

ANÁLISE DE CAPABILIDADE DO PROCESSO DE SEMEADURA DA CULTURA DO MILHO DE SEGUNDA SAFRA

ARCOVERDE, Sálvio Napoleão Soares¹
CORTEZ, Jorge Wilson¹
SOUZA, Cristiano Márcio Alves de¹

Recebido em: 2016.06.18

Aprovado em: 2017.02.20

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.1696

RESUMO: O uso de métodos estatísticos de controle de qualidade em processos agrícolas tem se mostrado eficiente para detecção de variabilidade no decorrer da operação. Considerando-se que o processo de semeadura do milho está sujeito a causas de variabilidade que influenciam aspectos do desenvolvimento da cultura, objetivou-se avaliar a capacidade do processo de semeadura da cultura do milho de segunda safra feita por semeadora-adubadora pneumática, por meio da análise de capacidade do processo. A coleta de dados ocorreu no município de Dourados (MS) em área de aproximadamente 33 ha, utilizando-se malha amostral composta de 69 pontos distribuídos na área com duas amostras a cada 0,5 ha. Determinaram-se a quantidade de plântulas emergidas e a distância entre plantas, a fim de calcular o estande de plantas e a porcentagem de espaçamentos normais, falhos e duplos. Realizou-se análise descritiva e averiguação da normalidade dos dados e, posteriormente, análise de capacidade do processo. Ocorreu uniformidade para estande e distribuição longitudinal de plantas em espaçamentos normais abaixo da meta de 90%. A análise de capacidade indica baixa capacidade do processo de semeadura do milho, visto que a semeadora-adubadora pneumática não atingiu as metas estabelecidas para os indicadores, sugerindo necessidade de monitoramento da operação.

Palavras-chave: Distribuição longitudinal de sementes. Processos agrícolas. Semeadora-adubadora.

CAPABILITY ANALYSIS OF SEEDING PROCESS OF OFF-SEASON CORN

SUMMARY: The use of capability analysis in agricultural processes has proved to be efficient for the detection of data variability during an operation. Considering that the seeding process is subject to sources of variability that influence aspects of initial development of corn, the objective of this work was to evaluate the capacity of the sowing process of off-season corn done by pneumatic seeder, using capability analysis. The collect of data was done in Dourados city (MS, Brazil), in an area around 33 ha, using a sample mesh composed of 69 points distributed in the area with two samples per 0.5 ha. The number of emerged seedlings and the distance between plants were measured to determine the plant stand and the percentage of normal, faulty and double spacings. The descriptive analysis and verification of the normality of the data were done, then the capacity analysis was performed. The stand uniformity and longitudinal distribution data were lower than the normal spacing considered satisfactory in corn planting. Capability analysis indicates low capacity to control the corn seeding process, being that the precision seeder did not reached the goal for the planting indicators, suggesting the need to monitor the operation more closely.

Keywords: Seed longitudinal distribution. Agricultural processes. Seeder-fertilizer.

INTRODUÇÃO

A semeadura do milho de segunda safra tem aumentado no Brasil e, de modo significativo no Mato Grosso do Sul, onde os rendimentos advindos dessa modalidade de exploração são iguais ou superiores aos obtidos nos cultivos em época normal (SILVA et al., 2012). Contudo, a elevada variabilidade espacial e temporal de aspectos relacionados ao desenvolvimento da cultura influenciam a população e a distribuição de plantas e, conseqüentemente, a produtividade (SILVA et al., 2012; VIAN et al., 2016).

¹ UFGD

Eventos meteorológicos ocorridos durante a semeadura (elevada umidade do solo associada a baixas temperaturas, desfavoráveis à germinação e ao desenvolvimento da plântula) e o erro associado à distribuição de sementes pela semeadora, podendo ser a deposição das sementes e a profundidade destas, prejudica o estande inicial e o estabelecimento das plantas na lavoura (VIAN et al., 2016).

Nesse sentido, a uniformidade de distribuição longitudinal de sementes, que pode ser avaliada pelo coeficiente de variação geral de espaçamentos e percentagem de espaçamentos normais, falhos e duplos, é essencial para um estande adequado de plantas e, conseqüentemente, para a melhoria da produtividade das culturas (SANTOS et al., 2011; SANGOI et al., 2012). Para tanto, são utilizadas semeadoras com dosadores de precisão, que depositam sementes em densidade de semeadura pré-estabelecida de acordo com a recomendação da cultura (DIAS et al., 2014). Ao contrário das semeadoras convencionais, as pneumáticas usadas em plantio direto ou sucessão de culturas promovem a distribuição uniforme e da colocação adequada para garantir a germinação, desempenha a função de abertura do sulco e descompactação do solo, fazendo o corte da palha e o rompimento do solo na linha de semeadura (SANTOS et al., 2008).

A operação de semeadura do milho realizada por semeadora-adubadora pneumática tem como meta de no mínimo 90% de espaçamentos normais na distribuição longitudinal de sementes (TOURINO et al., 2009; MELO et al., 2013; WEIRICH NETO et al., 2015); no entanto, na prática este resultado dificilmente ocorre, por causa da elevada variabilidade de processos agrícolas, em relação aos fatores matéria-prima, condições meteorológicas, condições de solo, sistemas mecanizados, índices de qualidade de operações agrícolas, qualificação de operadores, entre outros.

A variabilidade em processos agrícolas mecanizados tem sido investigada por meio de ferramentas de qualidade do processo (NORONHA et al., 2011; ALBIEIRO et al., 2012; MELO et al., 2013; VOLTARELLI et al., 2015). Originalmente empregadas em processos industriais, atualmente têm auxiliado o gerenciamento das operações agrícolas, permitindo à identificação de causas naturais e/ou especiais, monitoramento e eliminação das causas de variabilidade do processo.

Neste contexto, mesmo que de modo incipiente, tem se utilizado a análise de capacidade do processo como ferramenta aplicada para análise da estabilidade e variabilidade do processo, bem como sua posição em relação aos limites estabelecidos, sendo, portanto, uma ferramenta importante para identificação de causas de variabilidade do processo, auxiliando a tomada de decisão (VOLTARELLI et al., 2015).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a capacidade do processo de semeadura da cultura do milho de segunda safra por semeadora-adubadora pneumática. Especificamente avaliar o estande e a distribuição longitudinal de plantas de milho, por meio da estatística clássica e análise de capacidade do processo.

MATERIAL E MÉTODO

Caracterização da área de estudo

A coleta de dados foi realizada em uma propriedade localizada no município de Dourados, MS, com localização geográfica definida entre as coordenadas 22°24' latitude sul e 55°02' longitude oeste e altitude média de 434 metros. O clima é do tipo Cwa (mesotérmico úmido, verões quentes e invernos secos), segundo a classificação de Köppen. O solo da área foi classificado como sendo Latossolo Vermelho distroférico.

Na fazenda cultiva-se como cultura de verão soja (*Glycine max*) e inverno milho (*Zea mays*), em um sistema de sucessão de culturas sem revolvimento do solo, no qual a semeadura direta sobre a palha vem sendo adotada por mais de 20 anos. O trabalho foi conduzido em uma área de aproximadamente 33 hectares.

A área foi semeada no mês de fevereiro de 2016, utilizando-se como cultivar um híbrido simples modificado (AG-9030) com 95% de pureza e 85% de germinação. Na semeadura foi utilizado um trator 4x4 New Holland, modelo NEF™ de potência no motor de 134 kW (182 cv), pneus traseiros R1 24.5-32 e dianteiros 18.4-26, e massa de 6.725 kg. Utilizou-se a semeadora-adubadora de precisão da marca John Deere, modelo 1113, equipada com 12 unidades de semeadura com mecanismos sulcadores tipo haste para adubo e discos duplos defasados para sementes e com mecanismo dosador de sementes pneumático a vácuo com 30 furos. A mesma foi regulada para distribuir 5 sementes de milho por metro, na profundidade de 0,05 m, com velocidade de 8,0 km h⁻¹.

Coleta de dados

Para as avaliações foi utilizada uma malha amostral composta de 69 pontos amostrais distribuídos na área com duas amostras a cada 0,5 hectares, totalizando 138 observações. Em cada observação foi determinado o estande de plantas por metro por meio da coleta de uma amostra do número de plântulas de milho emergidas em dois metros consecutivos, bem como realizada a avaliação de distribuição longitudinal ou uniformidade de espaçamentos entre plântulas do milho com auxílio de trena graduada com a precisão de 0,05 m.

Deste modo, determinaram-se a porcentagem de espaçamentos normais, falhos e duplos de acordo com a norma de KURACHI et al. (1989), considerando-se o valor do espaçamento de referência (Xref) igual a 0,217 m calculado de acordo com a regulação da semeadora-adubadora para a operação (Tabela 1).

Tabela 1. Espaçamentos normal, falho e duplo adotados em função do espaçamento de referência (Xref) durante a regulação da semeadora-adubadora pneumática para a operação.

Espaçamento (X)		
Normal (m)	Falho (m)	Duplo (m)
$0,5 < X_{ref} \leq 1,5$	$> 1,5 \text{ vez o } X_{ref}$	$\leq 0,5 \text{ vez o } X_{ref}$
$0,108 < X \leq 0,325$	$X > 0,325$	$X \leq 0,108$

Fonte: Elaborado pelo Autor

Análise dos dados

Primeiramente, os dados foram analisados por meio da estatística descritiva, para permitir à visualização geral do comportamento dos dados, além de verificada a normalidade dos mesmos utilizando o teste de Anderson-Darling. Posteriormente, realizou-se a análise de capacidade do processo, a qual foi representada por um histograma, utilizado para verificar a normalidade dos dados e uma tabela de índices de capacidade, utilizados para calcular a quantidade de defeitos ou produtos fora das especificações que o processo poderá produzir, sem e com a remoção das causas não inerentes, quando houver (TOLEDO, 2008).

Os limites inferior e superior especificados (LIE e LSE) e a meta (alvo) a ser atingida são representados graficamente pelas linhas verticais no histograma de capacidade. Comparando o

histograma com estas linhas, podem-se verificar a quantidade de observações próximas à meta e as observações que se encontram dentro dos limites especificados (TOLEDO, 2008).

Assim, para este tipo de análise foram aplicadas metas (alvos) para o estande de plantas e distribuição longitudinal de plântulas durante o processo de semeadura. Consideraram-se, portanto, os seguintes limites agrônômicos/mecânicos estabelecidos baseados nas recomendações de campo ou de projeto (Tabela 2): estande de plantas (LIE = 4 plantas m^{-1} e LSE = 6 plantas m^{-1}), distribuição longitudinal para semeadora-adubadora pneumática de no mínimo 90% de espaçamentos normais, que foi estipulado como LIE (limite inferior específico); e os espaçamentos falhos e duplos foram considerados como LSE (limite superior específico) de 20% (Tabela 2).

Tabela 2. Limites especificados inferior (LIE) e superior (LSE), e alvos para estande e distribuição longitudinal de plântulas de milho para uma semeadora-adubadora pneumática.

Parâmetros	Estande (plantas m^{-1})	Normal (%)	Falho (%)	Duplo (%)
LIE	4,0	90	0	0
Alvo	5,0	95	10	10
LSE	6,0	100	20	20

Fonte: Elaborado pelo Autor

Os índices calculados pela análise de capacidade são adimensionais podendo ser usados para comparar a capacidade de diferentes processos. Os índices, conforme TOLEDO (2008) são: C_p = índice de capacidade potencial; C_{pk} = índice de capacidade potencial mínimo; P_p = índice de capacidade geral; P_{pk} = índice de capacidade mínimo geral; C_{pm} = índice de capacidade em relação à meta. O índice de capacidade admitido para a análise do processo foi de 1,33, sendo o mínimo admissível para prever se um processo é capaz de produzir resultados satisfatórios.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Para o estande de plantas observa-se que a média e a mediana encontram-se próximas, e apesar de os valores do desvio padrão (DP) e do coeficiente de variação (CV) serem baixos, a distribuição dos dados foi assimétrica com coeficiente de assimetria (C_s) positivo (Tabela 3). SANGOI et al. (2012), avaliando os efeitos da variabilidade na distribuição espacial de plantas de milho na linha em dois espaçamentos entrelinhas, mantendo-se constante a densidade de semeadura, verificaram decréscimo do número de grãos produzidos por metro quadrado, com o aumento de 10% no coeficiente de variação (CV).

Tabela 3. Estatística descritiva para o estande de plantas por metro e para as variáveis relacionadas à distribuição longitudinal da semeadora-adubadora pneumática. **(Continua)**

Parâmetros	Estande (plantas m^{-1})	Normal (%)	Falho (%)	Duplo (%)
Média	4,57	84,10	10,99	4,91
DP	0,52	14,02	11,00	8,07
CV (%)	11,41	16,67	100,09	164,32
Mediana	4,50	88,89	11,11	0,00

Tabela 3. Estatística descritiva para o estande de plantas por metro e para as variáveis relacionadas à distribuição longitudinal da semeadora-adubadora pneumática. **(Conclusão)**

Parâmetros	Estande (plantas m ⁻¹)	Normal (%)	Falho (%)	Duplo (%)
Mínimo	3,50	37,50	0,00	0,00
Máximo	6,00	100,00	57,14	37,50
Cs	0,33	-1,04	1,11	1,75
Ck	0,07	0,94	1,61	2,88
AD	5,44 ^N	4,62 ^N	6,64 ^N	19,73 ^N

C.V: Coeficiente de Variação; DP: Desvio padrão; Cs: Coeficiente de assimetria, Ck: Coeficiente de curtose; AD: Teste de normalidade de Anderson-Darling (N: Distribuição normal).

Fonte: Elaborado pelo Autor

Observa-se que, ao contrário do espaçamento duplo e normal, o falho apresentou média e mediana relativamente próximas, porém, com elevados índices de DP e CV (Tabela 3). Também pode-se observar maior índice de CV, e média e mediana distantes para a variável espaçamento duplo (Tabela 3). A percentagem de espaçamentos falhos apresentou CV (Tabela 3) semelhante ao obtido por SANTOS et al. (2011), que, embora avaliando a distribuição longitudinal da semeadora-adubadora pneumática em velocidades inferiores de deslocamento, verificaram altos valores de CV.

Os testes de Anderson-Darling indicaram distribuição normal para o estande de plantas e espaçamentos normal, falho e duplo (Tabela 3). Apesar da elevada variabilidade nos dados de espaçamentos falhos e duplos, todos os indicadores de distribuição longitudinal apresentaram valores de Cs e Ck dentro do intervalo de -2 e 2 (Tabela 3), que indica que os dados respeitam uma distribuição normal (ALBIEIRO et al., 2012; MELO et al., 2013; SILVA et al., 2013).

O valor obtido para distribuição normal (84,10%) foi abaixo da capacidade da semeadora pneumática (Tabela 3), que deve ter como meta 90% de espaçamentos normais (TOURINO et al., 2009; MELO et al., 2013; WEIRICH NETO et al., 2015). A distribuição falha também não atingiu a meta para a distribuição longitudinal de sementes de 10%, apesar de obter valor pouco superior (Tabela 2). A distribuição dupla, por sua vez, apresentou-se dentro da meta de 10% (Tabela 3). Desta forma, segundo critério relatado por TOURINO et al. (2009) a semeadora teve bom desempenho, considerando-se que distribuiu as sementes na faixa de 75 a 90% de espaçamentos normais, e superior ao encontrado por DIAS et al. (2014), que encontraram valores próximos a 80%, avaliando a distribuição longitudinal em quatro mecanismos dosadores pneumáticos de pressão negativa em quatro velocidades periféricas.

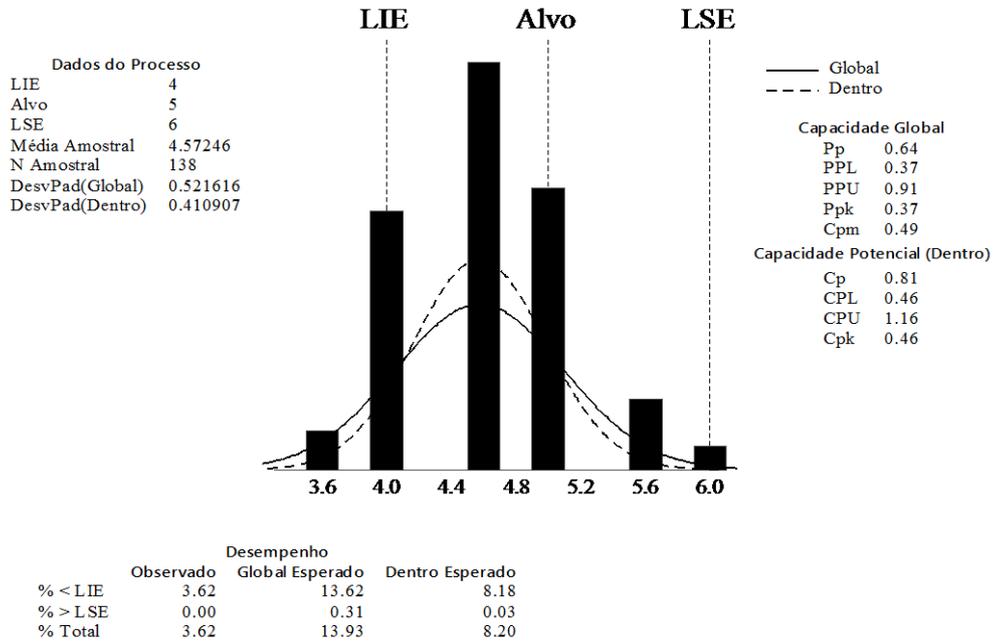
Satisfeitas as condições de normalidade pelo teste de Anderson-Darling para todos os indicadores (Tabela 3), realizou-se a análise de capacidade do processo.

Conforme pode ser observado na Figura 1, os dados de estande de plantas apresentaram valor do índice Cp igual a 0,81, que indica a capacidade baixa do processo, pois quando $C_p < 1,0$ o processo encontra-se como incapaz de gerar resultados satisfatórios e precisa ser revisto, quando Cp entre 1,0 e 1,33, precisa-se melhorar a inspeção do processo para ser capaz de produzir melhores resultados, e quando $C_p > 1,33$ o processo é capaz de produzir resultados satisfatórios. Desse modo, o processo de semeadura precisa ser reavaliado, por meio da inspeção e adequada regulação para uma nova operação (CORTEZ et al., 2013).

O Cpk considera a localização do processo e indica a diferença do centro da distribuição normal e a especificação. Se $C_p = C_{pk}$, o processo está centrado no ponto médio das especificações. Quando $C_{pk} < C_p$, o processo está descentralizado, como pode ser observado na Figura 1. Ainda se $C_{pk} < 0$ (negativo)

indica que a média está fora dos limites de especificação.

Figura 1. Análise de capacidade do processo para estande de plantas (plantas m⁻¹) de uma semeadora pneumática. LIE: limite inferior especificado; LSE: limite superior especificado; DesvPad (Global): desvio padrão global; DesvPad (Dentro): desvio padrão dentro (por subgrupo).



Fonte: Elaborado pelo Autor

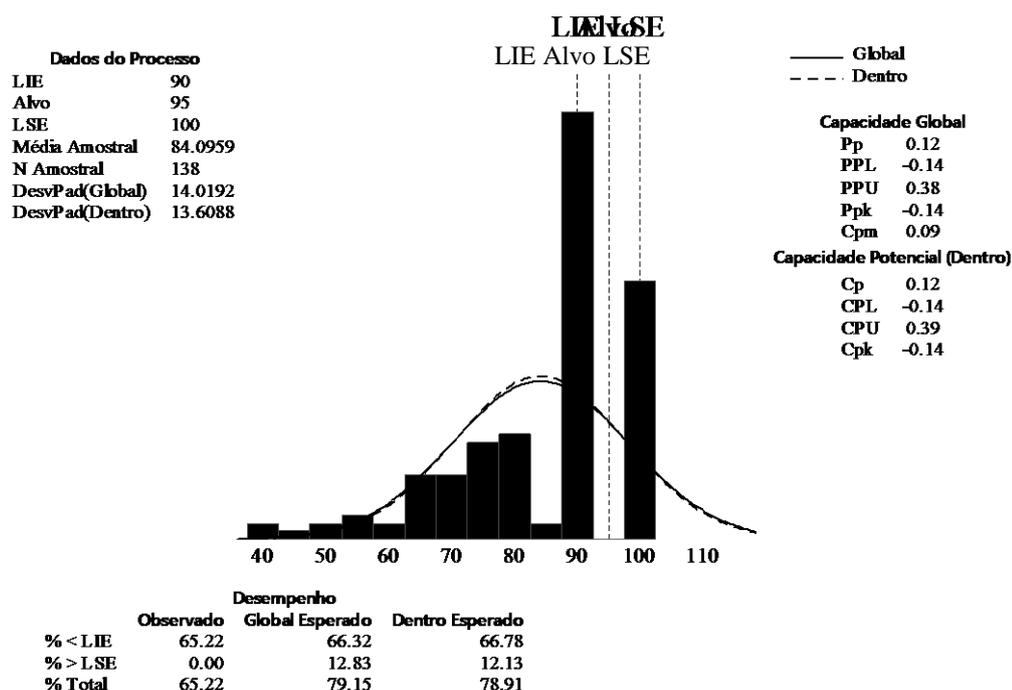
Os índices de desempenho (Pp e Ppk) calculados pelas mesmas fórmulas de Cp e Cpk, considerando nas fórmulas o desvio padrão dos dados considerados individualmente, enquanto que Cp e Cpk considera o desvio padrão do subgrupo (dentro). Os índices de desempenho se relacionam mais com a qualidade do processo produtivo e devido aos baixos valores, o processo foi considerado de baixa qualidade. Assim, o valor de 0,64 para o índice Pp (Figura 1) é um indicativo de que o processo não foi capaz de produzir resultados satisfatórios para o indicador estande de plantas (Figura 1).

Para verificação do desempenho geral do processo, verifica-se que 3,62% da distribuição estão abaixo do limite inferior especificado (LIE) (Figura 1), levando-se em conta causas aleatórias (intrínsecas ao processo) e não aleatórias de variação (extrínsecas ao processo). Em contrapartida, os índices de capacidade potencial (CPU) e geral do processo (PPU) em relação ao limite específico superior, são maiores em relação aos mesmos índices considerando-se o limite inferior (CPL e PPL), o que indica que o processo possui o lado direito com maior índice de capacidade em relação ao esquerdo (Figura 1).

Para a análise de espaçamentos normais (Figura 2), observam-se baixos valores de Cp e Cpk, sendo o Cpk < 0 (negativo), o que indica que a média está fora dos limites de especificação e, portanto, o processo é considerado insatisfatório e precisa ser revisto (Figura 2). Quanto à verificação do desempenho geral do processo, este apresentou 65,22% fora do limite inferior especificado (90%) (Figura 2). Mesmo na análise por subgrupo (dentro) e global, os resultados são piores, pois indicam valores fora dos limites de especificação (Figura 2). Além disso, o baixo valor do índice Pp demonstra resultado insatisfatório para espaçamento normal, seguindo as especificações desejadas (Figura 2). Semelhante ao observado para o

Indicador estande de plantas (Figura 2), verificou-se para espaçamento normal maior índice de capacidade para o lado direito em relação ao lado esquerdo (Figura 2).

Figura 2. Análise de capacidade do processo para distribuição longitudinal de plantas em espaçamentos normais (%) de uma semeadora pneumática. LIE: limite inferior especificado; LSE: limite superior especificado; DesvPad (Global): desvio padrão global; DesvPad (Dentro): desvio padrão dentro (por subgrupo).



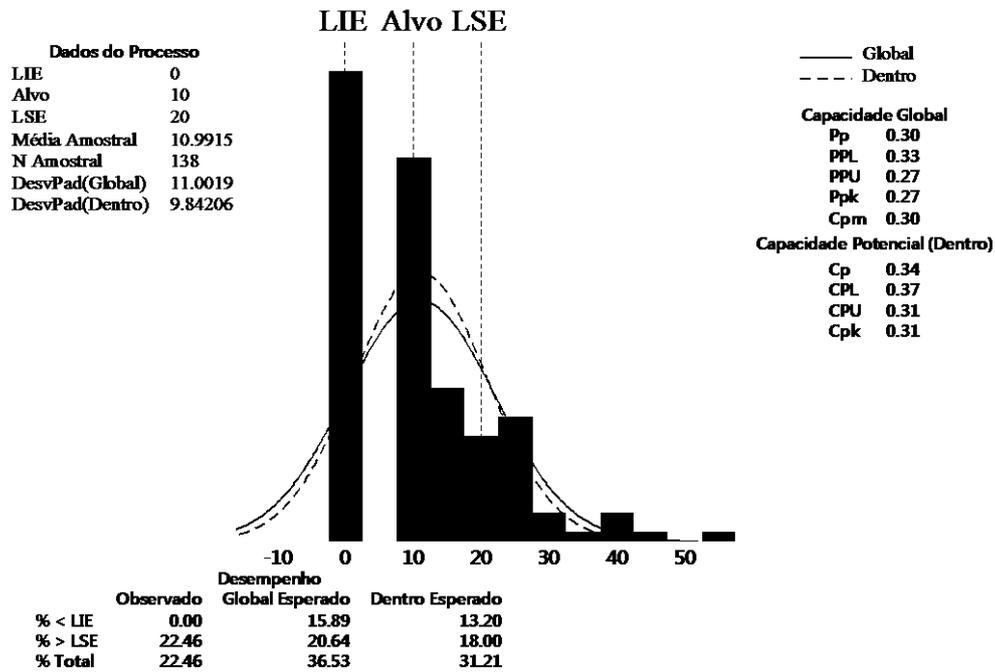
Fonte: Elaborado pelo Autor

Quanto ao indicador espaçamentos falhos (Figura 3), observa-se também baixos valores de Cp e Cpk, com o processo descentralizado já que Cpk é menor que Cp. Os baixos índices Cp e Cpk associado ao valor do índice de desempenho Pp (Figura 3), revelam a baixa capacidade do processo, incapaz de gerar resultados satisfatórios, e que precisa ser revisto.

Ao contrário do indicador espaçamento normal, observou-se para o espaçamento falho maior índice de capacidade do lado esquerdo em relação ao lado direito, visto que os índices de capacidade potencial (CPL) e geral do processo (PPL) em relação ao limite específico inferior são maiores em relação aos mesmos índices considerando-se o limite superior (CPU e PPU) (Figura 3).

Quanto à verificação do desempenho geral do processo, este apresentou 22,46% fora dos limites especificados (Figura 3). Assim como para espaçamento normal, a análise por subgrupo (dentro) e global revelou resultados piores, pois indicam valores fora dos limites de especificação (Figura 3).

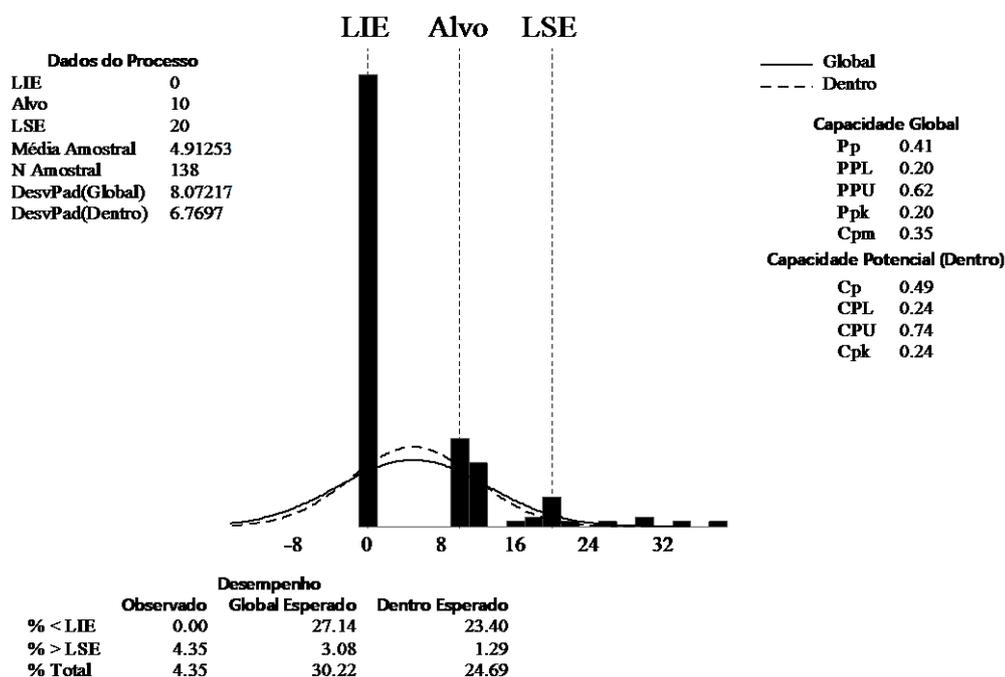
Figura 3. Análise de capacidade do processo para distribuição longitudinal de plantas em espaçamentos falhos (%) de uma semeadora pneumática. LIE – limite inferior especificado; LSE – limite superior especificado; DesvPad (Global): desvio padrão global; DesvPad (Dentro): desvio padrão dentro (por subgrupo).



Fonte: Elaborado pelo Autor

A análise de capacidade para espaçamento duplo também evidenciou baixa capacidade do processo com base nos baixos índices de capacidade (C_p e C_{pk}) e de desempenho (P_p), com o processo descentralizado ($C_{pk} < C_p$), e maior índice de capacidade do lado esquerdo em relação ao lado direito (Figura 4), pois os índices de capacidade potencial (CPL) e geral do processo (PPL) em relação ao limite específico inferior são maiores em relação aos mesmos índices considerando-se o limite superior (CPU e PPU) (Figura 4), semelhante ao resultado obtido para espaçamento falho.

Figura 4. Análise de capacidade do processo para distribuição longitudinal de plantas em espaçamentos duplos (%) de uma semeadora pneumática. LIE – limite inferior especificado; LSE – limite superior especificado; DesvPad (Global): desvio padrão global; DesvPad (Dentro): desvio padrão dentro (por subgrupo).



Fonte: Elaborado pelo Autor

Ressalta-se que, o desempenho do processo somente com causa de variação aleatória para estande de plantas (8,20%), espaçamentos normais (78,91%), falhos (31,21%) e duplos (24,69%) fora dos limites especificados (Figura 1, 2, 3 e 4, respectivamente), revela que a tomada de decisão para diagnosticar e eliminar as causas não aleatórias (extrínsecas) decorrentes do processo que atuam com 13,93%, 79,15%, 36,53% e 30,22% (Figuras 1, 2, 3 e 4 respectivamente) dos itens fora das especificações deve ser criteriosa, por meio do monitoramento da operação de semeadura a fim de identificar as causas de variação causadas por fatores externos ao processo, sobretudo àquelas relacionadas ao aumento dos espaçamentos falhos, e que reduzem a eficiência de distribuição longitudinal normal da semeadora pneumática.

Estes resultados concordam com Cortez et al. (2013), que avaliaram a capacidade do processo de semeadura pneumática do milho safrinha, considerando as mesmas metas e limites de especificação do presente estudo. No entanto, observaram fora destes limites 87% de espaçamentos normais, 48% de espaçamentos falhos e 40% de espaçamentos duplos, resultados muito inferiores aos encontrados nesta análise.

Weirich Neto et al. (2015), estudando a distribuição de sementes de milho em 30 propriedades rurais por 05 anos consecutivos, destacaram como principais motivos para o aumento do espaçamentos falhos: disco e/ou anel inadequados para a peneira do híbrido, pressão imprópria no sistema pneumático, falta ou excesso de grafite, tratamento de sementes com elevada abrasividade, posicionamento das sementes dentro do sulco, ataque de pragas, umidade do solo, contato solo-semente dificultado pela quantidade de palha no sistema de semeadura direta, umidade do solo inadequada para semeadura, abertura e fechamento do sulco.

Neste estudo, as principais causas de o processo ser considerado de baixa capacidade, ou seja, incapaz de produzir bons resultados, podem ser atribuídas em relação aos fatores máquina, mão de obra e ambiente, em que tal instabilidade pode ser explicada em decorrência do elevado conteúdo de água no solo no momento da semeadura, impurezas no lote de sementes, e pelo fato de que o operador da máquina possa ter, eventualmente, perdido o controle do conjunto mecanizado ou alterado a velocidade bruscamente, afetando a qualidade da operação.

Apesar de sujeita a fontes de variação de difícil controle, na operação de semeadura do milho quando implementado um plano de melhorias que contemple ações de treinamento, monitoramento e acompanhamento da equipe técnica envolvida, torna-se possível obter variação de plantas emergidas entre fileiras, espaçamentos falhos e duplos abaixo de 5%, e, conseqüentemente, alcançar a meta acima de 90% de espaçamentos normais para semeadura da cultura do milho (WEIRICH NETO et al. 2015).

CONCLUSÃO

Existe uniformidade para estande de plantas por metro, estando pouco abaixo da população recomendada.

Os indicadores espaçamentos falhos e duplos apresentam elevada variabilidade, o que reduz a distribuição longitudinal de plantas em espaçamentos normais média (84,10%), que se encontra abaixo da meta de 90% esperada para semeadoras-adubadoras dotadas de dosador pneumático.

Os resultados da análise de capacidade do processo demonstram que a semeadora-adubadora pneumática não atingiu as metas estabelecidas para os indicadores, sugerindo que há necessidade de maior monitoramento da operação de semeadura do milho para identificação e eliminação de causas de variabilidade extrínsecas ao processo, relacionadas aos espaçamentos falhos e duplos.

REFERÊNCIAS

ALBIERO, D. et al. Avaliação da distribuição de sementes por uma semeadora de anel interno rotativo utilizando média móvel exponencial. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 1, p. 86-95, 2012.

CORTEZ, J.W. et al. Capacidade do processo de semeadura do processo do milho safrinha com mecanismo dosador tipo pneumático. In: SEMINÁRIO NACIONAL MILHO SAFRINHA, 12, 2013, Dourados: MS. **Estabilidade e produtividade**. Dourados: UFGD, 2013. Disponível em <<http://www.cpa0.embrapa.br/cds/milhosafrrinha2013/PDF/46.pdf>> . Acesso em: 05 fev. 2015.

DIAS, V.O. et al. Velocidade periférica do disco em mecanismos dosadores de sementes de milho e soja. **Ciência Rural**, v. 44, n. 11, p. 1973-1979, 2014.

KURACHI, S.A.H. et al. Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento e dados de ensaios e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. **Bragantia**, v. 48, n. 2, p. 249-262, 1989.

MELO, R.P. et al. Qualidade na distribuição de sementes de milho em semeadoras em um solo cearense. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 94-101, 2013.

NORONHA, R.H.F. et al. Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada diurna e noturna de cana-de-açúcar. **Bragantia**, v. 70, n. 4, p.931-938, 2011.

SANGOI, L. et al. Variabilidade na distribuição espacial de plantas na linha e rendimento de grãos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 3, p. 268-277, 2012.

SANTOS, A.J.M. et al. Análise espacial da distribuição longitudinal de sementes de milho em uma semeadora-adubadora de precisão. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 1, p. 16-23, 2011.

SANTOS, A.P.; VOLPATO, C.E.S.; TOURINO, C.E.S. Desempenho de três semeadoras-adubadoras para plantio direto para a cultura do milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 540-546, 2008.

SILVA, M.R.et al. Desempenho agrônômico de genótipos de milho sob condições de restrição hídrica. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 202-212, 2012.

SILVA, R.P.et al. Qualidade da colheita mecanizada de feijão em dois sistemas de preparo do solo. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 44, n. 1, p. 61-69, 2013.

TOLEDO, A. **Variabilidade espacial e diagnóstico da qualidade do processo em semeadura de amendoim**. 2008. 96f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal.

TOURINO, M.C.C.et al. Semeadoras-adubadoras em semeadura convencional de soja. **Ciência Rural**, v. 39, n. 1, p. 241-245, 2009.

VIAN, A.L.et al. Variabilidade espacial da produtividade de milho irrigado e sua correlação com variáveis explicativas de planta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 3, p. 464-471, 2016.

VOLTARELLI, M.A.et al. Quality of performance of the operation of sugarcane mechanized planting in day and night shifts. **Engenharia Agrícola**, v.35, n.3, p.528-541, 2015.

WEIRICH NETO, P.H.et al. Qualidade na semeadura do milho. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 1, p.171-179, 2015.

