

DESEMPENHO DE COLHEDORAS DE CANA-DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DO PERFIL DE CARGA DO MOTOR

ROUVERSON PEREIRA DA SILVA¹, MURILO APARECIDO VOLTARELLI², LUCAS VILLELA ROSA³, LUCAS AGUSTO S. GIRIO⁴, CARLA S. STRINI PAIXÃO⁵

¹ Prof. Dr., Máquinas e Mecanização Agrícola, Univ Estadual Paulista, (+55) 16 3209-7283, rouverson@fcav.unesp.br

² Prof. Dr., Máquinas e Mecanização Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, (+55) 31 3829-2729, murilo_voltarelli@hotmail.com

³ Mestre em Agronomia, Máquinas e Mecanização Agrícola, Univ Estadual Paulista, (+55) 16 3209-7283, lucasvillelarosa@hotmail.com

⁴ Doutorando em Agronomia, Máquinas e Mecanização Agrícola, Univ Estadual Paulista, (+55) 16 3209-7283, lucas_girio@hotmail.com

⁵ Doutoranda em Agronomia, Máquinas e Mecanização Agrícola, Univ Estadual Paulista, (+55) 16 3209-7283, ca_paixao@live.com

Apresentado no

XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

RESUMO: O monitoramento do desempenho das colhedoras de cana-de-açúcar ao longo da colheita torna-se essencial para garantir o seu funcionamento e para determinar as adequações do produto para melhor otimizar a operação. Neste sentido, objetivou-se neste trabalho avaliar o desempenho de colhedoras de cana-de-açúcar por um determinado período de tempo a fim de quantificar o perfil de carga realizado pelo motor durante a colheita e a eficiência da operação. O experimento foi realizado utilizando-se quatro colhedoras, sendo os dados coletados pela rede de interconexões entre as partes da colhedora, podendo ser caracterizados com módulos atuantes como mestre e em determinados momentos com escravo durante a coleta de dados. As análises foram baseadas em dois momentos distintos: 0 a 23 dias sem adequação do produto e 25 a 48 dias com adequação do produto às normas do fabricante. A adequação das colhedoras para a operação de colheita em virtude dos fatores estabelecidos pelos fabricantes torna-se fundamental para a otimização do processo. A colhedora 3 trabalhou 36% do tempo com perfil de carga do motor superior a 90%, podendo resultar na não utilização do *FieldCruise* e no aumento do consumo horário de combustível por atuar próximo a faixa de rotação de potência máxima.

PALAVRAS-CHAVE: Máquinas agrícolas, mecanização, rotação do motor, *Saccharum* spp.

SUGARCANE HARVESTERS PERFORMANCE IN FUNCTION OF THE PROFILE OF THE MOTOR ROAD

ABSTRACT: The performance monitoring of sugarcane harvesters along the crop becomes essential to ensure its functioning and to determine the adequacy of the product to better optimize the operation. In this sense, the aimed of this study was to evaluate the performance of harvesters sugarcane for a certain period of time in order to quantify the load profile conducted by the motor during harvest and operating efficiency. The experiment was conducted using four harvesters, and the data were collected by the network of interconnections between different parts of the harvester, can be characterized with active modules as master and slave with at certain times during the data collection. The analyzes were based on two distinct periods: 0-23 days without suitability of the product and 23 to 48 days with the appropriateness of the product manufacturer's standards. The adequacy of harvesters to harvest operation because of the factors established by the manufacturers is fundamental for the process optimization. The harvester worked 3 time with 36% higher motor load profile than 90% may result in the use of *FieldCruise* and increased fuel consumption per hour for acting close to maximum power engine range.

KEYWORDS: Agricultural machinery, mechanization, engine rpm, *Saccharum* spp.

INTRODUÇÃO: Define-se desempenho operacional das máquinas agrícolas como um complexo conjunto de informações que determinam seus atributos ao executarem operações sob determinadas condições de trabalho. Essas informações podem ter características: operacionais, relativas à qualidade

e a quantidade de trabalho; dinâmicas; relativas à potência requerida e à velocidade de trabalho; e de manejo, relativas às regulagens, aos reparos às manutenções das máquinas e, por fim, pela forma de uso das máquinas em virtude das recomendações do fabricante (MIALHE, 1974).

Neste sentido, o gerenciamento da operacionalização das máquinas que realizam a colheita de cana-de-açúcar, de maneira geral, depende basicamente de sua distribuição a campo, da logística do transporte e, por fim, da qualidade da operação a ser desempenhada no decorrer da colheita, sendo influenciada ou não pelo atendimento aos padrões estabelecidos pelo fabricante para maximizar sua forma de uso (VOLTARELLI, 2015).

Diante o exposto, pressupondo que durante a colheita mecanizada de cana-de-açúcar há variação do perfil de carga do motor no decorrer da operação em virtude do fluxo de material colhido e dos tempos de deslocamento e ociosidade, objetivou-se neste trabalho avaliar o desempenho de colhedoras de cana-de-açúcar por determinado período de tempo a fim de quantificar o perfil de carga utilizado pelo motor durante a colheita, com e sem adequação às normas do fabricante bem como a eficiência da operação.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido na Fazenda Guariroba, localizada em área agrícola do município de Pontes Gestal, SP, situada nas coordenadas geográficas: 20°08'23,82" S, 49°46'31,56" W, com 438 metros de altitude. A área experimental possui declividade média de 5% e solo com classificação textural média. O porte do canal foi avaliado, utilizando-se de um triângulo retângulo padrão, de acordo com a metodologia proposta por Ripoli (1996), na qual foram classificados acamados. A cana colhida possui diversas variedades estando em anos de corte diferente. A produtividade média da área colhida ao longo do período total de monitoramento da colhedora foi de 72 Mg ha⁻¹.

Foram utilizadas para a coleta dos dados quatro colhedoras, do mesmo modelo, iniciando a operação com zero horas de uso, possuindo as seguintes características técnicas: motor 6090T PowerTech (Tier III), com 9,0 litros, de 251 kW (342 cv), rodados de esteiras com bitola de 1,88 m. Estas colhedoras não possuíam o sistema piloto automático e trabalhavam em uma faixa média de velocidade de 4,0 a 5,0 km h⁻¹ durante a colheita. As máquinas utilizadas neste experimento possuíam, de fábrica, um recurso chamado *FieldCruise*, que é um limitador de rotação o qual limita a rotação da máquina de acordo com o valor ajustado no computador de bordo (configura-se uma rotação máxima de trabalho que pode ser de 1850 a 2050 rpm), evitando que o operador sempre trabalhe com a máquina em rotação máxima o que por sua vez pode reduzir o consumo de combustível. O *FieldCruise* deve ser utilizado quando o motor está trabalhando com até 90% de carga. Acima deste valor ele deve ser desligado e então a máquina trabalhar com rotação máxima (JOHN DEERE, 2014). Os dados referentes ao monitoramento do perfil de carga do motor foram adquiridos pela ferramenta "*ServiceAdvisor*TM", que é uma interface de comunicação/atualização entre a máquina e o computador, permitindo a leitura e extração de todos os dados armazenados nas controladoras da máquina, as quais recebem informações via rede CAN (*Controller Area Network*).

A planilha desenvolvida em Excel fornece os resultados necessários para que se possa avaliar a operação em executada e, posteriormente, tomar as ações corretivas necessárias para a melhoria da operação, para obter desta forma, a potencial redução do consumo horário combustível. Por outro lado, esta planilha também serve para avaliar como a operação esta sendo realizada com base nas premissas designadas pelo fabricante da colhedora, como forma de deixar a operação dentro dos padrões de qualidade requeridos. Os parâmetros avaliados por meio da planilha foram em virtude dos pré-estabelecidos pelo fabricante sendo eles (JOHN DEERE, 2014): Zona de ociosidade: refere-se ao tempo no qual a máquina estiver com até 20% de carga do motor, em rotação mínima (0 a 750 rpm) ou em rotação de colheita (1450 a 1550 rpm) e com até 10% de carga do motor em rotação média (1850 a 1550 rpm); Deslocamento/manobra: a faixa de 1450 a 1550 rpm com 20% a 60% de carga do motor e a faixa de 1850 a 2250 rpm com 20% a 40% de carga do motor; Colheita: tempo em que a máquina estiver 1850 e 2050 rpm e de 50% a 90% de carga do motor ou na faixa entre 2051 e 2250 rpm entre 91% a 100% de carga do motor.

Para todas as classificações, estas podem ou não estarem dentro do padrão que resulta no melhor desempenho da máquina, retratando manobras ou deslocamentos fora da rota planejada. Ressalta-se ainda que, no painel de instrumentos da colhedora há um painel digital que indica a porcentagem instantânea de carga do motor, para que o operador possa se orientar e tomar as ações

necessárias para efetuar a operação dentro dos padrões estabelecidos. Após a extração do segundo perfil de carga (25 - 48 dias) foi realizado a comparação e determinação (em relação à porcentagem do perfil de carga no motor) de como estava à operação destas máquinas no período inicial (0 – 23 dias) antes da implementação dos parâmetros estabelecidos pelo fabricante. A partir deste diagnóstico foram feitas as recomendações aos operadores, por meio de treinamento, as operações futuras sejam realizadas de acordo com os padrões de qualidade estabelecidos pelo fabricante.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Figura 1 são apresentados os resultados de oportunidade de uso do *FieldCruise*, nos quais encontram-se as distribuições de horas-máquina em cada faixa de carga do motor, para cada colhedora. No primeiro período (Figura 1a), denominado período de diagnóstico, observa-se que as colhedoras 1, 2, 3 e 4 apresentaram, respectivamente, 29; 32; 28 e 36% das horas-máquina com carga no motor entre 0 e 40%, o que representa situações nas quais a colhedora poderia não estar em operação de colheita, realizando deslocamentos, manobra ou estar em marcha lenta.

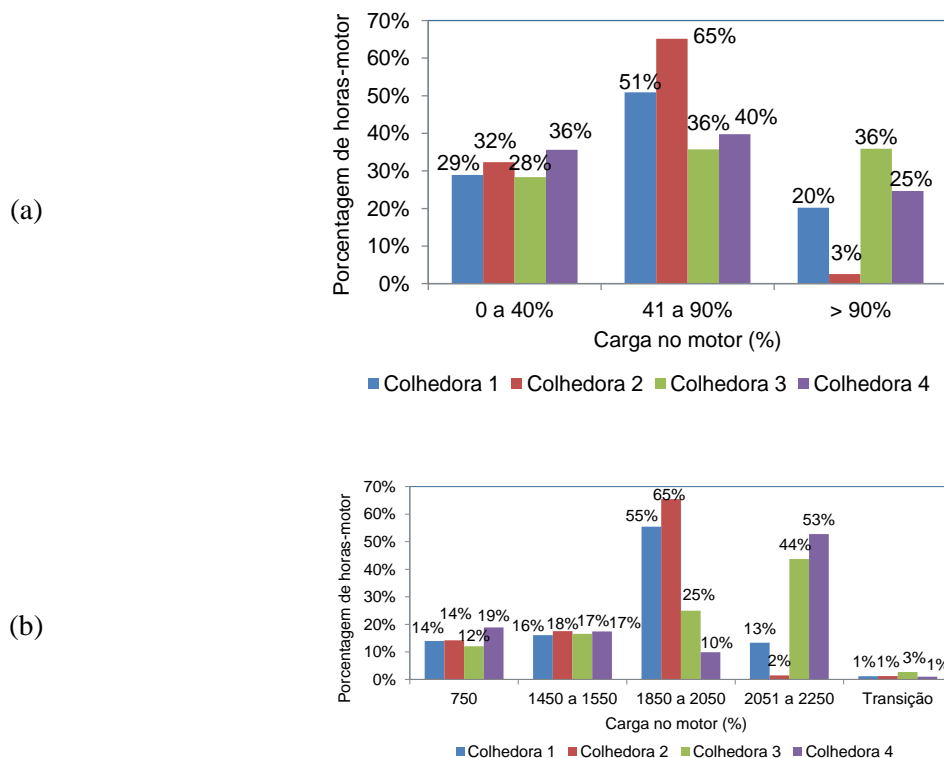


Figura 1. Distribuição de horas-máquina em cada faixa de carga do motor sem adequação aos parâmetros do fabricante: a) porcentagem; b) em função da rotação do motor.

Por outro lado, quando se analisa os gráficos de execução da colheita (Figura 1b) constata-se que a colhedora número 4 e 2 foram as que permaneceram maior tempo com motor ocioso em relação ao deslocamento (até 750) e a colheita (1450 a 1550), respectivamente. Observa-se ainda que, quando a rotação do motor esta entre 1850 a 2050 rpm, somente as colhedoras 1 e 2 estão dentro dos padrões estabelecidos pelo fabricante, ou seja, atuando de forma eficaz no decorrer da colheita.

Na Figura 2 são apresentados os resultados de oportunidade de uso do *FieldCruise*, nos quais encontram-se as distribuições de horas-máquina em cada faixa de carga do motor, para cada colhedora, uma vez que nesta situação houve a padronização das recomendações designadas pelo fabricante, como forma de adequar o produto (colhedora) a operação. No primeiro período (Figura 2a), denominado período de diagnóstico otimizado, observa-se que as colhedoras 1, 2, 3 e 4 apresentaram os valores de 25; 28; 23 e 28%, respectivamente, das horas-máquina com carga no motor entre 0 e 40%, o que representa situações nas quais a colhedora poderia não estar em operação de colheita,

realizando deslocamentos ou estar em marcha lenta. Ressalta-se ainda que, para esta situação a colhedora número 2 e 4 apresentaram ganhos de 4 e 12% em relação a não utilizações de padrões de qualidade (Figura 2a).

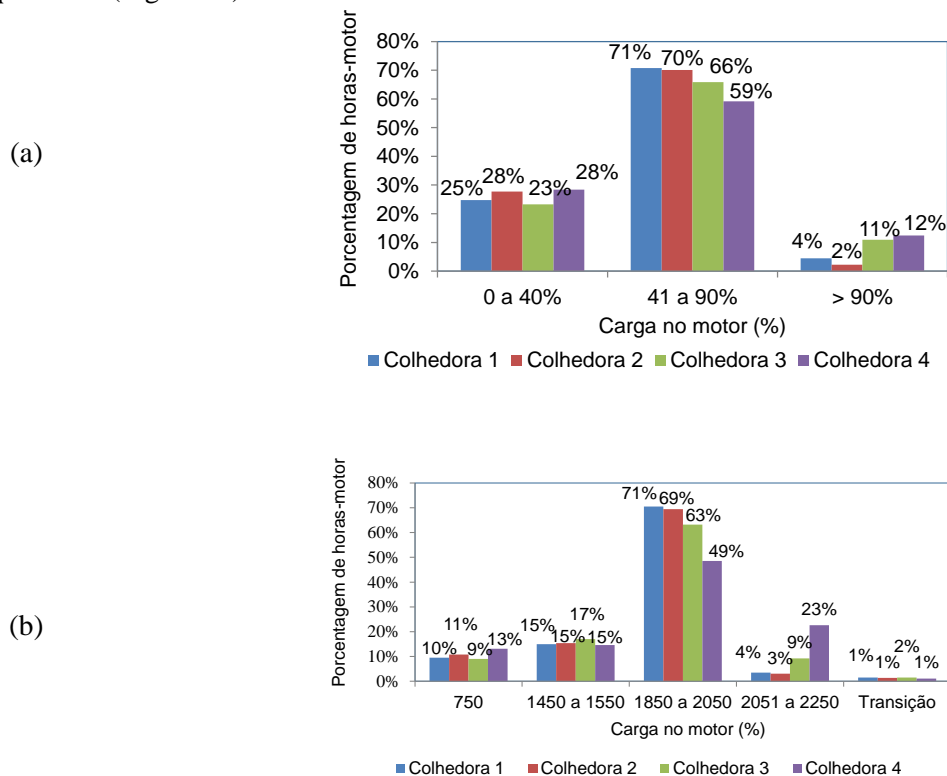


Figura 2. Distribuição de horas-máquina em cada faixa de carga do motor com adequação aos parâmetros do fabricante: a) porcentagem; b) em função da rotação do motor.

Observa-se ainda que 71, 70, 66 e 59% das horas-máquina com carga no motor entre e 41 e 90%, para as colhedoras 1, 2, 3 e 4, respectivamente, representam a condição nos quais houve a oportunidade de uso do *FieldCruise* da melhor forma possível, o que poderá acarretar em ganhos no consumo horário de combustível (Figura 2b).

CONCLUSÕES: A colhedora 3 trabalhou 36% do tempo com perfil de carga do motor superior a 90%, podendo resultar na não utilização do *FieldCruise* e no aumento do consumo horário de combustível por atuar próximo a faixa de rotação de potência máxima. O nível de otimização dos tempos de colheita dentro do padrão após a adequação depende de um conjunto de fatores dinâmicos, porém os valores alcançados foram semelhantes nas quatro máquinas variando de 57 a 69%.

REFERÊNCIAS

- JOHN DEERE. **Gateway telemático JDLink e Service ADVIDORTM**: Manual do operador. 4. ed. Edição Sul Americana: Deere & Company, 2014. 44 p.
- MIALHE, L. G. **Manual de mecanização agrícola**. São Paulo: Editora Agronomica Ceres, 1974. 301 p.
- RIPOLI, T.C.C. **Ensaio & certificação de máquinas para colheita de cana-de-açúcar**. In: MIALHE, L.G. Máquinas agrícolas: ensaios & certificação. Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 635-673.
- VOLTARELLI, M. A. **Ferramentas da qualidade na colheita mecanizada de cana-de-açúcar**. 2015. 131 f. Tese (Doutorado), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015.