

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**SISTEMA DOSADOR DE SEMENTES E VELOCIDADE DE  
OPERAÇÃO NA SEMEADURA DIRETA DE SOJA**

**André Ferreira Damasceno**

Engenheiro Mecânico

**2017**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**SISTEMA DOSADOR DE SEMENTES E VELOCIDADE DE  
OPERAÇÃO NA SEMEADURA DIRETA DE SOJA**

**André Ferreira Damasceno**

**Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Ciência do Solo)

**2017**

Damasceno, André Ferreira

D155s Sistema dosador de sementes e velocidade de operação na  
semeadura direta de soja / André Ferreira Damasceno. --  
Jaboticabal, 2017  
vii, 42 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017

Orientador: Carlos Eduardo Angeli Furlani

Banca examinadora: Adilson José Rocha Mello, Cristiano Zerbato

Bibliografia

1. Mecanismo dosador. 2. *Glycine max*. 3. Mecanização agrícola.  
4. Controle estatístico de processos. 5. Distribuição longitudinal. 6.  
Desempenho operacional. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de  
Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.331:633.34

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –  
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

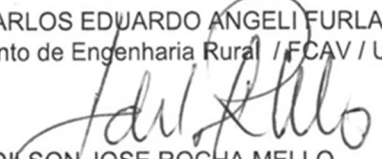
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: SISTEMA DOSADOR DE SEMENTES E VELOCIDADE DE OPERAÇÃO NA SEMEADURA DIRETA DE SOJA

**AUTOR: ANDRÉ FERREIRA DAMASCENO**

**ORIENTADOR: CARLOS EDUARDO ANGELI FURLANI**

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (CIÊNCIA DO SOLO), pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. CARLOS EDUARDO ANGELI FURLANI  
Departamento de Engenharia Rural / FCAV / UNESP - Jaboticabal

  
Prof. Dr. ADILSON JOSE ROCHA MELLO  
Máquinas Agrícolas / UNIARA - Araraquara/SP

  
Prof. Dr. CRISTIANO ZERBATO  
Departamento de Engenharia Rural / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 24 de fevereiro de 2017

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

ANDRÉ FERREIRA DAMASCENO – Nascido no município de Monte Alto, Estado de São Paulo, aos 07 dias do mês de fevereiro do ano de 1992 e registrado no cartório como filho de José Carlos Gonçalves Damasceno e Silvia Aparecida Ferreira Damasceno. Coursou o Ensino Fundamental e Ensino Médio em Escola Particular nos municípios de Monte Alto e Jaboticabal, concluindo estes em dezembro de 2009. Sem março de 2010 iniciou o curso de Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, na cidade de Cornélio Procópio-PR, concluindo-o em março de 2015. Durante a graduação participou de trabalhos e eventos culturais na cidade de Cornélio Procópio-PR e estágio na empresa Macopema. Foi membro organizador do Diretório Central Estudantil durante 5 semestres e realizou Iniciação Científica durante o mesmo período na área de Prototipagem Rápida, participando de Simpósios e Congressos Nacionais, Estaduais e Regionais. Em março de 2016 iniciou o curso de Mestrado em Agronomia (Ciência do Solo) pela UNESP/FCAV, integrando o Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola-LAMMA. Nesse período, foi membro constituinte da Associação de Pós-Graduandos, realizando ações beneficentes, Aulas Magnas e Simpósios Internacionais. Também fez parte da organização de dois Congressos Nacionais de Engenharia Agrícola.

Aos meus queridos pais, José e Silvia, por acreditar e me incentivar em todos os momentos, pelo amor incondicional.  
Ao meu irmão Gabriel pela amizade e cumplicidade.

***Ofereço e Dedico***

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus por tudo, por me dar força e guiar meus passos para que eu alcançasse tal objetivo, colocando sempre pessoas especiais em meu caminho.

Aos meus pais, José Carlos e Sílvia Aparecida, pelo carinho, apoio, suporte e incentivo. Ao meu irmão Gabriel, amigo verdadeiro. Amo vocês.

Ao querido orientador Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani, quem me acolheu e confiou em mim, contribuindo para minha formação. Por toda sua disponibilidade e ensinamentos prestados. Agradeço a oportunidade e espero que tenha contribuído a altura.

A todos os membros do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola, LAMMA, que me ajudaram e auxiliaram em tudo que precisei. Aos professores Dr. Rouverson Pereira da Silva e Cristiano Zerbato também pela disponibilidade e atenção quando foi necessário. Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural, “Maranhão” (Valdecir Aparício) e Sebastião F. da Silva, por toda ajuda.

Aos meus professores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Campus Cornélio Procopio), em especial Prof. Dr. Romeu Rony Cavalcante da Costa e Prof. Dr. Henrique Cotait Razuk, pela amizade, parceria e ensinamentos prestados.

Aos amigos que conquistei na República Ranchão: Fábio Paranhos, Augusto Silva, Guilherme Castro, Bernardo Borges, Guilherme Borges, Victor Vercezzi, Pedro Telatin, Breno Passos, Lucas Pimenta, Igor Henrique, João Paulo Grossi, Caio Cyrino, Emerson Silva, Carlos Eduardo Junqueira, Zilda e todos os veteranos que tive pouca convivência.

Aos amigos que conquistei em minha formação no Paraná; de minha cidade natal (Monte Alto): William Garbin, Júlio Zacarin, Luiz Felipe Miranda, Victor de Carvalho, Marcos Ferezin, Matheus Martins, Tiago Silva, Thales da Silva, Rafael Saes, Leonardo Silvério, Fábio Souza, Bruno Souza, Pedro Reis, Felipe Cola,

Eduardo Buzinaro, André Barossi, Fernando Cruz; e conquistados também em Jaboticabal durante o meu Mestrado.

À Kamila Andressa Pinhatti, pelo apoio, carinho e incentivo nos momentos difíceis, minha eterna admiração.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa para a realização desta pesquisa.

A todas as pessoas que acreditaram em mim e contribuíram na elaboração deste trabalho.

Meu muito obrigado.



## SUMÁRIO

	Página
<b>RESUMO.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>iv</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>v</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>vi</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1. Sistema de plantio direto .....	3
2.2. Sistema dosador de sementes .....	4
2.2.1. Sistema de dosagem.....	4
2.2.2. Sistemas de acionamento .....	6
2.3. Velocidade de operação .....	7
2.4. Distribuição longitudinal e profundidade de sementes.....	9
2.5. Controle Estatístico de Processos .....	10
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>12</b>
3.1. Área experimental.....	12
3.2. Delineamento experimental .....	13
3.2.1. Condições experimentais .....	14
3.3. Caracterização do trator e semeadoras.....	14
3.4. Parâmetros avaliados .....	15
3.4.1. Densidade de semeadura .....	15
3.4.2. Distribuição longitudinal .....	16
3.4.3. Profundidade de semeadura .....	17
3.4.4. Produtividade.....	18
3.4.5. Ferramentas Estatísticas .....	18

<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>20</b>
4.1. Análise estatística .....	20
4.1.1 Estatística descritiva .....	20
4.1.2. Análise de variância e Teste de média .....	22
4.2. Controle estatístico de processos .....	29
4.2.1. Estatística descritiva .....	29
4.2.2. Cartas de controle para valores individuais e amplitude média .....	31
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>37</b>
<b>6. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>38</b>

## SISTEMA DOSADOR DE SEMENTES E VELOCIDADE DE OPERAÇÃO NA SEMEADURA DIRETA DE SOJA

**RESUMO** - A velocidade de trabalho na operação de semeadura é um fator que pode influenciar na regularidade de distribuição de sementes, e, sendo assim, o sistema dosador de sementes deve ser capaz suprir tal discordância, mantendo a qualidade e precisão de operação elevadas. Portanto, objetivou-se avaliar a qualidade de operação e possíveis influências dos sistemas dosador de sementes (acionamento e dosagem), operando em diferentes velocidades de operação, na operação de semeadura direta de soja. O delineamento experimental foi em faixas, fatorial 4x2, com dosadores pneumáticos, com acionamento hidráulico e elétrico, e dosadores mecânicos acionados por corrente (mecânico), e velocidades teóricas de deslocamento de 6 e 9 km h<sup>-1</sup>. As variáveis avaliadas foram: densidade de semeadura, distribuição longitudinal de plântulas, profundidade de semeadura e produtividade. Aplicou-se estatística descritiva e os resultados foram submetidos ao teste F (5%), e teste para comparação de médias quando necessário, e através do controle estatístico de processos (CEP), com a ferramenta de cartas de controle de valores individuais e amplitude média, pode-se mensurar a qualidade do processo em cada arranjo. De maneira geral, o dosador pneumático com acionamento hidráulico e a velocidade de 6 km h<sup>-1</sup> apresentaram melhores resultados para densidade de semeadura, espaçamentos aceitáveis e produtividade. O incremento da velocidade reduz os espaçamentos aceitáveis e produtividade. Espaçamentos múltiplos e profundidade de semeadura não influenciaram os fatores estudados. Os dosadores pneumáticos operando a velocidade de 6 km h<sup>-1</sup> apresentaram menor variabilidade e pontos dentro dos limites de controle, indicando maior qualidade de operação.

**Palavras-chave:** controle estatístico de processos, desempenho operacional, distribuição longitudinal, *Glycine max*, mecanismo dosador, mecanização agrícola

## Seed feeders system and operating speed in direct sowing of soybean

**ABSTRACT** - The working speed in the sowing operation is a factor that can influence the regularity of seed distribution, and, thus, the seed feeders system must be able to supply such disagreement, maintaining high quality and high operating precision. The objective of this study was to evaluate the quality of operation and possible influences of the seed dosing systems (activation and dosing), operating at different speeds of operation, in the direct sowing of soybean. The experimental design was in bands, factorial 4x2, with pneumatic dosers with hydraulic and electric activation systems, and mechanical actuators (mechanical), and theoretical displacement speeds of 6 and 9 km h<sup>-1</sup>. The evaluated variables were: sowing density, longitudinal distribution of seedlings, depth of sowing and productivity. Descriptive statistics were applied and the results were submitted to the F test (5%), and test for comparison of means when necessary, and through the statistical control of processes (CEP), with the tool of control charts of individual values and amplitude average, one can measure the quality of the process in each arrangement. In general, the pneumatic doser with hydraulic activator and the speed of 6 km h<sup>-1</sup> presented better results for sowing density, acceptable spacings and productivity. Increasing speed reduces acceptable spacings and productivity. Multiple spacings and depth of sowing had no influence on the factors studied. The pneumatic dosers operating at a speed of 6 km h<sup>-1</sup> presented lower variability and points within the control limits, indicating a higher quality of operation.

**Keywords:** process statistical control, operational performance, longitudinal distribution, *Glycine max*, dosing mechanism, agricultural mechanization

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise textural simples do solo na camada de 0 a 20 cm.....	13
Tabela 2. Classificação quanto ao espaçamento.....	17
Tabela 3. Estatísticas descritivas das variáveis de acordo com seus arranjos: densidade de semeadura, espaçamentos aceitáveis, múltiplos e falhos e profundidade de semente para análise de variância e teste de médias.....	20
Tabela 4. Análise de variância e teste de médias para densidade de semeadura, espaçamentos aceitáveis, múltiplos, falhos e profundidade de semente.....	23
Tabela 5. Desdobramento de médias de densidade de semeadura (sementes m <sup>-1</sup> ) da interação entre velocidade e dosador.....	24
Tabela 6. Estatísticas descritivas das variáveis de acordo com seus arranjos: densidade de semeadura, espaçamentos aceitáveis, múltiplos e falhos e profundidade de semente para controle estatístico de processos (CEP).....	29

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área experimental .....	12
Figura 2. Representação de uma repetição do delineamento estatístico utilizado....	13
Figura 3. Trator Valtra BT 210.....	15
Figura 4. Abertura de trincheira para avaliação de densidade de semeadura. ....	16
Figura 5. Avaliação de distribuição longitudinal.....	16
Figura 6. Espaçamento classificado como múltiplo.....	17
Figura 7. Espaçamento classificado como falho. ....	17
Figura 8. Ilustração de avaliação de profundidade de semeadura.....	18
Figura 9. Cartas de controle para a densidade de semeadura para os diferentes sistemas dosadores de semente (D) operando em velocidades de 6 e 9 km h <sup>-1</sup> (a) Carta de controle de valores individuais. (b) Carta de controle para amplitude móvel. LSC: Limite superior de controle. LIC: Limite inferior de controle. $\bar{X}$ : Média AM: Média da amplitude móvel. ....	31
Figura 10. Cartas de controle para espaçamentos normais (%) para os diferentes sistemas dosadores de semente (D) operando em velocidades de 6 e 9 km h <sup>-1</sup> (a) Carta de controle de valores individuais. (b) Carta de controle para amplitude móvel. LSC: Limite superior de controle. LIC: Limite inferior de controle. $\bar{X}$ : Média AM: Média da amplitude móvel. ....	33
Figura 11. Cartas de controle para espaçamentos múltiplos para os diferentes sistemas dosadores de semente (D) operando em velocidades de 6 e 9 km h <sup>-1</sup> (a) Carta de controle de valores individuais. (b) Carta de controle para amplitude móvel. LSC: Limite superior de controle. LIC: Limite inferior de controle. $\bar{X}$ : Média AM: Média da amplitude móvel. ....	34
Figura 12. Cartas de controle para espaçamentos falhos para os diferentes sistemas dosadores de semente (D) operando em velocidades de 6 e 9 km h <sup>-1</sup> (a) Carta de controle de valores individuais. (b) Carta de controle para amplitude móvel. LSC: Limite superior de controle. LIC: Limite inferior de controle. $\bar{X}$ : Média AM: Média da amplitude móvel. ....	35
Figura 13. Cartas de controle para profundidade de semente (cm) para os diferentes sistemas dosadores de semente (D) operando em velocidades de 6 e 9 km h <sup>-1</sup> (a)	

Carta de controle de valores individuais. (b) Carta de controle para amplitude móvel. LSC: Limite superior de controle. LIC: Limite inferior de controle. $\bar{X}$ : Média AM: Média da amplitude móvel. ....	35
--	----

## 1. INTRODUÇÃO

Por ser uma operação agrícola de extrema importância para a instalação da cultura e seu desenvolvimento, e poder dificultar operações posteriores do ciclo, como pulverização e colheita mecanizada, a semeadura deve ser realizada com elevado grau de qualidade e precisão, em que os mecanismos do conjunto mecanizado responsável por tal operação e suas regulagens devem estar de acordo com as necessidades de trabalho, alcançando os parâmetros pré-estabelecidos, propiciando melhores resultados quanto a alguns fatores que podem ser afetados pela qualidade da operação de semeadura, contribuindo para estandes e populações adequados para determinada cultura, assim como melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, como sementes e fertilizantes. Tais fatores são essenciais para que a safra instalada alcance seu potencial produtivo.

Como nos últimos anos houve estreitamento do período de semeadura, há uma grande preocupação no gerenciamento quanto ao desempenho operacional dos conjuntos mecanizados, e para um ganho neste fator, a velocidade de trabalho torna-se um fator determinante, onde grande acréscimo em seu módulo pode apresentar influências na qualidade e eficiência da operação. Sendo assim sua seleção deve ser estudada e realizada cautelosamente, devendo estar de acordo com alguns fatores, a modo de propiciar a distribuição adequada de sementes com espaçamentos aceitáveis, e em sua profundidade de deposição ideal e constante.

Os sistemas dosadores de semente, compreendidos por mecanismo de acionamento e dosador, são responsáveis por conduzir as sementes do reservatório ao solo segundo a densidade de semeadura preestabelecida, sendo entendido como órgão mais importante da semeadora de precisão.

Para grãos graúdos, são comumente utilizados dosadores mecânicos e pneumáticos que podem diferir quanto a eficiência na regularidade de distribuição de sementes, em que, teoricamente, o pneumático se mostra mais eficiente. Os dosadores mecânicos são constituídos por discos alveolados horizontais no fundo do reservatório de sementes, que ao girar captam e alojam as sementes, depositando-as por gravidade. Os dosadores pneumáticos utilizam o ar como forma de captação de semente, constituídos por discos verticais perfurados nos quais atuam a sucção do ar,



proporcionado por turbinas. Há poucos dados estatísticos sobre a produção e quantidade de cada mecanismo dosador no campo, onde o interesse do fabricante de não noticiar o número de máquinas vendidas e também a falta de recursos de órgãos responsáveis dificultam tal obtenção de dados.

Quanto ao sistema de acionamento do mecanismo dosador, pode-se encontrar diversas opções comerciais, sendo alguns deles comumente utilizados: mecânico, hidráulico e elétrico. Tais sistemas podem diferir nos custos, manutenção e limpeza, velocidade de resposta, precisão da transmissão e perda de potência, onde teoricamente o sistema mecânico leva desvantagem quanto aos demais. Para determinadas condições adversas, como curvas, declividades diferentes e, principalmente velocidades elevadas, em que o tempo de permanência da semente no alvéolo é menor e a velocidade tangencial do disco para a deposição de sementes deve-se manter constante, o sistema de acionamento do mecanismo dosador tem elevada importância, devendo ser capaz de controlar tal adversidade, mantendo a qualidade e precisão de operação elevadas, não interferindo na regularidade de distribuição de sementes, assim não influenciando o estande e produtividade da cultura instalada.

Para análise da qualidade do processo, o uso do controle estatístico de processo (CEP) pode propiciar um monitoramento ponto a ponto de como o processo está ocorrendo, podendo evidenciar eventuais alterações dos parâmetros determinados e falhas, indicando onde o processo deve ser melhorado e onde ele está sendo realizado com elevado grau de qualidade.

Diante o exposto, pressupõe-se que os sistemas dosadores de sementes, operando em diferentes velocidades, podem afetar a precisão e qualidade de semeadura e regularidade de distribuição de sementes, podendo prejudicar a produtividade final da cultura; objetivou-se com este trabalho avaliar possíveis influências e comparar a regularidade da operação de semeadura direta de soja, utilizando diferentes sistemas dosadores de sementes (acionamento mecânico, hidráulico e elétrico; mecanismo dosador de disco horizontal e pneumático), operando em diferentes velocidades, além de monitorar o processo verificando a qualidade de operação.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Sistema de plantio direto

O preparo do solo tem como função proporcionar à cultura condições favoráveis para sua implantação e desenvolvimento, podendo também auxiliar ou prejudicar a operação e desempenho de semeadoras-adubadoras (FURLANI et al., 2008).

A partir da década de 80, as pesquisas se intensificaram no setor agrário, visando uma operação que reduzisse a mobilização, erosão e compactação do solo, buscando minimizar os problemas decorrentes do sistema de plantio convencional. Na década de 90, aumentou-se a busca de informações sobre o Sistema de plantio direto, sendo visualizada como técnica conservacionista, pois entre seus benefícios estão a conservação das propriedades físico-químicas do solo, da água e matéria orgânica, elevando a capacidade produtiva do mesmo.

O SPD é considerado conservacionista e consiste na mobilização do solo apenas na linha de semeadura, efetuada sem as etapas de aração e gradagem do preparo convencional, realizado por hastes ou discos (BOTTEGA et al., 2013), onde a semeadura acontece sobre a palhada de uma cultura anterior, logo após sua colheita, ou sobre massa vegetal originada pela semeadura de algum adubo verde (MIALHE, 1996). Segundo CTIC (2010), considera-se preparo conservacionista do solo aquele que não mobiliza mais que 67% dos restos residuais da superfície do solo e segundo Silveira et al. (2001) mobiliza-se no máximo 25 a 30% da superfície do solo, o que pode acabar favorecendo o desenvolvimento de algumas pragas. Este sistema recupera a capacidade produtiva e realiza a manutenção de solos manejados convencionalmente e áreas degradadas (TORRES et al., 2008).

Tal cultivo tem como objetivo manter a cobertura do solo disposta a partir da cultura anterior para que os benefícios dessa prática possam ser aproveitados para a instalação da cultura. Há a redução da mobilização, desestruturação e erosão causada pelo choque das gotículas de água através da chuva (GARCIA E RIGHES, 2008), e também redução da frequência do tráfego de máquinas sobre o solo (FURLANI et al., 2007). Há também menor gasto de combustível devido a menor

necessidade de operações e aumento da atividade biológica no solo devido ao maior tempo de decomposição e incorporação da matéria orgânica.

Com a não incorporação total da matéria orgânica com o solo, ocorre uma menor taxa de decomposição, promovendo maior aproveitamento de seus recursos pelo solo. Tal manutenção de palhada também é importante devido ao manejo de plantas daninhas, que com o maior sombreamento da superfície do solo, reduz-se a emergência dessas plântulas competidoras.

## **2.2. Sistema dosador de sementes**

### **2.2.1. Sistema de dosagem**

Cada semeadora possui variações quanto aos mecanismos de controle de dosagem de sementes e taxa de adubo, sendo que os dosadores de semente mais comumente utilizados nas semeadoras de precisão, segundo Alonço et al. (2014), são os dosadores mecânicos de disco horizontal e dosadores pneumáticos à vácuo, em que diversos autores atribuem uma melhor distribuição das sementes para os pneumáticos, e conseqüentemente, maior produtividade. Para a distribuição longitudinal aceitável para cada tipo de dosador, recomenda-se acima de 90% para semeadoras pneumáticas e no máximo de 75% para semeadoras mecânicas (COELHO, 1996).

Os tipos de dosadores podem diferir entre si por: velocidade periférica, tamanho, formato de orifícios, e pressão de trabalho (pneumático). Para os dosadores mecânicos, as sementes caem no depósito principal, situado acima do sistema dosador, entrando em contato com o disco horizontal perfurado que possui movimento de rotação, capturando assim as sementes em seus alvéolos, e de acordo com a densidade de semeadura pré-estabelecida, liberando a semente na extremidade de um tubo condutor, conduzindo-a até o solo. As semeadoras pneumáticas possuem turbinas que tem como objetivo gerar um diferencial de pressão, sendo a sucção de ar a forma de captação de sementes. As sementes caem no espaço da câmara à vácuo e pelo diferencial de pressão do reservatório e dos furos do disco, as sementes são presas e transportadas para o condutor.

Para as regulagens e ajustes deste mecanismo para que se adapte à necessidade de operação, é necessário que se conheça o espaçamento desejado para a semeadura e também a densidade de semeadura a ser depositada, sendo que tais ajustes devem ser verificados em campo na velocidade de semeadura desejada.

Há algumas restrições para incrementos demasiados na velocidade de operação para os dois tipos de dosadores. Para semeadoras com dosadores mecânicos, a população pode diminuir a medida que a velocidade aumenta. Isto pode ser causado porque a velocidade tangencial do disco alveolado de sementes também aumenta, diminuindo o tempo de capturar as sementes nos alvéolos, dificultando que o alojamento das mesmas de maneira correta e também pela dificuldade dos singularizadores em expulsar as sementes sobressalentes devido ao menor tempo de ação dos mesmos. Para as semeadoras pneumáticas, a velocidade causa excessiva força centrífuga pela necessidade de maior velocidade tangencial do disco, pois a deposição de sementes em velocidades maiores deve ser realizada de maneira mais rápida, para evitar que a semente caia no mecanismo de distribuição, e isto reduz regularidade de distribuição, reduzindo assim o estande da cultura.

Com o objetivo de avaliar a distribuição longitudinal de plantas de milho em velocidades de 3; 4,5 e 7 km h<sup>-1</sup>, na cidade de Cascavel-PR, Silveira et al. (2005) concluiu que para semeadora pneumática e mecânica, a distribuição longitudinal foi dispersa independente da velocidade estudada, sendo que, para a pneumática, a porcentagem de espaçamentos normais foi maior.

Dias et al. (2014), comparando semeadoras pneumáticas e mecânicas para a semeadura da cultura soja em ensaio de laboratório em diferentes velocidades, concluíram que dosadores mecânicos são mais sensíveis ao aumento de velocidades, e a média de espaçamentos aceitáveis foi maior para os dosadores pneumáticos, com valores próximos a 70%, influenciando também os espaçamentos múltiplos. Os espaçamentos falhos não diferiram quanto ao tipo de dosador.

Estudando a influência dos sistemas dosadores de semente (pneumático e mecânico) em diferentes velocidades, na semeadura da cultura de soja, Jasper et al. (2011) observou que um aumento da velocidade de semeadura até 12 km h<sup>-1</sup> não se alteraram os componentes de rendimento para os sistemas mecânicos e pneumáticos.

### 2.2.2. Sistemas de acionamento

Quanto ao sistema de acionamento do mecanismo dosador, poucos estudos tratam sobre o assunto, sendo de fundamental importância então para a pesquisa para conhecer a eficiência de cada mecanismo, despertando interesse sobre o assunto. Segundo Li & Khajepour (2005) os sistemas eletro-hidráulicos possuem elevada aplicação industrial, e isto pode ser consequência das vantagens agregadas a estes sistemas.

Algumas opções comerciais, para instalação em semeadoras de precisão, são: mecânico, hidráulico e elétrico. Estes sistemas podem diferir nos custos, manutenção e limpeza, velocidade de resposta, precisão da transmissão e perda de potência, onde teoricamente o sistema mecânico leva desvantagem quanto aos demais, por poder apresentar falhas, devido ao mecanismo utilizado, não encontradas nos demais.

Apesar do menor custo dos sistemas de acionamento mecânico por corrente, estes possuem algumas desvantagens quando comparados ao hidráulico e elétrico, necessitando de maior número de processos de manutenção e limpeza, apresentando baixa durabilidade e emissão de ruídos. Para a operação de semeadura, estes podem apresentar folga na transmissão quando não regulada adequadamente, prejudicando no processo de transmissão para rotacionar os discos alveolados, influenciando na deposição de sementes, e assim na densidade de semeadura.

O mecanismo hidráulico apesar de apresentar elevado custo e problemas com perdas por vazamento e cavitação, quando regulado e inspecionado corretamente, pode apresentar diversos benefícios ao usuário, como rápida resposta de acionamento, variação contínua de velocidade e força conforme necessário, movimento preciso e baixa necessidade de manutenção, ocorrendo assim o giro do disco de maneira suave e constante, aumentando a possibilidade de exatidão na deposição de sementes.

O acionamento elétrico, por sua vez, quando operado em condições satisfatórias, apresenta elevado índice de precisão e controle de velocidade constante, e também baixa manutenção, porém necessita que sua instalação seja realizada de maneira ideal, e conforme o deslocamento do conjunto mecanizado, as

conexões devem ser checadas para que não haja dissipação dos pulsos de comando, perdendo assim sua eficiência.

### **2.3. Velocidade de operação**

A época de semeadura é um dos fatores que mais podem influenciar o rendimento da cultura de soja, por esta ser uma espécie fotossensível, e se suas exigências não forem satisfeitas, está sujeita a alterações tanto morfológicas como fisiológicas. Portanto, realizar a semeadura de soja em épocas inadequadas podem afetar a instalação e desenvolvimento da cultura, afetando também seu potencial produtivo.

Assim, segundo Dias et al. (2014), o estreitamento desse período dito como ideal de semeadura, vem exigindo maior gerenciamento na operação quanto ao desempenho operacional dos conjuntos mecanizados, tornando a velocidade de trabalho um fator determinante (MODOLO et al., 2012; TROGELLO et al., 2013), podendo apresentar influências na operação, em que sua seleção deve ser feita de modo que a qualidade e precisão de semeadura não sejam reduzidas, proporcionando à operação de semeadura distribuição adequada de sementes com espaçamentos aceitáveis, e em profundidade de deposição ideal e constante (CONCEIÇÃO et al., 2016), proporcionando à cultura alcançar seu potencial produtivo.

A velocidade de deslocamento de semeadura de soja pode influenciar na regularidade de distribuição de sementes e nos danos provocados a estas, com os dosadores mecânicos tendo maior sensibilidade nesse fator quando comparado aos pneumáticos. O intervalo de 4 a 6 km h<sup>-1</sup> é dito como ideal para a semeadura de soja para dosadores mecânicos, podendo variar de acordo com a uniformidade da superfície do terreno. Já os dosadores pneumáticos tendem a manter constante a regularidade de distribuição de sementes para variação de velocidade de deslocamento da semeadora de 6 a 10 km h<sup>-1</sup>. A velocidade operacional ideal é aquela que permite abertura e fechamento do sulco sem remoção exagerada de solo, permitindo regularidade na distribuição de sementes e depositando-as em profundidade constante (REIS et al., 2007)

Trabalhando com o acréscimo de velocidade na operação de semeadura de soja (5; 7,5 e 10 km h<sup>-1</sup>), Alonço et al. (2014), utilizando dosadores pneumáticos em diferentes inclinações no município de Santa Maria-RS, concluíram que com o aumento da velocidade de semeadura, causou-se redução considerável no percentual de espaçamentos aceitáveis na distribuição de sementes, prejudicando assim o estande da cultura, reduzindo de 55,60% para velocidade de 5 km h<sup>-1</sup> para 45,75% operando a 10 km h<sup>-1</sup>. Alonço et al. (2015), para a cultura de algodão e girassol, com as mesmas condições citadas anteriormente, concluíram que além de o acréscimo de velocidade influenciar de forma inversamente proporcional a distribuição em espaçamentos normais, influenciou-se também os espaçamentos falhos e a precisão de semeadura.

Bottega et al. (2014), no município de Mamborê-PR com solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, operando com velocidades teóricas de deslocamento de 3, 6 e 9 km h<sup>-1</sup>, para semeadura da cultura do milho com semeadora de 5 linhas, concluíram que a maior velocidade, que excede aquela faixa dita como ideal para semeadura, ocasionou redução significativa da média de espaçamento normal entre plantas de 16,37% para 8,50%. Canova et al. (2007), na cidade de Batatais-SP, com objetivo de avaliar a possível influência de alterações no mecanismo dosador em três velocidades de deslocamento (6; 8 e 9 km h<sup>-1</sup>) na semeadura de soja, concluíram que o aumento da velocidade de deslocamento tem influência na distribuição de sementes e que operando a 6 km h<sup>-1</sup> proporcionou melhor distribuição de sementes, diferindo das demais, distribuindo 18,4 sementes por metro.

A velocidade de deslocamento não influenciou a distribuição longitudinal de sementes para Furlani et al. (2008), em ensaio realizado na cidade de Jaboticabal-SP com solo classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico, avaliando o desempenho de semeadora-adubadora em diferentes preparos de solo, pressões de inflação do pneu e velocidades de 3,4 e 6,0 km h<sup>-1</sup> para semeadura da cultura de milho, obtendo valores de espaçamentos aceitáveis de 89,2 e 84,9%, respectivamente.

Em experimento com semeadura na cultura de soja, operando com velocidades de 2, 4, 6, 8, 10 e 12 km h<sup>-1</sup>, na cidade de Guarapuava-PR, com dosadores mecânicos, Reynaldo et al. (2016) concluíram que com o incremento da velocidade, aumentou-se

também os espaçamentos múltiplos e falhos da distribuição, e conseqüentemente, reduziu-se os espaçamentos aceitáveis, influenciando também para uma redução da produtividade, tendo melhores resultados para a velocidade de 4 km h<sup>-1</sup>.

#### **2.4. Distribuição longitudinal e profundidade de sementes**

Na operação de semeadura, a colocação da semente sobre o solo deve ser realizada com precisão e de acordo com a densidade, espaçamento e profundidade desejada da cultura, para que esta tenha plenas condições de desenvolvimento, alcançando seu potencial produtivo, sendo que para que se alcance o objetivo, é necessário a regulagem adequada de todos os mecanismos da semeadora de precisão e também que todos exerçam perfeitamente suas funções.

Segundo Portella (2001), a principal função das semeadoras é realizar a distribuição de sementes de acordo com o especificado, pois o espaçamento entre sementes afeta a produtividade da cultura. Segundo Tourino et al. (2002), o aumento da regularidade de espaçamento entre plantas em cada linha contribui para um acréscimo na produtividade final da cultura de soja.

Algumas das semeadoras disponíveis no Brasil, segundo Canova et al. (2007), pela irregularidade do campo, regulagem inadequada e uso inadequado dos mecanismos dosadores de sementes, não são capazes de realizar a correta distribuição de sementes, aumentando a ocorrência de espaçamentos múltiplos e falhos, diminuindo os espaçamentos normais.

A desuniformidade na distribuição longitudinal de plantas implica um aproveitamento ineficiente dos recursos disponíveis, como luz, água e nutrientes (JASPER et al., 2011).

As variações nas lavouras de soja ocasionadas por má distribuição de sementes, e conseqüentemente por estandes desuniformes propiciam pontos de acúmulo gerando plantas mais altas, com menor ramificação e tendência ao acamamento, reduzindo a produção individual (CASTELA JÚNIOR et al., 2014; REYNALDO et al., 2016). Com o aumento de espaçamentos falhos, decorrentes também da má distribuição, facilita-se o desenvolvimento de plantas competidoras, impossibilitando que os recursos energéticos cheguem totalmente às plantas.



A profundidade de plantio deve ser controlada pela roda controladora de profundidade, de modo que se permita bom contato entre o solo úmido e semente, resultando em boa germinação, e essa regulação tem extrema importância e deve ser realizada e testada anteriormente à semeadura. Para a cultura de soja, a profundidade de semeadura deve ser estabelecida no intervalo de 3 e 5 cm. Tal fator pode afetar a germinação, e segundo Silva et al. (2008), é condicionada pela temperatura, teor de água e tipo de solo.

Quando a semente é depositada em profundidades maiores que as especificadas, há um retardamento da germinação da plântula, permanecendo por mais tempo exposta ao ataque de pragas presentes no solo (REIS et al., 2007). Se a profundidade for menor há a falta de suporte e contato do solo úmido com a semente, podendo comprometer a germinação, emergência e, conseqüentemente, o desenvolvimento da plântula.

## **2.5. Controle Estatístico de Processos**

Para que determinada atividade ou operação tenha o retorno esperado é necessário que estas sejam realizadas com planejamento prévio e com elevado grau de qualidade. No caso da área agrícola, determinada operação é dita como de alta qualidade quando esta alcança os parâmetros previamente estabelecidos, sem que haja a necessidade de consertá-la ou refazê-la. Portanto, ferramentas que possam mensurar a qualidade e apontar pontos de menor performance se tornam de grande importância.

O controle estatístico de processos (CEP) compreende um sistema de várias ferramentas estatísticas que podem analisar a estabilidade e qualidade de operações, onde sua melhoria pode ser compreendida pela redução da variabilidade do processo (NORONHA et al., 2011; TOLEDO et al., 2008). O CEP é fundamental para observar mais amplamente como o processo está decorrendo, podendo apontar eventuais falhas e também possíveis melhorias para as operações posteriores, buscando acréscimo na qualidade de operação (VOLTARELLI et al., 2015). Tem como objetivo rápida detecção de alterações nos parâmetros predeterminados para que não se continue ocorrendo a produção de itens não-conformes (MINGOTI & FIDELIS, 2001).

A carta de controle, ferramenta precursora do controle de qualidade, foi apresentada por Shewhart, e se tornou a ferramenta estatística mais importante para visualização do andamento de operação, em que, segundo Montgomery (2000), Shewhart, por meio da elaboração das cartas de controle, indicava os limites dentro dos quais poderiam ocorrer variações aleatórias, utilizando como conceito de que, se o processo for monitorado regularmente, seu comportamento será sempre conhecido, diminuindo a probabilidade de eventuais surpresas durante a ocorrência da mesma, tornando-se fácil visualizar quando houver instabilidade.

Para compreensão da operação ponto a ponto, para identificar possíveis causas especiais ou não aleatórias decorrentes no processo, a ferramenta normalmente utilizada são as cartas de controle. Estas são compostas por três linhas, onde a linha central indica a média para cada estágio ou tratamento utilizado, e as linhas que limitam as cartas de controle são denominadas limites de controle (superior e inferior) calculados através do desvio-padrão da gama de dados de cada tratamento.

Com a correção e eliminação das falhas detectadas evidencia-se a redução de desperdícios de insumos, reduzindo o custo da operação, possibilitando aumento da produtividade.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Área experimental

O experimento foi conduzido em área agrícola, na cidade de Matão, estado de São Paulo, safra 2015/2016, localizada próxima às coordenadas geográficas 21°36' latitude sul e 48°22' longitude oeste, com altitude média de 585 m, declividade média de 5%, em área de semeadura direta com soja em resteva de milho safrinha (Figura 1). O solo da área experimental foi classificado como ARGISSOLO Vermelho-amarelo eutrófico, com textura arenosa/média (EMBRAPA, 2013).



Figura 1. Área experimental  
Fonte: Google Earth.

Segundo Alvares et al. (2014), de acordo com a classificação de Köppen, o clima de Matão é Aw - clima tropical e inverno seco. Quanto à temperatura verifica-se que esta encontra-se em torno de 16 e 29 °C, com o período chuvoso entre os meses de outubro a março, contabilizando anualmente pluviosidade média em torno de 1400 mm.

A análise textural (Tabela 1), amostrada de 0 a 20 cm, foi realizada em laboratório especializado antes da implantação do experimento e pode auxiliar na percepção de condição do solo para a instalação e desenvolvimento da cultura.

Tabela 1. Análise textural simples do solo na camada de 0 a 20 cm.

Argila	Areia		Silte	Classificação
	Fina	Grossa		
$\text{g kg}^{-1}$				
190	299	383	128	FRANCO ARENOSO

De acordo com a análise textural, o solo foi classificado como franco arenoso de textura média.

### 3.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi do tipo em faixas “Split Block”, com dois fatores experimentais: sistema dosador de sementes (acionamento e dosagem) com quatro níveis e velocidade teóricas de deslocamento com dois níveis, ilustrado na Figura 2 com apenas uma repetição, resultando em fatorial 4x2, com 4 repetições para cada tratamento, totalizando 32 parcelas experimentais. Delimita-se uma área para cada velocidade, e dentro de cada faixa casualiza-se cada dosador com o número de repetições necessárias.

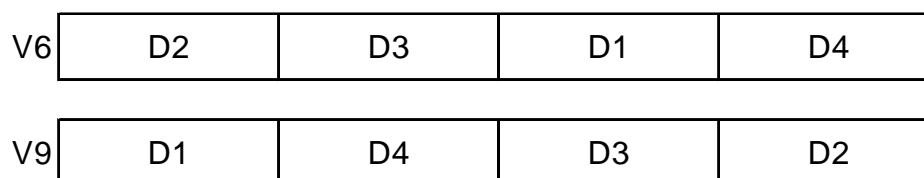


Figura 2. Representação de uma repetição do delineamento estatístico utilizado

As velocidades de deslocamento teóricas foram estipuladas, de acordo com a demanda de potência do trator e recomendação do fabricante da semeadora, em 6  $\text{km h}^{-1}$ , que se encontra dentro da faixa ideal para semeadura, e 9  $\text{km h}^{-1}$ , em que haveria um ganho operacional, porém, considerada elevada para a operação de semeadura.

Os sistemas dosadores de sementes utilizados foram:

D1: Dosador pneumático com acionamento da transmissão por meio hidráulico;  
 D2: Dosador mecânico com mecanismos de simples raspagem, e acionamento da transmissão por meio mecânico (corrente); D3: Dosador pneumático com acionamento da transmissão por motor elétrico; D4: Dosador mecânico de

mecanismos de tripla raspagem de sementes e “expulsador especial de sementes”, com acionamento da transmissão por meio mecânico (corrente).

Para a estatística descritiva e análise de variância as parcelas foram compostas de 3 linhas centrais da semeadora para as 4 repetições em cada arranjo, tendo estas unidades amostrais comprimento útil de 5 metros, totalizando 6,75 m<sup>2</sup>. Para o controle estatístico de processos, a parcela era composta por uma linha de semeadura, sendo avaliados 20 unidades amostrais para cada arranjo, com comprimento útil de 5 metros.

### **3.2.1. Condições experimentais**

A população utilizada para a soja foi de 311.111 sementes por hectare, sendo distribuídas 14 sementes por metro, utilizando a cultivar AS3610, de peneira 6,5 mm, considerando um espaçamento entre linhas de 0,45 m, sendo, então, o espaçamento de referência (Xref) entre sementes de 7,14 cm. As semeadoras foram reguladas para que as sementes fossem depositadas a 0,03 m de profundidade, e o fechamento do sulco do tipo roda dupla em “V”. Os depósitos de sementes foram abastecidos a 50% de sua capacidade. O teor médio de água no solo no momento da semeadura na camada de 0 a 0,10m foi de 28%.

### **3.3. Caracterização do trator e semeadoras**

O trator utilizado para tracionar as semeadoras foi o modelo BT210, da marca Valtra (Figura 3), com 215 cv (158 kW) de potência, tração 4x2 TDA, 4 válvulas, capacidade de levantar de 8.000 kg nos três pontos, torque máximo a 1400 rpm de 920 m kgf, dimensionamento mínimo e máximo da bitola em relação aos pneus traseiros de 2024 a 2291 mm, sistema de transmissão Powershift Hisix e vazão hidráulica de 162 L min<sup>-1</sup>. No sistema eletroeletrônico do monitor de sementes são fornecidos os seguintes parâmetros: velocidade de deslocamento, população desejada, densidade desejada, duplas e falhas.



Figura 3. Trator Valtra BT 210.  
Fonte: Valtra.

Foram utilizadas semeadoras semelhantes que possuíam como mecanismos em comum: nove linhas de semeadura, disco de corte liso de 18”, disco duplo de semente de 15”x15”, mecanismo sulcador haste escarificadora, sistema pantográfico, rodas compactadoras em “V”, depósito de semente com capacidade de 360 kg cada linha. Considerou-se que as características que diferem as semeadoras 1 e 2 não possuíam interferência quanto às variáveis e fatores estudados. Tais diferenças eram: massa total (4240 e 4649 kg), e depósito de adubo (capacidades de 1360 e 1254 kg, respectivamente).

### **3.4. Parâmetros avaliados**

#### **3.4.1. Densidade de semeadura**

Para avaliação de densidade de semeadura, efetuada após estabilização da cultura (após todas as plântulas emergirem), houve a contagem de plântulas e abertura de trincheiras para contagem de sementes depositadas (Figura 4) dentro de cada parcela, auxiliado por prancheta de campo.



Figura 4. Abertura de trincheira para avaliação de densidade de semeadura.

### 3.4.2. Distribuição longitudinal

A obtenção de dados para a variável distribuição longitudinal ocorreu por meio de mensuração, com auxílio de trena, da distância entre cada plântula ou semente depositada pelo conjunto (Figura 5), embasadas nas recomendações da Associação Brasileira De Normas Técnicas (1996), considerando como espaçamentos aceitáveis todos aqueles que estão entre 0,5 e 1,5 vez o espaçamento médio proposto para a semeadura.



Figura 5. Avaliação de distribuição longitudinal.

Valores obtidos abaixo desse limite (abaixo de 0,5 vez o espaçamento de referência) é considerado espaçamento múltiplo (Figura 6) e acima desse limite (acima de 1,5 vez o espaçamento médio), espaçamento falho (Figura 7). Em cada parcela também foi levantado a quantidade e distância das sementes expostas, que são as sementes que estão dentro do sulco, porém mal cobertas; e sementes depositadas fora do sulco, sendo consideradas nas ferramentas estatísticas como sementes depositadas.

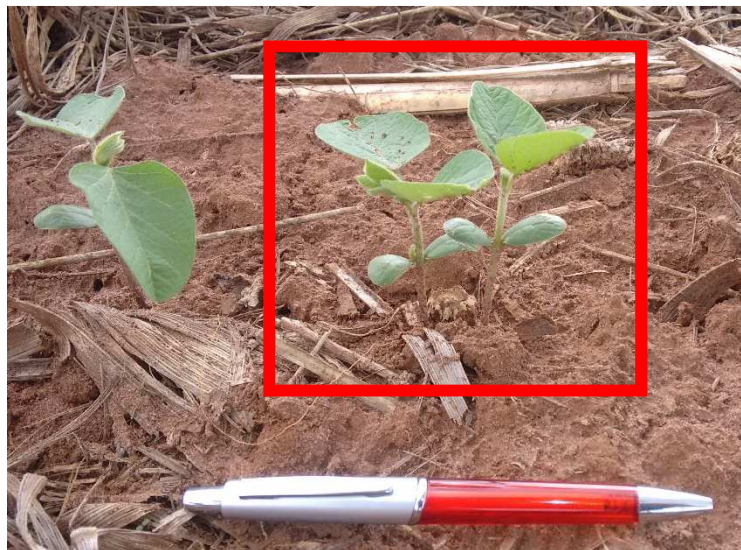


Figura 6. Espaçamento classificado como múltiplo.



Figura 7. Espaçamento classificado como falho.

De acordo com recomendações da Associação Brasileira De Normas Técnicas (1996) e o espaçamento de referência de acordo com a população utilizada, os espaçamentos foram classificados (Tabela 2) da seguinte maneira:

Tabela 2. Classificação quanto ao espaçamento.

Classificação	Intervalo (cm)
Espaçamento normal	3,57 a 10,70
Espaçamento múltiplo	< 3,57
Espaçamento Falho	> 10,70

### 3.4.3. Profundidade de semeadura

Determinada no momento da operação realizada pelo conjunto trator-semeadora, por meio da abertura de uma trincheira na linha de semeadura e auxílio



de régua ou trena graduada, medindo-se a distância entre a superfície superior da semente e a superfície do solo (Figura 8).

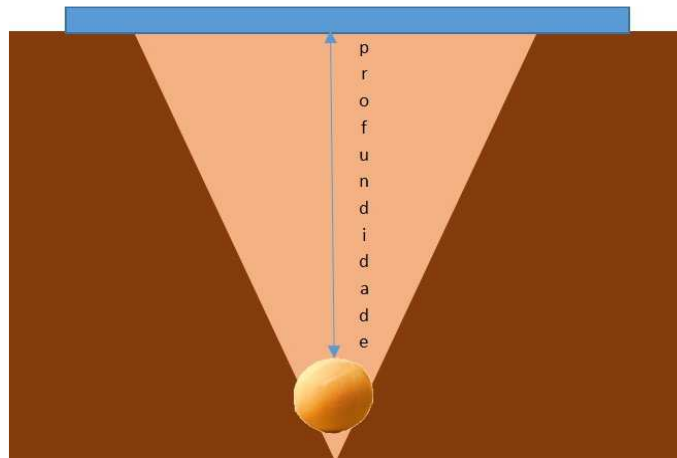


Figura 8. Ilustração de avaliação de profundidade de semeadura.

#### 3.4.4. Produtividade

A produtividade foi obtida com a colheita manual de todas as plantas dentro dos cinco metros úteis de cada parcela (3 linhas centrais) em cada arranjo, e em seguida trilhando-as, extrapolando a massa obtida para  $\text{kg ha}^{-1}$ , com valores corrigidos para 13% de umidade, conforme a equação abaixo:

$$P_f = \frac{P_i \times (100 - U_i)}{100 - U_f} \quad (1)$$

Em que:

$P_f$  = peso final da amostra;

$P_i$  = peso inicial;

$U_i$  = umidade inicial;

$U_f$  = umidade final (padronizada em 13%).

#### 3.4.5. Ferramentas Estatísticas

Para os resultados compostos pelas 4 repetições, para permitir a visualização geral do experimento, foi aplicada a estatística descritiva, utilizando o software

Minitab®, sendo identificadas medidas de tendência central (média aritmética e mediana), medidas de dispersão (desvio-padrão e coeficiente de variação) e medidas de assimetria e curtose, além de também ter sido aplicado o teste de Anderson-Darling para caracterizar a normalidade da distribuição dos dados. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e quando identificadas diferenças significativas pelo teste F a 5% de probabilidade, aplicou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para comparação de médias, utilizando o pacote estatístico Agroestat®.

Para a análise de qualidade do processo, os resultados foram avaliados por meio do controle estatístico de processo (CEP), utilizando-se das cartas de controle de valores individuais e de amplitude móvel, utilizando o programa computacional Minitab® que são compostas por três linhas horizontais, em que a central indica a média geral ou amplitude média, e também os limites superior e inferior de controle (LSC e LIC), respectivamente, que possuem como base de cálculo o desvio-padrão das variáveis analisadas (com LSC sendo a médias adicionando três vezes o desvio-padrão, e para LIC, subtrai-se três vezes o desvio-padrão da média). Todos os indicadores de qualidade foram utilizados para constituição das cartas de controle, independentemente da suposição de normalidade dos dados.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Análise estatística

#### 4.1.1 Estatística descritiva

Os resultados obtidos pela estatística descritiva (Tabela 3), possibilitam melhor compreensão de como os dados se comportaram ao longo das avaliações, indicando que as variáveis analisadas, em todos os arranjos, possuem distribuição normal dos dados, segundo teste de Anderson-Darling, possibilitando o seu uso em uma análise de variância. Os valores encontrados permitem visualizar a proximidade entre os valores dos indicadores de tendência central (média e mediana) de modo geral, independentemente dos fatores testados

Tabela 3. Estatísticas descritivas das variáveis de acordo com seus arranjos: densidade de semeadura, espaçamentos aceitáveis, múltiplos e falhos e profundidade de semente para análise de variância e teste de médias.

Variáveis	Arranjos	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV (%)	Coeficientes		AD*	p-value
						Cs	Ck		
Densidade de semeadura	D1V6	14,10	14,10	0,42	2,95	0,00	0,39	0,163N	0,845
	D1V9	13,80	13,70	0,59	4,27	0,94	1,50	0,240N	0,536
	D2V6	11,75	11,60	0,97	8,27	0,69	-0,95	0,212N	0,641
	D2V9	10,50	10,30	0,62	5,92	1,60	2,70	0,395N	0,181
	D3V6	12,00	12,00	0,33	2,72	0,00	1,50	0,284N	0,410
	D3V9	10,95	10,90	0,41	3,77	0,20	-4,86	0,409N	0,162
	D4V6	11,20	11,30	0,28	2,53	-1,41	1,50	0,416N	0,155
	D4V9	10,15	10,00	0,62	6,10	1,14	0,76	0,272N	0,447
Aceitáveis (%)	D1V6	65,91	66,89	4,22	6,41	-1,24	1,94	0,290N	0,393
	D1V9	61,04	61,32	6,33	10,37	-0,26	1,44	0,237N	0,543
	D2V6	55,00	55,00	5,77	10,50	0,00	-6,00	0,576N	0,051
	D2V9	51,35	51,81	4,08	7,95	-0,63	0,97	0,197N	0,705
	D3V6	62,90	63,29	2,32	3,69	-0,60	-2,27	0,269N	0,456
	D3V9	55,65	55,93	2,32	4,16	-0,45	-2,58	0,237N	0,545
	D4V6	54,51	54,39	4,04	7,42	0,14	-1,77	0,171N	0,814
	D4V9	50,09	50,32	6,05	12,08	-0,18	-1,29	0,164N	0,842
Múltiplos (%)	D1V6	18,08	17,35	2,33	12,89	1,53	2,42	0,369N	0,221
	D1V9	20,71	19,73	2,42	11,68	1,72	2,90	0,503N	0,081
	D2V6	18,85	18,16	3,80	20,14	1,03	1,99	0,292N	0,387
	D2V9	16,64	16,51	4,84	29,09	0,09	-3,64	0,238N	0,540

	D3V6	13,77	13,95	1,80	13,08	-0,32	-3,46	0,262N	0,477
	D3V9	16,87	17,26	1,24	7,34	-1,52	2,25	0,370N	0,219
	D4V6	18,25	19,30	3,93	21,56	-1,03	-0,35	0,321N	0,314
	D4V9	18,70	19,24	7,17	38,34	-0,37	-0,73	0,167N	0,832
Falhos (%)	D1V6	16,01	16,57	2,77	17,32	-0,90	-0,30	0,241N	0,532
	D1V9	18,25	18,98	4,33	23,71	-0,97	2,01	0,314N	0,330
	D2V6	26,15	25,46	4,42	16,89	0,89	1,75	0,261N	0,482
	D2V9	32,01	32,35	2,99	9,33	-0,64	1,48	0,232N	0,562
	D3V6	23,33	22,96	1,18	5,07	1,39	1,49	0,360N	0,236
	D3V9	27,48	26,65	3,49	12,68	0,90	-0,96	0,301N	0,362
	D4V6	27,25	27,05	1,12	4,11	0,42	-3,65	0,367N	0,225
	D4V9	31,20	31,97	4,31	13,81	-0,88	0,32	0,217N	0,618
Profundidade de semente	D1V6	3,00	3,04	0,37	12,45	-0,24	-4,60	0,375N	0,211
	D1V9	3,13	3,13	0,22	7,16	0,00	0,54	0,167N	0,831
	D2V6	3,68	3,68	0,17	4,63	0,00	-0,77	0,155N	0,871
	D2V9	3,79	3,62	0,60	15,76	1,09	-0,04	0,338N	0,277
	D3V6	3,61	3,59	0,26	7,25	0,26	-1,54	0,173N	0,809
	D3V9	3,76	3,55	0,57	15,16	1,79	3,35	0,500N	0,083
	D4V6	3,52	3,52	0,43	12,08	-0,02	-5,55	0,408N	0,165
	D4V9	3,60	3,55	0,42	11,77	0,38	-2,94	0,240N	0,535
Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	D1V6	3321,20	3293,10	98,10	2,95	1,50	2,59	0,365N	0,227
	D1V9	3042,00	3068,00	248,00	8,16	-0,59	1,30	0,215N	0,628
	D2V6	2859,20	2813,80	147,60	5,16	1,44	1,87	0,350N	0,254
	D2V9	2661,00	2715,00	274,00	10,30	-0,65	-2,26	0,298N	0,371
	D3V6	3105,00	3074,00	338,00	10,90	0,52	0,97	0,193N	0,725
	D3V9	2914,30	2929,90	196,10	6,73	-0,09	-5,50	0,457N	0,115
	D4V6	2815,00	2695,00	429,00	15,22	1,48	2,59	0,364N	0,229
	D4V9	2633,90	2673,50	129,20	4,91	-1,23	0,66	0,355N	0,246

CV: coeficiente de variação; Cs: coeficiente de assimetria; Ck: coeficiente de curtose; AD: Teste de normalidade de Anderson-Darling; \*N: distribuição normal pelo teste de Anderson-Darling; A: distribuição assimétrica; p-value: valor de probabilidade, pelo teste de Anderson-Darling.

De acordo com Pimentel-Gomez & Garcia (2002), a variabilidade de determinado parâmetro é classificada de acordo com o valor encontrado para o coeficiente de variação (CV), podendo ser atribuído como baixo (menor que 10%), médio (entre 10 e 20%), alto (20 a 30%) e muito alto (quando maior que 30%). Segundo isso, a variável densidade de semeadura pode ser considerada como de baixa variabilidade, por seu coeficiente ser menor que 10% em todas as configurações dispostas. As demais variáveis possuem CV variando entre baixo e médio, ou seja, entre 0 e 20%, com exceção de espaçamentos múltiplos e falhos, que ultrapassaram o valor de 20 e até mesmo 30%, classificando-os como variáveis de alta e muita alta

variabilidade, indicando que as medidas centrais não caracterizam de forma fiel a distribuição de dados.

Para os coeficientes de assimetria, as variáveis densidade de semeadura, espaçamentos aceitáveis, falhos e profundidade de sementes apresentaram baixos valores, indicando que os resultados estão bem distribuídos em torno de um valor central (média), enquanto que as demais variáveis apresentaram diversos valores elevados, indicando alto grau de assimetria, às vezes deslocados para a direita, às vezes deslocados para a esquerda, o que pode evidenciar a tendência de deslocamento do valor, quando comparado à média das distribuições dos resultados, não sendo suficiente para tornar a distribuição não normal.

Em relação ao coeficiente de curtose, em geral os valores de ordem negativa se sobressaíram, indicando distribuições consideradas platicúrticas, sendo sua curva de representação achatada, exceto para a variável densidade de semeadura, em que os valores de ordem positiva foram mais presentes, indicando distribuições leptocúrticas, representando maior afilamento das curvas da distribuição.

Embora evidenciou-se leves distorções das curvas de distribuições para os parâmetros analisados, estas não foram suficientes para que a hipótese fosse rejeitada no teste de Anderson-Darling, considerando a distribuição não normal.

#### **4.1.2. Análise de variância e Teste de média**

Para os resultados da análise de variância e teste de média (Tabela 4), analisando-se os sistemas dosadores de semente (D), não houve diferença para a variável múltiplos (%), enquanto que para densidade de semeadura e espaçamentos falhos, o teste foi significativo ao nível de 1% de probabilidade, e para as demais variáveis ao nível de 5%.

Tabela 4. Análise de variância e teste de médias para densidade de semeadura, espaçamentos aceitáveis, múltiplos, falhos e profundidade de semente.

Tratamentos	Densidade de semeadura	Espaçamentos			Profundidade (cm)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
		Aceitáveis (%)	Múltiplos (%)	Falhos (%)		
Dosadores (D)						
D1	13,95 a	63,48 a	19,44	17,08 b	3,06 b	3181,86 a
D2	11,13 b	53,15 b	17,76	29,09 a	3,74 a	2760,33 b
D3	11,48 b	58,89 ab	15,26	25,86 a	3,68 ab	3009,46 ab
D4	10,68 b	52,12 b	18,47	29,41 a	3,56 ab	2724,68 b
Teste F	25,37**	6,73*	1,21 ns	14,94**	4,57*	5,24*
DMS	1,29	9,01	7,17	6,57	0,63	302,13
CV (%)	6,97	10,14	25,90	16,59	11,58	9,15
Velocidade (V)						
6 km h <sup>-1</sup>	12,26 a	59,35 a	17,07	23,58 b	3,45	3025,12 a
9 km h <sup>-1</sup>	11,35 b	54,47 b	18,39	27,14 a	3,57	2813,05 b
Teste F	38,16**	13,24*	1,07 ns	19,67*	0,35 ns	12,01*
DMS	0,47	4,27	4,04	2,55	0,64	194,78
CV (%)	3,54	6,66	20,25	8,95	16,25	5,93
D x V						
Teste F	4,51*	0,52 ns	1,30 ns	0,74 ns	0,01 ns	0,05 ns
CV (%)	2,36	6,61	18,54	9,02	10,92	9,57
Média geral	11,80	56,91	17,73	25,36	3,51	2919,08

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste de Tukey e comparam os mecanismos dosadores e velocidades de operação; DMS: Diferença mínima significativa.

ns = não-significativo ( $P \geq 0,05$ ); \* significativo ( $P \geq 0,05$ ); \*\* significativo ( $P \geq 0,01$ ); C.V.: coeficiente de variação.

Já para o fator velocidade de deslocamento (V), não houve diferença estatística significativa para espaçamentos múltiplos e profundidade de semeadura, enquanto que para a variável densidade de semeadura, obteve-se diferença significativa a 1% de probabilidade. Para as demais variáveis, conforme Tabela 4, a diferença foi significativa ao nível de 5% de probabilidade.

Para a densidade de semeadura, a diferença percentual média entre o valor predeterminado e o valor real obtido, em cada arranjo, foi de 15,85% para baixo, e a média geral foi de 11,80 sementes por metro. Tais valores excedem os limites impostos por Siqueira & Casão Junior (2002), onde indicam que os valores dessa diferença percentual devem girar em torno de 10%, não sendo excedido apenas nos

arranjos que incluem o dosador pneumático com acionamento hidráulico (D1), nas velocidades de 6 e 9 km h<sup>-1</sup>.

Para a variável densidade de semeadura, a interação dos fatores DxV foi significativa ao nível de 5% de probabilidade, necessitando de um desdobramento de graus de liberdade do mesmo, conforme Tabela 5.

Tabela 5. Desdobramento de médias de densidade de semeadura (sementes m<sup>-1</sup>) da interação entre velocidade e dosador.

Velocidade	Dosador			
	D1	D2	D3	D4
6 km h <sup>-1</sup>	14,10 aA	11,75 aB	12,00 aB	11,20 aB
9 km h <sup>-1</sup>	13,80 aA	10,50 bB	10,95 bB	10,15 bB

\*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste de Tukey; DMS para colunas de 2,52; DMS para linhas de 6,54.

Pode-se observar que o dosador pneumático com acionamento hidráulico (D1) apresentou os melhores resultados para a densidade de semeadura, independentemente da velocidade de operação, depositando 0,71% de sementes acima da densidade recomendada para 6 km h<sup>-1</sup>, e 1,43% abaixo para 9 km h<sup>-1</sup>, diferindo dos demais dosadores (D2, D3 e D4) ao nível de 1% de probabilidade. Os dosadores mecânicos e pneumático com acionamento elétrico apresentaram influência da velocidade de operação, onde para a velocidade de 6 km h<sup>-1</sup> foram obtidos os melhores resultados em cada dosador.

Tais resultados discordam com os de Santos et al. (2008), utilizando três semeadoras (sendo uma mecânica, e duas pneumáticas) e três velocidades (5,0; 6,5 e 8,0 km h<sup>-1</sup>), a semeadora mecânica apresentou melhores resultados quanto à densidade de semeadura (no caso, média de plantas m<sup>-1</sup>), diferindo significativamente das semeadoras pneumáticas.

Tais resultados podem ser explicados por os sistemas de acionamento de correntes poderem apresentar folga na transmissão quando não regulada de maneira adequada, prejudicando a transmissão de movimento das rodas aos discos, não mantendo a uniformidade de rotação dos mesmos, influenciando na deposição de sementes, e assim na densidade de semeadura. O mecanismo hidráulico, que apresentou os melhores resultados para a variável, apresenta transmissão precisa de movimentos e alimentação constante dos mecanismos, não prejudicando na

regularidade de distribuição. O mecanismo elétrico por sua vez pode ter apresentado falhas devido a sua incorreta instalação ou regulagem, como também por dissipação de pulsos de comando gerado por conexões realizadas inadequadamente.

De acordo com os resultados obtidos, pode-se afirmar que a velocidade de 6 km h<sup>-1</sup> obteve melhores resultados, distribuindo um número de sementes mais próximo ao preestabelecido, aumentando a população para determinada amostras.

Tais resultados concordam com os resultados de Correa Junior et al. (2014) que, na cultura de milho verde, com semeadora de precisão e dosador mecânico de disco horizontal, em três velocidades (7,0; 5,5; e 4,5 km h<sup>-1</sup>), obtiveram valores que diferiram com o incremento da velocidade, com melhores resultados para as velocidades de deslocamentos mais baixas, e Canova et al. (2007), utilizando diferentes configurações em semeadora de precisão de disco horizontal, na cultura de soja, em três velocidades (6,0; 8,0 e 9,0 km h<sup>-1</sup>), que obtiveram valores que diferiram significativamente nas três velocidades utilizadas, levando vantagem na operação a 6 km h<sup>-1</sup>.

Por outro lado, Alonço et al. (2014), na cultura de soja, utilizando dosadores pneumáticos regulados para depositar 14 sementes por metro, diferentes inclinações e velocidades de 5,0; 7,5 e 10 km h<sup>-1</sup>, tal fator não influenciou estatisticamente a variável densidade de semeadura, obtendo valores na ordem de 12,46 a 12,87 sementes por metro, assim como para Bertelli et al. (2016), cultura de soja, operando com duas semeadoras pneumáticas na cultura de soja, reguladas para 10,2 sementes por metro, e 4 velocidades (5,6; 7,0; 8,6; e 10 km h<sup>-1</sup>), onde os resultados obtidos não diferiram significativamente com o incremento da velocidade.

Para os espaçamentos aceitáveis, o sistema dosador D1 obteve média de 63,48%, sendo considerado o melhor resultado dentre os outros, diferindo dos sistemas mecânicos D2 e D4 ao nível de 1% de probabilidade, porém, não diferiu do sistema dosador pneumático de acionamento elétrico, com média de 58,89%, pois ambos os sistemas de acionamento (hidráulico e elétrico) possuem elevada precisão de transmissão, e quando operados com regulagens satisfatórias, suas condições operacionais se equivalem; entretanto, os sistemas mecânicos por corrente, com a irregularidade do terreno e possível folga na transmissão, podem ter vibrado demasiadamente, dificultando à transmissão dos rodados aos discos, interferindo na



regularidade de distribuição de sementes. Entretanto, D3 também não diferiu estatisticamente dos dosadores mecânicos D2 e D4, com médias de 53,15 e 52,12%, respectivamente. Observa-se que tais resultados concordam com Dias et al. (2014), em que os mecanismos dosadores diferiram significativamente quanto a variável, com os dosadores pneumáticos levando vantagem, e segundo os autores, os dosadores de disco horizontal têm maior sensibilidade à elevação de sua velocidade.

Com a baixa precisão na regularidade de distribuição de sementes, há maior ocorrência de espaçamentos múltiplos, em que, para a cultura de soja, pode provocar o desenvolvimento de plântulas de maior porte e menor ramificação, com plântulas com maior tendência ao acamamento, proporcionando menor produção individual; assim como espaçamentos falhos, que facilitam a inserção e desenvolvimento de plantas competidoras, dificultando o fornecimento de nutrientes e energia às plântulas da cultura, gerando plantas mais baixas e de menor produção. Portanto, deve-se dar importância quanto a regularidade de distribuição de sementes, pois esta deve ser realizada de modo que proporcione às plântulas condições ideais de germinação, desenvolvimento inicial e um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis no ambiente, como luz, água e nutrientes (JASPER et al., 2011; MILAGRES et al., 2015).

Com o aumento da velocidade de operação, os espaçamentos aceitáveis sofreram um decréscimo significativo, ao nível de 5% de probabilidade, de 59,35% para 54,47%, concordando com os resultados obtidos por Reynaldo et al. (2016). A proporcionalidade inversa entre o percentual de espaçamentos aceitáveis e a velocidade pode estar vinculada a dificuldade dos singularizadores retirar as sementes a mais nos alvéolos do disco, podendo também haver a retirada das sementes normais, ocasionando a redução desses espaçamentos, ao menor tempo para preenchimento correto dos alvéolos, ao rolamento e saltitamento da semente no fundo do sulco, ou também ao fato de com uma velocidade maior, a “fator” inércia pode afetar no trajeto descrito pela semente em seu tubo condutor, atrasando sua queda pelo maior número de impactos contra as paredes do tubo, causando desuniformidade.

As médias de espaçamentos múltiplos evidenciam que não houve diferenças para o fator dosadores (D). Isto pode ter ocorrido porque as falhas tanto do sistema de acionamento, quanto do mecanismo dosador, geram um atraso de deposição de

sementes, independentemente do sistema estudado, portanto sua precisão será evidenciada nos espaçamentos falhos quanto à distribuição longitudinal. Tal resultado contraria Dias et al. (2014), onde dosadores pneumáticos tiveram menor índice de espaçamentos múltiplos em relação aos dosadores de disco horizontal; para o fator velocidade ( $V$ ), contraria-se a conclusão de Jasper et al. (2011), onde os espaçamentos múltiplos aumentaram com o incremento da velocidade para semeadoras pneumáticas; e também para a interação dos fatores ( $D \times V$ ). Segundo Correa Júnior et al. (2014), quanto maior a velocidade de operação e consequentemente a velocidade tangencial do disco, a probabilidade de ocorrer uma distribuição de sementes ineficiente é maior, o que para o espaçamento múltiplo desse experimento não ocorreu.

Para os espaçamentos falhos, o dosador pneumático de transmissão hidráulica D1 apresentou o melhor resultado, com média de 17,08%, diferindo significativamente dos dosadores mecânicos e D3, de acionamento elétrico, com médias abrangendo os valores de 25,86 a 29,41%, podendo ser considerado valores elevados, concordando com Dias et al. (2014), onde o dosador pneumático obteve melhores resultados para a cultura de milho e soja.

Para o fator velocidade, houve diferença, sendo o melhor resultado para a velocidade de  $6 \text{ km h}^{-1}$ , com média de 23,58%, e para  $9 \text{ km h}^{-1}$  de 27,14%, não concordando com os resultados de Jasper et al. (2011), Bottega et al. (2014) e Bertonha et al. (2014), onde o incremento da velocidade não influenciou de maneira significativa a variável. Tal fator pode ser originado pela dosagem ineficiente de sementes, aliada ao deficiente sistema condutor, que vibra demasiadamente proporcionando o atrito da semente com suas paredes, retardando a deposição de sementes, ocasionando espaçamentos falhos no estande final da cultura.

Para a variável profundidade de sementes, o teste F foi significativo ao nível de 5% de probabilidade para o fator dosador, porém não se é necessária uma ampla discussão desse resultado, pela regulagem ou precisão do sistema dosador não estar ligado diretamente na profundidade de deposição de sementes, pois está regulagem se dá através dos mecanismos de controle de profundidade e sulcador.

Para o fator velocidade de deslocamento do conjunto não obteve influência nos resultados obtidos para os arranjos utilizados, ultrapassando o limite especificado em

15% para a velocidade de 6 km h<sup>-1</sup> e 19% para a de 9 km h<sup>-1</sup>. Fato este que concorda com os dados obtidos por Correa Júnior et al. (2014), Castela Junior et al. (2014) e Trogello et al. (2013), que concluíram que para todas as velocidades testadas, a variável não diferiu significativamente quanto ao fator velocidade, e a semeadora depositou as sementes próximas da profundidade regulada.

O estudo de tal variável pode ter determinado importância, porque quando a semente é depositada em profundidade maior que a especificada, a plântula necessita de um maior gasto energético em sua emergência, (BOTTEGA et al., 2014) permanecendo mais tempo expostas ao ataque de pragas. Quando em profundidades menores, há a falta de suporte e contato do solo úmido com a semente, podendo comprometer a germinação e a emergência e, conseqüentemente, o desenvolvimento da plântula.

Para a produtividade (kg ha<sup>-1</sup>), o dosador pneumático com acionamento hidráulico D1 apresentou o melhor resultado com média de 3.182kg ha<sup>-1</sup>, não diferindo do dosador pneumático com acionamento elétrico D3 com média de 3009kg ha<sup>-1</sup>, por estes mecanismos apresentarem elevada precisão de transmissão, superando a produtividade média da soja brasileira da safra 2015/2016 que foi de 2.882 kg ha<sup>-1</sup>, contrariando as conclusões de Jasper et al. (2011), onde não observou-se diferenças significativas para o componente produtividade de soja para semeadoras mecânicas e pneumáticas com o incremento da velocidade de 4 a 12 km h<sup>-1</sup>. Os dosadores mecânicos com mecanismos de simples e tripla raspagem de sementes apresentaram menor eficiência da cultura, com médias de 2760 e 2735 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

O fator velocidade influenciou de forma inversamente proporcional a produtividade da cultura, tendo o melhor resultado para a velocidade mais baixa, concordando com os resultados de Reynaldo et al. (2016), porém, discordando dos resultados obtidos por Furlani et al. (2010), que concluíram que a velocidade de avanço não interfere significativamente a produtividade da cultura de soja, e sim em seu estado final.

Tal diferença pode ser explicada pela variação da população em cada arranjo selecionado, proporcionando estandes desuniformes, com falhas e plantas múltiplas em determinado espaço. Esta situação nas linhas pode gerar plantas mais altas e menor ramificação, com maior tendência de acamamento, decrescendo assim sua

produção, como também facilita a inserção e desenvolvimento de plantas competidoras, fornecendo assim menor quantidade de nutrientes e energia as plantas, gerando plantas mais baixas e menor produção. Dessa forma um estande irregular reduz a produtividade da cultura conforme visto nos resultados.

## 4.2. Controle estatístico de processos

### 4.2.1. Estatística descritiva

Os resultados obtidos pela estatística descritiva (Tabela 6), indica que para as variáveis densidade de semeadura, espaçamentos aceitáveis, múltiplos e falhos, todos os arranjos possuem distribuição normal de dados, segundo teste de Anderson-Darling, enquanto que as variáveis profundidade de semente e produtividade apresentaram em alguns arranjos distribuição não-normal, porém não há prejuízo algum para o gerenciamento destes dados quanto ao controle estatístico de processos. De maneira geral, é possível observar que os valores encontrados dos indicadores de tendência central (média e mediana) são semelhantes.

Tabela 6. Estatísticas descritivas das variáveis de acordo com seus arranjos: densidade de semeadura, espaçamentos aceitáveis, múltiplos e falhos e profundidade de semente para controle estatístico de processos (CEP).

Variáveis	Arranjos	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV (%)	Coeficientes		AD*	p-value
						Cs	Ck		
Densidade de semeadura	D1V6	13,86	14,10	1,09	7,88	-0,49	-1,01	0,511N	0,173
	D1V9	13,84	14,20	1,41	10,15	-0,78	0,10	0,486N	0,201
	D2V6	11,76	12,00	1,42	12,10	-0,75	0,15	0,448N	0,250
	D2V9	10,51	10,50	1,00	9,55	1,35	3,73	0,539N	0,146
	D3V6	12,22	12,40	0,93	7,64	-0,31	-0,24	0,260N	0,674
	D3V9	10,86	11,00	1,14	10,50	-0,91	0,87	0,438N	0,266
	D4V6	11,23	11,40	0,92	8,18	-0,52	-0,53	0,406N	0,320
	D4V9	10,19	10,10	1,19	11,72	-0,03	-0,33	0,322N	0,506
Aceitáveis (%)	D1V6	65,63	63,85	6,63	10,10	-0,09	-0,23	0,481N	0,207
	D1V9	60,18	60,45	8,61	14,31	0,15	0,12	0,265N	0,657
	D2V6	54,34	53,20	8,39	15,44	0,38	-0,78	0,277N	0,617
	D2V9	50,74	52,35	9,74	19,19	0,34	0,70	0,318N	0,512
	D3V6	62,04	61,65	6,95	11,20	0,16	-0,77	0,206N	0,850
	D3V9	54,68	53,40	4,80	8,78	0,79	-0,21	0,571N	0,120
	D4V6	53,29	52,60	5,85	10,98	-0,27	-0,51	0,350N	0,437

	D4V9	49,94	47,45	10,11	20,25	0,30	-0,51	0,344N	0,452
Múltiplos (%)	D1V6	18,27	16,60	5,10	27,94	0,83	0,30	0,503N	0,181
	D1V9	21,25	22,05	4,58	21,55	-0,41	-0,44	0,447N	0,252
	D2V6	19,04	19,10	6,94	36,45	0,28	-0,04	0,219N	0,812
	D2V9	17,13	15,25	8,06	47,04	0,43	-0,48	0,363N	0,406
	D3V6	13,97	13,60	3,88	27,79	0,38	-0,34	0,323N	0,505
	D3V9	17,55	17,40	2,90	16,54	-0,51	-0,49	0,485N	0,202
	D4V6	18,34	18,10	6,42	34,99	-0,40	0,79	0,369N	0,394
	D4V9	19,06	19,05	9,43	49,50	-0,05	-1,42	0,497N	0,194
Falhos (%)	D1V6	16,11	14,80	5,08	31,50	0,10	-0,66	0,200N	0,863
	D1V9	18,57	17,00	6,39	34,41	0,57	-0,59	0,654N	0,075
	D2V6	26,63	27,70	6,02	22,61	0,08	-0,61	0,348N	0,441
	D2V9	32,12	32,20	7,47	23,25	-0,50	-0,08	0,314N	0,518
	D3V6	24,17	25,15	7,04	29,13	-0,12	-1,25	0,428N	0,281
	D3V9	27,76	28,90	4,82	17,37	-0,17	-0,88	0,254N	0,696
	D4V6	28,38	28,80	3,28	11,57	-0,11	-1,10	0,322N	0,506
	D4V9	31,01	27,90	8,62	27,81	0,61	-0,57	0,700N	0,057
Profundidade de semente	D1V6	3,00	2,90	0,81	27,01	0,67	0,43	0,250N	0,710
	D1V9	3,21	2,90	0,95	29,71	1,10	0,53	0,862A	0,022
	D2V6	3,68	3,65	0,78	21,28	-0,15	-0,73	0,185N	0,895
	D2V9	3,79	3,70	1,18	31,04	0,46	0,00	0,435N	0,270
	D3V6	3,61	3,55	0,82	22,83	0,41	0,85	0,489N	0,198
	D3V9	3,69	3,60	1,00	27,16	0,38	0,60	0,219N	0,813
	D4V6	3,52	3,50	0,91	25,85	-0,04	-0,88	0,226N	0,791
	D4V9	3,60	3,35	0,88	24,59	0,75	-0,32	0,569N	0,121
Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	D1V6	3302,90	3304,60	359,50	10,89	0,02	-0,89	0,239N	0,748
	D1V9	3043,00	3103,00	670,00	22,02	-0,34	-0,60	0,340N	0,460
	D2V6	2859,20	2925,30	411,50	14,39	0,04	-1,15	0,600N	0,103
	D2V9	2661,00	2431,00	540,00	20,29	1,19	0,81	0,908A	0,017
	D3V6	3105,00	2960,00	632,00	20,37	0,41	-1,44	0,842A	0,025
	D3V9	2914,00	2988,00	461,00	15,83	-0,22	-1,42	0,716N	0,052
	D4V6	2815,00	2736,00	499,00	17,73	0,72	-0,62	0,637N	0,083
	D4V9	2634,00	2592,00	485,00	18,42	0,58	2,33	0,600N	0,103

CV: coeficiente de variação; Cs: coeficiente de assimetria; Ck: coeficiente de curtose; AD: Teste de normalidade de Anderson-Darling; \*N: distribuição normal pelo teste de Anderson-Darling; A: distribuição assimétrica; p-value: valor de probabilidade, pelo teste de Anderson-Darling.

De acordo com a classificação de coeficiente de variação (CV) de Pimentel-Gomez & Garcia (2002), a variável densidade de semeadura pode ser considerada como de baixa e média variabilidade, por metade dos coeficientes de variação dos arranjos ser menor que 10%, e a outra metade estar entre 10 e 20%. Destacam-se as variáveis espaçamentos múltiplos e falhos, cujos CV ultrapassaram o valor 30%,

classificando-os como variáveis de variabilidade muito alta, indicando que as medidas centrais não caracterizam de forma fiel a distribuição de dados.

Para os coeficientes de assimetria, todas as variáveis apresentaram predominância de assimetria de grau moderado (entre 0,15 e 1,00) indicando que os resultados estão bem distribuídos em torno de um valor central, se tornando um indicativo de normalidade dos dados.

Em relação ao coeficiente de curtose, em geral os valores de ordem negativa se sobressaíram, indicando distribuições consideradas platicúrticas, sendo sua curva de representação achatada, exceto para a variável densidade de semeadura e profundidade de sementes, em que os valores de ordem positiva foram mais presentes, indicando distribuições leptocúrticas, representando maior afilamento das curvas da distribuição.

#### 4.2.2. Cartas de controle para valores individuais e amplitude média

Na Figura 9 apresenta-se a carta de controle para valores individuais e amplitude móvel para a variável densidade de semeadura, proporcionando a possibilidade de se mensurar a qualidade da operação para os tratamentos utilizados no experimento.

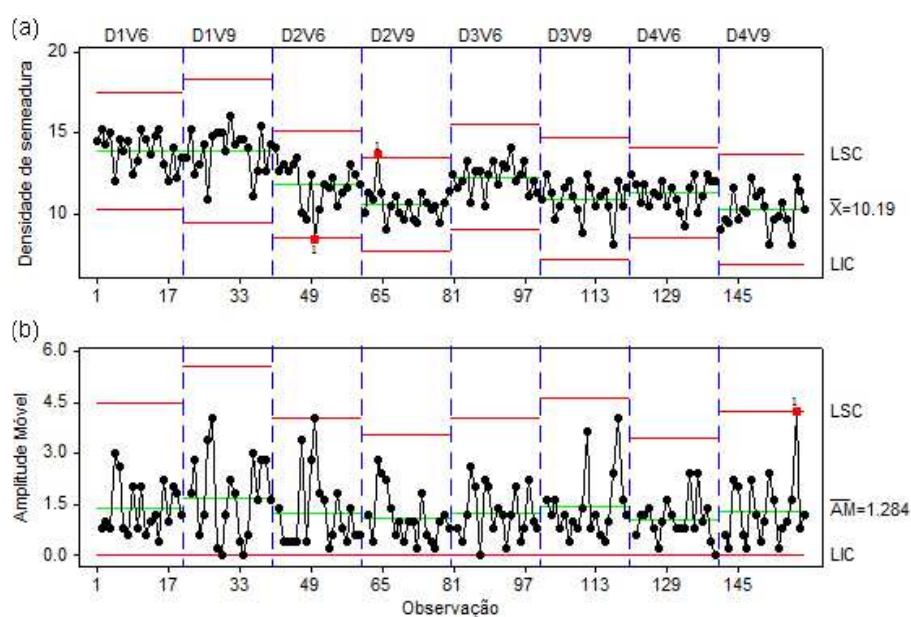


Figura 9. Cartas de controle para a densidade de semeadura para os diferentes sistemas dosadores de semente (D) operando em velocidades de 6 e 9 km

$h^{-1}$  (a) Carta de controle de valores individuais. (b) Carta de controle para amplitude móvel. LSC: Limite superior de controle. LIC: Limite inferior de controle.  $\bar{X}$ : Média  $\bar{AM}$ : Média da amplitude móvel.

Pode-se perceber através da carta de controle para valores individuais que, para os dosadores pneumáticos, com acionamento hidráulico e elétrico, não foi encontrado nenhum ponto de operação fora dos limites de controle, indicando estabilidade no processo para as velocidades utilizadas, embora a variabilidade da operação encontrada para a velocidade teórica de deslocamento de  $6 \text{ km h}^{-1}$  tenha sido menor que a de  $9 \text{ km h}^{-1}$ , indicando que com o acréscimo de velocidade houve uma pequena queda na qualidade da operação. Para o dosador D1, as médias encontram-se muito próximas, enquanto que para D3, a média na primeira velocidade foi maior, indicando que o acréscimo de velocidade teve maior influência no dosador acionado eletricamente, podendo ser explicado pela alimentação constante de acionamentos hidráulicos.

Para os dosadores mecânicos de simples raspagem e tripla raspagem com acionamento mecânico, houve pontos fora de controle (2 e 1, respectivamente), indicando instabilidade de operação, atribuindo a estes mecanismos má qualidade de trabalho. O ponto abaixo do limite inferior de controle para o tratamento D2V6 (dosador mecânico de simples raspagem operando a  $6 \text{ km h}^{-1}$ ) pode ser explicado devido a vibrações excessivas decorrentes do terreno acidentado, transmissão ineficiente de correntes ou também pela expulsão indevida de sementes dos alvéolos do disco. O ponto acima do limite superior de controle para o arranjo D2V9 (dosador D2 operando a  $9 \text{ km h}^{-1}$ ) pode ser atribuído à ineficiência do singularizador de simples raspagem, não expulsando as sementes excedentes dos alvéolos do disco, podendo também ser prejudicado pela elevada velocidade tangencial do disco. Tal velocidade elevada pode ser a causa do ponto acima dos limites de controle na carta de amplitude móvel (Figura 9b) para o arranjo D4V9 (dosador mecânico de tripla raspagem e velocidade de  $9 \text{ km h}^{-1}$ ).

Para a variável espaçamentos normais, a carta de controle de valores individuais (Figura 10a) indica que apenas para o dosador pneumático com acionamento elétrico (D3) a variabilidade do processo com velocidade de  $9 \text{ km h}^{-1}$  foi menor quando comparado a velocidade teórica de  $6 \text{ km h}^{-1}$ , resultando de que de modo geral, a velocidade menor teve maior estabilidade no processo.

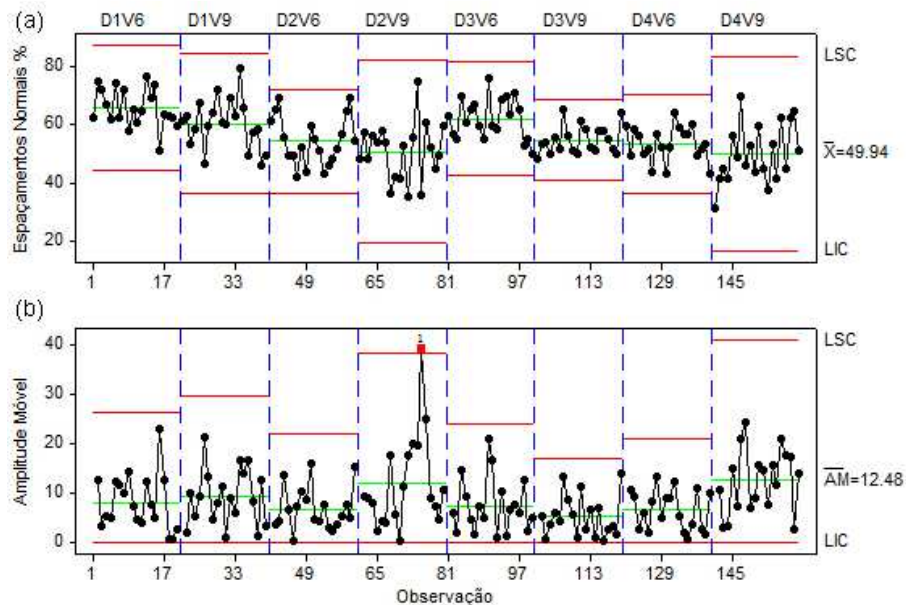


Figura 10. Cartas de controle para espaçamentos normais (%) para os diferentes sistemas dosadores de semente (D) operando em velocidades de 6 e 9 km h<sup>-1</sup> (a) Carta de controle de valores individuais. (b) Carta de controle para amplitude móvel. LSC: Limite superior de controle. LIC: Limite inferior de controle.  $\bar{X}$ : Média  $\overline{AM}$ : Média da amplitude móvel.

Os dosadores pneumáticos (D1 e D3) e o dosador mecânico de tripla raspagem não apresentaram pontos de operação fora dos limites de controle, indicando estabilidade na operação, demonstrando boa qualidade, enquanto que para o dosador mecânico de simples raspagem apresentou um ponto fora de controle, na carta de amplitude móvel (Figura 10b) quando operando na velocidade mais elevada, demonstrando instabilidade no processo nessa combinação (D2V9), onde dois pontos consecutivos apresentaram elevada discrepância de valores, podendo ser resultado do ineficiente mecanismo de individualizar sementes no alvéolo do disco, como também da elevada velocidade tangencial do disco, dificultando o preenchimento dos alvéolos pela semente. As maiores médias foram encontradas para os arranjos D1V6 e D3V6, demonstrando a vantagem dos dosadores pneumáticos sobre os mecânicos.

De acordo com as cartas de controle para a variável espaçamentos múltiplos (Figura 11), não se observou nenhum ponto fora de controle para os arranjos utilizados, indicando estabilidade para todos os dosadores em todas as velocidades de operação. Nota-se, entretanto, que a variabilidade para os dosadores mecânicos com acionamento mecânico (D2 e D4) possui valores maiores do que as observadas



para os dosadores pneumáticos, permitindo destacar maior qualidade na operação quando utilizado D1 e D3.

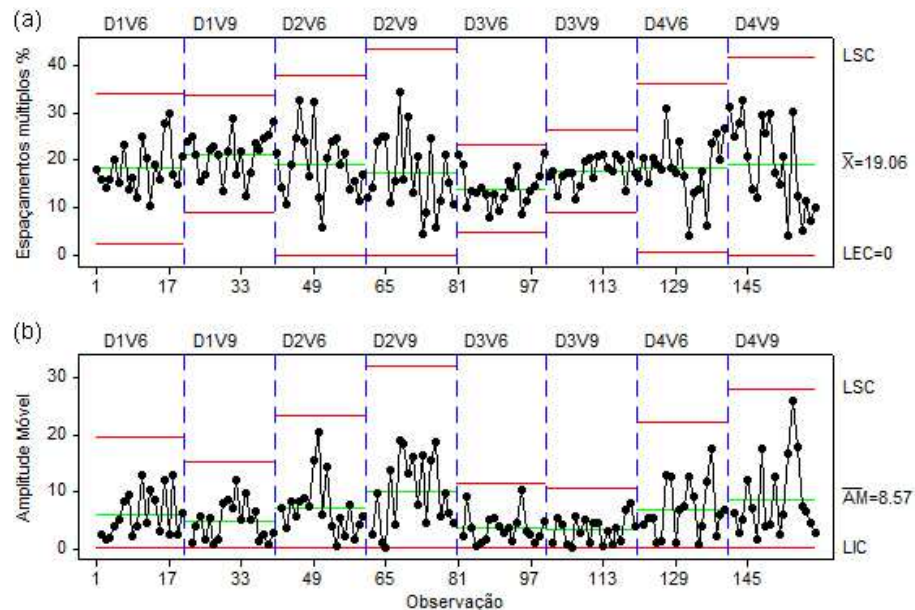


Figura 11. Cartas de controle para espaçamentos múltiplos para os diferentes sistemas dosadores de semente (D) operando em velocidades de 6 e 9  $\text{km h}^{-1}$  (a) Carta de controle de valores individuais. (b) Carta de controle para amplitude móvel. LSC: Limite superior de controle. LIC: Limite inferior de controle.  $\bar{X}$ : Média  $\overline{AM}$ : Média da amplitude móvel.

O aumento da velocidade proporcionou aumento da variabilidade para os dosadores mecânicos e leve diminuição para os dosadores pneumáticos, com destaque para o pneumático com acionamento elétrico. Tal resultado permite a visualização da sensibilidade maior dos dosadores mecânicos ao aumento considerável da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado quando comparado aos dosadores pneumáticos, que nesta operação, aumentaram a qualidade com o aumento da velocidade, podendo ser explicado pela alimentação constante do acionamento em ambos os sistemas.

Na Figura 12, para a variável espaçamentos falhos, todos os arranjos obtiveram valores da operação dentro dos limites de controle, indicando qualidade da operação e estabilidade. Destaca-se a elevada variabilidade para as operações a 9  $\text{km h}^{-1}$  e também para a elevada variabilidade do dosador pneumático com acionamento elétrico na velocidade de 6  $\text{km h}^{-1}$ , onde alguma causa especial pode ter influenciado no momento da operação. Destaque também para a baixa média de espaçamentos falhos para o dosador pneumático com acionamento hidráulico.

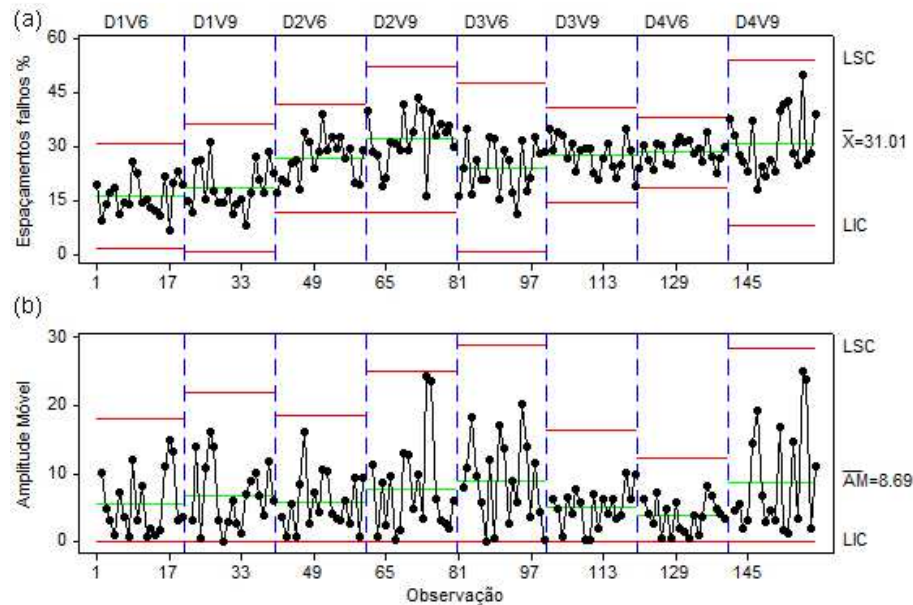


Figura 12. Cartas de controle para espaçamentos falhos para os diferentes sistemas dosadores de semente (D) operando em velocidades de 6 e 9 km h<sup>-1</sup> (a) Carta de controle de valores individuais. (b) Carta de controle para amplitude móvel. LSC: Limite superior de controle. LIC: Limite inferior de controle.  $\bar{X}$ : Média  $\bar{AM}$ : Média da amplitude móvel.

Como, para a variável profundidade de semente, o sistema dosador de sementes não apresenta elevada importância e influência, pois, os mecanismos responsáveis pela regulação do parâmetro são a roda controladora de profundidade e mecanismo sulcador, portanto apenas a velocidade será discutida para as cartas de controle (Figura 13) desta variável.

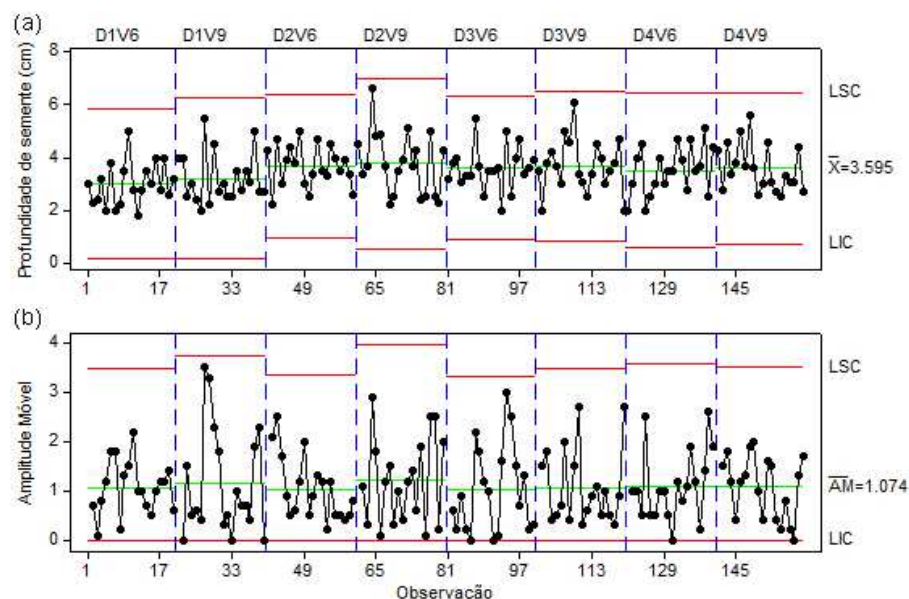


Figura 13. Cartas de controle para profundidade de semente (cm) para os diferentes sistemas dosadores de semente (D) operando em velocidades de 6 e 9 km

$h^{-1}$  (a) Carta de controle de valores individuais. (b) Carta de controle para amplitude móvel. LSC: Limite superior de controle. LIC: Limite inferior de controle.  $\bar{X}$ : Média  $\bar{AM}$ : Média da amplitude móvel.

Pode-se observar que para todos os tratamentos utilizados, não houve pontos que ultrapassaram o limite superior e inferior de controle, demonstrando estabilidade na operação de semeadura com os dosadores e velocidades em questão, indicando boa qualidade no processo. As variabilidades para os arranjos foram semelhantes, com leve acréscimo na velocidade de  $9 \text{ km h}^{-1}$ , portanto tal indicador de qualidade não apresentou influência pela velocidade de operação. Porém, tal resultado pode ser questionado devido aos valores dos limites de controle, que vão da ordem de 0 a 7 cm, podendo ser considerado um provável erro do tipo 2 nas cartas de controle, em que o processo é considerado estável por não possuir pontos fora dos limites de controle que possuem elevada amplitude. Porém se for realizado uma análise mais criteriosa quando aos limites, haverá pontos fora de controle, considerando a operação instável.

## 5. CONCLUSÃO

O dosador pneumático com acionamento hidráulico e velocidade de  $6 \text{ km h}^{-1}$  foi o que apresentou maior precisão na operação e produtividade final, e embora não tenha alcançado os padrões de semeadura estabelecidos, se aproximou dos valores desejados; e apresentaram comportamento estável e condições de manter a qualidade na operação de semeadura para todas as variáveis, assim como o dosador com acionamento elétrico.

A fator sistema dosador influenciou significativamente as variáveis densidade de semeadura, espaçamentos aceitáveis e falhos e produtividade de grãos, apresentando melhores resultados para o dosador pneumático com acionamento hidráulico.

A velocidade de operação interferiu de maneira inversamente proporcional à precisão na operação de semeadura, onde os melhores resultados foram encontrados quando a velocidade de deslocamento era mais baixa ( $6 \text{ km h}^{-1}$ ), favorecendo a uniformidade de distribuição de sementes e apresentou maior qualidade e menor variabilidade durante a operação de semeadura.

As variáveis espaçamentos múltiplos e profundidade de semeadura não foram influenciadas significativamente pelo incremento da velocidade de operação.

As variáveis densidade de semeadura e espaçamentos normais são afetadas pelo uso do mecanismo dosador mecânico, sendo a primeira pelo de simples e tripla raspagem, enquanto a segunda apenas para o de simples raspagem.

## 6. REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto de norma 04:015.06-004/1995. **Semeadora de precisão: ensaio de laboratório/método de ensaio**. São Paulo: ABNT, 1996. 21 p.

ALONÇO, A.S.; SILVEIRA, H.A.T.; BELLÉ, M.P.; CARPES, D.P.; MACHADO, O.D.C. Influência da inclinação transversa e velocidade de operação sobre o desempenho de dosadores pneumáticos com semente de soja. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa MG, v.22, n.2, p.119-127, 2014.

ALONÇO, A.S.; SILVEIRA, H.A.T.; CARDINAL, K.M.; RIST, G.P. Distribuição longitudinal de sementes de algodão e girassol com diferentes velocidades e inclinações em dosadores pneumáticos. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.16, n.2, p.63-70, 2015.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v.22, n.6, p.711-728, 2014.

BERTELLI, G.A.; JADOSKI, S.O.; DOLATO, M.L.; RAMPIM, L.; MAGGI, M.F. Desempenho de plantabilidade de semeadoras pneumática na implantação da cultura da soja no cerrado piauiense – Brasil. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, Guarapuava, v.9, n.1, p.91-103, 2016.

BERTONHA, R.S.; FURLANI, C.E.A.; RAVELI, M.B.; ZERBATO, C.; CAVICHIOLI, F.A. Planter speed and plant establishment in corn hybrids seeding. **Científica**, Jaboticabal, v.42, n.4, p.325-329, 2014.

BOTTEGA, E.L.; BRAIDO, R.; PIAZZETTA, H.V.L.; OLIVEIRA NETO, A.M.; GUERRA, N. Efeitos da profundidade e velocidade de semeadura na implantação da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v.19, n.2, p.74-78, 2014.

BOTTEGA, E.L.; QUEIROZ, D.M.; PINTO, F.A.C.; SOUZA, C.M.A. Variabilidade espacial de atributos do solo em sistema de semeadura direta com rotação de culturas no cerrado brasileiro. **Ciência Agrônômica**, v.44, n.1, p.1-9, 2013.

CANOVA, R.; SILVA, R.P.; FURLANI C.E.; CORTEZ, J.W. Distribuição de sementes por uma semeadora-adubadora em função de alterações no mecanismo dosador e de diferentes velocidades de deslocamento. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.15, n.3, p.299-306, 2007.

CASTELA JÚNIOR, M.A.; OLIVEIRA, T.C.; FIGUEIREDO, Z.N.; SAMOGIM, E.M.; CALDEIRA, D.S.A. Influência da velocidade da semeadora na semeadura direta de soja. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.10, n.19, p.1199-1207, 2014.

COELHO, J. L. D. Ensaio e certificação das máquinas para semeadura. In: MIALHE, L. G. Máquinas agrícolas: ensaios e certificação. Piracicaba: FEALQ, 1996. Cap. 11, p. 551-570.

CONCEIÇÃO, L.A.; BARREIRO, P.; DIAS, S.; GARRIDO, M.; VALERO, C.; SILVA, J.R.M. A partial study of vertical distribution of conventional no-till seeders and spatial variability of seed depth placement of maize in the Alentejo region, Portugal. **Precision Agriculture**, v.17, p.36-52, 2016.

CORRÊA JÚNIOR, D.; GARCIA, R.F.; MANHÃES, C.M.C.; KLAVER, P.P.C.; VASCONCELOS JÚNIOR, J.F.S. Influência da velocidade de trator e semeadora de precisão na implantação e produtividade da cultura do milho verde. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.22, n.1, p.25-32, 2014.

CTIC - Conservation Technology Information Center. What's conservation tillage? Core4 **Information Fact Sheet**. West Lafayette, In: Conservation Technology Information Center 2p. 2010.

DIAS, V.O.; ALONÇO, A.S.; CARPES, D.P.; VEIT, A.A.; SOUZA, L.B. Velocidade periférica do disco em mecanismos dosadores de sementes de milho e soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.11, p.1973-1979, 2014.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353 p.

FURLANI, C. E. A.; CORTEZ, J. W.; SILVA, R. P.; GROTTA, D. C. C. Cultura do milho em diferentes manejos de plantas de cobertura do solo em plantio direto. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Jaboticabal, v.7. n.1, p.161–167, 2007.

FURLANI, C.E.A.; PAVAN JÚNIOR, A.; CORTEZ, J.W.; SILVA, R.P.; GROTTA, D.C.C. Influência do manejo da cobertura vegetal e da velocidade de semeadura no estabelecimento da soja (*Glycine max*). **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.18, n.3, p.227-233, 2010.

FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P.; CARVALHO FILHO, A.; CORTEZ, J.W.; GROTTA, D.C.C. Semeadora-adubadora: exigências em função do preparo do solo, da pressão de inflação do pneu e da velocidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.345-352, 2008.

GARCIA, S.M.; RIGHES, A.A. Vertical mulching e manejo da água em Semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32 p.833-842, 2008.

JASPER, R.; JASPER, M.; ASSUMPÇÃO, P.S.M.; ROCIL, J.; GARCIA, L.C. Velocidade de semeadura da soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.1, p.102-110, 2011.

LI, G.; KHAJEPOUR, A. Robust control of a hydraulically driven flexible arm using backstepping technique. **Journal of Sound and Vibration**, v.280, p.759–775, 2005.

MIALHE, L.G. **Máquinas agrícolas: ensaios & certificações**. Piracicaba: FEALQ, 1996. 722 p.

MILAGRES, R.S.; FURTADO JÚNIOR, M.R.; SILVA, A.C.; FONTES, J.M. Desempenho de um conjunto trator-semeadora-adubadora em função do mecanismo sulcador e velocidade de deslocamento. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.23, n.2, 2015.

MINGOTI, S.A.; FIDELIS, M.T. Aplicando a geoestatística no controle estatístico de processo. **Revista Produto & Produção**, Porto Alegre, v.5, n.2, p.55-70, 2001.

MODOLO, A.J.; TROGELLO, E.; PAGLIOSA, E.S.; DALLACORT, R.; KOLLING, E.M.; SGARBOSSA, M. Seeding quality and soybean yields from using different furrowers and operation speeds. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.1, p.3009-3016, 2012.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, p. 100 – 200, 2000.

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**, Campinas, v.70, n.4, p.931-938, 2011.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônomicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

PORTELLA, J.A. **Semeadoras para plantio direto**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 252p.

REIS, E.F.; MOURA, J.R.; DELMOND, J.G.; CUNHA, J.P.A.R. Características operacionais de uma semeadora-adubadora de plantio direto na cultura da soja (*Glycine Max (L.) Merril*). **Revista Ciências Técnicas Agropecuárias**, v.16, n.3, p.70-75, 2007.

REYNALDO, E.F.; MACHADO, T.M.; TAUBINGER, L.; QUADROS, D. Influência da velocidade de deslocamento na distribuição de sementes e produtividade de soja. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.24, n.1, p.63-67, 2016.

SANTOS, A.P.; TOURINO M.C.C.; VOLPATO, C.E.S. Qualidade de semeadura na implantação da cultura do milho por três semeadoras-adubadoras de plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.5, p.1601-1608, 2008.

SILVA, R. P.; CORA, J. E.; FURLANI, C. E. A.; LOPES, A. Efeito da profundidade de semeadura e de rodas compactadoras submetidas a cargas verticais na temperatura e no teor de água do solo durante a germinação de sementes de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.3, p.929-937, 2008.

SILVEIRA, J.C.M.; GABRIEL FILHO, A.; TIEPPO, R.C.; TORRES, D.G.B.; BALDESSIN JÚNIOR, A.; BOLIGON, F. Uniformidade de distribuição de plantas e estande de milho (*Zea mays L.*) em função do mecanismo dosador de sementes. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.27, n.3, p.467-472, 2005.

SILVEIRA, P.M.; SILVA, O.F.; STONE, L.F.; SILVA, J.G. Efeitos do preparo do solo, plantio direto e de rotações de culturas sobre o rendimento e a economicidade do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.2, p.257-263, 2001.



SIQUEIRA, R.; CASÃO JUNIOR, R. **Dinâmica de semeadoras adubadoras diretas em entre rios do oeste – PR** (resultados de avaliação). Londrina – PR: IAPAR, 2002. (Avulso).

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**, v. 28, n. 04, p. 710-719, 2008.

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; FABIAN, A.J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.3, p.421-428, 2008.

TOURINO, M.C.C.; REZENDE, P.M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.8, p.1071-1078, 2002.

TROGELLO, E.; MODOLO, A.J.; SCARSI, M.; SILVA, C.L.; ADAMI, P.F.; DALLACORT, R. Manejos de cobertura vegetal e velocidades de operação em condições de semeadura e produtividade de milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.7, p.796-802, 2013.

VOLTARELLI, M.A.; SILVA, R.P.; CASSIA, M.T.; ORTIZ, D.F.; TORRES, L.S. Qualidade do corte basal de cana-de-açúcar utilizando-se de três modelos de facas. **Engenharia Agrícola**, v.35, n.3, p.528-541, 2015.