

DESENVOLVIMENTO DE UM MÓDULO DE PICAGEM DE PONTEIRA DE EUCALIPTO PARA UTILIZAÇÃO COMO BIOMASSA PELA JARI CELULOSE¹

Development of a Chipping Module of Eucalyptus to be Used as Biomass by Jari Celulose

Armindo Baretta², Pablo Guzzo³, Juarez Oliveira⁴, Vagner Aragão⁵ e Roberto Nadal⁶

Resumo: Este trabalho foi realizado com o objetivo de aproveitar os resíduos da atividade de colheita florestal. Para isso foi avaliada a substituição do módulo de colheita de toras longas, em que eram utilizados o desgalhamento manual e o traçamento com garra traçadora, pelo módulo de árvores inteiras, utilizando harvester no processamento e desgalhamento, de modo a garantir o adensamento das ponteiros na beira das quadras. O novo módulo possibilitou a eliminação do desgalhamento manual, principal limitante do módulo de toras longas, e também viabilizou o módulo de picagem de ponteira no campo. Com isso foi constituído o módulo, utilizando-se um picador Bruno modelo PBFT 300/450X100-D. Os cavacos gerados no processo representam hoje 10% da demanda de biomassa da empresa. O novo módulo possibilitou garantir a continuidade e o abastecimento a baixo custo, reduzindo cerca de 28% dos custos em comparação a outras fontes de biomassa, além de possibilitar redução expressiva nas atividades subseqüentes de preparo de solo.

Palavras-chave: resíduos, atividade florestal, necessidades energéticas, picador Bruno.

Abstract: The objective of this work was to suggest a better use of forest activity residues. The replacement of timber harvester using feller-buncher machines and manual delimiting by the tree-length system, using a harvester, was evaluated. The alternative module allowed the elimination of manual delimiting, the main restriction of the tree-length system. To chip the tree leaders in the field was used a Bruno mobile chipper, model PBFT 300/450X100-D. This type of chip represents 10% of the whole energy biomass need today, allowing a continuous, low cost biomass supply.

Keywords: residues, forest activity, energy needs, Bruno chipper.

1 INTRODUÇÃO

Grande parte da energia necessária para as indústrias de celulose e papel é suprida pelos resíduos florestais, oriundos

principalmente da exploração da madeira para celulose, que vieram substituir o combustível importado e, ao mesmo tempo, garantir a continuidade e o abastecimento a baixo custo.

¹ Recebido para publicação em 14.2.2007 e aceito em 9.3.2007.

² Gerente de Operações Florestais, <albaretta@jari.com.br>; ³ Coordenador de Colheita e Transporte Florestal, <paguzzo@jari.com.br>; ⁴ Líder de Transporte e Estradas Florestais, <joliveira@jari.com.br>; ⁵ Líder de Colheita Florestal, <vjaragao@jari.com.br>; e ⁶ Líder de Viveiro Florestal, <nbndal@jari.com.br>, Jari Celulose, 68240-000 Monte Dourado-PA.

A floresta produtora de energia é uma realidade incontestável, haja vista que a madeira representava, em 1977, 22,6% da energia consumida no Brasil. Grande parte dessa madeira era originada do remanescente de florestas naturais, o que é inadmissível do ponto de vista técnico, econômico e ambiental. O suprimento energético industrial à base de madeira deve ser sustentado por um sistema que garanta um abastecimento contínuo e uniforme, a curto, médio e longo prazo, o que dificilmente poderá ser conseguido por meio de florestas naturais. Portanto, o estabelecimento de florestas uniformes de rápido crescimento, visando o abastecimento industrial, ocupará, em curto prazo, uma posição de destaque no contexto energético nacional.

Atualmente a alternativa, a curto prazo, para atender às necessidades energéticas industriais é o aproveitamento dos resíduos florestais.

Na Jari Celulose calcula-se um rendimento de 8 - 10 toneladas por hectare de resíduo florestal em áreas de colheita, considerando um poder calorífico para resíduos da ordem de $1.810 \text{ kcal kg}^{-1}$ e para o óleo combustível de $9.400 \text{ kcal kg}^{-1}$; verifica-se a

relação de 5,19 toneladas de resíduo de ponteira para 1 tonelada de BPF.

Os projetos de aproveitamento de resíduos para biomassa foram priorizados pela empresa com o objetivo de reduzir o cenário de déficit de biomassa a curto prazo, até 2010 (Figura 1). A solução, em médio prazo, para um suprimento a partir de 2010 é a condução de $2.500 \text{ ha ano}^{-1}$ de áreas de eucalipto de baixa produtividade.

O aproveitamento racional dos resíduos florestais da colheita possui dois entraves, a alta dispersão e a baixa densidade do material a ser explorado. Deste modo, a Jari Celulose desenvolveu um sistema mecanizado de colheita florestal e de picagem das ponteiras no campo para o adensamento dos resíduos florestais. O módulo mecanizado e os resultados de um ano de operacionalização serão mostrados e discutidos neste trabalho.

2 OBJETIVO

Constituir um sistema mecanizado de picagem de ponteiras no campo para viabilizar o aproveitamento dos resíduos florestais da colheita de eucalipto, de modo a garantir parte da demanda de biomassa para geração de energia.

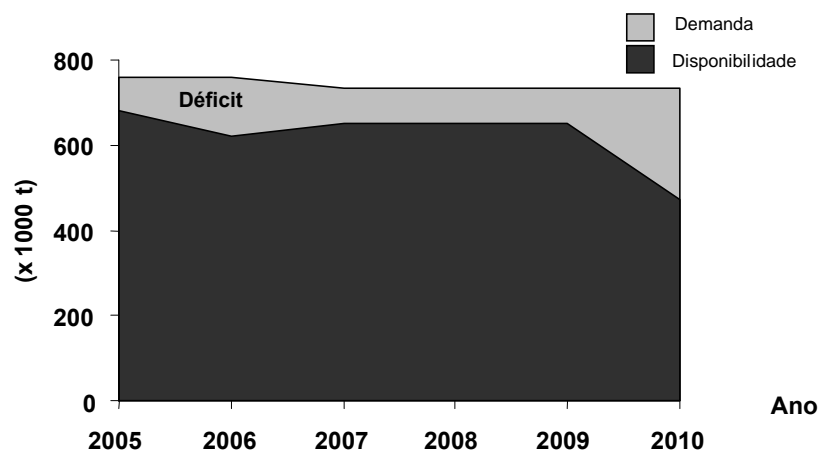


Figura 1 – Demanda e disponibilidade de biomassa até 2010.

Figure 1 – Biomass demand and availability until 2010.

3 METODOLOGIA

A metodologia consistiu em duas fases, sendo a primeira os projetos de viabilidade técnica e econômica e a segunda, o desenvolvimento operacional do módulo de picagem de ponteira.

4 PROJETOS DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA

4.1 Módulo Colheita

Para o adensamento do resíduo no campo, etapa principal na viabilidade econômica do projeto, foi realizado um estudo de avaliação da mudança do módulo de colheita de toras longas (feller + desgalhamento manual + skidder + garra traçadora), para o módulo de árvore inteira (feller + skidder + harvester no processamento e desgalhamento) (Figura 2), com o objetivo de distribuir uniformemente todo o resíduo na beira das quadras e otimizar o principal gargalo do módulo, a mão-de-obra no desgalhamento manual.

O trabalho foi desenvolvido em duas etapas básicas: a primeira foi o acompanhamento do subsistema, em campo, por meio de um estudo de tempo e movimento e interrupções

do trabalho da máquina, visando obter informações importantes sobre o ciclo operacional e fornecer subsídios para uma avaliação técnica de cada subsistema estudado.

O projeto do módulo proposto mostrou-se econômica e operacionalmente viável. A viabilidade e a conseqüente mudança do módulo de colheita florestal permitiram o início e o desenvolvimento dos estudos e levantamentos para o desenvolvimento operacional do sistema de picagem de ponteiras no campo, gerando cavacos para energia.

Juntamente foi realizado um estudo econômico com todos os levantamentos de custos operacionais do sistema proposto, utilizando harvester, e as comparações com o subsistema atual.

Dados preliminares mostraram que com a atividade de picagem de ponteiras nas áreas de colheita teria-se, além de garantia de energia a baixo custo, grande redução em algumas atividades subseqüentes da silvicultura, por exemplo, o rolo-faca e a estrovinga no preparo de solo.

4.2 Módulo picador

Foram realizados diversos trabalhos como o estudo de biomassa potencial para

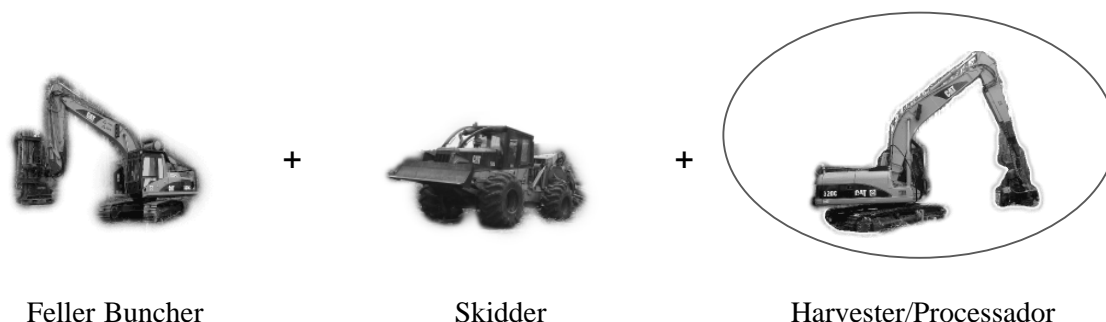


Figura 2 – Módulo de colheita florestal, proposto para a otimização de mão-de-obra e o adensamento das ponteiras na beira das quadras.

Figure 2 – – Forest harvest module proposed for labor optimization and ferrule accumulation.

geração de energia e o levantamento da quantidade de resíduos da colheita florestal para produção de cavaco no campo, nos quais ficou constatado que os resíduos (ponteiros) possuem um potencial de 8-10 toneladas de cavaco por hectare.

O levantamento de equipamentos para a constituição do módulo foi realizado primeiramente com um estudo dos principais picadores utilizados nas empresas florestais no Brasil, e posteriores visitas a fabricantes de picadores e empresas que possuem experiência nesse segmento. Desse modo, foram considerados os seguintes itens como fundamentais para a escolha do picador:

- tecnologia e empresa nacional;
- marcas com experiência em picadores;
- equipamentos que realizem a descarga do cavaco direto nas caçambas;
- custo x benefício; e
- utilização do equipamento para diversos tipos e diâmetros de material lenhoso.

Com base nas considerações mencionadas e nas diversas informações levantadas, optou-se pela utilização do picador Bruno modelo PBFT 300/450X100-D, sistema de tambor com duas facas, motor Mercedes de 410 cv, controlador eletrônico, gerador de 36 Kva e calha de alimentação com correntes e saída de cavaco por correias transportadoras, conforme estudos e parâmetros definidos nos projetos de viabilidade.

4.3 Desenvolvimento operacional

Comprovada a viabilidade técnica e econômica do novo módulo de colheita e feita a escolha do picador, realizou-se, na área de desenvolvimento operacional, um acompanhamento integral das atividades do módulo, por meio de estudos de tempos e de testes para comparação e consistência do módulo.

Para a constituição dos custos foram levantados todos os recursos, como equipe operacional (benefícios, EPI, exames e medicamentos, alimentação e transporte), depreciação, combustível e lubrificante, pneus, manutenção e manutenção de campo.

5 RESULTADOS

5.1 Módulo colheita

Na primeira fase foi realizado o estudo de tempo e movimento na atividade de desgalhamento e traçamento com o processador harvester (Figura 3).

O estudo de interrupções mostrou que na atividade de desgalhamento e traçamento, 16% do tempo do processador foi referente a paradas operacionais e pessoais (conserto de corrente e almoço principalmente) e 84% ao tempo efetivamente de operação. No estudo de movimento, o processador obteve 36% do seu tempo efetivo realizando a atividade de deslocamento do cabeçote carregado (desgalhando), 23% processando (traçando), 12% com seu cabeçote deslocando vazio e 11% pegando o feixe para início de ciclo da atividade.

O estudo foi realizado com acompanhamento efetivo de 1.211 ciclos de operação de traçamento e desgalhamento, apresentando um rendimento efetivo de 189 árvores por hora.

Para a constituição de custos operacionais, foi realizado o levantamento em quatro faixas de volume individual da floresta, sendo faixa 01: < 0,13 tonelada por árvore; faixa 02: 0,13 – 0,18 tonelada por árvore; faixa 03: 0,18 – 0,23 tonelada por árvore; e faixa 04: > 0,23 toneladas por árvore.

Sendo assim, foi realizado um plano-mestre, referente à produtividade *versus* faixas de produtividade individual, com o qual calculou-se a necessidade de máquinas para um suprimento mensal médio de 50.000 toneladas.

No primeiro ano de atividade, o módulo foi constituído com quatro máquinas Caterpillar 320 e cabeçote harvester Valmet 965. As máquinas apresentaram uma utilização média de 68% e ganho expressivo na limpeza final das toras.

O módulo de árvores inteiras é caracterizado por colheita de florestas de baixa e média produtividade, conforme a Figura 4;

92% de utilização em florestas com volume individual inferior a 0,18 toneladas por árvore (faixas 01 e 02).

No primeiro ano de atividades, os custos operacionais do módulo atual com o desgalhamento mecanizado, em comparação com o módulo com o desgalhamento manual, resultaram em redução de 2,33% no custo total da colheita florestal.

Estudo de Movimento e Interrupções

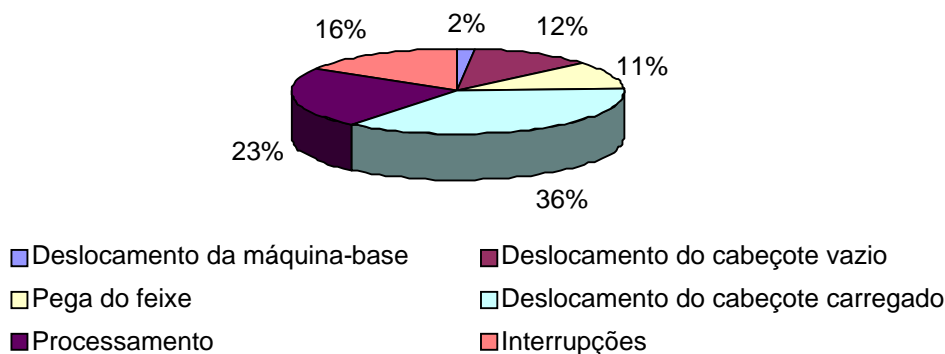


Figura 3 – Gráfico com o estudo de tempo e movimento.
Figure 3 – Graphic showing time and movement study.

Produtividade do módulo de colheita em faixa de volume individual

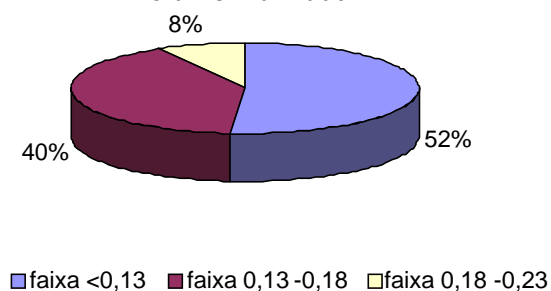


Figura 4 – Produtividade do módulo no primeiro ano por faixa de volume individual.
Figure 4 – Module productivity, in the first year, per individual volume range.

Nesse período de aprendizado, o módulo mostrou diversos pontos positivos e algumas dificuldades.

Pontos Positivos:

- consistência no processo com harvester;
- garantia de produção;
- custo final relevante;
- garantia do processo de picagem;
- limpeza das toras; e
- otimização de mão-de-obra.

Dificuldades:

- quebra de paradigma;
- dificuldade operacional para a utilização do cabeçote harvester para trabalhar com feixe de madeira; e
- dificuldade para o emblocamento das toras.

5.2 Módulo de picagem de ponteira

Na fase de desenvolvimento operacional, que constituiu os três primeiros meses de operacionalização do módulo de picagem, ficou evidente que o desconhecimento técnico e operacional dos equipamentos e do sistema foi uma das principais dificuldades, mas o estudo mostrou parâmetros para a constituição de funcionamento e organização das atividades, os recursos disponíveis para alcançar a produtividade estabelecida e a constituição dos custos operacionais.

Conforme levantamento de disponibilidade de resíduos de ponteiros nas áreas de colheita florestal, o projeto começou com uma produtividade de 5.000 toneladas por mês e trabalho de 24 horas.

Os estudos de tempo possibilitaram a determinação da taxa de utilização (disponibilidade mecânica e eficiência operacional)

e da quantidade de equipamentos para constituir o módulo de picagem, conforme a Figura 5.

O sistema de baldeio e alimentação do picador é realizado por dois autocarregáveis, e o transporte, por caçambas de 50 m³.

Com o levantamento de paradas improdutivas, e com estudo de tempo para todas as fases de carga, descarga e transporte de cavaco, foi possível chegar à demanda de caçamba por distância das áreas operacionais da empresa. Os levantamentos mostraram a demanda de quatro caçambas para garantir o abastecimento de cavaco para energia em todas as áreas da empresa.

O acompanhamento mostrou alguns gargalos dentro do sistema, por exemplo, a taxa de utilização do picador dependia da eficiência e disponibilidade do transporte e do abastecimento. Estudos mostraram que em média o picador ficava parado cerca de 18% do tempo, por falta de máquina para abastecimento, e 27%, por falta de caçamba para produção de cavaco, por isto o sistema foi alterado para reduzir esses tempos de paradas e, conseqüentemente, maximizar a utilização do picador.

Foi constituído um estoque regulador próximo das atividades de picagem, utilizando uma caçamba (16 m³) chamada caçamba-escrava. Esta permite a produtividade do sistema na falta das caçambas, além de garantir, caso ocorra quebra do picador ou do autocarregável, o funcionamento do transporte, que vai ser abastecido diretamente no estoque regulador, conforme Figura 6. Desta forma, conseguiu-se a utilização de 60% do módulo de picagem.

No primeiro ano, considerado como o ano de aprendizagem do picador Bruno e da consistência do módulo de picagem, vários problemas mecânicos apareceram e diversas melhorias foram realizadas. Os números mostram a necessidade de mais um picador dentro do processo, de modo que diversas

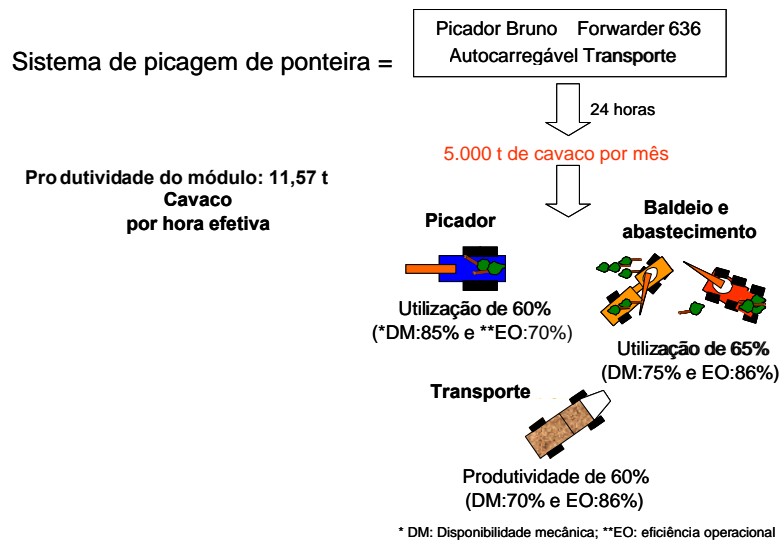


Figura 5 – Recursos, produtividades e taxa de utilização, levantados no desenvolvimento operacional do módulo de picagem.

Figure 5 – Resources, productivities, and use rate assessed during the operational development of the chipping module.

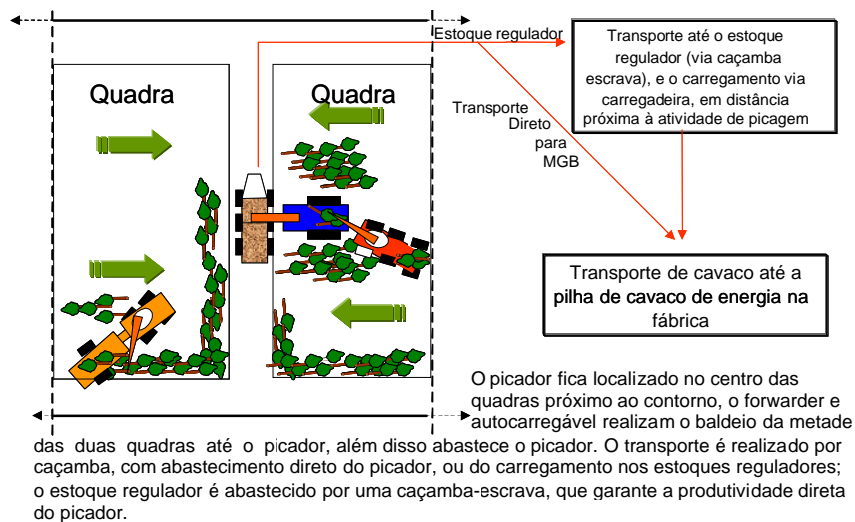


Figura 6 – Constituição do módulo de picagem de ponteira.

Figure 6 – Chipping module constitution ferrule.

perdas por quebra, ou por mudança de área, serão minimizadas com mais uma máquina dentro do processo.

O reflexo da baixa utilização do picador, média do ano em 2005 de 42% e 2006 63% (Figura 7), basicamente ocorreu devido à

baixa disponibilidade mecânica. O desconhecimento técnico do equipamento e o seu desenvolvimento para essa atividade determinaram a sua baixa produtividade nos primeiros seis meses, ficando cerca de 46% abaixo da sua meta de produtividade, (Figura 8).

Percebe-se que durante as atividades do picador no ano ocorreram alguns picos de crescimento de produtividade, que foram

determinados pelo suporte técnico realizado pelo fabricante do picador. Nos últimos dois meses o desempenho do picador manteve-se próximo de sua meta de 5.000 toneladas, devido ao maior treinamento dos técnicos e à presença de um estoque básico das principais peças mecânica e elétrica.

Considerando que são necessárias 5,2 toneladas de cavaco para gerar o mesmo

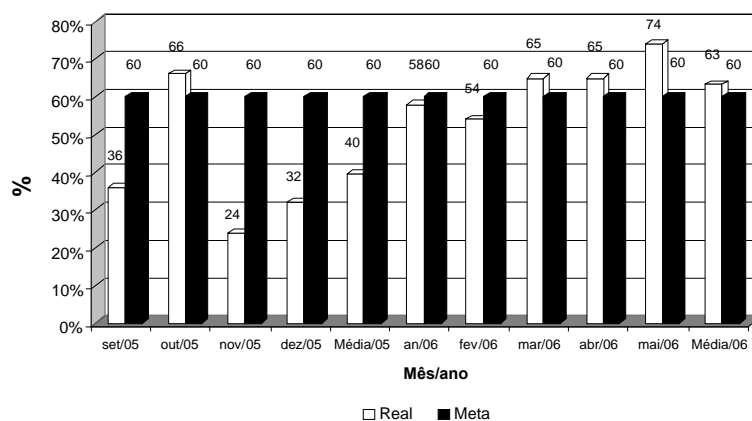


Figura 7 – Utilização do picador durante seu primeiro ano de atividades, sendo utilizado como meta 60%, conforme estudo realizado no desenvolvimento operacional.

Figure 7 – Use of chipper during its first year, with 60% as goal, according to operational development study.

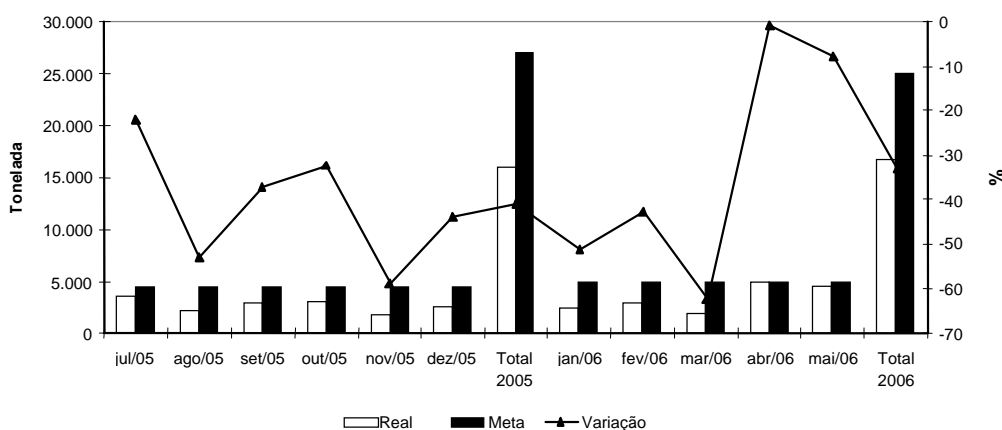


Figura 8 – Produtividade e variação do picador no primeiro ano.

Figure 8 – Chipper productivity and variation in the first year.

poder calorífico que 1 tonelada de óleo BPF, foram realizados estudos comparativos entre a utilização do óleo, a compra de cavacos e o aproveitamento das ponteiros. O valor atual do custo do cavaco de ponteira representa 24,65% do valor do óleo BPF, que é de aproximadamente 516 US\$ a tonelada, sendo assim tem-se redução de 75,35% no valor. Em comparação à casca, obteve-se redução de 28,8%; essa é a principal fonte reguladora de biomassa utilizada pela Jari Celulose.

Durante o primeiro ano foram constatadas dificuldades e melhorias no módulo de picagem:

Principais dificuldades:

- desenvolver o sistema em regime de produção;
- volume de material processado;
- desconhecimento técnico e operacional do equipamento;
- suporte técnico insuficiente;
- inicialmente falta de peças sobressalentes; e
- tempo perdido em mudança do picador.

Melhorias no sistema:

- desenvolvimento e confecção de esteira transportadora de cavaco;
- abertura de peneira (aumento do fluxo de cavaco);
- recuperação de correntes transportadoras;
- recuperação dos rolos superior e inferior de tração e aperfeiçoamento da regulagem de faca e contra-faca (aumento do rendimento); e
- mudança do gerador.

6 CONCLUSÕES

- √ A utilização dos resíduos da colheita florestal a partir do módulo de picagem de ponteiros no campo, em 2006, representa 10% da demanda anual de biomassa para geração de energia (Figura 9).
- √ Nos próximos anos, com o crescimento da colheita florestal para o módulo com árvores inteiras e com mais um picador móvel dentro do módulo de picagem no campo, espera-se crescimento de 100% no processo de aproveitamento de resíduo florestal.

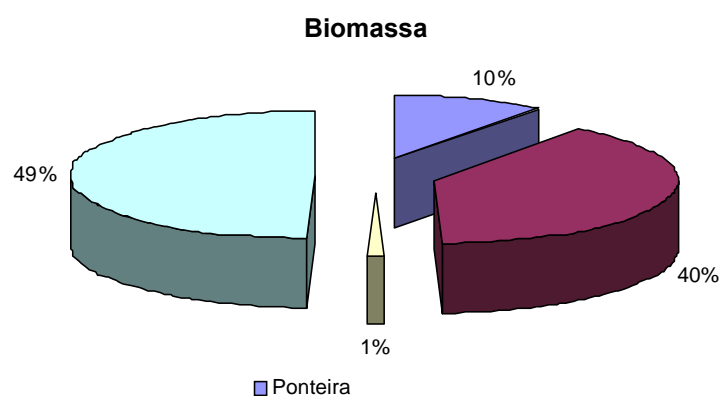


Figura 9 – Reflexo atual da demanda de ponteira dentro do cenário de biomassa para energia.
Figure 9 – Demand in the biomass for energy scenario today.

- √ A utilização dos resíduos da colheita florestal significou redução de cerca de 18% no preparo de solo das áreas de implantação, isso com a redução das atividades de quebra e limpeza da linha de plantio (atividades de rolo faca e estrovenga).
- √ A não-utilização dos resíduos da colheita florestal como fonte energética implicaria a utilização da fonte Casca Amcel, que nesse caso representaria aumento de cerca de 28% nos custos de biomassa.
- √ Conforme estudo de sustentabilidade, ficou definido que resíduos florestais utilizados como fonte de alternativa energia poderão ser aplicados nos solos como suprimento ao resíduo retirado, como o próprio aproveitamento das cinzas, resíduo da fábrica, como fonte nutricional para os solos. Os resíduos serão utilizados somente na primeira rotação da floresta.
- √ A mudança operacional no módulo de colheita, com o sistema mecanizado de desgalhamento e traçamento, permitiu maior sincronismo da atividade e otimização de mão-de-obra no sistema florestal da empresa. O módulo de colheita permitiu a garantia do processo de picagem.

7 AGRADECIMENTOS

Todo o trabalho foi desenvolvido juntamente com as empresas prestadoras de serviço, R&R e L.C.BUENO, que não mediram esforços para realização dos estudos e implantação dos módulos. Atualmente são estas empresas que realizam todos os trabalhos de colheita mecanizada e picagem no campo (R&R) e transporte de cavaco para fábrica (L.C.Bueno).

REFERÊNCIAS

- GARLIPP, R. C. D. **Biomassa florestal plantadas como fonte alternativa de energia na substituição do óleo combustível industrial no estado de São Paulo**. Piracicaba: IPEF, 1981.(Circular Técnica, 125).
- BALLONI, E. A.; MIGLIORINI, A. J.; BRITO, J. O. **Produção de energia através de florestas de rápido crescimento**. Piracicaba: IPEF, 1980. (Circular Técnica, 103).
- BRAMUCCI, M. **Determinação e quantificação de fatores de influência sobre a produtividade de harvester na colheita de madeira**. 2001. 65 f. Tese (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2001.