$/lt)=	7,56			
Óleo corrente consumido no mês (Lt)=	0			
Custo de Ó. Corrente (R\$/lt)=	4,05			
Óleo Caixa consumido no mês (Lt)=	0			
Custo de Ó. Caixa (R\$/lt)=	8,49			
Nº de pneus=	8			
Valor de umpneu (R\$)=	8.384,49			
Vid útil do pneu (he)=	20.000,00	3,5714		
Distância média do posto de trabalho(ida e volta)(Km)=		22		
Custo de transporte até local de trab. (R\$/Km)=	0,28			
Nº de dias de trabalho no mês (p/ cálc transp pessoal)		21		
Sálario do operador Acrescido de Encargos (R\$/Mês)=		2.049,55		
Custos de Manut Mec referentes ao mês(R\$)		3.825,00		
Custos de Manut Elét referentes ao mês(R\$)		0,00		
Cálc. Número horas ef. Trabalhadas ano		1.859,04		
Cálculo da depreciação (R\$/he)=		42,660		
Investimento médio anual (IMA) (R\$)=		418.365,69		
Cálculo de juros + seguros (R\$/he)=		27,838		
Total dos Custos Fixos (CF) (R\$/he)		70,498		
Cálculo de combustível (R\$/he)		20,851		
Cálculo do consumo de graxa (R\$/he)=		0,253		

Cálculo do consumo de ó hidráulico (R\$/he)=		1,272		
Cálculo do consumo de óleo motor (R\$/he)=		0,673		
Cálculo do consumo do ó transmissão (R\$/he)=		0,000		
Cálculo do consumo de ó corrente (R\$/he)=		0,000		
Cálculo do consumo de ó caixa (R\$/he)=		0,000		
Cálculo do custo de pneus (R\$/he)=		3,354		
Cálculo do custo de manutenção e reparos (R\$/he)=		23,611		
Cálculo do custo de manutenção e reparos (R\$/he)=		0,000		
Cálculo do custo de transp de pessoal (R\$/he)=		0,79851852		
Cálculo do custo de remuneração de pessoal (R\$/he)		12,652		
Total dos Custos Variáveis (R\$/he)		63,465		
Cálculo dos custos administrativos (R\$/he)		6,698		
CUSTO TOTAL (R\$/he)	140,66		<i>Forwarder 890.3</i>	