

CUSTO DE REPARO E MANUTENÇÃO (CRM) DO IMPLEMENTO TRANSBORDO UTILIZADO NA COLHEITA DE CANA-DE-AÇÚCAR

Cezário Benedito Galvão¹, Antônio J. S. Maciel², Angel Pontin Garcia³, Adimilson Írio Ribeiro⁴

¹ Mestre em Máquinas Agrícolas, FEAGRI-UNICAMP, 19 3521 1056, cezario.galvao@feagri.unicamp.br

² Prof. Dr. Em Máq. Agrícolas, FEAGRI-UNICAMP, 19 3521 1056, amaciel@feagri.unicamp.br

³ Prof. Dr. Em Máq. Agrícolas, FEAGRI-UNICAMP, 19 3521 1056, angel.garcia@feagri.unicamp.br

⁴ Prof. Dr. Em Mecanização, UNESP - Sorocaba, 15 3238 3407,

Apresentado no
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

RESUMO: As colhedoras atuais de cana necessitam de um local para depositar a cana colhida e picada visto não possuem reservatório próprio. A cana que sai da colhedora era depositada nos caminhões canavieiros, o que causava problema de compactação do solo pois estes tinham que trafegar dentro das áreas agricultáveis. Foi desenvolvido um implemento, denominado de transbordo, que possui pneus adequados para minimizar a compactação do solo, ele recebe a cana da colhedora e a despeja no caminhão que fica fora da lavoura.

Existem poucos estudos realizados sobre o transbordo, principalmente no que se refere ao custo com reparo e manutenção (CRM). A ASABE – American Society of Agricultural and Biological Engineers, possui uma metodologia para cálculo do valor do CRM em função da vida útil do equipamento.

Assim, foi estabelecido uma análise de regressão linear com o modelo de função potência onde verificou-se a correlação entre o CRM e a vida útil, utilizando dados de 211 equipamentos com os custos despendidos ao longo de 12 anos de observações. Estes dados foram cedidos por uma empresa agrícola fornecedora de cana, da região de Ribeirão Preto – SP, e que possui um sistema informatizado de controle de frota.

PALAVRAS-CHAVE: custo de reparo e manutenção; colheita mecanizada da cana; transbordo.

COST OF REPAIR AND MAINTENANCE (CRM) IMPLEMENT THE INFIELD WAGON USED IN CANE SUGAR HARVEST

ABSTRACT: Current sugar cane harvest machine need a place to deposit the cane harvested and chopped seen do not have shell itself. The sugar cane from the harvester was deposited in sugarcane trucks, which caused soil compaction problem because they had to travel on inside of farmland. Was developed an implement called infield wagon, which has appropriate tires to minimize soil compaction, it collects the sugarcane harvester and turns in the truck is out of the crop.

There are few studies on the infield wagon, particularly in relation to the cost of repair and maintenance (CRM). The ASABE - American Society of Agricultural and Biological Engineers, has a methodology for calculating the value of CRM based on the equipment life.

So, a linear regression analysis with the power function model where there was a correlation between the CRM and life, using data from 211 equipment with the costs spent over 13 years of observations was established. These data were obtained from an agricultural supplier of cane, of Ribeirão Preto – SP, and has a computerized system for fleet control.

KEYWORDS: cost of repair and maintenance; mechanical harvest of sugar cane; infield wagon.

INTRODUÇÃO: Na safra de 2013/2014, no estado de São Paulo, 83% do que foi colhido de cana foi através de colheita mecanizada sem uso de queima, com uma produção de 371 milhões de toneladas, respondendo por 51% da produção de etanol do Brasil. O fim da queima ocorrerá a partir de 2017 e,

conforme protocolo ambiental acertado entre governo paulista e produtores, a colheita deverá ser apenas mecanizada.

As colhedoras de cana crua, sem queima, apresentam uma característica importante em seu sistema de processamento que é a necessidade de um local para colocar o produto cortado. Para este fim, um implemento agrícola foi desenvolvido para fazer o serviço de coletar a cana que sai da colhedora e leva-la até o transporte rodoviário, fora da área da cultura.

Estes implementos denominados de transbordos, foram projetados para evitar que equipamentos rodoviários trafegassem nas lavouras causando compactação do solo devido seus pneus não serem adequados a trabalharem em área agricultável.

Existem poucos estudos sobre o implemento transbordo, principalmente no que se refere ao seu custo com reforma e manutenção. Este item do custo é muito difícil de quantificar pois seus dados estão dispersos em vários setores da empresa.

A ASABE (American Society of Agricultural and Biological Engineers) em sua publicação ASAE D 496.3 (2011) dentro do item de custos operacionais, apresenta uma equação para calcular o custo de reparo e manutenção acumulado ao longo do tempo e remete à publicação ASAE D 497.7 (2011) onde estão as constantes desta equação que são características de cada implemento.

A hipótese deste trabalho é a de que existe uma correlação entre os dados de custo de reparo e manutenção e do tempo de utilização do implemento agrícola transbordo. Com isso foi possível chegar à equação de predição do custo em função da vida do implemento, utilizando como base o trabalho desenvolvido pela ASABE.

Para provar esta hipótese, foi utilizado a metodologia de regressão linear entre os dados de custos de reparo e manutenção e sua vida em anos. Os dados são de uma empresa do setor sucroalcooleiro que possui um controle de frota informatizado. As despesas com reparo e manutenção e o período que foi aplicado, foram armazenadas para cada implemento individualizado. Estes dados estão compreendidos entre os anos de 2001 até 2013 para um grupo 211 transbordos, que totalizou um conjunto de 1.533 dados.

MATERIAL E MÉTODOS: Os dados foram transferidos do banco de dados da empresa para uma planilha eletrônica. Temos os seguintes dados (Banchi, et al, 2005):

CLASSE OPERACIONAL: todos serão da classe Transbordo de cana picada.

FROTA: é o número que o equipamento recebe dentro da frota da empresa, é único para cada equipamento.

MODELO: refere a marca e modelo do equipamento. No estudo, teremos apenas designações através de letra para manter os equipamentos em sigilo.

ANO CUSTO: é o ano em que foi apurado o custo de reparo e manutenção do equipamento.

ANO FABR. : é o ano de fabricação do equipamento.

VIDA ACUM. : é a vida em anos que o equipamento possui trabalhada.

CRM : é o valor das despesas com reparo e manutenção alocada para aquele equipamento durante um ano. E dado em Reais/ano.

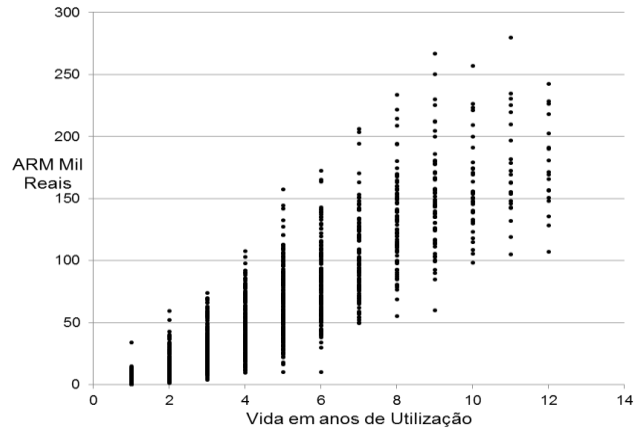
A vida do equipamento transbordo foi quantificada em anos de uso, pelo fato de não haver um acompanhamento em horas de uso. Normalmente os equipamentos não motorizados, sua vida acumulada e dada pelo horímetro do equipamento motorizado que o tracionou, pois no apontamento de campo, sempre que se faz um serviço, é anotado o trator e o implemento que foram usados, sendo assim o valor em horas do horímetro é acumulado para os dois componentes.

A correção monetária utilizada será feita com base no IPCA (Índice Nacional de Preço ao Consumidor Amplo), que é considerado a inflação oficial do país, é medido pelo IBGE entre os dias 1º e 30 de cada mês. Para os dados foi usado o acumulado anual pois os valores de custos são referentes ao fechamento anual das despesas.

Os gráficos foram feitos utilizando o Excel® e para as análises estatísticas, foi utilizado o software R. As análises estatísticas realizadas foram a Tabela ANOVA mostrando o teste de hipótese “Teste F”, o gráfico dos resíduos, o coeficiente de correlação, R, e o coeficiente de determinação, R², que nos fornecem elementos para a análise do modelo adotado. (FONSECA et al., 1985; MONTGOMERY; RUNGER, 2009)

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Montando um diagrama de dispersão com os pontos levantados, onde no eixo X estão os valores da vida em anos de utilização e no eixo Y os valores dos custos corrigidos, pelo IPCA para o valor presente, acumulados, ARM, pode-se notar que eles não apresentam uma relação linear, será necessário uma transformação dos dados para que se possa aplicar a técnica de regressão linear.

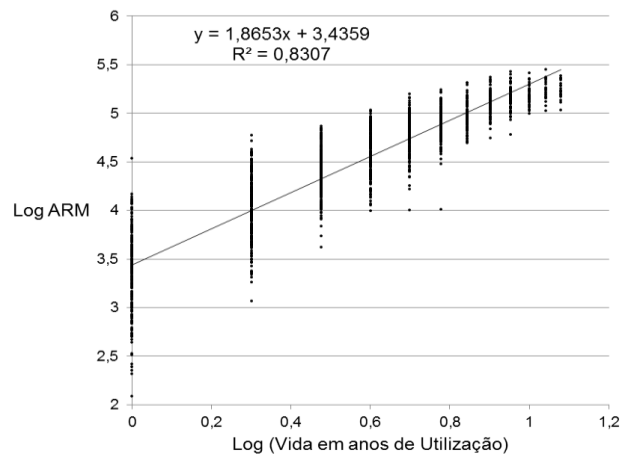
Gráfico 1 : Diagrama de dispersão dos pontos



Seguindo a literatura sobre relação entre CRM e vida do equipamento, a função potência é a que melhor interpreta a relação entre estes parâmetros, sendo assim realizou-se uma transformação logarítmica de base dez nos dois conjuntos de pontos.

O diagrama de dispersão entre os dados aplicados logaritmo na base dez e sobre este foi realizado a regressão linear onde temos a equação e coeficiente de determinação R^2 , são apresentados no gráfico 2.

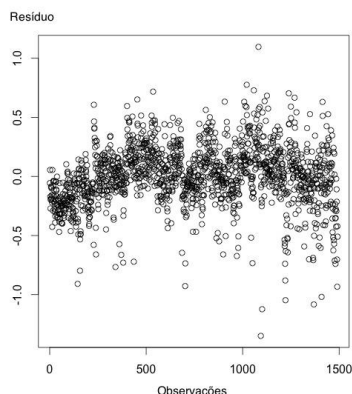
Gráfico 2 : Diagrama de dispersão dos dados aplicados logaritmo na base dez mostrando a equação de regressão e o R^2



Os dados apresentam um coeficiente de correlação, $R = 0,911$, o que indica uma associação linear entre os dados.

No gráfico dos resíduos, gráfico 3, pode-se verificar que os erros são independentes e normalmente distribuídos, não apresentam viés, portanto o modelo é válido.

Gráfico 3 : Gráfico de resíduos da regressão



A análise de variância foi realizada tendo-se como hipótese nula rejeitar $H_0 : p\text{-valor} = 0$, o p-valor calculado é diferente de zero fazendo com que se rejeite a hipótese e concluindo que a regressão é significativa.

TABELA 1. Quadro de Análise de Variância, Tabela ANOVA, para toda a amostra

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	p-valor
Modelo	1	112,85	112,85	7312	2,00E-16
Resíduo	1490	22,99	0,02		

O modelo apresenta um coeficiente de determinação, $R^2 = 83,07\%$, pelo qual pode-se julgar a adequação do modelo, ou seja, 83,07% da quantidade de variabilidade dos dados são explicadas pelo modelo adotado.

CONCLUSÕES: A metodologia estabelecida através da análise de regressão linear com os dados aplicados logaritmo, entre o custo acumulado e vida útil, apresentou, um coeficiente de correlação, $R = 0,911$, que indica uma associação linear entre os dados, através do gráfico de dispersão dos resíduos pode-se verificar que os erros são independentes e normalmente distribuídos, não apresentam viés, portanto indicam uma validade do modelo gerado, e apresenta um coeficiente de determinação, $R^2 = 0,831$, o que mostra que as variações do custo são 83,1% explicadas pelas variações da vida do equipamento, estes índices comprovam que existe correlação entre os dados analisados.

Este método segue trabalhos realizados pela ASABE para vários outros implementos. Cabe ressaltar que este tipo de trabalho só pode ser realizado com acompanhamentos sistemáticos dos dados ao longo de anos.

REFERÊNCIAS:

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS. Agricultural machinery management data **ASAE D496.3**. In: ASAE standards. , 2011.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS. Agricultural machinery management data **ASAE D497.7**. In: ASAE standards. , 2011.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Agricultural machinery management data **D230.4** In ASAE standards. , p. 91 – 97, 1989.

BANCHI, A. D.; LOPES, J. R.; MATOS, M. A. Gerenciamento de frotas, Manutenção e Custos. **Revista Visão da Agricultura**, p. 36 – 39, 2005.

FONSECA, J. S.; MARTINS, G. A.; TOLEDO, G. L. **Estatística aplicada**. 2. ed. ed. São Paulo: Atlas, 1985.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros**. Quarta edição ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.