

## **AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE CAMPO DA COLHEITA MECANIZADA DA CANA-DE-AÇUCAR**

**RAFAEL DE OLIVEIRA FARIA<sup>1</sup>, GABRIEL ARAÚJO E SILVA FERRAZ<sup>2</sup>, ALAN ANDRADE<sup>3</sup>, DIEGO ALONSO<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Doutorando, Universidade Federal de Lavras, [rafael.ufla@gmail.com](mailto:rafael.ufla@gmail.com) 35 9 8810 7239

<sup>2</sup> Professor Doutor, Universidade Federal de Lavras,

<sup>3</sup> Mestrando, Universidade Federal de Lavras,

<sup>4</sup> Doutorando, Universidade Federal de Lavras,

Apresentado no  
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017  
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

**RESUMO:** A cana-de-açúcar é uma das maiores culturas do mundo e representa uma importante fonte de renda e mão de obra em mais de 100 países. A colheita de cana no Brasil está em plena transformação do sistema de colheita manual com queima preliminar da área, para o sistema de colheita mecanizada e crua. As etapas de produção e colheita da cana-de-açúcar envolvem operações que exigem altos níveis de energia se comparado com outras culturas. A eficiência de campo de uma colhedora de cana é um importante critério para analisar a capacidade de campo e adotar importantes decisões para o gerenciamento das máquinas agrícolas. A eficiência de campo é o resultado da relação entre o tempo que a máquina efetivamente trabalhou na operação de campo e o tempo que ela utilizou para realizar a operação. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de campo da colheita mecanizada seguindo os parâmetros impostos pela usina da região de Assis-SP. Os resultados variaram de 0,77 a 1,08 litros por tonelada e a eficiência de campo variou de 44% a 29% respectivamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Colheita de cana, Eficiência de campo, consumo de combustível

### **EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF MECHANIZED HARVESTING SUGARCANE FIELD**

**ABSTRACT:** The sugarcane is one of the biggest cultures of the world and is an important source of lace and workmanship in more than 100 countries. The cane harvest in Brazil is in full transformation of manual harvesting system with prior burning area for mechanized harvesting and raw. Production steps and harvesting of sugarcane involve operations that require high levels of energy when compared with other cultures. The field efficiency of a sugarcane harvester is an important criteria to analyze the field capacity and to take important decisions in their management agricultural machines. The field efficiency is the result of the ratio between the time that the machine has worked effectively in the field and the time it utilized to perform the operation. This work aimed to evaluate the field efficiency of the mechanized harvesting according to the parameters imposed by the sugarcane mill of Assis-SP region. The results varied from 0.77 to 1.08 liters per ton and a field efficiency ranged from 44% to 29%, respectively.

**KEYWORDS:** Sugarcane Harverst, Field Efficiency, fuel consumption

### **INTRODUÇÃO:**

A cana-de-açúcar é uma das maiores culturas do mundo e representa uma importante fonte de renda e mão de obra em mais de 100 países. A colheita de cana no Brasil está em plena transformação do sistema de colheita manual com queima preliminar da área, para o sistema de colheita mecanizada e crua.

A eficiência de campo de uma colhedora de cana é um importante critério para analisar a capacidade de campo e adotar importantes decisões para o gerenciamento das máquinas agrícolas.

Silva et al. (2008) e Carvalho Filho (2000), expressam que a velocidade de operação e a eficiência de campo são variáveis de grande influência no desempenho operacional e econômico da colheita mecanizada de cana. Quanto maior a velocidade maior será a capacidade operacional, com uma velocidade de deslocamento de 7 km.h<sup>-1</sup> a eficiência de campo chega a 75%. O consumo horário de combustível também é influenciado pela velocidade de deslocamento da colhedora, sendo que quanto

maior a velocidade maior o consumo horário e menor o consumo por tonelada de cana colhida (CARVALHO FILHO, 2000).

Lyra (2014) comprovou que na faixa de velocidade de 5 a 6 km.h<sup>-1</sup> o consumo horário foi significativamente menor quando a máquina operou com 2000 RPM no motor e para velocidades de 6 a 7 km.h<sup>-1</sup> o consumo foi significativamente maior com 2100 RPM e não diferiu nas duas demais faixas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de campo da colheita mecanizada seguindo os parâmetros impostos pela usina da região de Assis-SP.

### **MATERIAL E MÉTODOS:**

A localização do experimento na região de Assis, Estado de São Paulo, situada nas coordenadas geográficas: 23°05'13" Sul e 49°47'41.1" Oeste, com altitude média 470 metros, onde os terrenos possuem declividade menor que 12%. A variedade colhida durante o trabalho foi SP83-5073 de porte ereto e com produtividade média de 90 toneladas por hectare, informados posteriormente pela usina.

#### **Colhedoras**

Foi utilizada uma colhedora de cana-de-açúcar, da marca CASE IH A8800 do ano 2011 com 4439,95 horas de motor.

\*Marca e modelo não expressa recomendações de uso pelo autor.

#### **Computador de bordo**

O Monitor Pro700 da colhedora de cana A8000 estava instalado os softwares 27.1.0.1, sendo utilizado durante o experimento uma tela “executar 6” onde foi colocado as seguintes informações: Contador de transbordo, nome da tarefa, motivo de parada, operador, combustível total utilizado, horas do motor, horas do elevador, tempo em trabalho e tempo em campo.

#### **Consumo de combustível por tonelada de cana-de-açúcar colhida**

Consumo de combustível por tonelada de cana-de-açúcar colhida foi calculado pela seguinte equação:

$$Ct=(CC)/(A*P) \quad (1)$$

Em que:

Ct - Consumo de combustível por tonelada colhida (l.t<sup>-1</sup>)

CC - Consumo de combustível

A - Área colhida (ha)

P - Produtividade do canavial (t.ha<sup>-1</sup>), valores cedidos pela usina.

#### **Aquisição de dados via monitor**

Utilizou-se na porta USB do monitor um Pendrive de 4gb da marca Envoy Data Corporation, e seguido o “guia rápido para utilização do computador de bordo e coletor de dados” presente no Manual do Operador da colhedora de cana, realizando a configuração do coletor de dados e posteriormente analisado pelo programa AFS Desktop\*, fornecido versão teste gratuito no site da própria marca.

#### **Área colhida e distância percorrida**

O monitor utiliza uma antena GPS acoplado a máquina para calcular alguns dados de posicionamento geográfico, como: velocidade, distância percorrida, área e o rumo do equipamento.

#### **Planilha de Campo**

Foi gerada uma planilha de anotações do experimento, onde a companhia do operador anotava os dados constantemente as informações de Horas de relógio, hora de motor, horas de elevador, tempo em trabalho, tempo em campo, tempo em transporte, motivos de parada.

#### **Parâmetros de colheita**

Para diminuir possíveis interferências de outras variáveis relacionada colheita, o experimento foi conduzido seguindo alguns parâmetros de colheita, conforme descrito na tabela 4.

TABELA 1. Parâmetros de colheita impostos pela Usina.

Velocidade de colheita	Pressão do corte de base	Altura do corte de base	Rotação do motor
5km.h <sup>-1</sup>	45 Bar/ 652,5 PSI	65	1800RPM

Foram realizadas quatro repetições com duração média de uma hora e trinta minutos de aquisição de dados para a avaliação e comparação dos dois métodos de medição do consumo de combustível, seguindo os parâmetros de colheita pré-definidos

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Tanto os dados da planilha de campo, quando os dados adquiridos pelo monitor da colhedora de cana foram processados e analisados, sendo possível analisar alguns dados referentes à colheita, vide tabela 2.

TABELA 2. Resumo dos dados de colheita

Descrição	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Repetição 4
Velocidade média em trabalho*	5,0	4,6	5,2	5,3
Pressão média do corte de base*	45,0	39,9	39,4	44,0
Rotação do Motor Médio*	1.800	1.800	1.799	1.798
Carga média do motor*	66%	64%	63%	67%
Distancia m*	5.080	6.030	3.975	3.150
Área ha*	0,8	0,9	0,6	0,5
Prod. Média t/ha**	90,0	90,0	90,0	90,0
Peso colhido em toneladas***	68,6	81,4	53,7	42,5
Consumo por tonelada colhida l/t****	0,77	1,08	0,92	0,87

\* dados analisados pelas informações geradas no monitor

\*\*dados informados pela usina

\*\*\*dados calculados multiplicando a área colhida pela produtividade média da área.

\*\*\*\*dados calculados conforme equação 1, utilizando a área acumulada calculada pelo no monitor.

A variação do consumo de combustível por tonelada colhida foi de 0,77 a 1,08, conforme análise da tabela 5, o maior valor é encontrado foi na repetição 2 onde a velocidade média foi menor se comparado as outras repetições, ou seja, comparando com trabalho de Lyra (2014), a o consumo por área colhida decresce quando aumenta a velocidade média de trabalho. Confrontando os dados com a planilha de campo, foi observado que a tempo espera de transbordo para a tarefa 2 foi maior quando se comparado com as outras repetições, também foi relatado uma parada para abastecimento.

Em continuação nas análises dos dados acima, podemos verificar que o canal estava homogêneo durante a colheita (poucas falhas), pois, a pressão media do corte de base ficou próxima da pressão predefinida (45BAR). A carga do motor média variou próxima a 65%, indicando que a máquina estava trabalhando com uma reserva de torque aceitável.

O contador de combustível utilizado pelo coletor de dados do monitor é uma informação que o computador de bordo recebe pela rede CAN, este dado é enviado pela Centralina do motor, onde faz os cálculos estimados utilizando a temperatura do combustível. Segundo Silva et al. 2013, estes cálculos podem estimados através de alguns parâmetros tais como, controle das temperaturas de trabalho dos fluidos de arrefecimento e lubrificação pressão no common-rail, tempo de abertura do bico injetor, entre outras.

## Capacidade de Campo efetiva vs capacidade teórica

Segundo ASAE (2000), a capacidade operacional de campo efetiva depende de fatores como: habilidade do operador, formato da área, métodos de trabalho, tempos perdidos (Manobra, descanso do operador, abastecimento, descarregamento, etc). Nas quatro repetições, foi calculada a capacidade de campo efetiva considerando o tempo em campo, ou seja, o horímetro do motor da máquina, vide figura 1. A eficiência de campo foi calculada a capacidade de campo teórica utilizando a velocidade média de trabalho de 5kmh<sup>-1</sup> e um espaçamento de entre linhas de 1.5 metros.

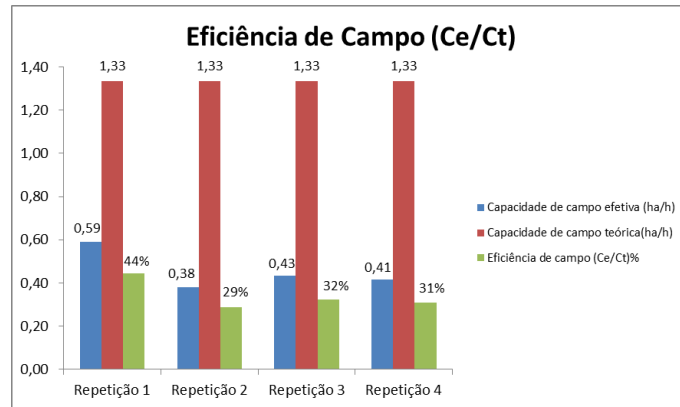


FIGURA 1. Eficiência de campo considerando o horímetro do motor.

Como visto anteriormente, a segunda repetição apresentou maiores tempos de parada devido à espera de transbordo e abastecimento, afetando também na eficiência de campo da colhedora resultando em 29%. Somente a repetição 1 comportou-se próxima da eficiência dos trabalhos realizados por Yadav et al. (2002), seus resultados variaram de 44,44% a 39,35% para uma velocidade operacional de  $4,45\text{kmh}^{-1}$ .

#### CONCLUSÕES:

Consumo por área colhida decresce quando aumenta a velocidade média de trabalho.

A eficiência de campo variou de 44% a 29%, sendo que as diferenças relatadas estão diretamente ligadas aos tempos de espera de transbordo e abastecimento da máquina.

#### AGRADECIMENTOS

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG



#### REFERÊNCIAS

ASAE. ASAE D497.4 Agricultural Machinery Management Data. **American Society of Agricultural Engineers**, v. 85, n. 2210, p. 350–357, 2000.

CARVALHO FILHO, S.M. **Colheita mecanizada: desempenho operacional e econômico em cana sem queima prévia**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2000. 108f. Dissertação de Mestrado.

LYRA, G.A. **Consumo de combustível de duas colhedoras de cana-de-açúcar em função da velocidade e rotação de motor**. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp - Campus de Botucatu, 2012.

SILVA, R.P.; CORRÊA, C.F.; CORTEZ, J.W.; FURLANI, C.E.A. Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada de cana-de-açúcar. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 292-304, abr./jun. 2008.

SILVA, E. L.; BERGANTIM, L. C.; SOUZA, J. P.; CAMARGO, C. R. **Fuel Consumption Measurement Protocol for Diesel Engines**. Jundiá, 2013.

YADAV, R.N.S.; SHARMA, M.P.; KAMTHE, S.D.; TAJUDDIN, A.; YADAV, S.; TEJRA, R.K. Performance evaluation of sugarcane chopper harvester. **Sugar Tech**, New Delhi, v. 4, n. 3/4, p. 117-122, 2002.