

ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS APLICADA NA COLHEITA MECANIZADA DE SOJA

MARIANA FERREIRA REDONDO¹, CARLA SEGATTO STRINI PAIXÃO VOLTARELLI², MURILO APARECIDO VOLTARELLI³, LEONARDO DORTA SILVEIRA⁴, BRUNA APARECIDA BERTOSSI⁵, MATEUS HENRIQUE MUNIZ⁶

¹ Graduando em Engenharia Agrônoma, Centro universitário Moura Lacerda-CUML/Ribeirão Preto-SP,(16)99777-1091,marianaferrereadondo@gmail.com

² Prof.ª Dr.ª Máquinas e Mecanização Agrícola,CUML/UNISO-Ribeirão Preto/Sorocaba-SP,(16)99646-1987,carla.paixao@prof.uniso.br

³ Prof. Dr. Máquinas Agrícolas e Agricultura de Precisão,UFCar,Campus Lagoa do Sino, Buri-SP,(16)99646-1987,voltarelli.ufscar@gmail.com

⁴ Graduando em Engenharia Agrônoma, Centro universitário Moura Lacerda-CUML/Ribeirão Preto-SP,(16)99770-5264,dortagro@hotmail.com

⁵ Acadêmica em Agronomia, Centro Universitário de Rio Preto-UNIRP/São José do Rio Preto,(17)99670-7448,bruna_bertossi@hotmail.com

⁶ Acadêmica em Agronomia, Centro Universitário de Rio Preto-UNIRP/São José do Rio Preto,(17)98102-1909,mateus_hmuniz@hotmail.com

Apresentado no

XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

RESUMO: Dentre os fatores que podem influenciar as perdas na colheita mecanizada da soja, podem-se citar a altura de corte da plataforma da colhedora, a velocidade do molinete, a rotação do cilindro trilhador, a abertura entre cilindro e côncavo, velocidade de deslocamento, tempo de uso da máquina e umidade dos grãos. Assim, considerando-se que o processo de colheita mecanizada de soja apresenta grande diversidade de características passíveis de serem analisadas conjuntamente, objetivou-se neste trabalho avaliar, por meio da análise dos componentes principais, a redução na dimensionalidade dos fatores que interferem na qualidade da operação da colheita mecanizada de soja. O experimento foi instalado no campus do Centro Universitário Moura Lacerda, em Ribeirão Preto, SP. A cada quinze minutos de colheita eram averiguadas todas as variáveis na colhedora: rotação do motor, rotação do cilindro, rotação do ventilador, velocidade de deslocamento e abertura do côncavo, totalizando ao final da colheita 15 pontos. Os dados foram analisados por meio do Minitab, utilizando a estatística multivariada. Os componentes principais que mais afetaram a colheita mecanizada de soja são o CP1, CP2 e CP3 acumulando 75,4% das explicações das causas de variabilidade, sendo os dois primeiros componentes os que mais influenciaram a qualidade da operação.

PALAVRAS-CHAVE: Análise dos componentes principais, estatística multivariada, qualidade da operação.

ANALYSIS OF MAIN COMPONENTS APPLIED TO MECHANIZED SOYBEAN HARVEST

ABSTRACT: Among the factors that can influence the losses in the mechanized harvest of soybeans, we can mention the cutting height of the harvester platform, the speed of the reel, the rotation of the trellis cylinder, the opening between the cylinder and the concave, time of use of the machine and humidity of the grains. Thus, considering that the mechanized soybean harvesting process presents a great diversity of characteristics that can be analyzed jointly, this study aimed to evaluate, through the analysis of the main components, the reduction in dimensionality of the factors that interfere in the quality of the soybean. operation of soya mechanized harvesting. The experiment was installed in the campus of the University Center Moura Lacerda, in Ribeirão Preto, SP. Every fifteen minutes of harvesting, all the variables in the harvester were analyzed: engine rotation, cylinder rotation, fan rotation, displacement velocity and concave opening, totaling 15 points at the end of the harvest. Data were analyzed using Minitab using multivariate statistics. The main components that affected soybean

mechanized harvesting were CP1, CP2 and CP3 accumulating 75.4% of the explanations of the causes of variability, with the first two components that most influenced the quality of the operation.

KEYWORDS: Analysis of the main components, multivariate statistics, quality of the operation.

INTRODUÇÃO: Dentre os fatores que podem influenciar para maiores perdas na colheita mecanizada, podem-se citar a altura de corte da plataforma da colhedora, a velocidade do molinete, a rotação do cilindro trilhador, a abertura entre cilindro e côncavo, velocidade de deslocamento, tempo de uso da máquina e umidade dos grãos (TOLEDO et al., 2008). Cunha et al. (2009) afirmam que as colhedoras com sistema de trilha axial, em que o material entra na direção do eixo do rotor, apresentam a possibilidade de redução dos índices de danos mecânicos em relação às colhedoras com sistema de trilha tangencial. Outro fator relevante é a capacidade admissível da colhedora para processar toda a massa colhida juntamente com os grãos.

Normalmente, o monitoramento da colheita mecanizada de soja gera grandes quantidades de dados que são difíceis de analisar e interpretar, pois as relações entre as variáveis são complexas. Segundo Moita Neto (2004), a Análise Multivariada corresponde a um grande número de métodos e técnicas que utilizam, simultaneamente, todas as variáveis na interpretação teórica do conjunto de dados obtidos.

A análise de componentes principais fornece as ferramentas adequadas para identificar as variáveis mais importantes durante toda a operação dentre todas as monitoradas, indicando assim o caminho para iniciar o controle dos processos agrícolas buscando diminuir a variabilidade inerente à colheita de soja e manter os padrões e/ou metas estabelecidos pelas unidades produtoras.

Assim, considerando-se que o processo de colheita mecanizada de soja apresenta grande diversidade de características passíveis de serem analisadas conjuntamente, objetivou-se neste trabalho avaliar, por meio da análise dos componentes principais, a redução na dimensionalidade dos fatores que interferem na qualidade da operação da colheita mecanizada de soja.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi instalado no campus do Centro Universitário Moura Lacerda, em Ribeirão Preto, SP, situado a 21°10'04'' de latitude (S) e 47°46'23'' de longitude (W). O delineamento experimental seguiu os padrões estabelecidos pelo controle estatístico de processo, nos quais os pontos amostrais foram coletados ao longo do tempo. A cada 25 minutos de colheita eram coletados os valores de todas as variáveis (velocidade, rotação do cilindro, rotação do motor, índice do ventilador, abertura do côncavo e perdas) totalizando 15 pontos amostrais ao final da operação, mantendo o mesmo operador durante seis horas de colheita.

A velocidade de deslocamento; rotação do cilindro; rotação do motor; abertura do côncavo; rotação do ventilador foram todos coletados no monitor localizado no interior da colhedora. Para quantificar as perdas utilizamos uma adaptação da metodologia de Augsburg (1992), no qual foram confeccionados 4 aros de 0,56 m de diâmetro interno (0,25 m²), com tubo de irrigação de PVC, revestidos com tela mosquiteira de Polietileno 0,35 com malha de 1,5 mm por 6,05 mm de cor verde assemelhando-se a peneiras, totalizando as quatro peneiras juntas uma área de 1 m². Estas durante cada avaliação eram posicionadas logo após a passagem da plataforma e antes do triturador de palha da colhedora de grãos (entre os rodados dianteiro e traseiro), sendo que o material na face inferior da peneira foi classificado como perdas da plataforma, e o material retido na face superior da peneira foram considerados perdas do mecanismo interno.

A partir dos indicadores de qualidade, foi calculada a correlação entre eles e elaboradas as matrizes de variância e covariância para proceder à ACP. Esses componentes foram construídos pela combinação da correlação entre as variáveis, sendo extraídas em ordem decrescente de importância, em termos de sua contribuição para a variação total dos dados (Silva *et al.*, 2010), coletados durante a colheita mecanizada de soja. O critério para classificação dos autovetores (valores que representam o Peso de cada caractere, em cada componente, e variam de -1 a +1) foi: valor absoluto <0,30, classificado como pouco significativo; 0,30 – 0,49, considerado mediamente significativo e $\geq 0,50$, tido como altamente significativo (Coelho, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: As variáveis da colheita mecanizada de soja foram agrupadas em fatores e o ajuste do modelo foi capaz de explicar 100% das variâncias das variáveis com autovalores maiores que 1,00 (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de componentes principais das variáveis na colheita mecanizada de soja.

Componentes da variância	Componentes principais							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Autovalores	2,64	1,76	1,61	0,84	0,53	0,34	0,24	0,0
Proporção (%)	33,1	22,1	20,2	10,5	6,7	4,3	3,1	0,0
Proporção acumulada (%)	33,1	55,2	75,4	85,9	92,6	96,9	100	100
Variáveis	Correlação com os componentes principais							
Velocidade (km h ⁻¹)	0,36	0,05	0,28	-0,61	0,53	0,25	0,24	0,0
Rotação do cilindro (rpm)	0,03	0,65	-0,23	0,14	0,03	-0,02	0,69	0,0
Rotação do motor (rpm)	0,03	0,69	0,02	-0,05	0,08	0,33	-0,62	0,0
Rotação do ventilador (rpm)	0,15	-0,02	0,48	0,72	0,46	0,00	0,00	0,0
Abertura do côncavo (mm)	0,44	-0,05	0,28	0,12	-0,64	0,51	0,15	0,0
PP (kg ha ⁻¹)	-0,47	0,10	0,47	0,13	-0,12	0,01	0,11	-0,70
PMI (kg ha ⁻¹)	-0,41	0,24	-0,34	0,16	0,23	0,74	0,11	-0,02
PT (kg ha ⁻¹)	-0,48	0,09	0,45	0,12	-0,11	0,03	0,11	0,71

⁽¹⁾ Autovetores com maiores cargas fatoriais (escores) selecionadas dentro de cada fator. O critério para classificação foi: valor absoluto <0,30, considerado pouco significativo; 0,30–0,40, mediamente significativo; e $\geq 0,50$, altamente significativo, de acordo com Coelho (2003); PP – perdas na plataforma; PMI – perdas dos mecanismos internos; PT – perdas totais.

Neste sentido, os componentes principais que mais afetaram a colheita mecanizada de soja são o CP1, CP2 e CP3 acumulando 75,4% das explicações das causas de variabilidade, sendo os dois primeiros componentes os que mais influenciaram a qualidade da operação.

De acordo com Liu *et al.* (2003), fatores que possuem peso superior a 75% são indicativos de forte carga entre as variáveis de qualidade, assim como encontrados para o presente estudo. O primeiro componente (CP1), explicou 33,1% da variabilidade, sendo os maiores escores encontrados para as perdas na plataforma e perdas totais, Por outro lado, o segundo componente principal (CP2) apresentou 22,1%, na qual a rotação do motor possui maior score e seguido pelo terceiro componente principal (CP3) com 20,2%, sendo as variáveis com maior score a rotação do ventilador e as perdas na plataforma, o que complementa a explicação da variação dos dados coletados ao longo da colheita mecanizada de soja.

Dentro do primeiro componente principal (CP1), as perdas na plataforma (PP) são atribuídas à máquina e podem ocorrer em função da velocidade do molinete, velocidade de trabalho, barra de corte, debulha de grãos entre o condutor helicoidal e o fundo metálico da plataforma, dentre outros. Neste sentido Dunn et al. (1973) concluíram que a barra de corte causou 80% das perdas na colheita de soja, o caracol 13% e o molinete 7%.

Por outro lado, as perdas totais são uma associação das perdas na plataforma e dos mecanismos internos, sendo este último tipo de perdas relacionado aos sistemas de separação e limpeza da colhedora. Em função dos scores negativos, existe um grande potencial de quando as perdas na plataforma reduzem, as perdas totais também diminuem na quantidade final, refletindo em uma melhor qualidade da operação.

A rotação do motor, associado ao componente principal (CP2), apresentou o maior score, podendo ser atribuído este fato em função dos acionamentos dos mecanismos internos da colhedora, na qual a mesma consiga desempenhar suas atividades em função da faixa de potência adequada do motor para ser distribuídos entre as partes fixas e móveis, mecanismos de transmissão de potência e acionamentos hidráulicos para o correto funcionamento da máquina. Por fim, o componente principal (CP3), para as variáveis rotação do ventilador e perdas na plataforma foram as que mais influenciaram o desempenho da colheita mecanizada de soja. Para a rotação do ventilador, em função do score positivo, na medida em que aumenta o fluxo de ar no sistema de limpeza, maior será a quantidade perdas nos mecanismos internos e, conseqüentemente, os níveis de perdas totais irão aumentar.

CONCLUSÕES: A análise de componentes principais promoveu redução no número de variáveis de qualidade da colheita mecanizada de soja. A colheita mecanizada de soja pode ser monitorada para baixar o nível de variabilidade da operação em função dos componentes principais CP1, CP2 e CP3, na qual explicam 75,4% das variações. As variáveis com maiores scores para o componente principal (CP1) e (CP2) foram às perdas totais e rotação do motor, respectivamente.

REFERÊNCIAS

- Augsburger HKM. 1992. Determinación de pérdidas en la cosecha de granos. INIA, Montevideo URU. 63pp.
- CUNHA, J.A.P.R.; Piva, G.; Oliveira, C.A.A. 2009. Efeito do sistema de trilha e da velocidade das colhedoras na qualidade de sementes de soja. *Bioscience Journal* 25: 37-42.
- Dunn WE, Nave WR, Buttler BJ. 1973. Combine header component losses in soybean. *Transaction of the ASAE* 16(6):1032-1035.
- MAGALHÃES, C.; OLIVEIRA B. C.; TOLEDO A.; TABILE R. A.; SILVA R. P. Perdas Quantitativas na Colheita Mecanizada de Soja em Diferentes Condições Operacionais de Duas Colhedoras. *Biosci. J., Uberlândia* v. 25, n 5, p.43-48, set./out., 2009.
- MOITA NETO, M. J. Estatística multivariada. *Revista de Filosofia e Ensino*, 2004. Disponível em: <http://www.pucrs.br/famat/viali/especializa/realizadas/cee/multivariada/textos/Moita_Neto.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2018.
- Liu CW, Lin KH, Kuo YM. 2003. Application of factor analysis in the assessment of groundwater quality in a Blackfoot disease área in Twain. *Science in the Total Environment* 313(1):77-89.
- SILVA S DE A, LIMA JS DE S, XAVIER AC, TEIXEIRA MM. Variabilidade espacial de atributos químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo húmico cultivado com café. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 34(1):15-22. 2010.
- TOLEDO, A.; TABILE R. A.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; MAGALHÃES, S.C.; COSTA, B. O. Caracterização das perdas e distribuição de cobertura vegetal em colheita mecanizada de soja. *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, v. 28, n. 4, p. 710-719, 2008.