

CARACTERIZAÇÃO DAS PERDAS E DISTRIBUIÇÃO DE COBERTURA VEGETAL EM COLHEITA MECANIZADA DE SOJA

ANDERSON DE TOLEDO¹, RUBENS A. TABILE², ROUVERSON P. DA SILVA³,
CARLOS E. A. FURLANI⁴, STEFÂNIA C. MAGALHÃES⁵, BEATRIZ O. COSTA⁶

RESUMO: O conceito de controle de qualidade nas operações inserido na agricultura é viabilizado por incidir diretamente nos principais objetivos do processo produtivo: retorno econômico e aumento da produtividade. A colheita mecanizada normalmente é realizada sem que haja controle efetivo para que a variabilidade das perdas fique dentro de padrões aceitáveis. Esta pesquisa teve o objetivo de determinar e caracterizar as perdas e a distribuição da cobertura vegetal após a colheita mecanizada da soja, por meio de ferramenta de controle estatístico de processo (cartas de controle). A média da perda de grãos total foi próxima do limite superior aceitável para a cultura da soja, apresentando alta variabilidade entre os pontos, tornando o processo fora de controle. A distribuição de cobertura vegetal manteve-se em processo controlado, com maior variabilidade onde o relevo foi mais inclinado. A utilização das cartas de controle foi eficiente na identificação dos pontos fora de controle e na avaliação da qualidade do processo de colheita.

PALAVRAS-CHAVE: cartas de controle, colheita mecanizada, controle estatístico, perdas quantitativas.

CHARACTERIZATION OF LOSSES AND CROP RESIDUE COVER DISTRIBUTION IN SOYBEAN MECHANIZED HARVEST

ABSTRACT: The concept of operation control inserted in agriculture is made possible by making a directly influence in the main objectives of productive process, economic return and increase of productivity. The mechanized harvest normally is carried out without an effective control of the variability of losses so that it maintains acceptable standards. This research aimed to determinate and characterize the losses and crop residue cover distribution after soybean mechanized harvest, using the tool of statistical process control (control charts). The average of total grain losses was near the upper limit specified for losses in soybean, showing high variation between points, and putting the process out of control. The residue crop cover distribution stayed under control process, with greater variability where the terrain was more sloping. The use of control charts was efficient to identify the points out of control and to evaluate the harvest quality.

KEYWORDS: control cards, mechanized harvest, statistical control, quantitative losses.

INTRODUÇÃO

A colheita é a etapa desempenhada no sistema de produção agrícola que tem como objetivo retirar o produto agrícola das demais partes do organismo vegetal, em tempo hábil, tal que permita a mínima perda quantitativa e o alcance do máximo nível de qualidade (MIALHE, 1984; SRIVASTAVA et al., 1993, citados por SILVA, 2004).

¹ Eng^o Agrícola, M.Sc., Doutorando em Agronomia (Produção Vegetal), Departamento de Engenharia Rural, UNESP, Jaboticabal - SP, Fone: (0XX16) 3209.2637, eng.ander@gmail.com. Bolsista CNPq

² Eng^o Agrícola, M.Sc., Doutorando em Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos - SP.

³ Eng^o Agrícola, Prof. Dr., Departamento de Engenharia Rural, UNESP, Jaboticabal - SP. Bolsista de Produtividade CNPq

⁴ Eng^o Agrônomo, Prof. Adjunto, Departamento de Engenharia Rural, UNESP, Jaboticabal - SP. Bolsista de Produtividade CNPq

⁵ Eng^a Agrônoma, Mestranda em Agronomia (Produção e Tecnologia de Sementes), UNESP, Jaboticabal - SP.

⁶ Bióloga, Mestranda em Agronomia (Ciência do Solo), UNESP, Jaboticabal - SP.

Recebido pelo Conselho Editorial em: 4-7-2007

Aprovado pelo Conselho Editorial em: 29-9-2008

PINHEIRO NETO & GAMERO (1999) citam que, para que haja redução das perdas na colheita mecanizada de grãos, faz-se necessário o conhecimento da origem dessas perdas, sejam elas quantitativas, sejam qualitativas.

Dentre os fatores que podem influenciar nas perdas na colheita mecanizada de 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, e a velocidade de deslocamento. Em relação aos fatores ligados às perdas de grãos não oriundos do processo de colheita mecanizada, podem-se citar a deiscência das vagens, a semeadura inadequada, a escolha errada da cultivar, a ocorrência de plantas daninhas e o mau desenvolvimento da cultura.

Algumas pesquisas envolvendo perdas quantitativas na colheita mecanizada de grãos têm apresentado coeficientes de variação para perdas abaixo de 40% (CAMPOS et al., 2005), enquanto, em alguns casos, chegam próximo a 170% (PINHEIRO NETO & GAMERO, 1999). Nessas pesquisas, foram empregadas metodologias clássicas para a avaliação de perdas propostas pela Embrapa (MESQUITA et al. (1998) e COSTA & TAVARES (1995), para os trabalhos de CAMPOS et al. (2005) e PINHEIRO NETO & GAMERO (1999), respectivamente).

Conforme GASSEN & GASSEN (1996), citados por SUGISAWA (2004), a distribuição de palha na colheita influencia diretamente na semeadura da cultura sucessora, quando se trata de semeadura direta, e ainda relatam que essa distribuição deve ser o mais uniforme possível.

O aumento da produtividade e a redução de custos é um dos principais objetivos de qualquer processo produtivo. Desde o princípio das cadeias produtivas, é essencial a utilização de meios de inspeção com a finalidade de avaliar o produto final para que esse mantenha os padrões especificados e, conseqüentemente, o êxito do processo.

Técnicas estatísticas para o controle da qualidade, em operações agrícolas mecanizadas, empregadas em culturas distintas, obtêm resultados promissores, pois o controle das operações agrícolas permite a diminuição na variabilidade, obtendo-se resultados mais próximos aos limites especificados (MILAN & FERNANDES, 2002).

SUGISAWA et al. (2007), utilizando técnicas de controle estatístico em pulverização mecanizada de defensivos, concluíram que essas ferramentas podem ser consideradas eficientes para a caracterização da variabilidade e para a análise da qualidade das operações.

A operação de colheita mecanizada de cereais normalmente é realizada sem que haja controle efetivo para que a variabilidade das perdas nesse processo fique dentro de padrões aceitáveis. Considerando o exposto, esta pesquisa teve o objetivo de determinar as perdas quantitativas e a distribuição da cobertura vegetal após a colheita mecanizada de soja, inferindo por ferramenta de controle estatístico quanto à qualidade operacional do processo.

MATERIAL E MÉTODOS

A colheita mecanizada de soja foi realizada na safra 2006/2007, na Fazenda Bela Vista, localizada na região de Jaboticabal - SP, com coordenadas 21°18' latitude sul, 48°12' longitude oeste e altitude média de 598 m. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico (EMBRAPA, 1999), com topografia plana e relevo levemente inclinado. A área amostrada constou de 40 pontos espacializados em malha retangular de 4 x 10 pontos, equidistantes de 30 m, selecionados sequencialmente a partir do início da colheita.

A cultivar de soja analisada foi a Coodetec CD 216, implantada por sistema de semeadura direta, com espaçamento entre fileiras de 0,45 m, colhida mecanicamente na primeira quinzena de fevereiro, em área de renovação para cultura da cana-de-açúcar, que foi colhida por processo mecanizado anteriormente à semeadura da soja.

A colhedora utilizada foi a Massey Ferguson MF5650, equipada com plataforma de corte de 5 m de largura, operando durante a colheita com velocidade média de deslocamento de 4,0 km h⁻¹,

obtida pela média de quatro cronometragens para percorrer intervalos de 20 m, e com rotação do cilindro trilhador regulada para obter 350 rpm.

Para a determinação das perdas, utilizou-se de armações retangulares, cada uma construída com duas barras metálicas e dois cordões de náilon, com medidas ajustáveis para obter a mesma largura da plataforma de corte da colhedora em estudo, mantendo-se a área interna de 2,0 m², segundo metodologia proposta por MESQUITA et al. (1998).

Foram coletados todos os grãos presentes dentro da armação, após a passagem da colhedora, em cada um dos pontos, determinando-se, posteriormente, a massa e a umidade dos grãos perdidos. A umidade foi posteriormente corrigida para 13% por fator de correção, em todos os pontos, como recomendado por PORTELLA (2000).

As perdas dos grãos foram classificadas em perda por deficiência na altura de corte (PGC), quando os grãos dentro da armação estavam em partes de plantas que continham vagens; perda provocada pelo sistema de trilha (PGS), para os grãos dentro de vagens dispostas no solo; perda pelo sistema de limpeza (PGL), determinada pela massa de grãos livres encontrados no solo dentro da armação, e perda de grãos total (PGT), calculada pela soma aritmética das perdas anteriores, em kg ha⁻¹. Não foram encontradas perdas naturais anteriores à colheita, sendo desconsiderada das análises. A perda na plataforma não pôde ser avaliada por se tratar de área de produção comercial, em que o proprietário solicitou que a colhedora não parasse durante a operação para não afetar a capacidade de campo.

Para a determinação da percentagem de cobertura vegetal, efetuou-se adaptação à armação de perdas para tornar mais prático o método de avaliação. Em um dos cordões de náilon delimitador da área de perdas, foram marcados 50 pontos espaçados a cada 10 cm, para determinar a distribuição da cobertura vegetal realizada pela colhedora, nos 40 pontos amostrais, com metodologia adaptada de LAFLEN et al. (1981).

Para avaliar a qualidade da operação de colheita, utilizou-se de cartas de controle para valores individuais e amplitude entre pontos, geradas pelo programa computacional MINITAB[®] 14, que avalia se o processo está sob controle, estando fora de controle quando algum ponto apresentar valor maior que três vezes o desvio-padrão da média, ou seja, estar fora dos limites de controle.

As cartas de controle apresentam como linha central a média geral e a amplitude média, respectivamente, e limites superior e inferior de controle, definidos como LSC e LIC, calculados com base no desvio-padrão das variáveis (para LSC, média mais três vezes o desvio-padrão, e para LIC, média menos três vezes o desvio, quando maior que zero).

Os fatores avaliados neste experimento foram comparados com limites aceitáveis, denominados de LIE (limite inferior especificado) e LSE (limite superior especificado). Os limites especificados para perda total em colheita mecanizada de grãos foram de 0 e 60 kg ha⁻¹, propostos por COSTA & TAVARES (1995), e para a distribuição da cobertura vegetal, 80 e 100% de área coberta (PECHE FILHO et al., 2005), respectivamente, para LIE e LSE.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise descritiva (Tabela 1) indicam que, no momento da colheita, a umidade dos grãos apresentou coeficiente de variação baixo, demonstrando uniformidade entre os pontos. Essa observação é desejável em colheita mecanizada, pois, não havendo variação nesse fator, a regulação dos mecanismos internos da colhedora (rotação do cilindro de trilha, abertura entre cilindro e côncavo, etc.) pode ser mantida, dentro de certos limites, reduzindo-se, assim, perdas e danos mecânicos, pois não há grande variação da condição dos grãos.

Pelos coeficientes de assimetria e de curtose, verifica-se que as médias de umidade e de cobertura vegetal tendem a se concentrar em torno de valores mais elevados. Para a percentagem de cobertura vegetal, essa constatação é interessante quando se almeja um sistema conservacionista, que, segundo PRADO et al. (2002), preconiza mínimo de 30% de cobertura para preparo reduzido e

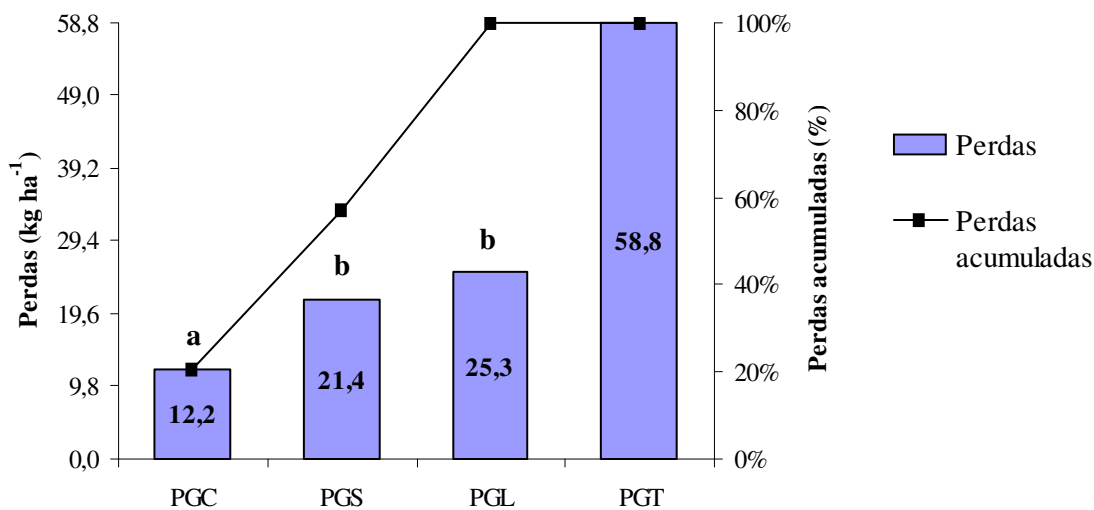
de 85% para sistema plantio direto. Para a umidade, essa distribuição não é viável, pois valores elevados no momento da colheita podem prejudicar a eficiência dos mecanismos internos da colhedora, uma vez que a maior umidade faz com que haja maior coesão entre o grão e o restante da planta, dificultando sua retirada das vagens.

Para as perdas por deficiência na altura de corte (PGC) e no sistema de trilha (PGS), houve maior concentração de pontos em torno de valores menores que a média (coeficientes de assimetria e curtose positivos), significando que a maioria dos valores estava abaixo da média. Entretanto, percebe-se grande variabilidade dos dados, constatada pelos elevados valores de amplitude, desvio-padrão e coeficiente de variação. Em especial para PGS, nota-se maior afastamento entre a média e a mediana, explicado pelo alto valor da amplitude, aumentando, assim, o valor da média. Esse fato demonstra, na prática, que não houve uniformidade nas perdas, ora era praticamente nula, ora, em sua maioria, próxima à mediana, e ora extremamente elevada.

TABELA 1. Análise estatística para umidade dos grãos (U, %), cobertura vegetal (C.V., %), perdas de grãos (kg ha^{-1}) por deficiência na altura de corte (PGC), sistema de trilha (PGS), sistema de limpeza (PGL) e total (PGT). **Statistical analysis for grain moisture (u, %) crop residue cover (C.V., %), grain losses (kg ha^{-1}) by deficiency in cut height (PGC), threshing system (PGS), cleaning system (PGL) and total (PGT).**

	Média	Mediana	Amplitude	Desvio-padrão	Coeficientes			Teste*
					Variação(%)	Assimetria	Curtose	
U	17,4	17,5	3,4	0,6	3,7	-1,97	5,37	A
C.V.	80,0	86,0	60,0	15,0	18,8	-1,24	0,98	A
PGC	12,2	10,8	33,0	8,8	72,4	0,91	0,19	A
PGS	21,4	16,6	63,7	13,6	63,5	1,29	2,08	A
PGL	25,3	22,6	38,9	9,2	36,2	0,55	-0,15	N
PGT	58,8	58,7	105,4	23,0	39,2	0,71	0,71	N

*N: distribuição de frequência normal pelo teste de Anderson-Darling ($p>0,05$); A: distribuição assimétrica.



Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

FIGURA 1. Perdas na colheita mecanizada de soja por deficiência na altura de corte (PGC), sistema de trilha (PGS), sistema de limpeza (PGL) e total (PGT). **Soybean mechanized harvest losses by deficiency in cut height (PGC), threshing system (PGS), cleaning system (PGL) and total (PGT).**

A perda devida ao sistema de limpeza (PGL) apresentou distribuição normal, com variação mais uniforme, pois seu desvio-padrão e sua amplitude não foram elevados em relação à média, apresentando, ainda, o menor coeficiente de variação para as variáveis de perdas.

Para a perda de grãos total (PGT), a distribuição de frequências também foi normal, representando que ocorreu concentração dos valores ao redor da média, por sua vez próxima da mediana, com amplitude não muito elevada. O coeficiente de curtose positivo para PGT demonstra que as perdas tendem a se concentrar em torno da média, e o coeficiente de assimetria também positivo indica que houve tendência de aumento das perdas.

A perda de grãos por deficiência na altura de corte (PGC) representou 21% da perda total (PGT), enquanto as perdas no sistema de trilha (PGS) e de limpeza (PGL) corresponderam a 36 e 43%, respectivamente (Figura 1). A menor proporção de perda constatada em PGC pode ser explicada pelo fato de a colhedora possuir sistema de controle automático da altura de corte da plataforma, o que reduz a possibilidade de ocorrer o corte ineficiente.

A distribuição da cobertura vegetal (%) pelo mecanismo distribuidor de palha da colhedora manteve-se em processo controlado, como demonstrado na Figura 2, ou seja, dentro dos limites superior e inferior de controle. Para essa variável, a média encontrada foi de 80% de solo coberto, dentro dos limites estabelecidos. Percebe-se que até o ponto 21 o comportamento dessa variável é mais estável, comprovado pelos baixos valores de amplitude, com a maioria dos pontos superiores à média. A partir desse ponto, houve alta variabilidade entre os pontos, causando certa instabilidade ao processo, porém não suficiente para torná-lo fora de controle. Esse fato pode estar relacionado com a declividade da área de estudo, que a partir do vigésimo ponto foi mais acentuada, ou ainda com o tempo decorrido desde o início da operação, que pode ter afetado o rendimento operacional da colhedora em função da quantidade de material colhido.

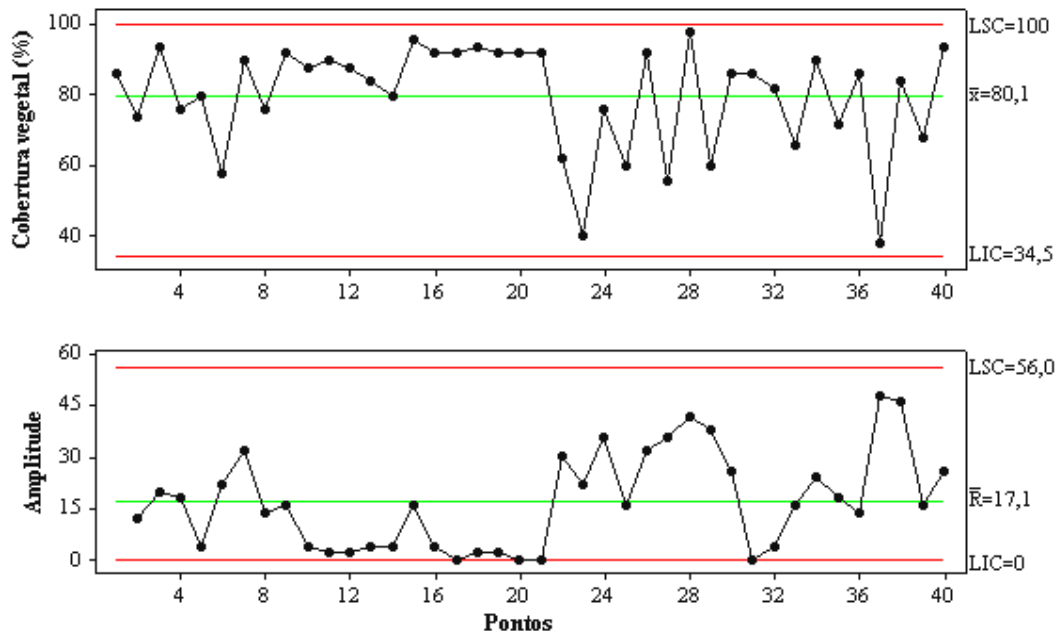


FIGURA 2. Carta de controle para cobertura vegetal (%) após a colheita mecanizada da soja.
Control chart for crop residue cover (%) after soybean mechanized harvest.

Para as médias de perda de grãos total (Figura 3), a distribuição apresentou comportamento instável, considerado fora de controle, pois, entre os pontos 5 e 6, a amplitude observada ultrapassou o limite superior de controle, indicando que causas especiais de variação interferiram no processo, refletindo diretamente sobre o ponto 6, que atingiu perda superior ao LSC, devido à alta variação em relação ao ponto anterior.

A amplitude também foi elevada entre os pontos 31 e 32, acima do LSC, porém, se analisada a carta para os valores individuais para os mesmos pontos, não há evidência de que estejam fora de controle, pois essa variação ficou dentro dos limites de controle, destacando-se, assim, a importância da análise para a amplitude entre os pontos. Nota-se, ainda, que, para o ponto 30, a perda encontrada extrapolou o LSC, que já era elevada para o ponto 29 (acima de 90 kg ha^{-1}), e com acréscimo de aproximadamente 30 kg ha^{-1} , demonstrou variação devido a causas não inerentes ao processo.

A média geral da perda total ($58,8 \text{ kg ha}^{-1}$) apresentou valor muito próximo ao limite superior especificado (LSE) para essa variável (60 kg ha^{-1} , recomendado por COSTA & TAVARES (1995)), representando que a perda média de grãos se encontra tolerável para a cultura da soja.

Entretanto, destaca-se a presença de causas não inerentes ao processo, causando alta variação entre os pontos avaliados, que tornaram o processo fora de controle. Essas causas podem estar associadas à topografia da área, experiência do operador, tempo decorrido da operação ou, ainda, ao comportamento dinâmico da cultura durante seu desenvolvimento, entre outros.

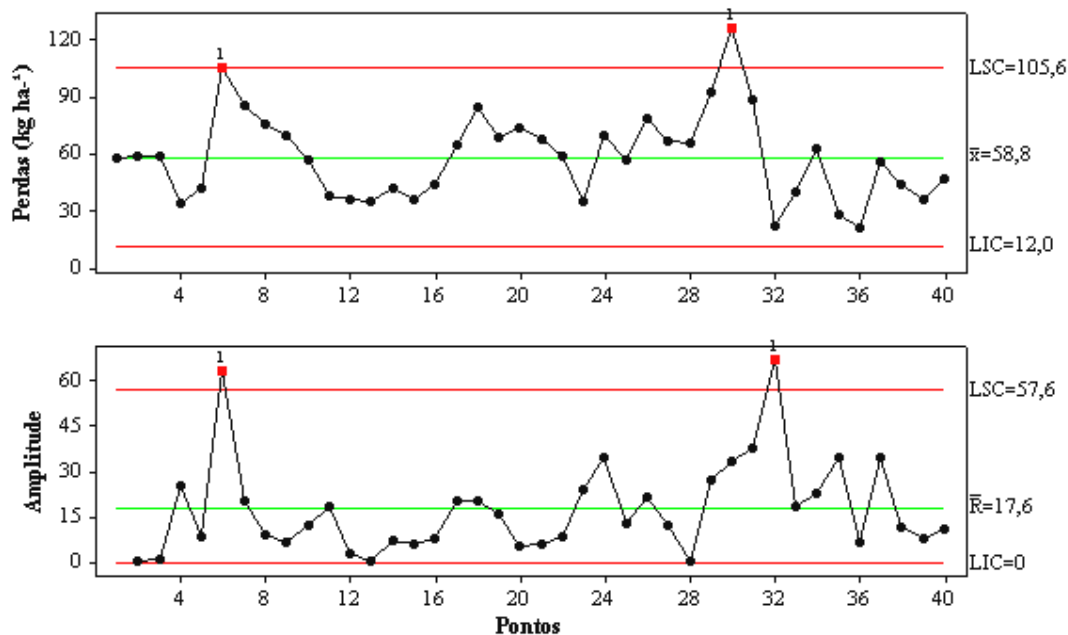


FIGURA 3. Carta de controle para perda total de grãos na colheita mecanizada de soja (PGT, kg ha^{-1}). **Control chart for total grain losses in soybean mechanized harvest (PGT, kg ha^{-1}).**

A partir da perda total de grãos, teve-se o objetivo de classificar a origem dessas em função dos mecanismos internos da colhedora, para auxiliar na identificação das causas especiais de variação. Assim, nas Figuras 4; 5 e 6, estão representadas as perdas por deficiência na altura de corte (PGC), no sistema de trilha (PGS) e no sistema de limpeza da colhedora (PGL).

Para PGC, percebe-se alta variação ascendente entre os pontos 5 e 6, relatada na carta para amplitude entre os pontos, afetada por alguma causa não inerente ao processo, contribuindo diretamente para o aumento da perda total no ponto 6.

A variação constatada entre os pontos 17 e 18 apresentou valor superior ao LSC, assim como a descrita para os pontos 5 e 6; em ambos os casos, esse alto valor da amplitude não afetou a carta para os valores individuais de perda, mas, mesmo assim, tornam o processo fora de controle estatístico. A amplitude entre os pontos 17 e 18, mesmo acima da média para PGC e representando 39% da perda total (PGT) no ponto 18, não interferiu para que a PGT ultrapassasse os limites de controle, pois as perdas no sistema de trilha e de limpeza (PGS e PGL) foram moderadas em relação à PGT, mascarando a perda por deficiência na altura de corte.

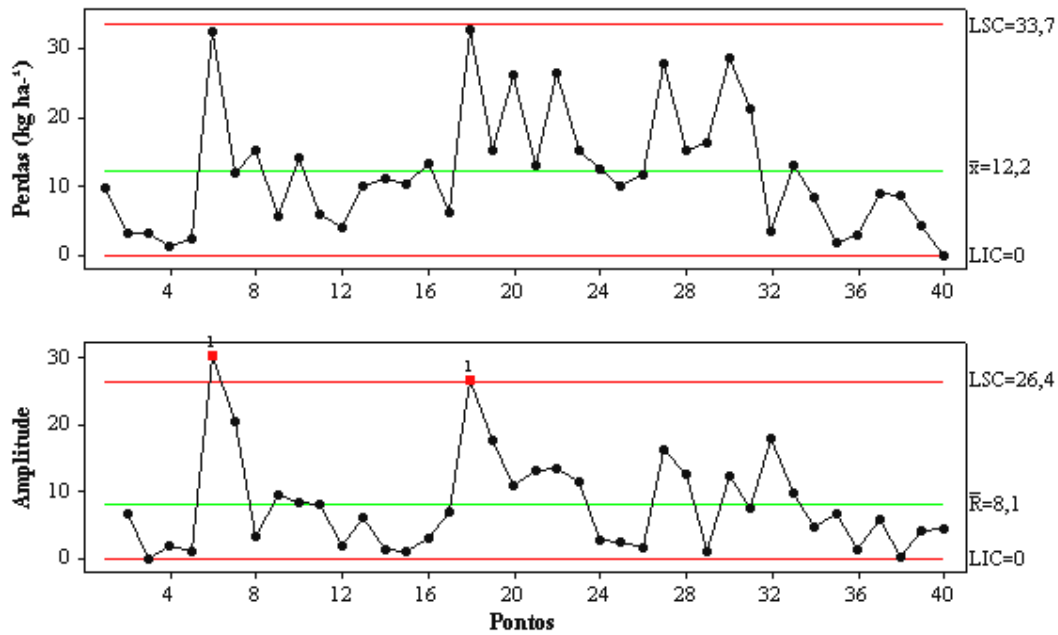


FIGURA 4. Carta de controle para perda de grãos de soja por deficiência na altura de corte da plataforma (PGC, kg ha⁻¹). **Control chart for soybean grain losses by deficiency in cut height (PGC, kg ha⁻¹).**

A perda devida ao sistema de trilha da colhedora, apresentada na Figura 5, também demonstrou processo instável, fora de controle, em função de a amplitude entre os pontos 30 e 31 ultrapassar o LSC, pois o ponto 30 apresenta PGS superior a 65 kg ha⁻¹, enquanto o ponto 31 tem perda próxima da média (21,4 kg ha⁻¹), obtendo, assim, amplitude superior a 40 kg ha⁻¹, diferença que pode estar relacionada com as posições assumidas pelos pontos na área.

Vale ressaltar o comportamento demonstrado nos pontos 5 e 6, semelhante ao demonstrado em PGT e em PGC, porém, nesse caso, não ultrapassando os limites de controle em função da média e do desvio-padrão mais elevados para PGS.

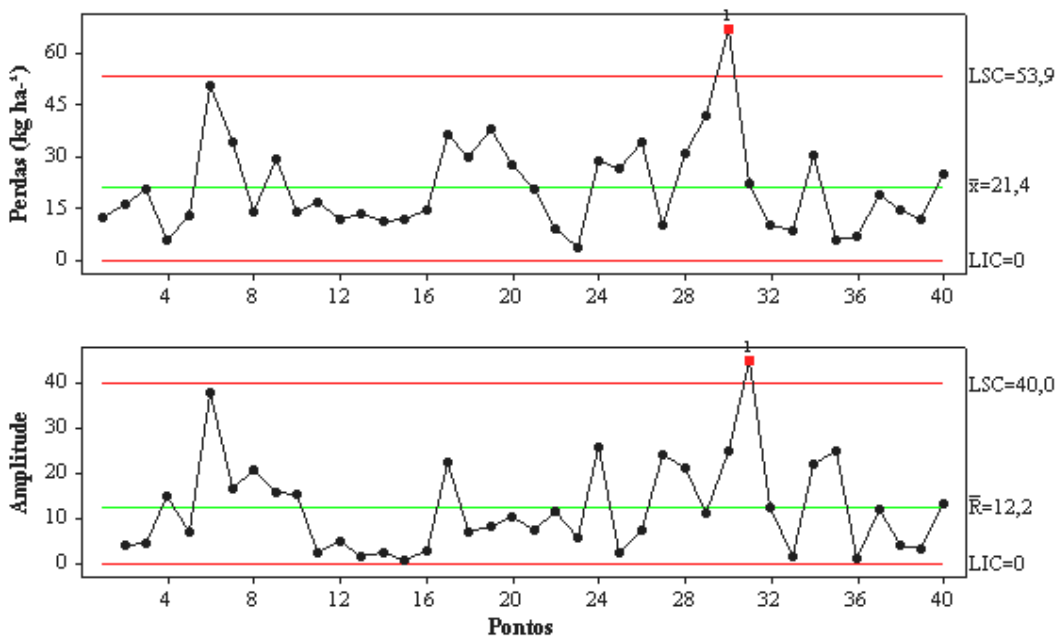


FIGURA 5. Carta de controle para perda de grãos de soja pelo sistema de trilha (PGS, kg ha⁻¹). **Control chart for soybean grain losses by threshing system (PGS, kg ha⁻¹).**

Analisando a carta de controle para a amplitude entre os pontos em PGL (Figura 6), percebe-se o agrupamento dos dados em torno da média, exceto para a amplitude entre os pontos 31 e 32, causando aumento da amplitude média e do desvio-padrão, tornando o processo fora de controle. Pela carta, para as observações individuais em PGL, nota-se redução acentuada da perda entre os pontos 31 e 32, evidenciando a elevada amplitude, porém dentro dos limites de controle. Nessa carta, o ponto 8 apresentou perda superior ao LSC, devido a causas especiais de variação, não identificadas no processo. Nota-se que a perda no ponto 7 já se encontrava elevada e com acréscimo para o ponto 8, a perda ultrapassou o limite de controle, reduzindo-se a partir desse ponto.

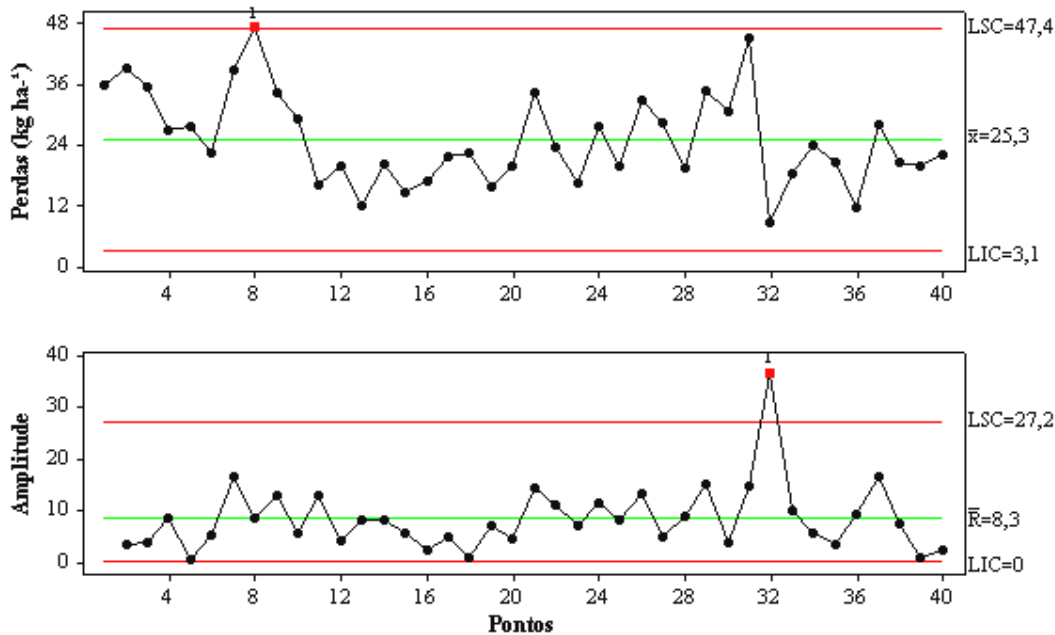


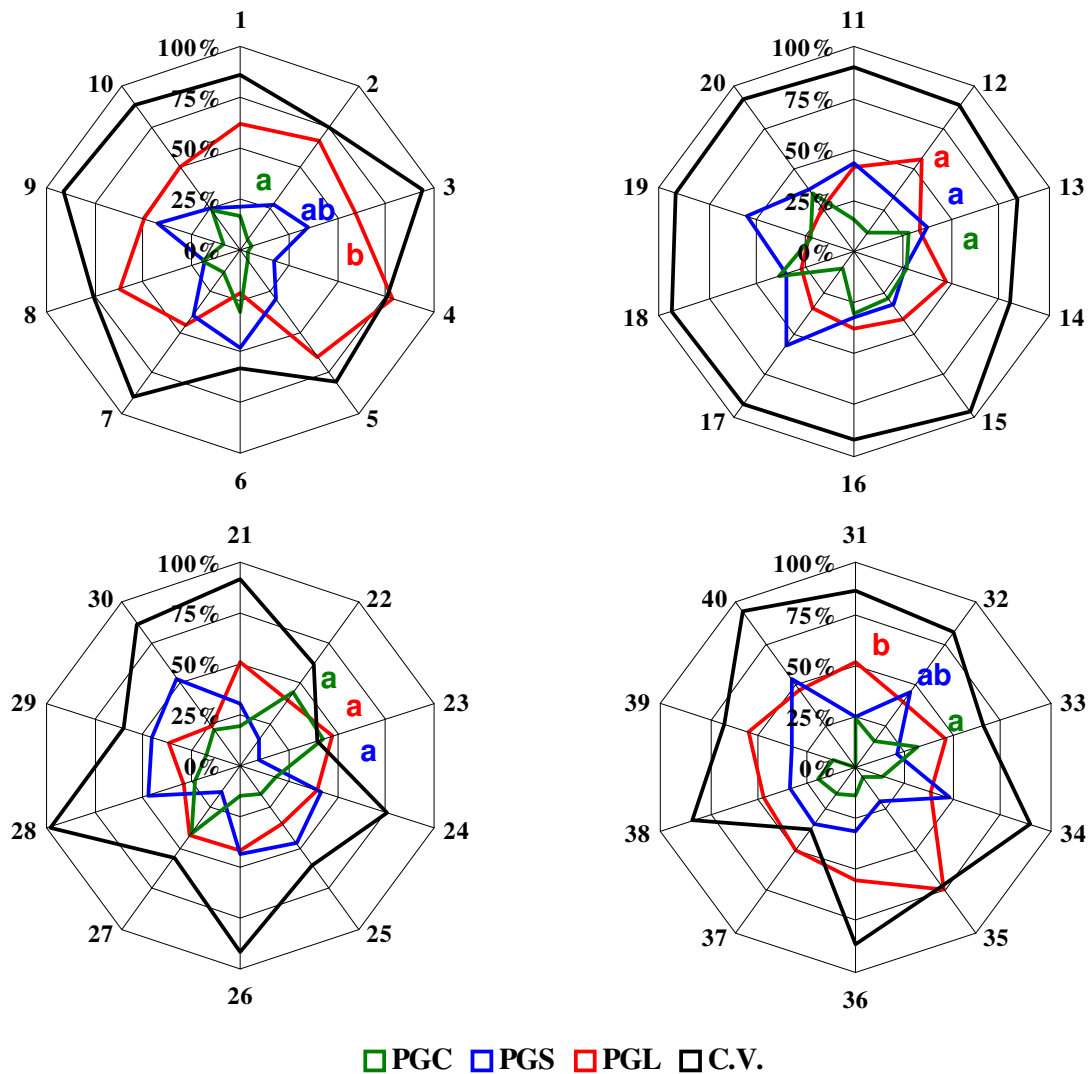
FIGURA 6. Carta de controle para perda de grãos de soja pelo sistema de limpeza (PGL, kg ha⁻¹).
Control chart for soybean grain losses by cleaning system (PGL, kg ha⁻¹).

Na Figura 7, é apresentada a contribuição em porcentagem das perdas PGC, PGS e PGL em relação à PGT e à cobertura vegetal para cada um dos 40 pontos avaliados, em que as linhas com direção radial representam os pontos e as tangenciais a escala em porcentagem. Optou-se pela subdivisão dos pontos em quatro grupos, nos quais o fator comum foi a cota altimétrica em que se encontravam, para verificar as possíveis diferenças entre as variáveis.

A perda total de grãos nos pontos de 1 a 10 sofreu menor influência da perda causada por deficiência na altura de corte, que não diferiu significativamente da causada pelo sistema de trilha, por sua vez semelhante à perda no sistema de limpeza, que apresentou a média mais elevada. A contribuição percentual de PGL é nitidamente visualizada em quase todos os pontos (exceto 6 e 7) e sempre superior a 50% de PGT. Para o ponto 8, que extrapolou LSC na carta de PGL, a contribuição dessa perda foi de 62%, enquanto para PGC e PGS foram, respectivamente, 20 e 18% de PGT (76,7 kg ha⁻¹). No ponto 6, a diferença entre as contribuições de cada perda em PGT é menos acentuada, com PGL correspondendo à menor porcentagem, e PGS, à maior (48 e 21%); nesse ponto, a PGT foi elevada (106,2 kg ha⁻¹), causando a ausência de controle.

Para os pontos de 11 a 20, a distribuição das perdas foi similar em todos os pontos, com leve tendência de serem maiores em PGL de 11 a 16, e superiores em PGS para 17 a 20. Nos pontos de 21 a 30, o comportamento das perdas também foi semelhante, com ressalva para o ponto 30, em que PGS foi superior a 50% de PGT, sendo PGC e PGL próximos a 25%. A perda total nesse ponto foi a mais elevada encontrada na área, atingindo 127 kg ha⁻¹, fazendo com que esse ponto ultrapassasse o limite de controle na carta de PGS e, conseqüentemente, afetando a carta de PGT, que também esteve fora de controle nesse ponto. Finalmente, para os pontos 31 a 40, o comportamento para

PGC, PGS e PGL, em relação a PGT, foi o mesmo relatado para os dez primeiros pontos, nos quais PGS não diferiu da menor média (PGC) nem da maior (PGL).



Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

FIGURA 7. Percentual de contribuição das perdas PGC, PGS e PGL na perda total de grãos (PGT) e de cobertura vegetal (C.V.) em cada ponto. **Contribution percentage of losses PGC, PGS and PGL on total grain losses (PGT) and of crop residue cover (C.V.) in each point.**

Nos pontos 1 a 10 e 11 a 20, a distribuição da cobertura vegetal apresentou comportamento mais homogêneo entre os pontos; excetuando-se o ponto 6, todos os pontos apresentaram percentual de cobertura do solo superior a 75%. Para os pontos restantes, a cobertura vegetal teve maior variação entre os pontos, o que é comprovado na carta de controle (Figura 2), com valor mínimo encontrado para o ponto 37 (38%) e máximo para o ponto 28 (98%).

CONCLUSÕES

A distribuição de cobertura vegetal após a colheita mecanizada manteve-se em processo controlado, porém apresentou tendência à maior variabilidade a partir do vigésimo ponto, que pode ter sido influenciada pelo relevo mais inclinado.

A alta variabilidade da perda de grãos tornou o processo de colheita fora de controle, necessitando de melhorias para o aumento da qualidade da operação, pois não há regularidade na distribuição dos dados.

A utilização das cartas de controle foi eficiente na identificação dos pontos fora de controle e na avaliação da qualidade do processo de colheita.

REFERÊNCIAS

- CAMPOS, M.A.O.; SILVA, R.P.; CARVALHO FILHO, A.; MESQUITA, H.C.B.; ZABANI, S. Perdas na colheita mecanizada de soja no Estado de Minas Gerais. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.25, n.1, p.207-13, 2005.
- COSTA, N.P.; TAVARES, L.C.V. Fatores responsáveis pelos elevados percentuais de perdas de grãos durante a colheita mecânica de soja. *Informativo ABRATES*, Brasília, v.5, n.1, p.17-25, 1995.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1999. 412 p.
- LAFLEN, J. M.; AMEMIYA, A.; HINTZ, E. A. Measuring crop residue cover. *Soil and Water Conservation*, Washington, v.36, n.6, p.341-3, 1981.
- MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P.; MANTOVANI, E.C.; ANDRADE, J.G.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 da soja, do milho e do arroz*. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1998. p.19-22.
- MILAN, M.; FERNANDES, R.A.T. Qualidade das operações de preparo do solo por controle estatístico de processo. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.59, n.2, p.261-6, 2002.
- PECHE FILHO, A.; SUGISAWA, J.M.; MILAN, M.; FRANCO, F.N.; SOUZA, A.B.M. Análise da cobertura de solo produzida por colheita mecanizada de milho (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 34., 2005, Canoas. *Anais...* Jaboticabal: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2005. 1 CD-ROM.
- PINHEIRO NETO, R.; GAMERO, C.A. Efeito da colheita mecanizada nas perdas quantitativas de grãos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Energia na Agricultura*, Botucatu, v.14, n.1, p.69-81, 1999.
- PORTELLA, J.A. *Colheita de grãos mecanizada: implementos, manutenção e regulagem*. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000. 190 p.
- PRADO, R.M.; NATALE, W.; FURLANI, C.E.A. *Manejo mecanizado de atividades para implantação de culturas*. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2002. 99 p. (Série Engenharia Agrícola).
- SILVA, S.S.S. *Logística aplicada à colheita mecanizada de cereais*. 2004. 148 f. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- SUGISAWA, J.M. *Diagnóstico da condição tecnológica, sob a ótica da qualidade, das operações mecanizadas da cultura do trigo em sistema plantio direto*. 2004. 110 f. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- SUGISAWA, J.M.; FRANCO, F.N.; SILVA, S.S.S.; PECHE FILHO, A. Qualidade de aplicação de herbicida em lavoura de trigo. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.27, n. esp., p.41-7, 2007.