



DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n12p1209-1214>

## Monitoramento da operação de colheita mecanizada de sementes de soja

Marcelo T. Cassia<sup>1</sup>, Murilo A. Voltarelli<sup>1</sup>, Rouverson P. da Silva<sup>1</sup>, Cristiano Zerbato<sup>1</sup> & Pedro H. de Lima<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia Rural/Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Jaboticabal, SP. E-mail: [marcelocassia@gmail.com](mailto:marcelocassia@gmail.com); [murilo\\_voltarelli@hotmail.com](mailto:murilo_voltarelli@hotmail.com) (Autor correspondente); [rouverson@fcav.unesp.br](mailto:rouverson@fcav.unesp.br); [cristianozerbato@hotmail.com](mailto:cristianozerbato@hotmail.com); [pedrohenrique-lima@hotmail.com](mailto:pedrohenrique-lima@hotmail.com)

### Palavras-chave:

*Glycine max*  
colhedora de grãos  
perdas na colheita  
controle estatístico de qualidade (CEQ)

### RESUMO

A operação de colheita mecanizada de sementes demanda que as regulagens das colhedoras sejam dinâmicas, fato que afeta diretamente a qualidade da operação e dos grãos colhidos. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi monitorar, em intervalos regulares de tempo, a qualidade da operação de colheita de sementes de soja realizada simultaneamente por duas colhedoras de grãos, com emprego do controle estatístico de qualidade (CEQ). O trabalho foi realizado em um campo de produção de sementes na região de Catalão, GO, onde foram monitorados o desempenho operacional das colhedoras, as perdas quantitativas na colheita e as perdas qualitativas das sementes. Observou-se que as colhedoras monitoradas operaram em condições semelhantes porém as regulagens na folga do cilindro e na rotação do rotor otimizaram os índices de perdas mantendo a qualidade das sementes colhidas. Assim, todos os índices de perda avaliados, tanto as perdas quantitativas como os valores das perdas qualitativas, se encontraram dentro dos limites de controle estatístico o que permite se atribuir qualidade e confiabilidade para a operação de colheita mecanizada de sementes.

### Key words:

*Glycine max*  
harvester grain  
harvesting losses  
statistical control quality (SCQ)

## Monitoring of mechanized harvest operation of soybean seeds

### ABSTRACT

The mechanized operation of harvesting seeds demands that the adjustments of harvesters should be dynamic, which directly affects the quality of the operation and the harvested grain. Thus, the objective of this study was to monitor, at regular intervals of time, the quality operation of harvesting of soybean seeds held simultaneously by two combine harvesters, with use of statistical control quality (SCQ). The study was conducted in a field of seed production in the region of Catalan, GO, Brazil, where the operational performance of harvesters, quantitative crop losses and qualitative losses of seeds were monitored. It was observed that the monitored harvesters were operated under similar conditions, but the adjustments in the cylinder and in the rotor rotation optimized the indexes of losses, maintaining the quality of harvested seeds. Thus, all evaluated indexes of losses both quantitative losses as the values of qualitative losses were within the limits of statistical control, which allows assigning quality and reliability for operation of mechanized harvesting of seeds.



## INTRODUÇÃO

As técnicas de agricultura moderna se diferenciam dos conceitos tradicionais pelo seu nível de gerenciamento cujas informações adquiridas permitem, aos produtores, identificar melhores estratégias resultando em maior eficiência operacional (Mesquita et al., 2006; Toledo et al., 2008; Cunha et al., 2009). Para autores como Compagnon et al. (2012) o emprego de monitores de desempenho em máquinas agrícolas, pode extrair informações com grande utilidade no gerenciamento de operações agrícolas específicas, como a colheita.

Técnicas atuais de monitoramento em tempo real da operação de colheita, além de permitir o acompanhamento do desempenho dos diversos sistemas da máquina, fornecem também informações que auxiliam na redução dos índices de perda da operação (Chioderoli et al., 2012). Durante a operação de colheita mecanizada de soja as perdas se dividem em quantitativas e qualitativas dos grãos sendo que ambas estão diretamente relacionadas com a máquina utilizada na operação e suas regulagens que, normalmente, são dinâmicas e devem ser alteradas ao longo do dia e das condições da cultura fato que demanda principalmente capacitação e experiência dos operadores (Campos et al., 2005).

Particularmente na colheita de grãos que serão destinados para a semeadura de uma nova safra (sementes) as perdas quali-quantitativas de uma operação de baixa qualidade podem ser significativas economicamente (Marcondes et al., 2010) justificando para o emprego de técnicas de controle de qualidade das operações agrícolas combinadas com as ferramentas de gerenciamento do desempenho de variáveis (Compagnon et al., 2012). Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo monitorar a operação de colheita mecanizada de sementes de soja, realizada simultaneamente por duas colhedoras de grãos, com emprego do controle estatístico de qualidade (CEQ).

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em um campo registrado de produção de sementes localizado no município de Campo Alegre de Goiás, GO, situado nas proximidades das coordenadas 17° 27' 03" S e 47° 48' 06" O, com altitude próximo a 1000 m e declividade inferior a 5% no qual se encontrava instalada a cultivar Nidera NA7337RR. Por se tratar de uma área de produção de grãos destinados a sementes, a cultura foi conduzida e recebeu os devidos tratamentos culturais visando à máxima qualidade dos grãos produzidos como um todo.

Durante as avaliações foram monitoradas, simultaneamente, duas colhedoras combinadas da marca Case IH, modelo Axial-Flow 2388 ano 2004, com sistema de trilha do tipo axial, motor de 209 kW de potência (284 cv) com plataforma de corte de 7,01 m de largura (23 pés), picador de palha, distribuidor de palhicho e monitor de desempenho, utilizado para coleta das variáveis de desempenho.

Foram avaliados os parâmetros operacionais das colhedoras, as perdas quantitativas na colheita e os parâmetros qualitativos das sementes colhidas. Os parâmetros operacionais foram monitorados dentro da cabine das colhedoras, assim como Chioderoli et al. (2012) sendo monitoradas folga do

cilindro, rotação do rotor, rotação do motor e velocidade de deslocamento.

As perdas na colheita foram coletadas após a passagem da colhedora e separadas em perdas de plataforma, perdas de mecanismos internos e perdas totais na colheita (Compagnon et al., 2012). Enquanto que a qualidade das sementes colhidas foi avaliada por amostras retiradas no tanque graneleiro nos intervalos de avaliação e posteriormente processadas a campo e/ou em laboratório (Cunha et al., 2009) sendo quantificados teor de água das sementes, pureza, danos mecânicos e germinação.

Os resultados passaram por uma análise exploratória (estatística descritiva) para visualização do comportamento dos dados: foram calculados a média aritmética, a mediana, máximo, mínimo, desvio-padrão e os coeficientes de variação, assimetria e curtose, tal como a averiguação da normalidade dos dados realizada pelo teste de Anderson-Darling, para verificar se os dados são bem modelados por uma distribuição normal, como o comportamento da variabilidade.

A qualidade da operação foi avaliada por meio do controle estatístico de qualidade (CEQ) utilizando-se, como ferramentas, as cartas de controle para valores individuais a fim de identificar causas de variabilidade não inerentes ao processo, consideradas críticas (Bonilla, 1995). As cartas de controle têm, como linha central, a média geral, além dos limites de controle (inferior e superior) determinados em função da variabilidade (desvio padrão) que permitem inferir se há variação dos resultados devido a causas não controladas na operação (causas especiais) passíveis de investigação (Milan & Fernandes, 2002).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos parâmetros da estatística descritiva (Tabela 1) permitiu observar a existência de uma diferença de regulagem entre as duas máquinas monitoradas, no que diz respeito à rotação do rotor e folga do cilindro, o que pode influenciar na qualidade da colheita realizada pelas mesmas (Vieira et al., 2006). Quanto à variabilidade dos dados observaram-se valores de amplitude, desvio padrão e coeficiente de variação considerado baixo, o que nos aponta para uma baixa variabilidade dos valores obtidos e nos permite realizar uma análise mais aprofundada da variabilidade do processo (Noronha et al., 2011).

Os coeficientes de simetria e curtose e o teste de Anderson-Darling apontam, porém, uma distribuição dos dados de maneira assimétrica, salvo para duas variáveis monitoradas na colhedora II que foram consideradas por distribuição normal (Tabela 1). Entretanto e apesar da distribuição dos dados não se modelar a uma curva de distribuição normal, a curva dos resíduos combinados aos parâmetros de variação apresentados, nos permite a análise mais aprofundada dos resultados com as premissas do controle estatístico de processo, com emprego das cartas de controle (Bonilla, 1995).

A estatística descritiva para os índices de perdas e qualidade das sementes (Tabela 2) nos permitiu observar que a diferença de regulagem entre as duas máquinas influenciou diretamente nas perdas quantitativas pelos mecanismos internos das

Tabela 1. Estatística descritiva para variáveis rotação do rotor, folga do cilindro, rotação do motor e velocidade de deslocamento, nas duas colhedoras monitoradas (I e II)

Variáveis	Colhedora	Média	Amplitude	DP	CV	Cs	Ck	AD
Rotação do rotor (rpm)	I	567,0	40,0	8,0	1,41	0,63	3,10	2,098
	II	505,5	60,0	16,7	3,30	-0,70	-0,53	0,969
Folga do cilindro (mm)	I	1,59	0,40	0,15	9,44	0,70	-1,27	2,638
	II	3,06	0,70	0,20	6,57	-0,25	-0,89	0,727 <sup>N</sup>
Rotação do motor (rpm)	I	2596	60,0	11,9	0,46	0,89	3,30	1,584
	II	2503	50,0	14,2	0,57	-0,35	-0,26	1,000
Velocidade de colheita (km h <sup>-1</sup> )	I	4,60	1,00	0,24	5,28	-0,44	0,74	0,827
	II	4,86	1,30	0,38	7,84	-0,23	-0,94	0,486 <sup>N</sup>

<sup>(1)</sup>DP - Desvio padrão; CV - Coeficiente de variação; Cs - Coeficiente de assimetria; Ck - Coeficiente de curtose; AD - Teste de normalidade de Anderson-Darling (<sup>(N)</sup>Distribuição normal)

Tabela 2. Estatística descritiva para as perdas quantitativas (plataforma, mecanismos internos e perdas totais) e qualitativas (teor de água, pureza, danos mecânicos e germinação das sementes), nas duas colhedoras monitoradas (I e II)

Variáveis	Colhedora	Média	Amplitude	DP	CV	Cs	Ck	AD
Perdas quantitativas								
Plataforma (kg ha <sup>-1</sup> )	I	24,05	40,10	11,12	46,25	0,56	-0,57	0,471 <sup>N</sup>
	II	17,60	45,15	13,73	78,01	0,57	-0,57	0,533 <sup>N</sup>
Mecanismos internos (kg ha <sup>-1</sup> )	I	3,36	8,23	2,50	74,53	0,83	-0,19	0,700 <sup>N</sup>
	II	12,34	35,45	11,07	89,66	1,22	0,45	1,262
Perdas totais (kg ha <sup>-1</sup> )	I	27,40	34,24	10,26	37,46	0,51	-0,79	0,465 <sup>N</sup>
	II	29,94	55,96	17,83	59,56	0,16	-1,30	0,406 <sup>N</sup>
Perdas qualitativas								
Teor de água (%)	I	15,70	2,00	0,60	3,84	0,63	-0,58	0,563 <sup>N</sup>
	II	15,78	2,60	0,72	4,56	0,15	-0,66	0,276 <sup>N</sup>
Pureza (%)	I	99,19	1,09	0,32	0,32	-0,77	-0,40	0,615 <sup>N</sup>
	II	98,93	1,20	0,30	0,31	-0,37	0,16	0,321 <sup>N</sup>
Danos mecânicos (%)	I	4,45	9,50	2,69	60,44	0,30	-0,51	0,172 <sup>N</sup>
	II	5,35	10,50	3,19	59,73	0,79	-0,52	0,728 <sup>N</sup>
Germinação (%)	I	97,43	5,0	1,66	1,71	0,11	-1,42	0,641 <sup>N</sup>
	II	95,18	11,00	3,21	3,38	-1,08	0,35	0,841 <sup>N</sup>

<sup>(1)</sup>DP - Desvio padrão; CV - Coeficiente de variação; Cs - Coeficiente de assimetria; Ck - Coeficiente de curtose; AD - Teste de normalidade de Anderson-Darling (<sup>(N)</sup>Distribuição normal)

mesmas sendo que a colhedora I, por trabalhar com menor folga do cilindro e maior rotação do rotor, apresentou melhor capacidade de trilha reduzindo os valores de perdas (Ferreira et al., 2007). Quanto à variabilidade dos dados observaram-se valores de amplitude, desvio padrão e coeficiente de variação muito alto fato este comumente verificado em avaliações de perdas quantitativas devido à elevada variabilidade espacial desses tipos de perda (Silva et al., 2013).

Para os indicadores qualitativos a estatística descritiva apresentou valores de parâmetros bem mais semelhantes entre as duas colhedoras monitoradas (Tabela 2), porém tal como para as perdas, as diferenças entre as regulagens das máquinas resultaram em alterações na qualidade das sementes colhidas (Vieira et al., 2006). O que vale ressaltar é que, ao passo que a colhedora I operou com regulagens mais intensas no sistema de trilha, esperava-se que este cenário acarretasse em maiores perdas qualitativas nas sementes (Cunha et al., 2009); entretanto se observou, pelos valores médios para danos mecânicos e germinação foi o oposto, apontando que para as regulagens adotadas pela colhedora I sejam consideradas "ótimas" para as condições de colheita avaliadas (Carvalho & Novembre, 2012).

Quanto à variabilidade dos dados foram verificados, nos indicadores qualitativos, valores de amplitude, desvio padrão e coeficiente de variação baixo, exceto para os danos mecânicos, o que nos aponta para uma baixa variabilidade dos valores obtidos (Bonilla, 1995). De toda forma, o teste de Anderson-Darling apontou que a distribuição dos dados se ajusta a uma curva normal fato que dá suporte para uma análise mais aprofundada com emprego do controle de qualidade.

A análise da qualidade da operação de colheita nos permite por meio das cartas de controle para os parâmetros operacionais das colhedoras (Figura 1) observar que as duas máquinas trabalharam com regulagens distintas, fruto de tomadas de decisão exclusivamente dos respectivos operadores.

Para a folga do cilindro de trilha verifica-se que a colhedora I operou com menores folgas, o que aumenta a eficiência e reduz as perdas de grãos pelo sistema de trilha (Ferreira et al., 2007) porém eleva a demanda energética neste mecanismo podendo acarretar maiores danos às sementes colhidas (Cunha et al., 2009).

Quanto à variabilidade do processo, na colhedora I a folga foi reajustada pelo operador por volta das 15 h levando para fora dos padrões estabelecidos para esta máquina, que assim operou por cerca de uma hora até que o operador realizasse a correção desta regulagem para dentro dos limites de controle. Para a colhedora II esta regulagem foi alterada com maior frequência em relação à colhedora anterior o que aumentou a variabilidade acarretando em ocorrências de instabilidade no processo. De qualquer maneira, neste caso a folga do cilindro se manteve por maior tempo dentro dos padrões estabelecidos para a mesma, o que permite visualizar que o operador buscava o tempo todo o melhor ajuste para as condições de colheita (Chioderoli et al., 2012).

Para a rotação do rotor se constata que a colhedora I operou com maior rotação isto em função da menor folga do cilindro adotada pelo operador em relação a outra máquina. Como mencionado anteriormente, tal regulagem adotada pela colhedora I melhora a eficiência e reduz as perdas quantitativas

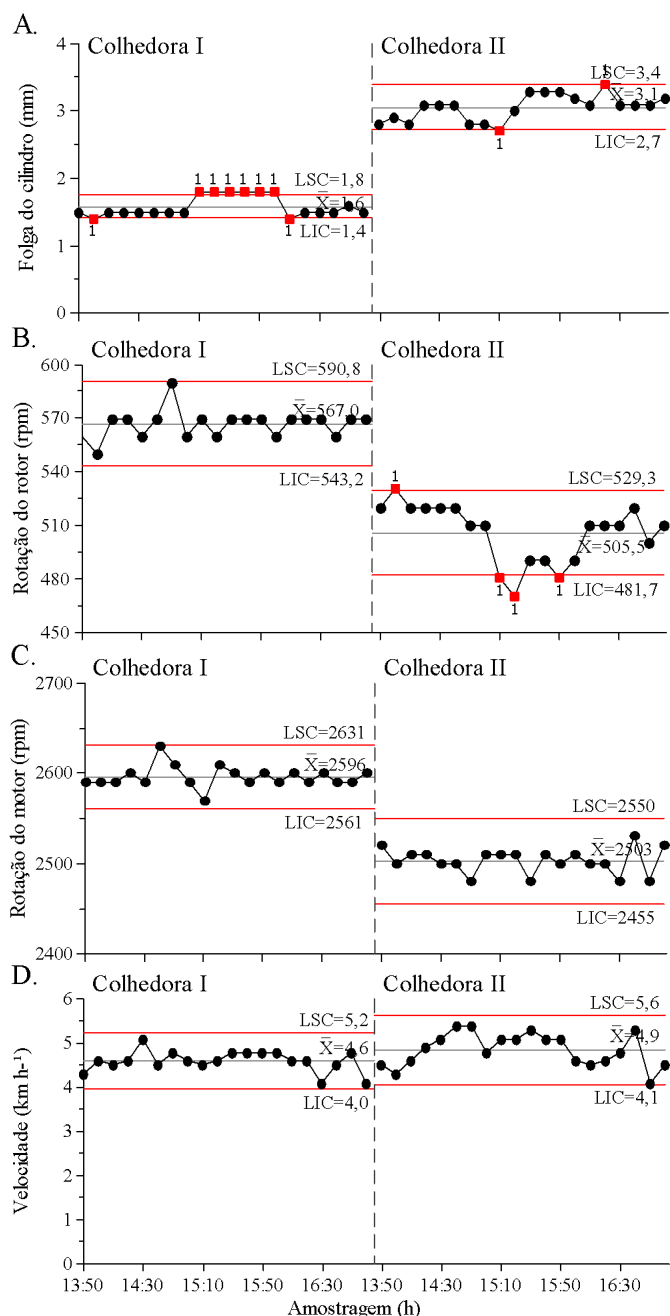


Figura 1. Cartas de controle para os parâmetros operacionais das colhedoras monitoradas. (A) folga do cilindro de trilha; (B) rotação do rotor; (C) rotação do motor e (D) velocidade de colheita

pelo sistema de trilha, porém pode acarretar em maiores perdas qualitativas (Marcondes et al., 2010). Quanto à variabilidade do processo observa-se que as regulagens realizadas na colhedora I se mantiveram dentro dos padrões estabelecidos para a mesma enquanto que o operador da colhedora II variou, de maneira extrema, a rotação do rotor em diversos momentos, extrapolando os limites superiores e inferiores de controle o que atribui instabilidade para esta máquina (Compagnon et al., 2012).

A rotação do motor das colhedoras trabalhou em faixas bastante próximas, apesar da colhedora I operar em uma faixa de rotação cerca de 100 rpm acima da colhedora II, reflexo da maior demanda por rotação no cilindro de trilha, ambas operaram em torno das rotações nominais dos motores

(Chioderoli et al., 2012). Quanto à variabilidade da rotação e apesar de haver pequenas variações para as duas máquinas avaliadas, em todo o período do ensaio ambas se mantiveram dentro dos limites de controle caracterizando o processo como estável ou com controle estatístico. Segundo Toledo et al. (2008) as pequenas variações ocorridas na rotação do motor durante a operação podem estar ligadas à irregularidade do fluxo de material colhido pela máquina ou a pequenas variações no relevo do terreno, visto que ambas podem variar a demanda de potência do motor.

A velocidade de colheita foi bastante próxima entre as colhedoras mantendo-se dentro da faixa recomendada para esta operação de colheita de sementes (Vieira et al., 2006; Ferreira et al., 2007; Cunha et al., 2009; Chioderoli et al., 2012). Assim como para a rotação do motor, as velocidades se mantiveram dentro dos limites estabelecidos caracterizando o processo como estável, ou seja, as pequenas variações apresentadas foram devidas a causas comuns do próprio processo (Silva et al., 2013).

Nas cartas de controle para as perdas quantitativas da operação de colheita (Figura 2) observa-se que, em linhas gerais, os valores de perda de grãos foram muito baixos (27,4 e 29,9 kg ha<sup>-1</sup>, para as colhedoras I e II, respectivamente)

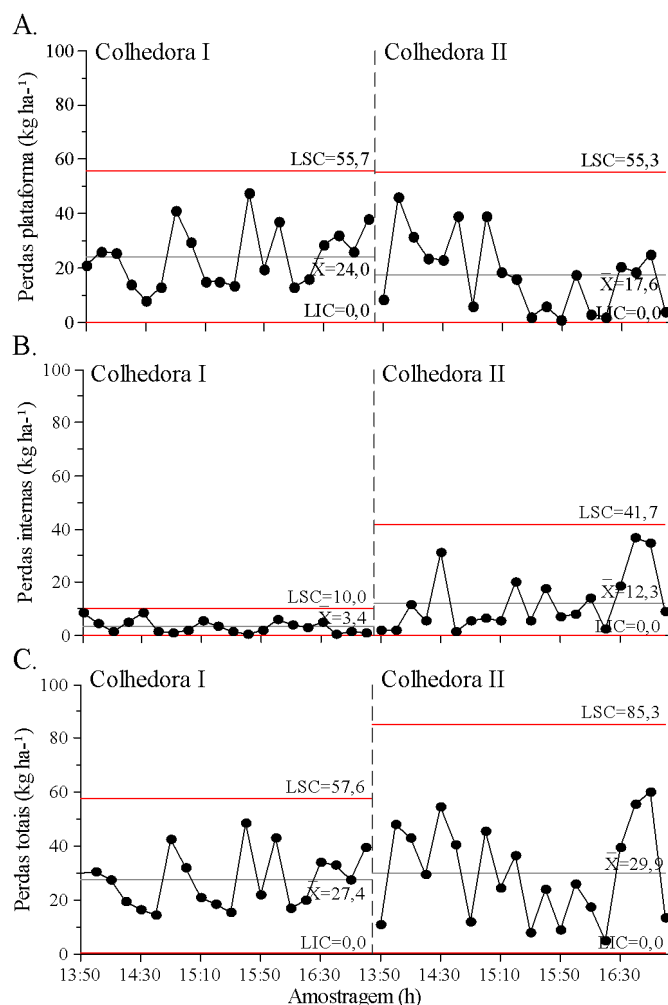


Figura 2. Cartas de controle para as perdas quantitativas na operação de colheita mecanizada de sementes de soja. (A) perdas na plataforma de corte; (B) perdas nos mecanismos internos da colhedora; (C) perdas totais na colheita (A + B)



correspondendo a menos de 1% da produção da área. Pode-se observar ainda que as perdas na colhedora I foram predominantemente ocasionadas pela plataforma enquanto na colhedora II as perdas foram divididas entre a plataforma e os mecanismos internos da colhedora.

Para as perdas na plataforma as duas colhedoras apresentaram resultados bastante semelhantes entre si, com média um pouco superior na colhedora I sendo esta perda predominante para a máquina. A semelhança entre as colhedoras, inclusive no comportamento da variabilidade do processo, pode ser justificada por este tipo de perda estar mais diretamente relacionado com a condição da cultura a ser colhida e não com as regulagens internas (Compagnon et al., 2012).

As perdas nos mecanismos internos da colhedora se distinguiram mais entre as colhedoras avaliadas, principalmente reflexo das condições de regulação de folga e rotação do cilindro de trilha das mesmas (Toledo et al., 2008). Como citado anteriormente, a colhedora I apresentou, por empregar menor folga e maior rotação no cilindro, maiores eficiências no sistema de trilha e, conseqüentemente, menores índices de perdas quantitativas (Chioderoli et al., 2012).

Os valores de perdas totais apresentaram valores médios semelhantes para ambas as colhedoras; entretanto, para a colhedora II houve maior variabilidade dos resultados reflexo dos valores de perdas dos mecanismos internos obtidos. Entretanto, vale ressaltar que para todos os índices de perdas quantitativas os valores se encontraram dentro dos limites de controle estatístico, o que atribui confiabilidade para o sistema de colheita mecanizada avaliada (Silva et al., 2013).

As cartas de controle dos indicadores qualitativos (Figura 3) demonstram para a qualidade das sementes colhidas pelas duas máquinas avaliadas características semelhantes entre si, exceto para a germinação. Considera-se que a variabilidade das perdas qualitativas das sementes está diretamente relacionada com os processos realizados pelos mecanismos internos da colhedora e, em consequência, nas suas regulagens (Mesquita et al., 2006).

Para o teor de água dos grãos o comportamento foi semelhante entre as colhedoras uma vez que esta característica é diretamente relacionada com a condição da cultura no momento da colheita e em que as máquinas avaliadas se encontravam operando simultaneamente em uma mesma área. Mesmo a variabilidade pôde ser considerada baixa; contudo, houve ocorrência de pontos discrepantes que extrapolaram os limites de controle, que estão diretamente relacionados com a variabilidade espacial da cultura (Carvalho & Novembre, 2012).

Os resultados para pureza dos grãos apresentaram o mesmo comportamento para ambas as colhedoras, sendo este fator diretamente relacionado com a eficiência do sistema de limpeza das colhedoras (Marcondes et al., 2010). No presente ensaio os sistemas de limpeza de grãos das colhedoras se mostraram bastantes eficientes com a pureza média se encontrando em torno de 99% para ambas as máquinas, valor considerado satisfatório (Cunha et al., 2009).

Tal como para a pureza, os danos mecânicos também se mostraram iguais; inclusive quanto à variabilidade dos

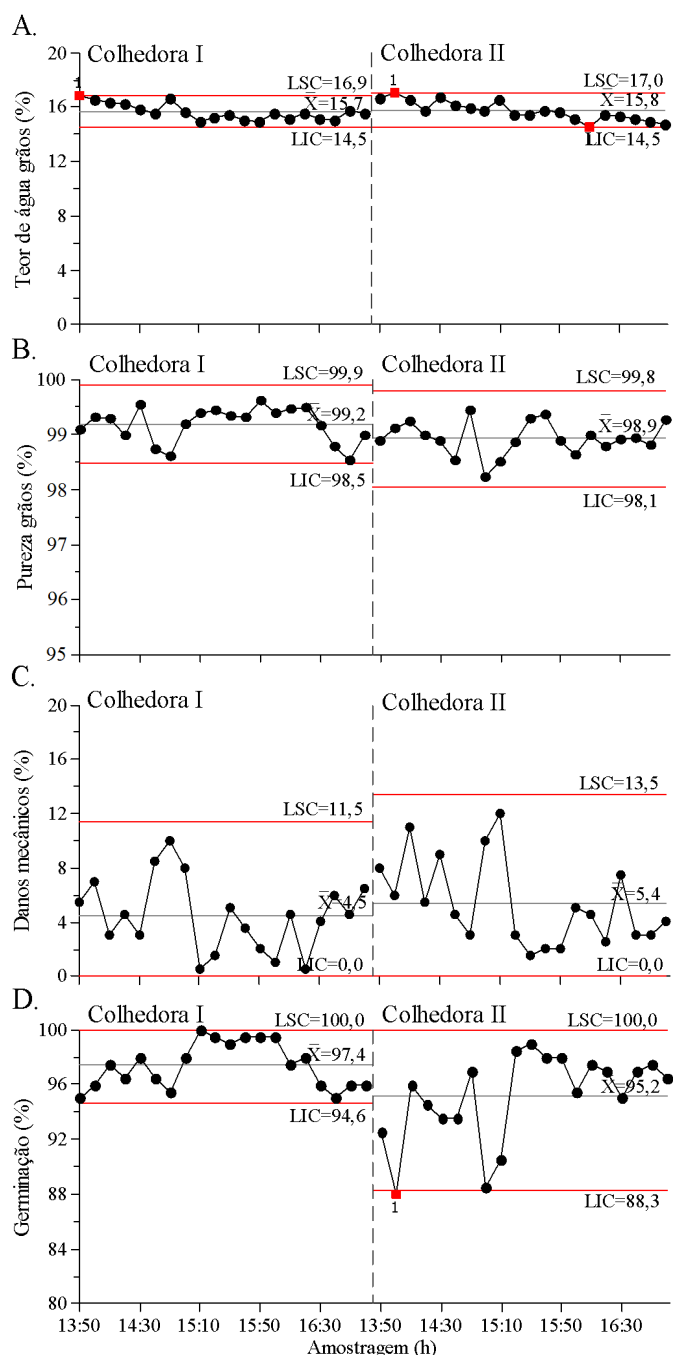


Figura 3. Cartas de controle para as perdas qualitativas nas sementes de soja. (A) teor de água dos grãos; (B) pureza dos grãos; (C) danos mecânicos aos grãos; (D) germinação (%)

resultados, pois não foram sequer influenciados pelas diferenças entre as regulagens das colhedoras (Marcondes et al., 2005). Este resultado mostra que, melhorando as regulagens da máquina, o operador da colhedora I melhorou a eficiência de trilha, reduzindo os índices de perdas quantitativas e não favorecendo maiores danificações às sementes.

A germinação das sementes apresentou maior diferença entre as máquinas testadas, sendo novamente os piores resultados encontrados para a colhedora II que apresentou maior variabilidade dos resultados com algumas quedas na germinação do longo da colheita, o que pode ser facilmente observado com condições de picos de danificação dos grãos colhidos. Valores de referência das regulagens visando ao mínimo de danificação das sementes colhidas já foram

estudados por diversos autores porém todos concluem que as regulagens estão muito relacionadas com as características da cultura (Marcondes et al., 2005; Mesquita et al., 2006; Vieira et al., 2006; Cunha et al., 2009; Marcondes et al., 2010).

Desta forma e como observado para as perdas quantitativas, os valores qualitativos se encontraram dentro dos limites de controle estatísticos, o que nos permite atribuir qualidade e confiabilidade para a operação que foi avaliada, que nos mostra que, apesar das alterações nas regulagens se mostrarem instáveis, as máquinas realizam a operação de maneira estável mantendo os índices de perdas quantitativas e a qualidade das sementes em padrão de qualidade (Bonilla, 1995).

### CONCLUSÕES

1. As colhedoras monitoradas operaram em condições semelhantes porém os operadores fizeram regulagens na folga do cilindro e na rotação do rotor, otimizando os índices de perdas quantitativas em uma das colhedoras, mantendo a qualidade das sementes colhidas.

2. Todos os índices avaliados, tanto as perdas quantitativas como os valores qualitativos, se encontraram dentro dos limites de controle estatísticos, o que permite se atribuir qualidade e confiabilidade à operação de colheita mecanizada de sementes.

### AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão de bolsa aos autores e à Agrofava Sementes S/A, pela concessão da área experimental e apoio na realização do trabalho.

### LITERATURA CITADA

- Bonilla, J. A. Qualidade total na agricultura: Fundamentos e aplicações. Belo Horizonte: Centro de Estudos da Qualidade Total na Agricultura, 1995. 344p
- Campos, M. A. O.; Silva, R. P.; Carvalho, A. F.; Mesquita, H. C. B.; Zabani, S. Perdas na colheita mecanizada de soja no Estado de Minas Gerais. *Engenharia Agrícola*, v.25, p.207-213, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162005000100023>
- Carvalho, T. C.; Novembre, A. D. L. C. Qualidade de sementes de soja colhidas de forma manual e mecânica com diferentes teores de água. *Semina: Ciências Agrárias*, v.33, p.155-166, 2012. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n1p155>
- 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*, v.71, p.112-121, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052012005000003>
- 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. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2012.03.03>
- Cunha, J. P. A. R.; Piva, G.; Oliveira, C. A. A. Efeito do sistema de trilha e da velocidade das colhedoras na qualidade de sementes de soja. *Bioscience Journal*, v.25, p.37-42, 2009.
- Ferreira, I. C.; Silva, R. P.; Lopes, A.; Furlani, C. E. A. Perdas quantitativas na colheita de soja em função da velocidade de deslocamento e regulagens no sistema de trilha. *Engenharia na Agricultura*, v.15, p.141-150, 2007.
- Marcondes, M. C.; Miglioranza, É.; Fonseca, I. C. B. Danos mecânicos e qualidade fisiológica de semente de soja colhida pelo sistema convencional e axial. *Revista Brasileira de Sementes*, v.27, p.125-129, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222005000200018>
- Marcondes, M. C.; Miglioranza, É.; Fonseca, I. C. B. Qualidade de sementes de soja em função do horário de colheita e do sistema de trilha de fluxo radial e axial. *Engenharia Agrícola*, v.30, p.315-321, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162010000200014>
- Mesquita, C. M.; Hanna, M. A.; Costa, N. P. Crop and harvesting operation characteristics affecting field losses and physical qualities of soybeans – Part I. *Applied Engineering in Agriculture*, v.22, p.325-333, 2006. <http://dx.doi.org/10.13031/2013.20449>
- Milan, M.; Fernandes, R. A. T. Qualidade das operações de preparo do solo por controle estatístico de processo. *Scientia Agrícola*, v.59, p.261-266, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162002000200009>
- Noronha, R. H. F.; Silva, R. P.; Chioderoli, C. A.; Santos, E. P.; Cassia, M. T. Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada diurna e noturna de cana-de-açúcar. *Bragantia*, v.70, p.931-938, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052011000400028>
- Silva, R. P.; Cassia, M. T.; Voltarelli, M. A.; Compagnon, A. M.; Furlani, C. E. A. Qualidade da colheita mecanizada de feijão (*Phaseolus vulgaris*) em dois sistemas de preparo do solo. *Revista Ciência Agronômica*, v.44, p.61-69, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902013000100008>
- Toledo, A.; Tabile, R. A.; Silva, P. S.; 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*, v.28, p.710-719, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162008000400011>
- Vieira, B. G. T. L.; Silva, R. P.; Vieira, R. D. Qualidade física e fisiológica de semente de soja colhida com sistema de trilha axial sob diferentes velocidades de operação e rotações do cilindro trilhador. *Engenharia Agrícola*, v.26, p.478-482, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162006000200016>