

ANÁLISE DOS TEMPOS E MOVIMENTOS DO PROCESSO DE TRANSBORDO NA COLHEITA DE CANA-DE-AÇÚCAR

JOSÉ V. SALVI¹; LUIS R. BERGAMO²; MYLENE I. A. CRESPE³; AMANDA C. PARRA⁴

¹ Eng. Agrônomo, Mestre, Docente do curso Mecanização em Agricultura de Precisão, FATEC “Shunji Nishimura” Pompéia-SP, Fone: (14)3452-1294, josevitorsalvi@gmail.com

² Eng. Agrônomo, especialista em mecanização agrícola e em gestão de negócios, lrbergamo@gmail.com

³ Tecnóloga em Mecanização em Agricultura de Precisão, myleneacrespe@gmail.com

⁴ Discente em Mecanização em Agricultura de Precisão FATEC “Shunji Nishimura” Pompéia-SP, amandaparra86@hotmail.com

Apresentado no
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

RESUMO: O processo de colheita é o componente de maior dispêndio no custo operacional total, correspondendo a aproximadamente 40% nos custos de produção. Com isso, o desempenho operacional das colhedoras e transbordos de cana-de-açúcar é fator primordial para tomadas de decisões. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo analisar os tempos e movimentos do processo de transbordo na colheita de cana-de-açúcar, utilizando dois tipos de transbordos com volumes de reservatórios distintos (10 e 21 toneladas). Os dados foram coletados de computadores de bordo que realizam o monitoramento e apontamento dos tempos e movimentos das máquinas. Foram calculados o ciclo total do transbordo e a demanda de transbordos por colhedora e verificados sua correlação. Para as condições do estudo, verifica-se que existe uma correlação negativa e regressão significativa entre o tempo de carregamento do transbordo em relação à demanda de transbordo por colhedora. No caso de uma frente de 5 colhedoras, com a utilização de transbordo de 21 toneladas, ocorre uma redução de demanda de transbordo em 27,1%, em comparação ao equipamento de 10 toneladas.

PALAVRAS-CHAVE: Capacidade. Demanda. Eficiência

ANALYSIS OF TIMES AND MOVEMENTS OF THE TRANSHIPMENT PROCESS IN SUGARCANE HARVEST

ABSTRACT: The harvesting process is the largest component of the total operating cost, corresponding to approximately 40% of production costs. As a result, the operational performance of sugarcane harvesters and transshipments is a key factor for decision making. Therefore, the present work aims to analyze the times and movements of the transshipment process in the sugarcane harvest, using two types of transshipments (10 and 21 tons). The data were collected from on-board computers that perform the monitoring and pointing of the times and movements of the machines. The total transshipment cycle and the transshipment demand per harvester were calculated and their correlation verified. For the study conditions, it is verified that there is a negative correlation and a significant regression between the time of loading of the transshipment in relation to the demand of transshipment per harvester. In the case of a front of 5 harvesters, with the use of transshipment of 21 tonnes, there is a reduction of transshipment demand by 27.1% compared to the 10-ton equipment.

KEYWORDS: Efficiency. Capacity. Demand

INTRODUÇÃO: O processo de colheita de cana-de-açúcar está interligado e é importante que as operações estejam em sincronia para que não haja atrasos, perdas e prejuízos (ROSA,

2013). De acordo com ROSSETTO (2019), a colheita e o transporte da cana-de-açúcar podem comprometer, de maneira significativa, a qualidade do produto e os cortes subsequentes. Por essa razão, tais atividades devem ser executadas de acordo com orientações técnicas precisas. De acordo com ROSA (2013), considerando que a fabricação de açúcar e etanol é contínua, durante o período de safra e que a cana se deteriora à medida que aumenta o tempo entre corte e moagem, a sinergia operacional do sistema de colheita é fundamental. A necessidade de otimização de custos, tempos e movimentos nos processos de colheita e transporte de cana-de-açúcar faz com que seja necessária uma avaliação e análise dessas operações possibilitando uma correta tomada de decisão na escolha dos transbordos utilizados que sejam mais eficientes no processo (CHERUBIN, 2018). O desempenho operacional das colhedoras de cana-de-açúcar é fator primordial para tomadas de decisões, já que o processo de colheita é o componente de maior dispêndio no custo operacional total, correspondendo a aproximadamente 40% nos custos de produção (PECEGE, 2015; ROSSETTO, 2019). Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo analisar os tempos e movimentos do processo de transbordo na colheita de cana-de-açúcar, utilizando dois tipos de transbordos com volumes de reservatórios distintos.

MATERIAL E MÉTODOS: Durante o período de 01 de maio a 31 de agosto de 2018, em um período de 123 dias, foi coletado em uma usina de cana-de-açúcar, os tempos e movimentos de dois conjuntos trator-transbordo, sendo que um possui reservatório de 10 toneladas e outro com 21 toneladas. Os dados foram coletados de computadores de bordo que realizam o monitoramento e apontamento dos tempos e movimentos das máquinas. A Figura 1 mostra o fluxograma dos cálculos realizados.

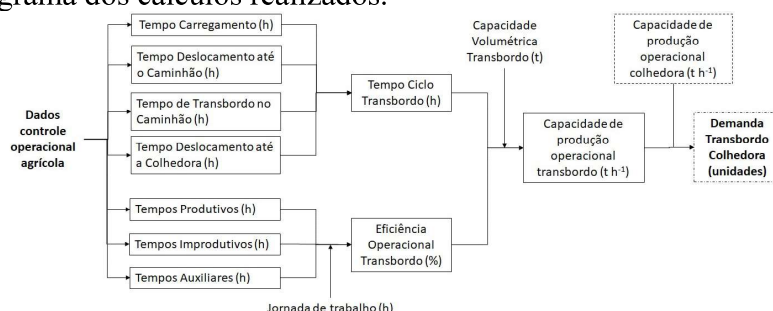


Figura 1. Procedimentos dos cálculos realizados.

Os transbordos realizam quatro tempos: primeiro é realizado o carregamento do transbordo com a colhedora e em seguida, com o transbordo carregado, é realizado o deslocamento até o ponto de descarregamento no caminhão para ser transportado para a usina. Por fim, o transbordo volta vazio para a colhedora para reiniciar o ciclo. A somatória dos quatro tempos resulta no ciclo total do transbordo. A eficiência operacional do transbordo foi calculado de acordo com o proposto por ASABE (2011). Com o tempo do ciclo do transbordo, a eficiência e a capacidade volumétrica, é definida a capacidade de produção (ROSA, 2013). A demanda de transbordo por colhedora é mensurada pela relação entre o ciclo total do transbordo e a capacidade de produção da colhedora. Após a extração dos dados dos computadores de bordo por meio de telemetria, foi feita uma limpeza de dados, excluindo valores iguais a zero, e análise da estatística descritiva, calculando-se média, desvio padrão e coeficiente de variação (%) (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002). Com os dados, foi realizada uma correlação entre o tempo de carregamento do transbordo em relação à demanda por colhedora e tempo de carregamento do transbordo em relação ao ciclo do carregamento do transbordo. Utilizou-se equação de regressão linear com teste hipótese da correlação e regressão à 5% de probabilidade (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002). A ferramenta de análise utilizada foi a função solver do Microsoft Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Figura 2 mostra a relação entre o tempo de carregamento e o ciclo total dos dois tipos de transbordos analisados. Observa-se na Figura 1 que, para o período analisado, o transbordo com capacidade de 10 toneladas possui tempo de

carregamento entre 5 e 20 segundos enquanto no transbordo de 21 toneladas, os tempos de carregamento oscilaram entre 10 e 30 segundos. O ciclo total do transbordo de 10 toneladas oscila entre 20 e 45 segundos, enquanto o ciclo total do transbordo de 21 toneladas foi superior, com valores entre 25 e 50 segundos. A tabela 1 mostra a estatística descritiva dos tempos analisados. Verifica-se na Tabela 1 que o transbordo de 21 toneladas apresentou tempo médio de ciclo total superior em 7,66 segundos, o que representa em um aumento em 27,1% no ciclo. Como os tempos de deslocamento e descarregamento dos transbordos são similares (17,07 segundos para os transbordos de 10 t e 16,87 segundos para os transbordos de 21 t), observa-se que o acréscimo do ciclo se deve ao tempo de enchimento dos transbordos.

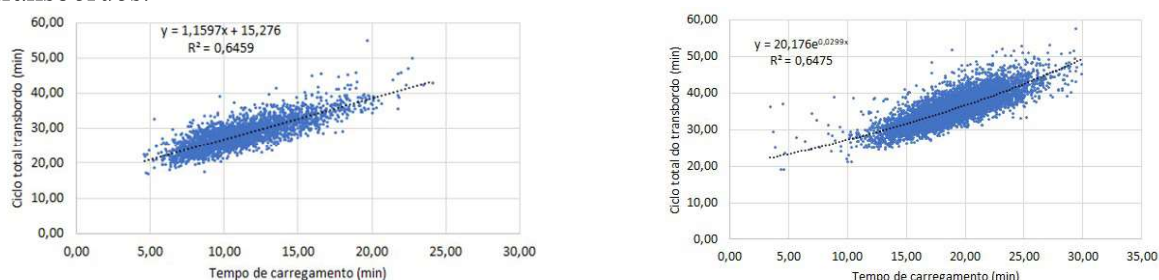


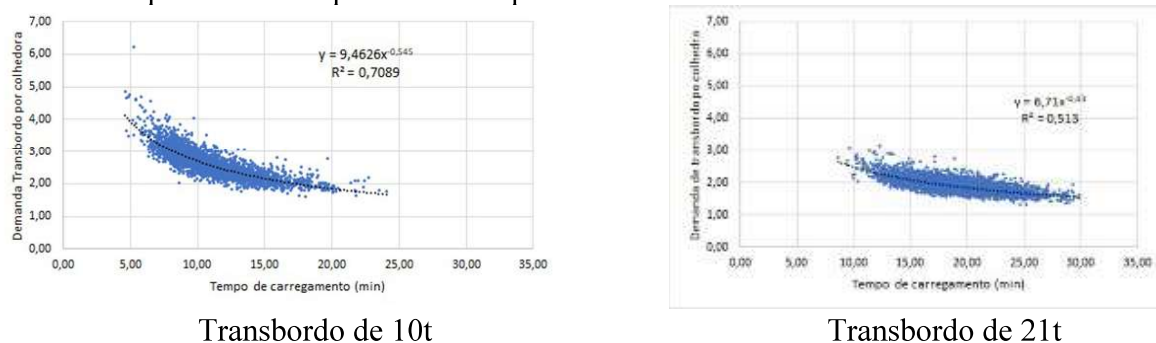
Figura 2. Relação entre o tempo de carregamento e o ciclo total dos transbordos analisados

Tabela 1. Estatística descritiva dos tempos de enchimento e ciclo do transbordo

	Transbordo de 10 t			Transbordo de 21 t		
	Tempo médio de enchimento do transbordo (minutos)	Tempo do ciclo total do transbordo (minutos)	Tempos deslocamentos e descarregamento (minutos)	Tempo médio de enchimento transbordo (minutos)	Tempo do ciclo total transbordo (minutos)	Tempos de deslocamentos e descarregamento (minutos)
Média	11,19	28,26	17,07	19,05	35,92	16,87
Desvio padrão	2,94	4,24	3,58	3,28	4,36	3,22
Coefficiente de variação (%)	26,23	14,99	14,27	17,24	12,14	11,19
Coefficiente de determinação (R²)	0,6459*			0,6475*		

* Regressão Linear significativa a 5% de probabilidade

Nota-se que existe correlação positiva e regressão significativa entre o tempo de carregamento do transbordo em relação ao ciclo total do transbordo (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002). A Figura 3 mostra a relação entre o tempo de carregamento e a demanda de transbordos por colhedora para os dois tipos de transbordos analisados.



Transbordo de 10t

Transbordo de 21t

Figura 3. Relação entre o tempo de carregamento e a demanda de transbordo por colhedora para as máquinas analisados

Observa-se na Figura 3 que, para o período analisado, o transbordo com capacidade de 10 toneladas possui demanda entre 1,5 a 5,0 unidades por colhedora e que para o transbordo de 21 toneladas, a demanda de transbordo oscila entre 1,4 e 3,0 unidades por colhedora. A tabela 2 mostra a estatística descritiva dos tempos analisados e a demanda de transbordos por colhedora. Observa-se na Tabela 2 que o transbordo de 21 toneladas apresentou uma demanda média de 1,91 unidades, enquanto para o transbordo de 10 toneladas ocorreu um acréscimo de 0,71 unidades. Nota-se que existe correlação negativa e regressão significativa entre o tempo

de carregamento do transbordo em relação à demanda de transbordo por colhedora. (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002)

Tabela 2. Estatística descritiva dos tempos de enchimento e de demanda de transbordos por colhedora.

	Transbordo de 10 t		Transbordo de 21 t	
	Tempo médio de enchimento do transbordo (minutos)	Demanda de transbordos por colhedora (unidades)	Tempo médio de enchimento do transbordo (minutos)	Demanda de transbordos por colhedora (unidades)
Média	11,19	2,62	19,05	1,91
Desvio padrão	2,94	0,45	3,28	0,20
Coefficiente de variação (%)	26,23	17,14	17,24	10,71
Coefficiente de determinação (R^2)	0,7089*		0,5130*	

* Regressão Linear significativa a 5% de probabilidade

A Figura 4 mostra a utilização dos valores médios de demanda de transbordo por colhedora em frente de colheita com números distintos de colhedora. Com a utilização dos valores médios de demanda de transbordos encontrados para frentes de colheita com unidades distintas (3, 4 e 5 colhedoras, respectivamente), observa-se que para uma frente de colheita com 5 unidades, tem-se uma demanda de 9,55 transbordos para a frente de colheita, com uma redução 3,55 unidades, quando comparado à utilização de transbordos de 10 toneladas.

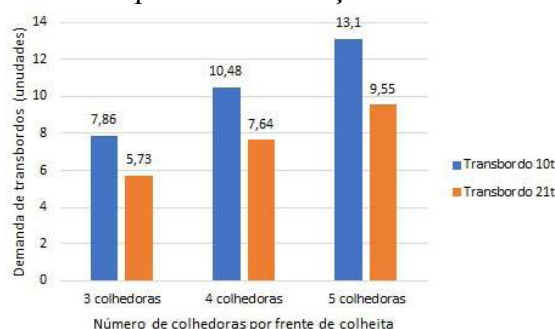


Figura 4. Demanda de transbordos para diferentes unidades de colhedoras por frente de colheita

CONCLUSÕES: Para as condições do estudo, verifica-se que existe uma correlação negativa e regressão significativa entre o tempo de carregamento do transbordo em relação à demanda de transbordo por colhedora. No caso de uma frente de 5 colhedoras, com a utilização de transbordo de 21 toneladas, ocorre uma redução de demanda de transbordo em 27,1%, em comparação ao equipamento de 10 toneladas.

REFERÊNCIAS:

- ASABE. Agricultural machinery management data. ASABE D497.7 In:_____. ASABE Standards. St. Joseph, 2011. P.1-8
- CHERUBIN, N. – Transbordos de alta capacidade reduzem custos de CTT? Sim! Revista RPA News – cana & indústria - 2018
- PECEGE. Custos de Produção de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Etanol no Brasil: Fechamento da Safra 2014/2015 – Acompanhamento 2015/2016. 120p. 2017.
- PIMENTEL-GOMES, Frederico; GARCIA, C. H. Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. 2002. 150p.
- ROSA, J. H. M. Análise do desempenho efetivo e econômico de uma colhedora de cana-de-açúcar em espaçamento duplo alternado. 2013. 154p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Agrícolas) - ESALQ/USP, Piracicaba, 2011.
- ROSSETTO, R. Cana-de-açúcar – Colheita – Disponível em/ <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_12_711200516716.html>. Acesso em 14 abril de 2019;