

Nota Técnica/Technical Note

ESTUDO DE TEMPO E MOVIMENTO DE UM CARREGADOR FLORESTAL EM FLORESTA PLANTADA

Eduardo Braga da Rocha¹, Nilton César Fiedler², Luciano José Minette³, Eduardo da Silva Lopes⁴

(recebido: 22 de maio de 2006; aceito: 22 de março de 2007)

RESUMO: Esta pesquisa teve como objetivo avaliar tecnicamente um carregador florestal de madeira de eucalipto em floresta plantada. A análise técnica abordou o estudo de tempos e movimentos pelo método de tempo contínuo, sendo que a operação de carregamento foi dividida em fases do ciclo de trabalho analisadas individualmente. Os resultados indicaram que as fases que mais consumiram tempo na jornada de trabalho foram às pausas, com 60% do tempo total do ciclo operacional, seguido pelo tempo de manobras (16,5%) e depósito com 11% do tempo total observado. Dentro do tempo de pausas, as pausas dispensáveis contribuíram com 87,5% do tempo observado. O carregador florestal apresentou eficiência operacional de 40% e um ciclo médio de trabalho de 2,15 minutos. A pausa por espera do veículo de transporte contribuiu com 90,8% no tempo de pausas dispensáveis, sendo importante a adoção de medidas para a diminuição do tempo de pausas de espera.

Palavras-chave: Análise técnica, colheita florestal, mecanização florestal.

MOTION AND TIME TECHNICAL ANALYSIS OF A FOREST LOADER IN A PLANTED FOREST

ABSTRACT: This work evaluated technically a Forest Loader. The operational analysis was done according to the continuous method; the loading operation was split in working cycles. The results indicated that interruptions consumed most of the operational time, i.e., approximately 60% of the total cycle time. The maneuvers consumed 16.50% and loading consumed 11% of the observed total time. Of the total time of interruptions, the unnecessary interruptions consumed 87.5% of the time of interruptions. The forest loader presented operational efficiency of 40%, and a medium working cycle of 2.15 minutes. The interruption for waiting the truck contributed with 90.8% of unnecessary pauses, therefore actions to reduce the time of waiting interruptions seems necessary.

Key words: Technical analysis, timber harvesting, forest mechanization.

1 INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro passou por mudanças significativas, principalmente no início da década de 90, com o surgimento do plano real, estabilização da política monetária e abertura do mercado nacional ao mundo globalizado. A partir desse período, as empresas florestais tiveram melhores condições para a importação de máquinas e equipamentos modernos de países com tradição florestal.

As atividades de colheita e transporte de madeira representam o maior custo dentre todas as operações florestais, podendo alcançar em algumas situações, mais de 50% dos custos totais da madeira posta na indústria (MACHADO & LOPES, 2000). Assim, torna-se importante à redução desse custo, implicando na necessidade de aumento do rendimento das operações de colheita, elevando o nível de produtividade (SILVA et al., 2003).

O carregamento florestal é a fase em que a madeira é colocada no veículo de transporte, sendo a ligação entre a extração e o transporte principal. Essa fase pode ser realizada de forma manual, com ou sem o auxílio de equipamentos ou de forma mecanizada, sendo esse método o mais utilizado nas empresas devido a sua elevada eficiência operacional (MINETTE et al., 2002).

Dentre as máquinas mais adequadas para a realização do carregamento florestal, destacam-se os carregadores florestais, que são tratores equipados com um braço de acionamento hidráulico e uma garra. A função é realizar a movimentação de toras da pilha de madeira localizada nas margens da estrada ou pátio para o veículo de transporte.

Objetivou-se com esta pesquisa realizar uma avaliação técnica de um carregador florestal de esteiras na atividade de carregamento de madeira de eucalipto em floresta plantada.

¹Engenheiro Florestal, Msc, do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal da UNB – Campus Universitário – Asa Norte – 70910-900 – Brasília, DF – edubraga@msn.com

²Professor do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Espírito Santo – NEDTEC/CCA – Alto Universitário – 29.500-000 – Alegre, ES – fiedler@cca.ufes.br

³Professor do Departamento de Engenharia Elétrica e de Produção da Universidade Federal de Viçosa – 36570-000 – Viçosa, MG – minetti@ufv.br

⁴Professor do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Estadual do Centro Oeste – Campus Irati – Cx. P. 21 – Rod. PR 153 Km 07 – Riozinho – 84.500-000 – Irati, PR – eslopes@irati.unicentro.br

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A pesquisa foi realizada na área florestal de uma empresa produtora de ferroníquel, localizada no município de Niquelândia, Estado de Goiás, entre os paralelos 14°20'34" de latitude Sul e 48°20'06" de longitude Oeste, durante o período de abril a junho de 2005. A área florestal era constituída de diferentes espécies de *Eucalyptus*, em regime de segunda rotação, onde a madeira produzida era transformada em cavacos e utilizada na produção de ferro liga.

O clima da região de estudo é caracterizado como quente (tropical semi-úmido) com período chuvoso entre os meses de outubro a abril, e por um período seco, entre os meses de maio a setembro. A temperatura média é de 27° C no período chuvoso e de 25° C no período seco, com umidade relativa do ar média de 77% e 51%, nos períodos chuvoso e seco, respectivamente (SOUZA, 2003).

2.2 Sistema de colheita florestal

O sistema de colheita florestal utilizado na empresa era o de árvores inteiras. O corte era realizado por um trator florestal derrubador-amontoador (*Feller-Buncher*), a extração até a margem da estrada por um trator florestal arrastador (*Skidder*) e o traçamento por um traçador mecânico (Garra Traçadora), que seccionava as árvores em toras com comprimento de 5,70 m. Por fim, a madeira era carregada sobre os veículos de transporte por um carregador florestal de esteiras.

2.3 Descrição do carregador florestal

O carregador florestal avaliado na pesquisa era composto por uma escavadeira de hidráulica, com rodado de esteiras, marca Caterpillar, modelo CAT 320C L, com motor de 138 HP. Essa máquina, projetada inicialmente para trabalhar como retroescavadeira, teve o compartimento de carga na extremidade do braço substituído por uma garra, da marca Hoddins, modelo 400S Super Griffer, com área de 37 cm² e alcance médio de 7,6 m.

2.4 Análise técnica

A análise técnica do carregador florestal foi realizada por meio do estudo de tempos e movimentos. Foi adotado o método de tempos contínuos, no qual a medição do tempo de cada ciclo operacional da máquina era feita sem a detenção do cronômetro, ou seja, o tempo era contado desde do momento em que a máquina iniciava o ciclo

operacional até o término da última operação de trabalho do ciclo, sem interrupção na contagem do tempo, foi utilizado um cronômetro digital, centesimal da marca Vitesse.

O ciclo operacional do carregador florestal foi subdividido nos seguintes elementos: tempo de deslocamento do carregador florestal em direção a pilha de madeira, dando início à operação de carregamento florestal e quando necessário deslocamento do carregador florestal em direção a pilha de madeira, na medida que a pilha era consumida na etapa de carregamento do veículo de transporte; movimento do braço vazio em direção a pilha de madeira; tempo de carga, que consistia na etapa de pega das toras na pilha de madeira e de movimento do braço hidráulico com a grua carregada de madeira em direção ao veículo de transporte; ajuste das toras na grua, quando necessário ou para uma melhor uniformização da carga no compartimento a ser depositada a madeira no veículo de transporte; depósito do feixe de madeira no compartimento de carga do veículo de transporte; realização de manobras para o ajuste da carga no veículo de transporte atendendo dessa forma as exigências operacionais e de segurança adotadas pela empresa, e por fim interrupções ou paradas na fase de carregamento florestal durante a realização do trabalho.

2.5 Coleta de dados

Os dados foram coletados durante três semanas consecutivas no mês de agosto de 2005, em turnos de trabalho das 7 às 19 horas. Para a realização do estudo de tempos e movimentos das atividades que compõem o dia típico de trabalho da máquina, foi realizado um estudo piloto, de forma a determinar o número mínimo de ciclos para proporcionar um nível de confiança de 95% e um erro amostral máximo de 0,5%, conforme metodologia proposta por Barnes (1966):

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

em que:

n = número mínimo de ciclos necessários;

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

CV = coeficiente de variação, em porcentagem; e

E = erro admissível, em porcentagem.

No estudo piloto de tempos e movimentos determinou-se a necessidade de uma coleta de dados mínima de 1070 ciclos operacionais para o carregador florestal.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estudo de tempos

Na análise do estudo de tempos foram estimados 1.070 ciclos operacionais, sendo cronometrados 1.170 ciclos, de forma a obter uma maior confiabilidade nos resultados. O tempo médio efetivo de um ciclo operacional do carregador florestal foi de 2,15 minutos, proporcionando uma produtividade média de 38,14 m³ por hora efetiva de trabalho. Os resultados dos estudos de tempos são apresentados na Tabela 1. Como pode ser visto, o movimento do braço vazio consumiu 2,36 horas do tempo total observado, enquanto o tempo de pega das toras foi de apenas 1,25 hora, devido à qualidade das pilhas de toras na beira da estrada. O número médio de toras carregadas por ciclo foi de 15, sendo que no início da operação não eram exigidos maiores cuidados na realização da carga, fazendo com que operador optasse por exceder o número médio de toras. Na fase de finalização do carregamento, foram exigidos maiores cuidados ao operador do carregador, de forma que esse optou em realizar o carregamento de apenas uma tora, evitando a queda da madeira, ocorrência de toras fora do compartimento de carga do veículo de transporte, atendendo às normas adotadas pela empresa.

O ajuste das toras na grua teve os menores tempos consumidos, resultando no total de 0,17 horas. O tempo de depósito demandou 4,58 horas, enquanto para as manobras foram consumidas num total de 6,94 horas.

Foi verificado que as interrupções ou paradas apresentaram uma variação muito grande em relação ao tempo total, com um mínimo de 2,72 segundos e máximo de 154 minutos. O tempo das paradas foi responsável pelo

maior consumo do horário do turno de trabalho, com 25,11 horas de observação em 42,05 horas consumidas para a realização do estudo.

3.2 Distribuição dos tempos de trabalho

Na operação do carregador florestal, a constituição média dos tempos dos elementos do ciclo operacional em função do tempo global utilizado na pesquisa é mostrada na Figura 1. Estes valores corresponderam o percentual do tempo consumido em cada etapa do ciclo operacional, obtendo-se uma eficiência operacional de 40,27%.

A fase de deslocamento da máquina correspondeu a 3,86% do tempo normal de um dia de trabalho, enquanto a etapa de pega das toras correspondeu a 2,97% do tempo de trabalho. A fase de ajuste da carga na grua representou um tempo consumido de 0,39% do total, sendo essa baixa porcentagem devido à boa qualidade na organização das toras na pilha de madeira, à medida que o empilhamento atinge uma melhor organização e uma uniformização, conseqüentemente haverá um maior rendimento do carregador florestal no trabalho realizado (MINETTE et al., 2002). A fase de depósito do feixe de madeira no compartimento de carga do veículo de transporte consumiu 10,91% do tempo total. Essa foi a terceira etapa de maior demanda de tempo, explicado pela maior atenção por parte do operador, de forma que a carga não fosse depositada fora dos padrões estabelecidos pela empresa. Porém, o atendimento a esse padrão de qualidade acarretou no surgimento do tempo de manobras da máquina, perfazendo 16,51% do tempo total. As interrupções ou paradas consumiram 59,73% do tempo total, sendo esse bastante expressivo, ocorrendo devido ao elevado tempo de espera do carregador florestal pelos veículos de transporte.

Tabela 1 – Distribuição dos tempos de trabalho do Carregador Florestal.

Table 1 – Distribution of working time of the Forest Loader.

Elementos do Ciclo Operacional	Frequência Relativa (%)	Mínimo (seg)	Médio (min)	Máximo (min)	Total (h)
Tempo de deslocamento	2,14	0,50	1,08	23,81	1,62
Movimento do braço vazio	25,78	0,59	0,13	1,53	2,36
Tempo de carga	25,74	0,10	0,07	0,40	1,25
Ajuste das toras na grua	0,57	2,64	0,41	1,65	0,17
Tempo de depósito no veículo	24,98	2,30	0,26	2,87	4,58
Tempo de manobras	17,70	0,26	0,27	3,18	6,94
Tempo de interrupções ou paradas	3,09	2,72	11,58	154,00	25,11
Tempo Total do Ciclo	-	4,18	2,15	11,08	42,05
Volume médio/hora (m ³)					38,14

seg – segundos, min – minutos, h – horas.

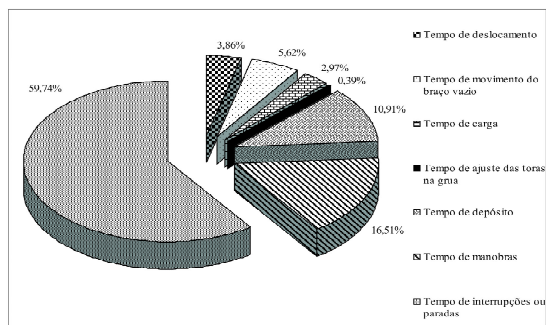


Figura 1 – Distribuição percentual dos tempos no trabalho do Carregador Florestal.

Figure 1 – Percentile distribution of working time of the Forest Loader.

3.2.1 Distribuição dos tempos de interrupções ou paradas

O tempo total correspondente às interrupções ou paradas (59,73%) foi subdividido em pausas, conforme mostrado na Figura 2. Como pode ser visto, os tempos de pausas dispensáveis contribuíram com 87,46% do tempo total do tempo observado, repercutindo dessa maneira em uma grande ociosidade no equipamento no carregamento florestal. As pausas para a manutenção preventiva consumiram apenas 1,43% do tempo total de paradas, haja vista que a realização da manutenção do equipamento era realizada no início e ao final da jornada de trabalho, momento que o equipamento era parado para a realização do abastecimento. Em relação às pausas para manutenção corretiva, essas contribuíram com 3,96% do tempo total de paradas, e o restante, 4,92%, foram identificados como outros tipos de pausas, principalmente quando o operador prestava ajuda mecânica a outro equipamento no módulo de colheita florestal da empresa.

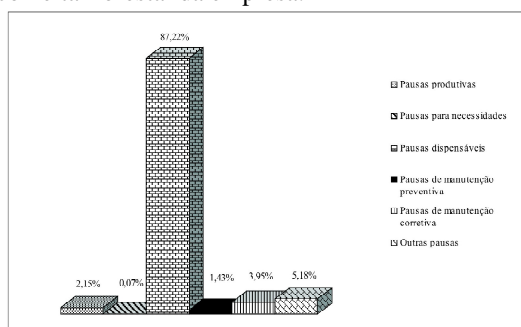


Figura 2 – Distribuição percentual dos tempos de paradas do Carregador Florestal.

Figure 2 – Percentile distribution of stopping time of the Forest Loader.

3.2.1.1 Distribuição dos tempos totais de pausas produtivas

Dentre os 2,16% do tempo consumido com pausas produtivas, 23,55% do tempo foi devido às conversas instrutivas, quando o operador interrompia suas atividades por um breve período de tempo para receber instruções e recomendações do motorista do veículo de transporte, de forma a obter uma melhor formação da carga, enquanto 22,46% tempo das pausas produtivas foram devido à necessidade de preenchimento e entrega da liberação de madeira e recibos da carga. O restante 53,99% foram consumidos para o ajuste do veículo de transporte em direção à pilha, pois, normalmente, à medida que era realizada a operação de carregamento, era necessário que o veículo de transporte realizasse um novo posicionamento em direção à pilha dando continuidade no trabalho, Figura 3.

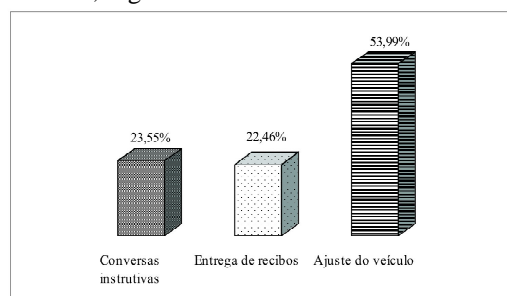


Figura 3 – Distribuição percentual dos tempos de pausas produtivas.

Figure 3 – Percentile distribution of productive interruption duration.

3.2.1.2 Distribuição dos tempos totais de pausas dispensáveis

A fase das pausas dispensáveis correspondeu a 87,46% do tempo total das interrupções ou paradas. De acordo com a Figura 4, dentro desse período de inoperância, 1,67% foi devido às conversas dispensáveis, que não contribuem para a melhoria da qualidade ou aperfeiçoamento do desenvolvimento da atividade de carregamento florestal. O tempo de espera para a chegada do operador consumiu 7,50% do tempo e 90,84% foram atribuídos aos longos períodos de espera para a chegada dos veículos de transporte, quando o carregador florestal encontrava-se disponível para a realização da operação, porém impossibilitado de realizá-la devido à ausência do veículo de transporte no local de carregamento, causando, dessa forma, um grande período de ociosidade do equipamento.

Faz-se necessária a implementação de algumas medidas para a redução do tempo de espera do carregador florestal, tais como o uso do carregador florestal em outras atividades próximas ao local de carregamento, de forma a aumentar o tempo de atividade efetiva, e aumentando conseqüentemente a eficiência do equipamento e ganhos de produtividade.

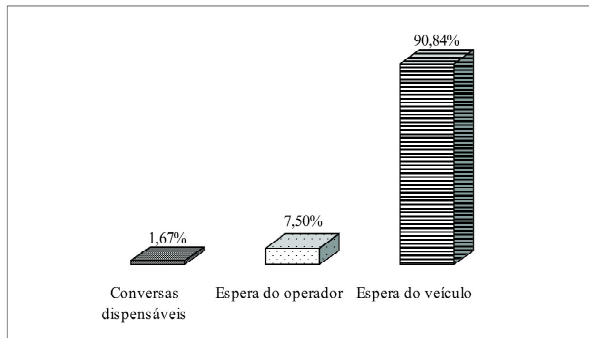


Figura 4 – Distribuição percentual dos tempos de pausas dispensáveis.

Figure 4 – Percentile distribution of the times of unnecessary interruptions.

3.2.1.3 Distribuição dos tempos total de pausas de manutenção preventiva

Para os 1,43% do tempo utilizado com as pausas para manutenção preventiva, 34,03% do tempo foi consumido com a atividade de preparação da máquina, que envolvia as etapas de checagem dos mostradores digitais e de equipamentos, enquanto os 65,97% do tempo restante foi utilizado na atividade de limpeza do maquinário (Figura 5). É importante ressaltar que o tempo consumido com a manutenção preventiva esteve presente nos tempos de espera para a chegada do veículo de transporte e no tempo de abastecimento, evitando assim a duplicidade na contagem dos tempos, sendo que o tempo de manutenção preventiva foi considerado apenas quando o operador da máquina estava realizando a atividade específica de manutenção preventiva.

3.2.1.4 Distribuição dos tempos totais de pausas de manutenção corretiva

Dos 3,96% do tempo utilizado em paradas para manutenção corretiva, 35,52% foram consumidos devido aos rompimentos de mangueiras condutoras de óleo hidráulico, enquanto os 64,48% restantes foram consumidos nas atividades de manutenção para eliminação de qualquer tipo de vazamento de óleo presente no equipamento (Figura 6).

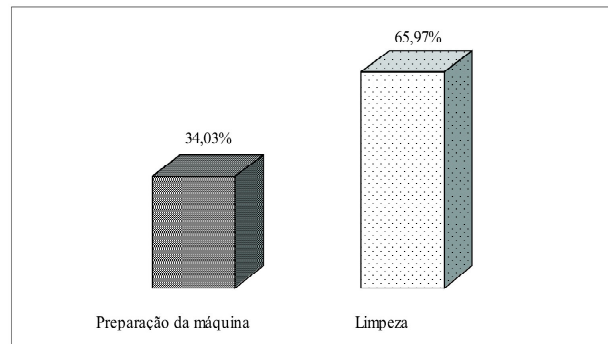


Figura 5 – Distribuição percentual dos tempos de pausas de manutenção preventiva.

Figure 5 – Percentile distribution of interruption time for preventive maintenance.

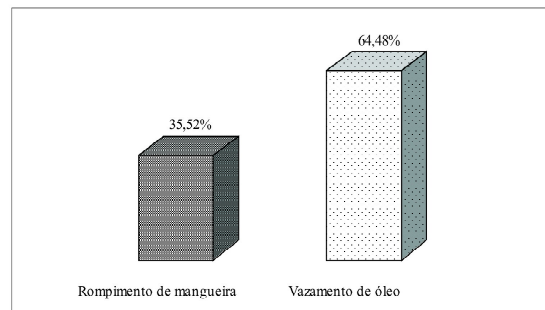


Figura 6 – Distribuição percentual dos tempos de pausas de manutenção corretiva.

Figure 6 – Percentile distribution of the duration of interruptions of corrective maintenance.

3.2.1.5 Distribuição dos tempos de pausas para outras atividades

Em média, as pausas para outras atividades corresponderam a 4,92% do tempo observado. Conforme pode ser visto na Figura 7, dentro do tempo total relacionado a outros tipos de pausas, 0,21% foi devido ao tempo de comunicação com a administração florestal e 94,47% foram devido às pausas utilizadas no abastecimento da máquina e lubrificação. É importante ressaltar que, durante a realização dessa atividade pelo agente responsável, o operador do carregador florestal realizava paralelamente a atividade de manutenção preventiva, a fim de cumprir um tempo de 30 minutos diários de manutenção preventiva, segundo as normas estabelecidas pela empresa e recomendação do fabricante. O restante do tempo (5,32%) foi devido aos outros tipos de interrupções ou atividades fora do carregamento florestal, principalmente nas

atividades como auxílio mecânico a outros equipamentos. Nessas situações era necessária a contribuição da força de trabalho do operador do carregador florestal, evitando pontos de estrangulamento no processo produtivo da empresa.

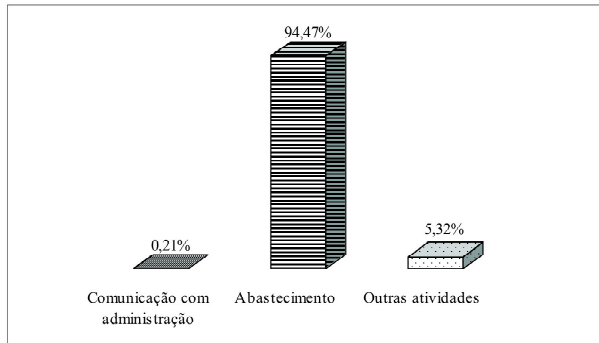


Figura 7 – Distribuição percentual dos tempos de outras pausas.

Figure 7 – Percentile distribution of the times of other interruptions.

4 CONCLUSÕES

Os resultados, obtidos no presente estudo, permitiram concluir que:

A distribuição dos tempos do ciclo operacional do carregador florestal mostrou que o tempo efetivo de trabalho da máquina foi de 40% da jornada de trabalho, o ciclo operacional médio do carregador florestal foi de 2,15 minutos.

Dentro do tempo total de trabalho, o tempo das interrupções ou paradas tiveram bastante influência no

ciclo de trabalho da máquina, consumindo 59,73% do tempo total observado. Sendo o principal fator o tempo consumido com as pausas dispensáveis. Dentro da pausa dispensável o maior consumido do tempo foi a espera do carregador florestal pelo veículo de transporte, contribuindo com 90,84% do tempo.

O tempo de manutenção preventiva contribuiu apenas com 1,43% no tempo total das paradas, devido ao fato dessa atividade ser realizada paralelamente ao abastecimento, podendo ainda o tempo ser reduzido com a realização da manutenção durante o tempo de espera pelos veículos de transporte.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARNES, R. M. **Motion and time study**. New York: Wiley, 1966. 559 p.
- MACHADO, C. C.; LOPES, E. S. Análise da influência do comprimento de toras de eucalipto na produtividade e custo da colheita e transporte florestal. **Revista Cerne**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 124-129, 2000.
- MINETTE, L. J.; SOUZA, A. P.; FIEDLER, N. C. Carregamento e descarregamento. In: MACHADO, C. C. **Colheita florestal**. Viçosa: UFV, 2002. p. 129-144.
- SILVA, C. B.; SANT'ANNA, C. M.; MINETTE, L. J. Avaliação ergonômica do “feller-buncher” utilizado na colheita de eucalipto. **Revista Cerne**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 109-118, 2003.
- SOUZA, D. R. **História da CODEMIN**. Goiânia: Terra, 2003. 300 p.