

CONTROLE ESTATÍSTICO APLICADO AO PROCESSO DE COLHEITA MECANIZADA DA SOJA

MARCOS PAULO DE OLIVEIRA MARTINS¹, ANDERSON DA SILVA UMBELINO,
MATEUS PROLO MASSOLA, RÓDNEY FERREIRA COUTO², ELTON FIALHO
DOS REIS³

¹ Eng^o Agrícola, Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás - UEG, Anápolis - GO, (64) 08136-5723, marcospmartins.92@gmail.com

² Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás - UEG, Anápolis - GO

³ Eng^o Agrônomo, Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás - UEG, Anápolis - GO

⁴ Eng^o Agrícola, Prof. Mestre, Depto. Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás - UEG, Anápolis - GO

⁵ Eng^o Agrícola, Prof. Doutor, Depto. Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás - UEG, Anápolis - GO

Apresentado no

XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: Os prejuízos durante a colheita são provocados pela má regulação da colhedora, causando perdas quantitativas e qualitativa dos grãos. Este trabalho teve como objetivo aplicar o controle estatístico de processo na colheita mecanizada da soja. O experimento foi realizado na fazenda Santa Fé, localizada no município de Piracanjuba-Go, Foram determinadas as perdas na plataforma de corte, nos mecanismos internos da máquina e as perdas totais de grãos de soja em diferentes velocidades de deslocamento da colhedora (5,0 km h⁻¹, 5,3 km h⁻¹, 5,5 km h⁻¹, 5,8 km h⁻¹, 6,0 km h⁻¹ e 6,5 km h⁻¹), para definir os pontos críticos das perdas aplicou-se o controle estatístico da média móvel exponencial ponderada, monitorando os pontos que estejam entre o limite superior e inferior de controle. As perdas na plataforma de corte apresentaram-se de forma estável no processo de colheita, com diferentes velocidades de operação, estando dentro dos limites de controle estatístico. A perda total de grãos mostrou-se instável no processo de colheita, nas velocidades de 5,0 à 5,8 km h⁻¹, os valores de perdas abaixo do limite inferior de controle são benéficos, ou seja, esse limite não fornece significado prático relevante.

PALAVRAS-CHAVE: perdas, velocidades, controle estatístico do processo.

STATISTICAL CONTROL APPLIED TO THE MECHANIZED SOYBEAN HARVEST PROCESS

ABSTRACT: Harvest losses are caused by poor harvester regulation, causing quantitative and qualitative grain losses. The objective of this work was to apply the statistical process control in the mechanized harvesting of soybean. The experiment was carried out at the Santa Fé farm, located in the municipality of Piracanjuba-Go. Losses were determined on the cutting deck, the machine's internal mechanisms and the total losses of soybean grains at different speeds of the harvester (5,0 km h⁻¹, 5,3 km h⁻¹, 5,5 km h⁻¹, 5,8 km h⁻¹, 6,0 km h⁻¹ e 6,5 km h⁻¹), To define the critical points of the losses the statistical control of the weighted exponential moving average was applied, monitoring the points that are between the upper and lower limits of control. The losses in the cutting platform were stable in the harvesting process, with different operating speeds, being within the limits of statistical control. Total grain loss was unstable in the harvesting process, 5,0 to 5,8 km h⁻¹ The values of losses below the lower control limit are beneficial, that is, this limit does not provide relevant practical meaning.

KEYWORDS: Losses, velocities, statistical process control.

INTRODUÇÃO: O sucesso na colheita mecanizada está relacionado a redução dos índices de perdas provocados pela falta de regulagem da colhedora. A sincronia dos mecanismos internos, regulagens, velocidades de trabalho e as incertezas climáticas são fatores que influenciam diretamente nas perdas dos grãos (BOTTEGA et al., 2014). Para Compagnon et al. (2012), com o monitoramento de desempenho das máquinas agrícolas o operador consegue identificar e solucionar possíveis problemas relacionados à operação em fase de execução. Isso justifica o uso de técnicas de controle de qualidade das operações agrícolas, visto que a qualidade da operação de colheita está relacionada com a regulagem das colhedoras. O controle de qualidade encaixa-se perfeitamente no sistema de produção agrícola, detectando oscilações em determinadas operações, realizando correções para evitar os desperdícios e as falhas, provocando uma redução nos custos e aumentando os lucros (ZERBATO et al., 2013). O objetivo deste trabalho foi aplicar o controle estatístico de processo na colheita mecanizada da soja.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi realizado na fazenda Santa Fé, localizada no município de Piracanjuba – Go, situada nas coordenadas geodésicas de latitude 17° 24’ S e longitude 48° 49’ O, durante a colheita da soja na safra 2015/2016. A área cultivada foi de 100 ha com a cultivar SYN 1163-RR, apresentando ciclo de maturação de 134 dias (ciclo médio), plantada com espaçamento de 0,50 m, entre fileiras. Foi utilizado o delineamento experimental em fator único, com 6 tratamentos: contendo seis velocidades da colhedora (V_{01} : 5,0 km h⁻¹; V_{02} : 5,3 km h⁻¹; V_{03} : 5,5 km h⁻¹; V_{04} : 5,8 km h⁻¹; V_{05} : 6,0 km h⁻¹; V_{06} : 6,5 km h⁻¹), com quatro repetições, para determinação das perdas de grãos. Durante a colheita foi utilizada uma colhedora da marca New Holland, modelo TC 5070 maxi turbo, ano 2010. Na determinação das perdas foram utilizadas armações retangulares, construídas com barras metálicas e fios de nylon, com 5,80 x 0,517 m, totalizando área de 3 m². A maior dimensão da armação (5,80 m) referia-se à largura da plataforma. As perdas foram determinadas por meio de coleta manual de todos os grãos soltos e caídos no solo dentro da armação, determinando as perdas na plataforma de corte, no mecanismo interno da máquina e as perdas totais de grãos soltos, conforme metodologia de (MESQUITA et al., 1998). O modelo de carta de controle utilizado foi o da média móvel exponencialmente ponderada (MMEP), por representar observações individuais, também denominada de gráficos de controle avançados, minimizando a ocorrência de pontos fora dos limites de controle. A média móvel exponencialmente ponderada (MMEP). As cartas de controle da média móvel exponencial ponderada foram calculadas utilizando-se a largura da faixa entre a média e os limites de controle, com o valor 3 (três) e o fator de rigidez da análise de $\lambda=0,4$ é definida segundo Montgomery (2009) conforme a equação 1:

$$Z_i = \lambda * \sum_{j=0}^{i-1} (1 - \lambda)^j * X_{i-j} + (1 - \lambda)^i * Z_0 \quad (1)$$

Em que:

Z_i : Valor da média móvel ponderada;

X_i : Valor da característica medida;

Z_0 : Média das amostras do processo;

λ : Fator de rigidez da análise;

i : 1,2,3 (amostras).

Os limites superior e inferior de controle das cartas que constituem a média móvel exponencialmente ponderada (MMEP) foram calculados em função das equações 3 e 4

$$LSC = \mu + L * \sigma * \sqrt{\frac{1}{(2-\lambda)} * [1 - (1 - \lambda)^{2i}]} \quad (2)$$

$$LIC = \mu - L * \sigma * \sqrt{\frac{1}{(2-\lambda)} * [1 - (1 - \lambda)^{2i}]} \quad (3)$$

Em que:

LSC: Limite superior de controle;

LIC: Limite inferior de controle;

μ : Z_0 Valor da média móvel ponderada (MMEP);

L: Largura da faixa entre a média e o limite;

σ : Desvio padrão;

λ : Fator de rigidez da análise;

i: 1,2,3 (amostras).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: As cartas de controle das perdas na plataforma de corte relacionadas à velocidade de deslocamento da colhedora são apresentadas na Figura 1. A distribuição das perdas médias na plataforma de corte apresentou comportamento estável, todos os pontos encontram-se dentro do limite de controle, sendo considerados dentro do controle. As perdas na velocidade de 5,5 km h⁻¹ teve uma alta variação, talvez afetada por algum fator inerente ao processo (COMPAGNON et al., 2012), corroborando com Zerbato et al., (2013), que encontraram pequenas variações entre a perdas na plataforma e a velocidade de deslocamento da colhedora.

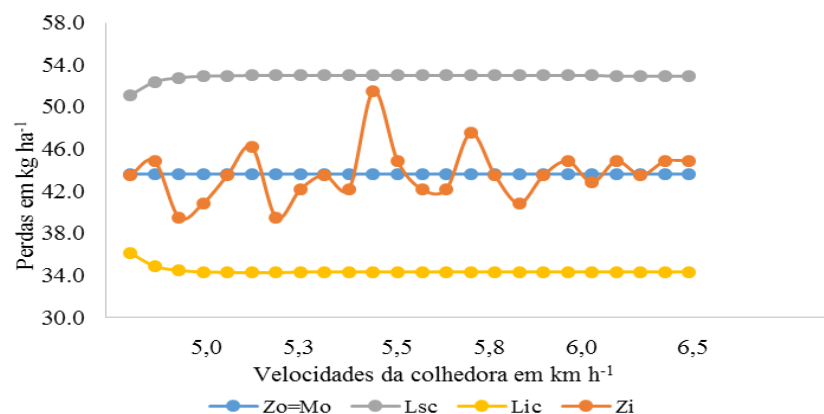


Figura 1. Carta de controle para perdas na plataforma de corte nas diferentes velocidades de operação da colhedora; Zo=Mo: Média das amostras do processo; Zi: Média móvel ponderada; Lsc: Limite superior de controle; Lic: Limite inferior de controle.

As cartas de controle para perdas totais dos grãos relacionadas à velocidade de deslocamento da colhedora são apresentadas na Figura 2. A distribuição proporcionou comportamento instável, sendo considerado fora de controle. Nas velocidades de 5,0 e 5,3 km h⁻¹ as perdas ultrapassaram o limite inferior de qualidade o que é desejável à operação. As velocidades de 5,5 e 5,8 estão dentro dos limites de controle estatístico, indicando que os mesmos foram afetados por algum fator não inerente ao processo. Os valores das perdas para as velocidades de 5,0 e 5,5 atingiram média de 50,60 kg ha⁻¹ de perdas de grãos, concordando com Chioderoli et al. (2012). Para as velocidades de 6,0 e 6,5 km h⁻¹, as perdas ficaram dentro do controle estatístico, atingindo uma média de 62,00 kg ha⁻¹ de perdas de grãos, concordando com Mesquita et al. (2001), para os quais em maiores velocidades, maiores perdas.

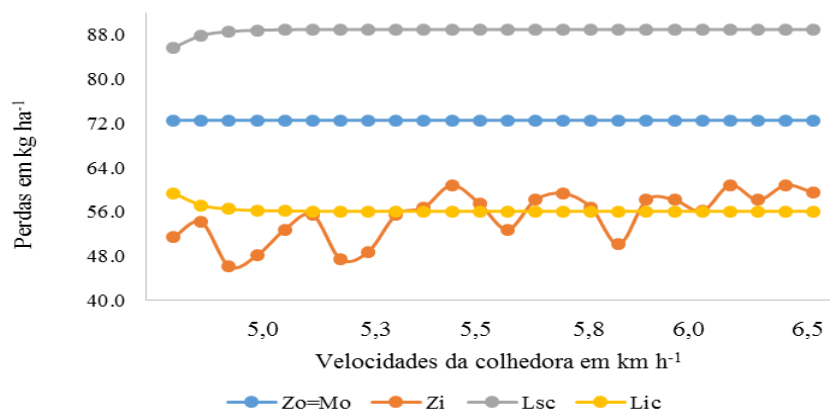


Figura 7. Carta de controle para perdas totais nas diferentes velocidades de operação da colhedora; Zo=Mo: Média das amostras do processo; Zi: Média móvel ponderada; Lsc: Limite superior de controle; Lic: Limite inferior de controle.

CONCLUSÕES: As perdas na plataforma de corte apresentou de forma estável no processo de colheita, com diferentes velocidades de operação, estando dentro dos limites de controle estatístico. A perda total de grãos mostrou-se instável no processo de colheita, nas velocidades de 5,0 à 5,8 km h⁻¹, os valores de perdas abaixo do limite inferior de controle são benéficos, ou seja, esse limite não fornece significado prático relevante.

REFERÊNCIAS

- BOTTEGA, E.L.; SOUZA, C.M.A.; RAFULL, L.Z.L.; QUEIROZ, D.M. Avaliação de uma colhedora e da qualidade de sementes de forragem colhidas por varredura. **Revista Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**, Campos Mourão, v.9, n.1, p. 10-20, 2014.
- CHIODEROLI, C.A.; SILVA, R.P.; NORONHA, R.H.F.; CASSIA, M.T.; SANTOS, E.P. Perdas de grãos e distribuição de palha na colheita mecanizada de soja. **Bragantia**, Campinas, v.17, p.112-121, 2012.
- COMPAGNON, A.M.; SILVA, R.P.; CASSIA, M.T.; GRAAT, D.; VOLTARELLI, M.A. Comparação entre métodos de perdas na colheita mecanizada de soja. **Scientia Agropecuaria**, v.3, p.215-223, 2012.
- MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P.; PEREIRA, J.E.; MAURINA, A.C.; ANDRADE, J.G.M. Caracterização da colheita mecanizada da soja no Paraná. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.21, n.2, p.197-205, 2001.
- MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P.; MONTAVANI, E.C.; ANDRADE, J.C.M.; FRANÇA NETO, J.B.; SILVA, J.G.; FONSECA, J.R.; PORTUGAL, F.A.F.; GUIMARÃES SOBRINHO, J.B. **Manual do produtor: Como evitar desperdícios nas colheitas de soja, milho e do arroz**. Londrina, Embrapa – CNPSo. p.32, 1998.
- MONTGOMERY, D.C. **Desing and analysis of experiments**. 6 th ed. Hoboken New York: John Wiley & Sons, 2009, p.179-268.
- ZERBATO, C.; CAVICHIOLI, F.A.; RAVELI, M.B.; MARRAFON, M.; SILVA, R.P. Controle estatístico de processo aplicado à colheita mecanizada de milho. **Engenharia na Agricultura**. Viçosa, MG, v.21, n.3, p.261-270, 2013.