UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

RAFAELA PAULA MELO

QUALIDADE NA DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DE SEMENTES POR SEMEADORAS DE PRECISÃO E FLUXO CONTÍNUO NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO CEARÁ

FORTALEZA
2013

RAFAELA PAULA MELO

QUALIDADE NA DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DE SEMENTES POR SEMEADORAS DE PRECISÃO E FLUXO CONTÍNUO NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO CEARÁ

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Albiero

FORTALEZA

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

M485q Melo, Rafaela Paula.
Qualidade na distribuição longitudinal de sementes por semeadoras de precisão e fluxo contínuo nas condições edafoclimáticas do Ceará / Rafaela Paula Melo. – 2013.
148 f. : il., enc. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2013.
Área de Concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas.
Orientação: Prof. Dr. Daniel Albiero.

1. Semeadora. 2. Arroz. 3. Milho. I. Título.

CDD 630

RAFAELA PAULA MELO

QUALIDADE NA DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DE SEMENTES POR SEMEADORAS DE PRECISÃO E FLUXO CONTÍNUO NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO CEARÁ

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas.

Aprovado em: 20 / 02 / 2013.

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. Dr. Daniel Albiero (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

_____

Prof. Dr. Leonardo de Almeida Monteiro

Universidade Federal do Ceará (UFC)

_____

Prof. Dr. Antônio José da Silva Maciel

Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

Ao único e verdadeiro Senhor, Jesus Cristo, por sua bondade, misericórdia sem fim e por seu amor incondicional.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus meu pai, minha fonte de vida, por sua confiança, por acreditar em mim mesmo que pequena, por me guiar sempre nos seus caminhos, por ser minha força quando estou fraca, por me permitir ser aprendiz do seu agir sobre minha vida todos os dias, apesar de ser apenas uma criança buscando te conhecer cada vez mais. Obrigada Senhor, sou eterna dependente do teu amor.

A meus pais Verônica e Manoel e meus irmãos Emanuela, Daniela e Daniel, pelo amor, incentivo, ensinamentos, experiências compartilhadas para que eu conseguisse ultrapassar mais uma etapa em minha vida.

A minha avó Francisca (mãezinha) pelo apoio concedido em meus estudos, além do carinho que sempre foi dedicado a mim.

A Denise de Castro por seu auxílio durante o experimento e pelo carinho.

A Graciane, pela paciência durante os momentos de estresse, pela compreensão, carinho e constantes orações por minha vida, e por ser presente em todos os momentos difíceis.

A Rafaela Silva pelo carinho, amizade e pelas orações durante todo o curso de mestrado.

A Universidade Federal do Ceará pela oportunidade de cursa a Pós-Graduação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao meu orientador Prof. Dr. Daniel Albiero, pela confiança que sempre me foi imposta, pela orientação, amizade, dedicação, respeito e conselhos que contribuíram para meu crescimento profissional e para realização deste trabalho.

Ao professor Dr. Leonardo de Almeida Monteiro por suas contribuições para a realização deste trabalho, pela amizade e respeito.

Ao Prof. Dr. Antônio José da Silva Maciel pelas considerações que foram dadas a este trabalho e pelas palavras de incentivo.

Ao Fábio Henrique de Souza, por sua amizade e companheirismo na realização dos experimentos em campo e durante a pós-graduação.

Aos grupos de pesquisa LERAS e LIMA pelo apoio nos trabalhos realizados em campo durante a condução do experimento.

Aos colegas do curso de pós-graduação por todas as informações compartilhadas que contribuíram para o crescimento durante o curso.

“Mas olhem e vejam bem os campos: o que foi plantado já está maduro e pronto para a colheita”
(João 4:35)

MELO, Rafaela Paula, Universidade Federal do Ceará. Fevereiro de 2013. **Qualidade na distribuição longitudinal de sementes por semeadoras de precisão e fluxo contínuo nas condições edafoclimáticas do Ceará.** Orientador: Daniel Albiero. Conselheiros: Leonardo de Almeida Monteiro, Antônio José da Silva Maciel.

RESUMO

As semeadoras desempenham um papel importante para a agricultura, pois elas criam as condições adequadas para que o processo de semeadura seja feito de maneira correta. Um dos fatores que contribuem para o sucesso no estabelecimento da cultura é a uniformidade de distribuição e a profundidade de deposição de sementes no sulco de semeadura, estes fatores asseguram a população adequada de plantas. É muito complicado determinar todos os pontos que influem nas operações agrícolas, por isso as ferramentas de qualidades se apresentam como uma alternativa para garantir o desempenho adequado do processo em função dos fatores críticos, neste sentido o Controle Estatístico Processo auxilia no controle da qualidade nas etapas do processo, principalmente nos processos repetitivos, pois visa garantir a estabilidade e a melhoria contínua do processo. Este trabalho teve como objetivo avaliar a profundidade e a uniformidade de distribuição de sementes de milho e arroz em função de duas velocidades teóricas de deslocamento 4 e 7 $km.h^{-1}$ para as semeadoras de precisão mecânica e pneumática e as velocidade de 4 e 8 $km.h^{-1}$ para a semeadora de fluxo contínuo. O experimento foi realizado na área experimental do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Fortaleza, Ceará. O solo onde foi realizado o experimento foi classificado como Argissolo Vermelho-amarelo. As semeadoras de precisão foram reguladas para o espaçamento de 14 cm entre as sementes de milho e profundidade de 5 cm, já a semeadora de fluxo contínuo foi regulada para obter a densidade de 80 g sementes de arroz/m e profundidade de 3 cm. Para as semeadoras de precisão e fluxo contínuo realizou-se o processo de semeadura numa distância de 50 m de comprimento com sementes de milho (*Zea mays* L.) e arroz, respectivamente. Para as semeadoras de precisão intervalos de 1m foram tomados ao acaso para a avaliação da distribuição longitudinal, já para a semeadora de fluxo contínuo a avaliação da densidade de distribuição da semeadora foi realizada conforme as recomendações de Campos (1998). A profundidade de deposição de sementes de milho e arroz foi realizada por meio do método da escavação manual. Os dados foram analisados através do Software Minitab – Versão 16. Com o aumento da velocidade de deslocamento houve diferença segundo a metodologia de Kurachi *et al*. (1989) para o número de espaçamentos aceitáveis, já que com o aumento da velocidade de deslocamento o número de espaçamentos aceitáveis diminuiu para ambas as semeadoras, mas nas análises estatísticas não houve diferença entre as velocidades avaliadas e a velocidade de deslocamento não apresentou influência na profundidade de deposição de sementes para a semeadora pneumática. Para a semeadora de fluxo contínuo o aumento da velocidade influenciou na uniformidade de distribuição e na profundidade das sementes de arroz.

Palavras - chave: Arroz. Milho. Semeadoras.

MELO, Rafaela Paula, Universidade Federal do Ceará. February, 2013. **Quality in the longitudinal distribution of seeds per seed drill and streaming at conditions of Ceará**. Advisor: Daniel Albiero. Faculty Members: Leonardo de Almeida Monteiro, Antônio José da Silva Maciel.

ABSTRACT

The planters play an important role in agriculture because they create the right conditions for the seeding process is done correctly. One of the factors that contribute to successful crop establishment is the distribution uniformity and depth of deposition of seeds at sowing, these factors ensure adequate plant population. It is very difficult to determine all the points that influence agricultural operations, so the tools of qualities present themselves as an alternative to ensure proper performance of the process in terms of the critical factors in this sense the CEP assists in quality control in the process steps especially in repetitive processes, it aims to ensure stable and continuous process improvement. This study aimed to assess the depth and uniformity of seed corn and rice based on two theoretical speeds shift 4 and 7 $km.h^{-1}$ for the precision seeders mechanical and pneumatic and speed of 4 km and 8 km . h^{-1} for seed drills. The experiment was conducted in the experimental area of the Department of Agricultural Engineering, Federal University of Ceará, Campus do Pici, Fortaleza, Ceará. The soil where the experiment was conducted was classified as Typic yellow. The precision sowing machines were set to a spacing of 14 cm between maize and depth of 5 cm, because the seed drills was adjusted to the density of rice seed 80 g / m depth of 3 cm. For the precision seeders and streaming held up the process of seeding a distance of 50 m in length with seed corn (Zea mays L.) and rice, respectively. For precision sowing intervals of 1 m were taken at random for assessing the longitudinal distribution, as for seed drills evaluating the distribution density of the seeding was performed according to the recommendations of Fields (1998). The depth of deposition of seeds of maize and rice was performed by the method of manual excavation. Data were analyzed using Minitab Software - Version 16. With the increase in travel speed difference was observed according to the method of Kurachi et al. (1989) for the number of acceptable spacing, since with increasing travel speed and number of acceptable spacing decreased for both seeders, but the statistical analysis there was no difference between the measured speeds and speed did not have any influence on depth deposition of seeds to the air seeder. For seed drills to increase speed influenced the distribution uniformity and depth of rice seeds.

Keywords: Rice. Corn. Seeders.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figure 1- Histograma e distribuição de probabilidade de uma população. 37
Figura 2- Processo sob controle com as causas especiais eliminadas. 39
Figura 3- Processo fora de controle com presença de causas especiais. 39
Figura 4- Avaliação da capacidade de um processo estável versus instável. 40
Figura 5- Processo centrado e processo descentrado..... 41
Figura 6- Ações dirigidas pelas cartas de controle representando processos fora do controle estatístico e em controle estatístico. 42
Figura 7- Vista da área onde foram realizados os ensaios com as semeadoras. 47
Figura 8- Penetrômetro utilizado para realizar as medições de resistência à penetração no solo. 48
Figura 9- Gráfico da resistência à penetração do solo. 49
Figura 10- Trator Valtra BM -120 utilizado para os ensaios com as semeadoras de precisão e Valtra A utilizado para os ensaios com as semeadoras de fluxo contínuo, respetivamente. 49
Figura 11-Semeadora-adubadora mecânica modelo PLB04X3800. 50
Figura 12-Semeadora-adubadora pneumática modelo JM2090EX.00. 50
Figura 13 - Semeadora de fluxo contínuo de modelo SDA^3. 51
Figura 14 - Esquema da área experimental e avaliação da distribuição das sementes. 52
Figura 15- Avaliação da distribuição longitudinal de sementes de milho por semeadoras de precisão mecânica e pneumática..... 53
Figura 16- Avaliação da profundidade de deposição das sementes. 53
Figura 17- Embalagem plástica no tubo condutor na semeadora de fluxo contínuo. 54
Figura 18- Coleta da densidade de sementes de arroz na embalagem plástica no tubo condutor da semeadora. 54
Figura 19 - Rodas compactadoras da semeadora de fluxo contínuo suspensas para o ensaio da profundidade de deposição de sementes. 55
Figura 20 - Avaliação da profundidade de deposição das sementes de arroz. 55
Figura 21- Reservatório da semeadora de precisão mecânica e da semeadora de fluxo contínuo com 50 % da capacidade volumétrica, respectivamente. 56
Figura 22 - Medição da patinagem da semeadora de precisão pneumática e defluxo contínuo, respectivamente. 58
Figura 23 - Contagem do número de voltas da semeadora pneumática. 58

Figura 24- Curvas características de operação para diferentes Valores de n para o teste em frente e verso normal para um nível se significância α = 0,05. 60
Figura 25 - Histograma dos espaçamentos entre sementes da semeadora mecânica na velocidade de 4 km.h^{-1} 67
Figura 26 - Histograma dos espaçamentos entre sementes da semeadora mecânica na velocidade de 7 km.h^{-1} 67
Figura 27- Histograma dos espaçamentos entre sementes da semeadora pneumática na velocidade de 4 km.h^{-1} 68
Figura 28 - Histograma dos espaçamentos entre sementes da semeadora pneumática na velocidade de 7 km.h^{-1} 68
Figura 29- Análise da capacidade efetiva do espaçamento entre sementes na velocidade de 4 km.h^{-1} para a semeadora mecânica. 73
Figure 30- Gráfico de controle do espaçamento entre sementes na velocidade de 4 km.h^{-1} para a semeadora mecânica. 75
Figura 31- Análise da capacidade efetiva do espaçamento entre sementes na velocidade de 7 km.h^{-1} para a semeadora mecânica. 76
Figura 32- Gráfico de controle do espaçamento entre sementes na velocidade de 7 km.h^{-1} para a semeadora mecânica. 76
Figura 33- Análise da capacidade efetiva do espaçamento entre sementes na velocidade de 4 km.h^{-1} para a semeadora pneumática. 77
Figura 34- Gráfico de controle do espaçamento entre sementes na velocidade de 4 km.h^{-1} para a semeadora pneumática. 77
Figura 35- Análise da capacidade efetiva do espaçamento entre sementes na velocidade de 7 km.h^{-1} para a semeadora pneumática. 78
Figura 36- Gráfico de controle do espaçamento entre sementes na velocidade de 7 km.h^{-1} para a semeadora pneumática. 78
Figura 37- Coeficientes de variação do espaçamento entre semente das semeadoras mecânica e pneumática trabalhando na velocidade de deslocamento de 4 e 7 km.h^{-1}. 79
Figura 38- Índice de patinagem das semeadoras mecânica e pneumática trabalhando na velocidade de deslocamento de 4 e 7 km.h^{-1}. 80
Figura 39- Análise da capacidade efetiva da profundidade de deposição de sementes na velocidade de 4 km.h^{-1} para a semeadora mecânica. 86
Figura 40- Gráfico de controle da profundidade de deposição de sementes na velocidade de 4 km.h^{-1} para a semeadora mecânica. 86

Figura 41- Análise da capacidade efetiva da profundidade de deposição de sementes na velocidade de 7 km.h^{-1} para a semeadora mecânica. 87
Figura 42- Gráfico de controle da profundidade de deposição de sementes na velocidade de 7 km.h-1 para a semeadora mecânica. 87
Figura 43- Análise da capacidade efetiva da profundidade de deposição de sementes na velocidade de 4 km.h^{-1} para a semeadora pneumática..... 88
Figura 44- Gráfico de controle da profundidade de deposição de sementes na velocidade de 7 km.h^{-1} para a semeadora pneumática..... 88
Figura 45- Análise da capacidade efetiva da profundidade de deposição de sementes na velocidade de 7 km.h-1 para a semeadora pneumática. 89
Figura 46- Gráfico de controle da profundidade de deposição de sementes na velocidade de 7 km.h^{-1} para a semeadora pneumática..... 89
Figura 47- Coeficientes de variação da profundidade de deposição de sementes das semeadoras mecânica e pneumática trabalhando na velocidade de deslocamento de 4 e 7 km.h^{-1}..... 91
Figura 48- Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada da densidade de sementes de arroz da semeadora de fluxo contínuo na velocidade de 4 km.h^{-1}. 95
Figura 49- Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada da densidade de sementes de arroz da semeadora de fluxo contínuo na velocidade de 8 km.h^{-1}. 95
Figure 50- Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada da profundidade de deposição de sementes da semeadora de fluxo contínuo na velocidade de 4 km.h^{-1}. 98
Figure 51- Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada da profundidade de deposição de sementes da semeadora de fluxo contínuo na velocidade de 8 km.h^{-1}. 98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Escala para avaliar a capacidade efetiva do processo. 41
Tabela 2- Propriedades físicas do solo. 48
Tabela 3- Metodologia recomendada por Kurachi *et al*. (1989). 56
Tabela 4- Estatística descritiva básica do teste preliminar da distribuição longitudinal de sementes da semeadora de precisão mecânica e pneumática. 61
Tabela 5- Estatística descritiva básica da distribuição longitudinal de sementes para semeadora mecânica e pneumática nas velocidades de 4 e 7 $km.h^{-1}$..... 65
Tabela 6- Avaliação de espaçamentos duplos, falhos da semeadora mecânica e pneumática em função da velocidade de deslocamento..... 69
Tabela 7- Análise de variância dos espaçamentos da velocidade 4 e 7 $km.h^{-1}$ da semeadora mecânica. 71
Tabela 8- Análise de variância dos espaçamentos da velocidade 4 e 7 $km.h^{-1}$ da semeadora pneumática..... 71
Tabela 9- Estatística descritiva básica da profundidade de deposição de sementes das semeadoras mecânica e pneumática nas velocidades 4 e 7 $km.h^{-1}$..... 83
Tabela 10- Análise de variância da deposição de sementes na velocidade de 4 e 7 $km.h^{-1}$ da semeadora mecânica. 84
Tabela 11- Teste de médias da profundidade de deposição de sementes da semeadora mecânica. 85
Tabela 12- Análise de variância da profundidade de posição de sementes na velocidade de 4 e 7 $km.h^{-1}$ da semeadora pneumática..... 85
Tabela 13- Estatística descritiva básica da densidade de sementes de arroz para semeadora de fluxo contínuo nas velocidades de 4 e 8 $km.h^{-1}$..... 93
Tabela 14- Estatística descritiva básica da profundidade de deposição de sementes da semeadora de fluxo contínuo nas velocidades 4 e 8 $km.h^{-1}$..... 96

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 16

1.1. Hipóteses 18

1.2.Objetivo geral 18

1.3. Objetivos específicos 18

2 REVISÃO DE LITERATURA 19

2.1. Sistema de cultivo convencional 19

2.2. Semeadoras 20

2.2.1. Semeadora de precisão 22

2.2.1.Semeadoras de fluxo contínuo 23

2.3. Patinagem da roda motora da semeadora 24

2.4. Profundidade de semeadura 25

2.5. Velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora 27

2.6. Mecanismos dosadores 29

2.7. Arroz 30

2.8. Milho (*Zea mays* L.) 31

2.9. Solos nas condições edafoclimáticas do Ceará 32

2.10. Controle de qualidade 34

2.11. Controle estatístico do processo 35

2.12. Média móvel exponencialmente ponderada (MMEP) 44

3. MATERIAL E MÉTODOS 47

3.1. Material 47

3.1.1. Local do estudo 47

3.1.2. Propriedades físicas do solo 47

3.1.3. Resistência do solo a penetração 48

3.1.4. Trator agrícola 49

3.1.5. Semeadoras de precisão 50
3.1.6. Semeadora de fluxo contínuo 51
3.2 Métodos 51
3.2.1. Velocidade deslocamento 51
3.2.2. Distribuição das sementes das semeadoras de precisão. 51
3.2.3. Regularidade de distribuição longitudinal para a semeadora de fluxo contínuo 53
3.2.4. Avaliação da profundidade de deposição de sementes de arroz 55
3.2.5. Reservatório das semeadoras 56
3.2.6. Avaliação dos espaçamentos entre sementes para as semeadoras de precisão (mecânica e pneumática) 56
3.2.5. Patinagem das semeadoras 57
3.2.6. Planejamento estatístico 58
3.2.7. Metodologias estatísticas 62
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 65
4.1. Semeadoras de precisão 65
4.2.Semeadora de fluxo contínuo 92
5 CONCLUSÕES 101
SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS 102
REFERÊNCIAS 103
APÊNDICE 115

1 INTRODUÇÃO

O processo de desenvolvimento de uma cultura inicia-se com a deposição da semente no solo e a subsequente germinação e emergência das plântulas, nesta fase o condicionamento físico do solo ao redor das sementes é muito importante no desenvolvimento inicial da cultura, assegurando a população adequada de plantas.

O solo é um fator importante para a manutenção da produção agrícola, pois é ele que disponibiliza os nutrientes necessários para o desenvolvimento da planta, além de armazenar água e sustentar a raiz.

As semeadoras também são de grande importância para o sucesso no estabelecimento de uma cultura, por isso é necessário o uso correto dos equipamentos agrícolas para que haja o aumento da produtividade. Poucos são os estudos nos solos com as condições edafoclimáticas do Ceará quanto ao uso adequado dessas máquinas daí a importância de se realizar pesquisas nestes solos para a melhoria durante o processo de semeadura.

Neste sentido é de primordial importância avaliar a influência de diferentes tipos de solos nos mecanismos e ferramentas de semeadoras, por isso é necessário que pesquisas sejam realizadas em manejo de solo com o objetivo de identificar e desenvolver sistemas de manejo que venham a contribuir para a melhoria das condições do solo e para a obtenção de uma produtividade adequada à cultura, já que as semeadoras apresentam um papel importante no processo produtivo, pois a operação de plantio é um dos principais fatores para o sucesso no estabelecimento de uma cultura.

Dentre os fatores que podem afetar o processo de semeadura quando estão relacionados com a semente são: o solo, a máquina e o clima. Já quando se leva em consideração o material de propagação deve-se estar atento a quantidade de sementes, a uniformidade de distribuição, a profundidade e a cobertura da semente. Com relação à máquina leva-se em consideração o tipo de mecanismo dosador, a forma de acionamento desde mecanismo, o tipo de sulcador e o tipo de mecanismo de cobertura da semente.

Para se obter precisão no campo durante o processo de semeadura é necessário um bom sistema de distribuição, esse sistema deve ter características básicas como: um apurado controle do espaçamento entre sementes dentro de fileiras para as semeadoras de precisão e profundidade de semeadora adequada.

As semeadoras de fluxo contínuo realizam a distribuição de sementes em filete contínuo, o que é necessário quando a cultura necessita que as sementes sejam depositadas perto uma das outras.

Quando se leva em consideração a precisão de semeadura, o desempenho de uma semeadora/adubadora pode ser afetado por erros de dosagem e profundidade durante o processo de deposição da semente, pois o desempenho da máquina não depende apenas do mecanismo dosador, mas sim da interferência de todos os componentes.

Para Paulini *et al.*(2009) é muito complicado determinar todos os fatores que influem nas operações agrícolas, por isso é necessário buscar fatores que melhorem a eficiência e eficácia dessas operações, desse modo o uso de ferramentas de qualidade é necessário para garantir o desempenho adequado do processo em função dos fatores críticos. Dentre essas ferramentas se destaca o Controle Estatístico do Processo que é uma ferramenta de grande utilidade para a agricultura, pois o CEP é um conjunto de ferramentas utilizadas para alcançar a estabilidade do processo e o aumento da capacidade da redução da variabilidade.

O Controle Estatístico do Processo permite reduzir a variabilidade das variáveis controladas permitindo utilizar condições operacionais que aproximem as variáveis de interesse dos seus limites de controle. Porém o CEP é uma ferramenta que só pode ser utilizada quando os dados apresentarem normalidade, sendo necessário o uso o do gráfico de média móvel exponencialmente ponderada (MMEP) para a análise de processos não normais. O CEP auxilia no controle da qualidade nas etapas do processo, principalmente nos processos repetitivos, pois visa garantir a estabilidade e a melhoria contínua do processo.

1.1. Hipóteses

i. Existe interação entre a velocidade de deslocamento e a uniformidade de distribuição de sementes para semeadoras de precisão (mecânica e pneumática) e de fluxo contínuo em um solo nas condições edafoclimáticas do Ceará;

ii. Há influência da patinagem da roda motora das semeadoras de precisão (mecânica e pneumática) e de fluxo contínuo na uniformidade de distribuição de sementes em um solo nas condições edafoclimáticas do Ceará;

iii. Ocorre interação entre a velocidade de deslocamento e a profundidade de deposição de sementes para semeadoras de precisão (mecânica e pneumática) e de fluxo contínuo em um solo nas condições edafoclimáticas do Ceará;

iv. As semeadoras de precisão mecânica e pneumática apresentam desempenho semelhante, referente à uniformidade de distribuição e profundidade de deposição de sementes de milho, quando comparadas nas mesmas condições.

1.2. Objetivo geral

Avaliar o desempenho na distribuição longitudinal de sementes para semeadora precisão (mecânica e pneumática) e avaliar o desempenho de uma semeadora de fluxo contínuo em um solo nas condições edafoclimáticas do Ceará utilizando as ferramentas de qualidade do Controle Estatístico do Processo (CEP).

1.3. Objetivos específicos

- Avaliar o desempenho das semeadoras de precisão (mecânica e pneumática) e de fluxo contínuo na uniformidade de distribuição de sementes em um solo nas condições edafoclimáticas do Ceará;
- Avaliar o desempenho das semeadoras de precisão (mecânica, pneumática) trabalhando nas velocidades teóricas de 4 e 7 $km.h^{-1}$ e da semeadora de fluxo contínuo trabalhando na velocidade teóricas de 4 e 8 $km.h^{-1}$ e sua relação com a profundidade de deposição de sementes;
- Verificar através do CEP a variabilidade dos dados de distribuição longitudinal durante o processo de semeadura, além de determinar os pontos problemáticos desse processo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Sistema de cultivo convencional

O processo de desenvolvimento de uma cultura inicia-se com a deposição da semente no solo e a subsequente germinação e emergência das plântulas, nesta fase o condicionamento físico do solo ao redor das sementes é muito importante no desenvolvimento inicial da cultura, assegurando a população adequada de plantas (SILVA, 1990).

A semeadura convencional fornece as condições ótimas para a germinação, a emergência e o estabelecimento das plântulas. O preparo do solo reduz a população inicial de plantas invasoras, a operação permiti ainda o aumento da infiltração de água, de modo a diminuir as perdas de água e sedimentos por erosão a um nível tolerável (EMBRAPA, 2011).

No sistema convencional, o preparo do solo consiste no revolvimento de camadas superficiais, objetivando incorporar corretivos e fertilizantes, aumentar os espaços porosos e com isso aumentar a permeabilidade e o armazenamento de ar e água, facilitando o crescimento das raízes das plantas (BRAUNAK; DEXTER, 1989).

Além do revolvimento do solo promover o corte e o enterro das plantas daninhas ele auxilia no controle de pragas e patógenos do solo (EMBRAPA, 2007).

De acordo Ortiz-Cañavate (1980) o preparo do solo pelo método convencional normalmente é realizado em duas etapas, sendo, a primeira de mobilização do solo em profundidades de até 30 cm, com arados (disco ou aiveca) ou grades pesadas e a segunda, composta de uma mobilização mais superficial do solo, geralmente em torno de 15 cm, com uma ou mais passadas de grade niveladora.

O preparo primário também é utilizado para incorporação de corretivos, de fertilizantes, de resíduos vegetais e de plantas daninhas, ou para a descompactação superficial (EMBRAPA, 2011).

Segundo Santos *et al.* (2008) no sistema convencional o solo é preparado, porém a superfície do solo fica totalmente exposta.

Para Vale (2007) o sistema convencional de cultivo é aquele no qual há o prévio preparo do solo, o chamado preparo periódico, para a colocação de insumos, como sementes e fertilizantes, para a instalação da cultura; podendo as operações para o preparo

periódico variar em número e tipo, conforme a região, ou mesmo, de propriedade para propriedade.

2.2. Semeadoras

Uma das primeiras operações agrícola mecanizada dentro do contexto de modernização da agricultura em todos os países do mundo e em todas as épocas da agricultura foi à semeadura (PORTELA, 1997).

De acordo com Vale (2007) as semeadoras podem ser diferenciadas entre si, principalmente em função do tipo de sistemas de distribuição de sementes tais como os modelos de discos perfurados que podem trabalhar tanto na posição horizontal como inclinado. O autor afirma também que este sistema proporciona uma distribuição de sementes uniforme, desde que a semeadora esteja regulada corretamente.

Segundo a ABNT (1994), as semeadoras são classificadas de acordo com a forma de distribuição de sementes, sendo classificadas como semeadoras de precisão e de fluxo contínuo. Semeadoras de precisão em linha são caracterizadas como máquinas que distribuem a semente no sulco, uma a uma ou em grupos, em linhas e em intervalos regulares, conforme a densidade de semeadura determinada, já as semeadoras de fluxo contínuo distribuem as sementes em linha, porém sem precisão na sua deposição no solo.

Copetti (2004) relata a importância da semeadora no processo produtivo, pois a operação de plantio é um dos principais fatores para o sucesso no estabelecimento de uma lavoura. O autor afirma que uma semeadora possibilita o estabelecimento rápido e uniforme da cultura, porém para o seu bom desempenho é necessário à tomada de certos cuidados como a manutenção e conservação da máquina, pois estes são fatores essênciais para o bom rendimento da máquina, ressalta-se que a semeadora tem que proporcionar um ambiente favorável para que haja o íntimo contato da semente com o solo, possibilitando a absorção de água, além de promover a dosagem apropriada de sementes para se obter a densidade populacional de plantas.ha^{-1}.

Neste enfoque, Mantovani *et al.* (1992) afirmam que a utilização de equipamentos agrícolas quando realizada de maneira correta melhora a eficiência operacional, aumenta a capacidade efetiva de trabalho, facilita as tarefas do homem no campo, possibilita a expansão das áreas de plantio, proporciona o aumento da produtividade e permite que as atividades sejam realizadas em um tempo hábil.

Kurachi *et al.* (1989) realizando estudos sobre a uniformidade de distribuição longitudinal das sementes, observaram que esta é uma característica importante para a obtenção de um estande adequado de plantas e uma boa produtividade das culturas.

De acordo com Balastreire (2005) os fatores que podem afetar o processo de semeadura quando estão relacionados com a semente são: o solo, a máquina e o clima. Já quando se leva em consideração o material de propagação deve-se estar atento a quantidade de sementes, a uniformidade de distribuição, a profundidade e a cobertura da semente. Com relação à máquina leva-se em consideração o tipo de mecanismo dosador, a forma de acionamento desde mecanismo, o tipo de sulcador e o tipo de mecanismo de cobertura da semente.

Neste contexto é importante destacar que a velocidade durante o processo de semeadura tem influência direta sobre a queda e cobertura das sementes. Os autores relatam que a velocidade ideal para se trabalhar é de 5 a 7 $km.h^{-1}$ levando-se em consideração as condições do solo (NAGAOKA; NOMURA, 2003).

Tourino *et al.* (2009) realizando ensaios com semeadoras-adubadoras em semeadura convencional de soja observaram que apesar de utilizarem as mesmas regulagens ocorreu o aumento da densidade de plantas apenas quando houve a redução nas velocidades de deslocamento das semeadoras o que favoreceu a uma acentuada redução nos índices médios de falhas. Santos *et al.* (2011) corroboram com esses resultados, pois em seus ensaios sobre distribuição longitudinal de sementes com semeadora/adubadoras de precisão afirmaram que o aumento da velocidade na operação de semeadura é outro fator que interfere no estabelecimento de plantas, pois o aumento da velocidade influencia de forma negativa na redução da porcentagem de espaçamentos aceitáveis e aumenta o número de falhas durante a semeadura.

Portela *et al.* (1993) afirmam que a operação de adubação/semeadura é muito importante para o estabelecimento das culturas, principalmente para o sistema conservacionista, pois as condições do solo e de cobertura geralmente são menos favoráveis a deposição de sementes quando comparadas com o sistema convencional.

De acordo com Krzyzanowsk *et al.* (1991) para se obter precisão no campo durante o processo de semeadura é necessário um bom sistema de distribuição, esse sistema deve ter características básicas como: um apurado controle do espaçamento entre sementes dentro de fileiras e profundidade de semeadora adequada.

2.2.1. Semeadora de precisão

Nas semeadoras de precisão as sementes são depositadas individualmente ou em grupos, na linha, em intervalos regulares. De acordo com o autor a denominação “de precisão” refere-se ao fato de o mecanismo dosador ter capacidade para apanhar uma semente ou um grupo delas por vez e transferi-la para o mecanismo de deposição Silveira (2001). O autor ainda relata que as semeadoras de precisão existentes no mercado podem ser agrupadas de acordo com seu tipo de acoplamento, modo de distribuição das sementes e as condições de operação no campo.

Vale (2007) afirma que essas máquinas normalmente têm acoplados a elas uma adubadora e sendo equipamentos combinados exercem ao mesmo tempo a operação de semeadura e adubação. As semeadoras-adubadoras de precisão são máquinas utilizadas normalmente para semeadura de culturas com sementes graúdas, sendo que, na prática, criou-se um vício de linguagem que convencionou chamá-las de plantadeiras.

Silveira (2001) afirma que as semeadoras de precisão possuem uma unidade de semeadura e de adubação individual para cada linha de semeadura, cada uma dessas unidades é composta por reservatório de sementes e fertilizantes, dispositivos para a cobertura das sementes, dispositivos para transmissão de movimento, estrutura-suporte, reservatório de semente, condutores de sementes, sulcadores, cobridores de sementes, rodas compactadoras, controladores de profundidade, rodas de acionamento, marcadores de linha e monitores de sementes.

Em alguns modelos de semeadoradas-adubadoras, o chassi possui um sistema de paralelogramo (pantógrafo) com duas barras verticais, uma fixa e outra articulada e duas horizontais paralelas articuladas, permitindo à unidade semeadora seguir com maior facilidade as irregularidades do terreno, assegurando uniformidade no posicionamento dos sulcadores, mantendo a profundidade do sulco de fertilizante e a colocação das sementes, uma vez que as unidades só se deslocam paralelamente à superfície do terreno. Deste modo, este sistema permite a flutuação das linhas, mantendo o ângulo de ataque da haste ou o ângulo de convergência dos discos duplos (SIQUEIRA, 2008).

De acordo Silveira (1989) as semeadoras-adubadoras de precisão utilizam normalmente os dosadores de sementes de disco perfurado, correia sem fim e pneumático, levando-se em consideração o tipo de dosador as semeadoras podem ser agrupadas em: mecânico e pneumático, sendo que os dosadores mecânicos baseiam-se no formato da

semente retirando uma a uma do reservatório, já o dosador pneumático utilizam o vácuo ou corrente de ar para tirar a semente do reservatório.

Para Vale (2007) o sistema dosador pneumático utiliza a pressão de ar como forma de separação e retenção da semente até a abertura de saída. Uma corrente de ar, que pode ser gerada por pressão positiva ou negativa, dependendo do projeto de cada máquina, atravessa os orifícios dosadores que estão dispostos concentricamente em um disco dosador, causando a retenção de uma semente por orifício. A corrente é, então, levada até a abertura de saída da semente, onde a pressão do ar é neutralizada, causando a saída da semente do orifício e sua queda.

Os dosadores pneumáticos têm como principais vantagens à precisão na dosagem de sementes e a ausência de danos provocados a elas durante o processo de dosagem. Todavia, mesmo nos dosadores pneumáticos, devido à grande variação do tamanho e forma das sementes, há necessidade de diferentes tipos de discos, com orifício adequados às diversas sementes, inclusive com fileiras concêntricas de furos (CASÃO Jr, 2006).

Segundo Tourino *et al.* (2009) os sistemas pneumáticos podem proporcionar o estabelecimento de estandes mais uniformes e, consequentemente, maior produtividade. Em seus ensaios os autores concluíram que a semeadora de precisão com dosador pneumático a vácuo foi mais uniforme e proporcionou maior produtividade de grãos em relação à semeadora de dosador de tipo mecânico.

2.2.1.Semeadoras de fluxo contínuo

As semeadoras de fluxo contínuo são equipamentos que dosam e distribuem as sementes na linha de semeadura de forma contínua, realizando a distribuição em filete contínuo, o que é necessário quando a cultura necessita que as sementes sejam depositadas perto uma das outras, o espaçamento entre as linhas variam de 15 a 35 cm, com as plantas formando uma cobertura vegetal cerrada após a emergência, essas semeadoras são indicadas para cereais de inverno como trigo, aveia, centeio, etc e também são utilizadas para sementes miúdas como pastagem, arroz e algumas leguminosas (BALASTREIRE, 1987).

Essas máquinas permitem semear pequenas sementes de gramíneas, como aveia preta, aveia branca, e leguminosas, como ervilha, ervilhaca, crotalária e guandu. (CASÃO JÚNIOR, 2007).

De acordo com Silveira (1997) de uma maneira geral essas semeadoras são compostas de reservatório de sementes e de fertilizantes, sulcadores, condutores de sementes e de fertilizantes, cobridores de semente, mecanismo dosadores de sementes, rodas compactadoras, controladores de profundidade, roda de acionamento e marcadores de linha.

Essas semeadoras apresentam sistema de distribuição de sementes através de rotores acanalados helicoidais, que distribuem as sementes de forma contínua, diferentemente das semeadoras de precisão que distribuem as sementes de forma individual (COPETTI, 2004).

Em semeadoras com distribuição em linha contínua, o mecanismo dosador de sementes utilizado, segundo Balastreire (2005), normalmente é o de cilindros acanalados. A parte superior do cilindro fica em contato com a massa de sementes, sendo a dosagem das sementes controlada pelo comprimento da secção do cilindro em contato com esta massa e pela sua rotação relativa ao avanço do conjunto, ou seja, quanto maior a área do cilindro em contato com a massa de sementes e/ou maior número de rotações do mesmo, em determinado espaço percorrido, maior a quantidade de sementes distribuída, e vice-versa.

2.3. Patinagem da roda motora da semeadora

Segundo Furlani *et al.* (2008) as semeadoras-adubadoras possuem mecanismos dosadores que são acionados através de suas rodas motrizes que giram em função do contato com a superfície do solo, estes mecanismos são responsáveis pelo acionamento da semeadora-adubadora para que haja a correta adição das sementes e do adubo no solo.

Reis *et al.* (2007) afirmam que a roda motora da semeadora é responsável pelo deslocamento do implemento e relatam também que a eficiência do mecanismo do disco dosador esta ligada com as condições de contato do rodado com o solo, principalmente quando se leva em consideração a patinagem do rodado e a velocidade de operação do conjunto trator semeadora.

Borsatto (2009) ressalta que as rodas motrizes acionam o sistema dosador de sementes e de fertilizantes das semeadoras-adubadoras, por isso quando ocorre patinagem dessas rodas, os sistemas deixam de ser acionados impedindo que a semente e o adubo sejam depositados no solo, isso acarreta falhas no plantio e consequentemente no estande final.

Para Kamphorst (2003) quando se trata de se obter precisão no cultivo a patinagem na roda motriz da semeadora é indesejável, pois o patinamento pode ocasionar variações de vinte porcento ou mais o que consequentemente irá resultar em menos sementes por hectare do que da taxa de semente desejada. O autor ainda afirma que a patinagem pode ocorrer devido às condições do solo e o peso da semeadora.

Vale *et al.* (2010) afirma que o aumento da velocidade de deslocamento faz com que ocorra um aumento no deslizamento dos rodados da semeadora.

Segundo Mattar (2010) nas operações em campo é necessário que haja o deslizamento do rodado para que o mecanismo de transmissão de movimento da semeadora seja acionado, porém quando não há aderência suficiente entre o rodado e o solo ocorre falhas no espaçamento entre as sementes ocasionando desuniformidade e consequentemente afetando a produtividade esperada.

2.4. Profundidade de semeadura

A profundidade é um fator muito importante para a semeadura, pois é necessário que a semente seja depositada a uma profundidade que permita um maior contato com o solo úmido garantindo uma boa germinação (SILVA *et al.*,2008).

Almeida e Silva (1999) relatam que a profundidade de semeadura reduzida pode resultar em emergência e estande de plantas insuficientes.

Koakoski *et al.* (2007) afirmam que se a profundidade em que a semente é depositada no sulco for maior que a necessária para a sua emergência, a plântula levará mais tempo para emergir, fazendo com que a semente permaneça exposta durante um período maior tornando-se mais suscetível ao ataque de pragas, além da possibilidade da inviabilização da germinação se for utilizado uma profundidade excessiva.

Para Reis (2001) quando se leva em consideração a precisão de semeadura, o desempenho de uma semeadora/adubadora pode ser afetado por erros de dosagem e pela profundidade durante o processo de deposição da semente, pois o desempenho da máquina não depende apenas do mecanismo dosador.

De acordo com Modolo *et al.*(2004) a distância entre sementes na linha e a profundidade de semeadura dependem de diversos fatores, dentre eles, a cultura, condições físicas e químicas do solo e condições ambientais.

A profundidade é importante para o desempenho adequado da semeadora, em seus estudos Siqueira (2002) constatou que a semeadura com discos duplos apresenta

muitos riscos em solos de textura muito argilosa, pois devido a grande resistência desses solos, os discos não aprofundam mais do que 6 cm e as sementes ficam muito próximas do fertilizante, consequentemente o sulco fica raso e falta umidade para a germinação das sementes. Neste contexto, Rizzadi *et al.* (1994) ressalta que o tipo de mecanismo sulcador da semeadora, responsável pela abertura do sulco na linha de semeadura, afeta diretamente a profundidade de deposição de semente.

Dias *et al.* (2009) recomendam limitadores de profundidade que trabalhem de maneira independente para manter a profundidade uniforme garantindo o sucesso do estande inicial da cultura.

O controle da profundidade pode ser feito de maneira grosseira através da regulagem da pressão exercida pelas molas sobre os sulcadores, através de ajustes que pode ser feito no cabeçalho da semeadora, no curso das molas ou na pressão hidráulica sobre as molas, mas para se obter uma regulagem precisa da profundidade é necessário o uso de rodas limitadoras de profundidade que são rodas acopladas ao mecanismo rompedor responsável pela colocação da semente no sulco e permitem o ajuste para várias profundidades durante as operações (SIQUEIRA, 2008).

Oliveira *et al.* (2000) avaliando a geometria de duas hastes sulcadoras constataram que mais do que o tipo de haste é importante levar em consideração a correta regulagem de profundidade para a operação de semeadura.

Para Reis *et al.* (2006) as hastes sulcadoras promovem maior mobilização do solo nos sulcos de semeadura quando comparadas com os discos duplos. Neste enfoque, os autores comentam que os discos duplos asseguram uma profundidade mais uniforme de semeadura e um bom contato entre o solo e a semente devido os discos duplos aplicarem ao solo forças laterais que formam um sulco uniforme em forma de V. Porém para Casão Jr. *et al.* (2006), apesar de os discos com abridores de sulco mobilizarem menos o terreno, exigirem menos potência do trator e provocarem menos embuchamento, eles não se aprofundam adequadamente em solos argilosos e com adensamento superficial, podendo chegar até a depositar adubo junto com a sementes prejudicando a emergência da plântula.

De acordo com a literatura existem duas espécies de arroz cultivado: *Oryza sativa* e *Oryza glaberrima*. A primeira é originária da Ásia e está amplamente dispersa por todas as regiões tropicais e temperadas do mundo, enquanto a segunda tem a África Ocidental como seu centro de origem e está sendo paulatinamente substituída pelo arroz asiático. Com o processo evolutivo e de domesticação a que se submeteu a *Oryza sativa*, surgiram inúmeros tipos geneticamente divergentes os quais foram se adaptando às mais

variadas condições agroecológicas, estando à espécie atualmente subdividida em duas principais subespécies, grupos ou raças ecogeográficas: Indica e Japônica (EMBRAPA, 1999).

O arroz é uma planta de origem tropical amplamente cultivada no mundo em uma diversidade de áreas. Essas se estendem desde a latitude 50°N até 40°S, sendo cultivado desde o nível do mar até uma altitude de 3000 m (JULIANO, 2003).

Segundo a EMBRAPA (1999) no Nordeste, o arroz é plantado nos ecossistemas de várzeas e terras altas, sendo completamente diferentes as variedades e práticas agrícolas utilizadas para cada situação. No ecossistema de várzea, o arroz é mais comumente plantado com irrigação por inundação de tabuleiros, mas também é plantado nas várzeas sem irrigação, sistematização do terreno e drenagem, numa condição conhecida por várzea úmida, dependente de chuvas. No ecossistema de terras altas, é plantado em solos geralmente bem drenados e com total dependência das chuvas. Na Região Nordeste do Brasil o arroz é cultivado em aproximadamente um milhão de hectares, em sua grande maioria sob regime de sequeiro, obtendo-se produtividades em torno de 1.564 kg/ha, consideradas baixas devido, principalmente, ao uso de cultivares tradicionais e baixo nível tecnológico.

Sabe-se, entretanto, que o uso de cultivares melhorada em substituição às tradicionais pode elevar a produtividade regional do arroz de sequeiro em 36%, e que produtividades de 3.000 kg/ha têm sido obtidas no Ceará com o uso dessas cultivares. (EMBRAPA, 2002).

No estado do Ceará constata-se que 87 municípios produzem arroz de sequeiro dentre os principais municípios que produziram arroz de sequeiro no ano de 2011 se encontram o município de Várzea Alegre, Aracoiaba, Lavras da Mangabeira, Caririaçu, Redenção, Farias Brito, Acopiara, Crato, Deputado Irapuan Pinheiro e Pacoti, estes municípios são responsáveis por 41,5 % da produção de arroz de sequeiro. A produção de arroz de sequeiro esta concentrada principalmente nas macrorregiões do Cariri/Centro Sul e Baturité, sendo que é bastante concentrada no município de Várzea Alegre que participa com 20,3% da produção total (IPECE, 2011).

2.5. Velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora

Em qualquer operação com máquinas agrícolas deve-se levar em consideração a velocidade de operação da máquina e do implemento, pois a velocidade tem influência

quanto ao consumo de combustível, a demanda de tração e qualidade durante a operação agrícola (DELMOND, 2009).

Durante o deslocamento dentro do tubo condutor, as sementes sofrem vibrações provocadas pela movimentação da semeadora, o que altera o tempo de queda até o solo e, consequentemente, a uniformidade no espaçamento no sulco de semeadura. Essas vibrações, em grande parte, são influenciadas pela velocidade de operação da semeadora (SILVA, 2000).

Cortez *et al.* (2006) afirmam que as velocidades durante as operações de semeadura podem interferir na distribuição longitudinal de sementes.

Balastreire *et al.* (1990) em seus ensaios com diferentes sistemas de discos dosadores em nove semeadoras avaliadas, concluíram que a distribuição de sementes de milho foi sensível ao aumento da velocidade de deslocamento, ou seja, a distribuição de sementes apresentou-se irregular e fora dos limites aceitáveis, havendo uma maior irregularidade quando ocorria o acréscimo da velocidade de operação. Já Oliveira *et al.* (2009) em seus testes com duas semeadoras observaram que a uniformidade de distribuição não foi afetada significativamente pela velocidade de deslocamento. Entretanto, Canova *et al.* (2007) em suas pesquisas constataram que a menor velocidade foi a que proporcionou à distribuição de sementes mais próximas a dosagem desejada.

A velocidade tem influência na distribuição das sementes, ocorrendo aumento do espaçamento à medida que a velocidade de deslocamento aumenta (PORTELLA, 1997).

Para Dias (2009) a velocidade é um dos principais fatores que afeta a qualidade durante o processo de semeadura no sistema de plantio direto. O autor associa essa questão à grande demanda de trabalho devido ao cultivo de grandes culturas, ele enfatiza que devido o período recomendado para realizar a semeadura ser restrito, sendo limitado principalmente pelas condições ambientais, é necessário aliar agilidade de operação com qualidade de semeadura.

Silva e Gamero (2010) corroboram com Dias (2009), pois afirmam que a velocidade é um dos principais fatores que interfere na qualidade e no rendimento operacional durante a semeadura. Porém Griggio (2008) analisando a profundidade de deposição de semente de milho em função de diferentes velocidades de semeadura observou que a velocidade não foi fator significante no processo de semeadura, sendo indiferente o tipo de semeadora-adubadora.

2.6. Mecanismos dosadores

Silva *et al.* (2000) afirma que as semeadoras adubadoras possuem diferentes mecanismo dosadores de sementes, sendo os mais utilizados: disco perfurado, rotor acanalado, dedo prensor, copo distribuidor e dosador pneumático. De acordo com os autores, estes mecanismos ficam posicionados na máquina em uma distância do solo fazendo com que as sementes dosadas percorram uma grande distância em queda livre, dentro de um tubo condutor, até o solo.

Segundo Rocha *et al.* (1997) existem diferentes mecanismos distribuidores de sementes, cada um desses mecanismos influência diretamente no desempenho da semeadora e consequentemente na distribuição.

De acordo com Silva (2003) um dos principais mecanismos dosador utilizado nas semeadoras de precisão é o disco horizontal com orifício, este tipo de mecanismo dosador corresponde a 77, 3 % das semeadoras nacionais de tração mecânica.

Neto *et al.* (2001) em suas pesquisas avaliaram a eficiência operacional do mecanismo dosador tipo disco perfurado horizontal sob diferentes velocidades tangencias do disco dosador e concluíram que com o aumento da velocidade ocorreu o decréscimo do índice de enchimento, exceto para as sementes classificadas como grandes, as quais apresentaram índices de enchimento próximo ao esperado em todas as velocidades.

Para Teixeira *et al.* (2009) os fabricantes de semeadoras precisão no Brasil utilizam um dosador de semente para cada linha de semeadura, porém nas multissemeadoras, em que o espaçamento entre linhas é menor utiliza-se um dosador de sementes para duas linhas.

Segundo Portella (1997) os dispositivos dosadores de alta precisão são classificados como dispositivos mecânico e pneumático, sendo que os dosadores de precisão mecânica apresentam quase sempre uma forma de disco alveolado e são colocados no fundo do reservatório, já os dosadores pneumáticos utilizam o ar para captar a semente através da pressurização do ar e sucção que age no disco pneumático.

Segundo Mantovani *et al.* (1992) é importante classificar a semente do milho quanto ao tamanho, uma vez que o formato da semente poderá comprometer o desempenho das semeadoras, principalmente as que possuem o sistema de distribuição de disco perfurado, pois como o formato da semente é variável poderá dificultar o preenchimento das células e escolha do disco a ser utilizado.

Sander *et al.* (1990) em seus experimentos com sementes de amendoim comentam que as semeadoras utilizadas para realizarem a semeadura do amendoim causam sérios danos as sementes, devido ao cisalhamento que ocorre quando a semente passa pelos mecanismos dosadores e distribuidores de sementes.

De acordo com Jasper *et al.* (2006) o diâmetro das células distribuidoras deve ser 10 % maior que a máxima dimensão de sementes empregadas e a espessura deve ser igual ao diâmetro médio ou espessura média da semente.

Segundo Mantovani *et al.* (1999) como aumento da velocidade de deslocamento a velocidade periférica do disco é modificada, o que ocasiona danos mecânicos as sementes e consequentemente compromete a ocupação das células e dos dedos preensores.

Santos *et al.* (2000) comentam que a deficiência de qualidade durante a semeadura se deve a homogeneidade das sementes e sua adequação aos orifícios dos discos dosadores, a dificuldade de se obter qualidade reside ao fato de não conseguir identificar qual a relação existente entre as sementes e os orifícios dos discos que proporcione a melhor distribuição ao longo da linha de semeadura.

2.7. Arroz

De acordo com a literatura existem duas espécies de arroz cultivado: *Oryza sativa* e *Oryza glaberrima*. A primeira é originária da Ásia e está amplamente dispersa por todas as regiões tropicais e temperadas do mundo, enquanto a segunda tem a África Ocidental como seu centro de origem e está sendo paulatinamente substituída pelo arroz asiático. Com o processo evolutivo e de domesticação a que se submeteu a *Oryza sativa*, surgiram inúmeros tipos geneticamente divergentes os quais foram se adaptando às mais variadas condições agroecológicas, estando à espécie atualmente subdividida em duas principais subespécies, grupos ou raças ecogeográficas: Indica e Japônica (EMBRAPA, 1999).

O arroz é uma planta de origem tropical amplamente cultivada no mundo em uma diversidade de áreas. Essas se estendem desde a latitude 50°N até 40°S, sendo cultivado desde o nível do mar até uma altitude de 3000 m (JULIANO, 2003).

Segundo a EMBRAPA (1999) no Nordeste, o arroz é plantado nos ecossistemas de várzeas e terras altas, sendo completamente diferentes as variedades e práticas agrícolas utilizadas para cada situação. No ecossistema de várzea, o arroz é mais

comumente plantado com irrigação por inundação de tabuleiros, mas também é plantado nas várzeas sem irrigação, sistematização do terreno e drenagem, numa condição conhecida por várzea úmida, dependente de chuvas. No ecossistema de terras altas, é plantado em solos geralmente bem drenados e com total dependência das chuvas. Na Região Nordeste do Brasil o arroz é cultivado em aproximadamente um milhão de hectares, em sua grande maioria sob regime de sequeiro, obtendo-se produtividades em torno de 1.564 kg/ha, consideradas baixas devido, principalmente, ao uso de cultivares tradicionais e baixo nível tecnológico.

Sabe-se, entretanto, que o uso de cultivares melhorada em substituição às tradicionais pode elevar a produtividade regional do arroz de sequeiro em 36%, e que produtividades de 3.000 kg/ha têm sido obtidas no Ceará com o uso dessas cultivares. (EMBRAPA, 2002).

No estado do Ceará constata-se que 87 municípios produzem arroz de sequeiro dentre os principais municípios que produziram arroz de sequeiro no ano de 2011 se encontram o município de Várzea Alegre, Aracoiaba, Lavras da Mangabeira, Caririaçu, Redenção, Farias Brito, Acopiara, Crato, Deputado Irapuan Pinheiro e Pacoti, estes municípios são responsáveis por 41,5 % da produção de arroz de sequeiro. A produção de arroz de sequeiro esta concentrada principalmente nas macrorregiões do Cariri/Centro Sul e Baturité, sendo que é bastante concentrada no município de Várzea Alegre que participa com 20,3% da produção total (IPECE, 2011).

2.8. Milho (*Zea mays* L.)

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie diplóide e alógama, pertencente à família Poacea (Graminea) que se originou aproximadamente de sete a dez mil anos atrás no México e na América Central (GUIMARÃES, 2007).

Nunes (2012) afirma que o milho é uma espécie anual classificada no grupo das plantas C-4 e com adaptação em diferentes condições de ambientes, para a obtenção de seu máximo potencial produtivo é necessário que a cultura esteja com a temperatura em torno de 24 a 30 ºC, radiação elevada e adequada disponibilidade de água.

Dentre os fatores citados a profundidade de deposição de sementes esta associada à temperatura do solo, umidade e tipo de solo, em solo mais leves ou arenosos as sementes de milho devem ser colocadas entre as profundidades de 5 a 7 cm (EMBRAPA, 2010).

Outro ponto a ser observado é a velocidade durante o processo de semeadura do milho, pois muitos têm ignorado os limites recomendados, já que os mesmos estabelecem que a velocidade deva variar de 4 a 6 $km.h^{-1}$ para semeadoras com disco, já as semeadoras a vácuo podem trabalhar com a velocidade até 10 $km.h^{-1}$ de pendendo das condições do solo (EMBRAPA, 2000). Por esse motivo Mello *et al*. (2003) afirma que é necessário avaliar a interação entre a densidade de semeadura e a velocidade de deslocamento, pois há uma interferência da distribuição de sementes em função da velocidade de operação.

Se todas as exigências da cultura citadas anteriormente forem seguidas a risca espera-se que a cultura obtenha altos índices de produtividade, pois o milho se destaca como um dos cereais mais produzidos em todo o mundo sendo os Estados Unidos um dos maiores produtores do milho e o Brasil o terceiro maior produtor, tendo destaque na produção os estados do Paraná e São Paulo A importância econômica do milho pode ser caracterizada pelas formas de sua utilização, que pode ser desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. De acordo com o autor o consumo do milho para a alimentação animal está em torno de 70 % no mundo (EMBRAPA, 2000).

O Conselho de Informações sobre Biotecnologias - CIB (2008) afirma que o milho é a terceira cultura mais plantada no mundo, o Brasil se destaca como o terceiro no ranking mundial de área colhida, é colhido aproximadamente 13 milhões de hectares a cada safra.

O Conselho Internacional de Cereais - CIC (2011) estima que a produção de milho no mundo será em torno de 809 milhões de toneladas, já o consumo será de 842 milhões de toneladas.

2.9. Solos nas condições edafoclimáticas do Ceará

Oliveira *et al.* (2007) relata que o solo é um fator importante para a manutenção da produção agrícola, pois é ele que disponibiliza os nutrientes necessários para o desenvolvimento da planta, além de armazenar água e sustentar a raiz.

De acordo com o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica de Ceará (2007) o conhecimento do tipo de solo é de fundamental importância para o desenvolvimento das atividades ligadas a agricultura, o estado do Ceará possui três tipos preponderantes de solos, sendo o de maior ocorrência os solos do tipo Neossolos com cerca de 35,96 % da

área do estado, já os Argissolos abrangem uma área de 24,67 % e os Luvissolos representam 16,72 % da área total do estado.

Os Neossolos são caracterizados como solos constituídos por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material de origem, o intemperismo ou composição química, ou dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos (EMBRAPA, 1999).

Segundo Diniz *et al.* (2008) os Neossolos são resultantes de processos de deposição eólica, inconsolidados e facilmente transportados devido à quase ausência de vegetação de fixação.

Para Frazão *et al.* (2008) os Neossolos Quartzarênicos se originam de depósitos arenosos e apresentam textura de areia ou areia franca de 2 cm de profundidade e possuem teor de argila menor que 15 %, são solos caracterizados como de baixa aptidão agrícola, devido a demanda por novas áreas agricultáveis, após a década de 1970, ocorreu a incorporação desse solo para o processo de produção de grãos.

Os Luvissolos são definidos como solos que variam de bem a imperfeitamente drenados, sendo normalmente pouco profundos (60 a 120 cm), são moderadamente ácidos a ligeiramente alcalinos, com teores de alumínio extraível baixos ou nulos, são constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural, com argila de atividade alta e alta saturação por bases (EMBRAPA, 1999).

Pacheco (2009) afirma que os Luvissolos são solos poucos profundos que não ultrapassam 50 cm, são relativamente drenados, ricos em nutrientes, encontrados em áreas aplainadas com revelo suave-ondulado, possuem um grau de deformação severo, apresentam vulnerabilidade agrícola por estarem mais susceptíveis à erosão, bem como aos processos de salinização.

Os Argissolo são solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa, ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico, possuem profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados, a textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, são forte a moderadamente ácidos, com saturação por bases alta, ou baixa (EMBRAPA, 1999).

Santos *et al.* (2006) caracteriza os Argissolos como profundos a pouco profundos, moderadamente a bem drenados, com textura muito variável, mas com

predomínio de textura média na superfície, e argilosa, em subsuperfície, com presença ou não de cascalhos, devido à grande diversidade de características que interferem no uso agrícola é difícil generalizar, para a classe como um todo, suas qualidades e limitações ao uso agrícola.

2.10. Controle de qualidade

Hoje a qualidade representa um papel importante no mundo industrial, pois passou a ser um fator de decisão básico na escolha de produtos e serviços pelo consumidor já que tornou-se um elemento chave para o crescimento e a produtividade (KONRATH, 2002).

A qualidade esta relacionada ao desafio de atender as expectativas e as necessidades dos clientes, pois a mesma determina o ponto de vista do cliente sendo usada como uma arma competitiva. A qualidade sempre foi parte integrante de praticamente todos os produtos e serviços, por isso é necessário à conscientização de sua importância e a busca de métodos formais para o controle e melhoria da qualidade (MONTGOMERY, 2004).

Neste aspecto o controle de qualidade é definido como um conjunto de ações desenvolvidas com o objetivo de estabelecer, melhorar e assegurar a qualidade da produção (VALLE; AGOSTINI; CENCI, 2011).

O controle de qualidade teve início nos Estados Unidos, na década de 20, e foi desenvolvido pelo Dr. Walter A. Shewhart como resultado de avanços na tecnologia de aplicação industrial das cartas de controle na empresa de telefonia Bell Telephone Laboratories. Shewhart desenvolveu uma técnica para fazer a distinção entre causas comuns e causas especiais: as cartas de controle do processo, através dessas cartas propôs a análise dos dados provenientes de amostragens, substituindo a simples detecção e correção nos produtos que apresentavam defeitos pelo estudo e prevenção dos problemas relacionados à qualidade, no intuito de impedir que produtos com defeitos fossem produzidos (RIBEITO; CATEN, 2011).

Shewhart através das cartas de controle passou a medir, analisar e monitorar a variabilidade das características que ocorriam no produto e passou a tratá-las através de metodologias estatísticas para que pudesse obter processos e produtos com melhores níveis de qualidade (VALLE; AGOSTINI; CENCI, 2011).

Carvalho e Paladini (2005) afirmam que a era da garantia de qualidade marcou o surgimento de conceitos importantes como o controle da qualidade total que foi criado por Armand Feigenbaum que acreditava que a qualidade é um trabalho de todos, desde do momento da elaboração do projeto até o fornecimento para os consumidores, visando sempre obter defeito zero já Philip Crosby tinha a filosofia que todo trabalho devia ser realizado de maneira correta na primeira vez.

Segundo Davis *et al*. (2001) a Segunda Guerra Mundial foi decisiva para a aplicação do controle de qualidade, pois houve o aumento na necessidade da utilização da estatística para monitorar a qualidade da produção devido em parte as grandes quantidades de materiais produzidos e a falta de mão de obra dentro dos Estados Unidos.

Os métodos estatísticos foram os recursos que passaram a ser mais utilizados para a qualidade e ambos foram divididos em aceitação por amostragem, que avalia a qualidade dos produtos que já haviam sido produzidos e o controle estatístico do processo, que avalia se um processo estava ou não se comportando dentro dos limites especificados (DAVIS *et al*., 2001).

Os métodos estatísticos estão sendo cada vez mais utilizados para alcançar maiores níveis de qualidade, pois se apresentam como um instrumento importante para diagnosticar e aperfeiçoar a gestão e a operação de diversos processos produtivos (ALONÇO, 2005).

Para Barçante (1998) no controle estatístico de qualidade ocorre a ação corretiva em que as causas para os produtos com defeitos são identificadas, analisadas e corrigidas, diferente do que ocorria na era passada em que a qualidade estava baseada em eliminar o produto que apresentasse defeito.

2.11. Controle estatístico do processo

O controle estatístico do processo é um conjunto de ferramentas utilizadas para alcançar a estabilidade do processo e aumento da capacidade da redução da variabilidade (MILAN *et al.*, 2002).

De acordo com Ribeiro e Caten (2011) o controle estatístico do processo (CEP) é uma técnica estatística aplicada à produção que permite a redução sistemática da variabilidade nas características da qualidade de interesse, contribuindo para a melhoria da qualidade intrínseca, da produtividade, da confiabilidade e do custo do que está sendo produzido.

Para Alencar *et al.* (2007) o CEP é uma prática que permite verificar o comprometimento do processo quanto a limites superiores/inferiores e detectar comportamentos tendenciosos das suas variáveis do processo. Sua utilização permite reduzir a variabilidade das variáveis controladas permitindo utilizar condições operacionais que aproximem as variáveis de interesse dos seus limites de controle.

Segundo Fernandes *et al.* (2011) o CEP auxilia no controle da qualidade nas etapas do processo, principalmente nos processos repetitivos, pois visa garantir a estabilidade e a melhoria contínua do processo.

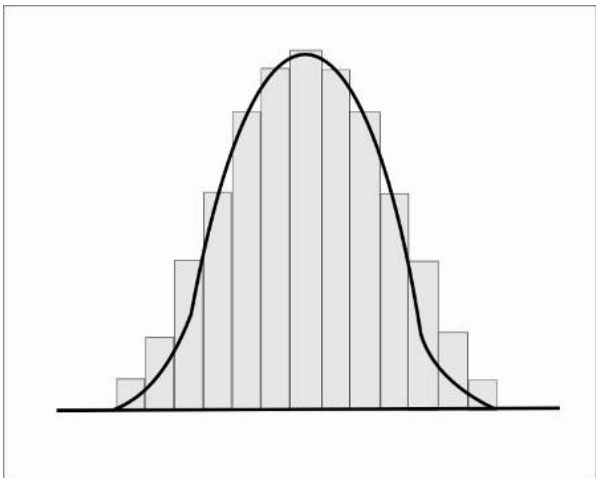
Neste contexto Souza (2002) afirma que o CEP é baseado em ferramentas, na maioria das vezes de natureza estatísticas, que auxiliam na compreensão do comportamento do processo, e em última análise, no controle deste processo.

As ferramentas do CEP auxiliam na apresentação e análise dos dados coletados (WEKEMA, 1995).

As oito ferramentas mais utilizadas no controle estatístico do processo são: fluxograma, gráfico de pareto, diagrama de causa e efeito, histograma, diagrama de dispersão, gráfico de controle, estudo da capacidade do processo e plano de aceitação de amostras (SOUZA, 2002).

O histograma (Figura 1) é um gráfico que permite verificar o tipo de distribuição e a probabilidade que as variáveis seguem. Para um histograma ser montado é necessário dividir o conjunto de dados em classes e verificar o número de indivíduos que pertencem a cada classe, ou seja, a frequência de cada classe. A vantagem do histograma esta em se observar os aspectos globais do problema (RIBEIRO; CARTEN, 2011). O histograma também é utilizado para verificar a normalidade dos dados, pois se a distribuição dos dados for normal os valores estarão mais concentrados no centro da figura se obtendo uma distribuição simétrica (FERREIRA, 2008).

Figure 1- Histograma e distribuição de probabilidade de uma população



Fonte: Bonduelle (2010).

A folha de controle é um resumo estruturado em forma de matriz de todos os dados históricos sobre defeitos ou falhas relativas ao equipamento ou processo. O gráfico de Pareto é um gráfico de distribuição de 30 frequências organizada por categorias, de tal forma que o item com maior frequência é o primeiro a ser plotado. O diagrama causa-efeito é um diagrama em espinha de peixe onde todos os sistemas são elencados e as causas e subsequentes efeitos são descritos. O diagrama de concentração de defeito é uma figura da unidade ou peça com todas as vistas necessárias onde é desenhada a localização dos defeitos e sua descrição para fornecer informações úteis sobre as causas. O diagrama de dispersão é um gráfico útil para identificação de relações entre duas variáveis.

O gráfico de controle é um gráfico de uma característica de qualidade que foi medida ou calculada a partir de uma amostragem pelo número da amostra ou tempo (MONTGOMERY, 2004).

Para Souza (2002) o gráfico de controle é uma figura onde esta representada o valor médio da distribuição da variável estudada (linha central) e os valores relativos à dispersão da distribuição (limites de controle), o gráfico também mostra o valor relativo a cada amostragem medida que representam o estado atual do processo.

De acordo Pitt (1994) a capacidade do processo esta diretamente ligada à variabilidade existentes no processo, por isso na análise da capacidade é necessário diferenciar um processo estável de um instável.

Para Ribeiro e Carten (2011) o CEP fornece uma radiografia do processo, identificando sua variabilidade e possibilitando o controle dessa variabilidade ao longo do tempo através da coleta de dados continuada, análise e bloqueio de possíveis causas

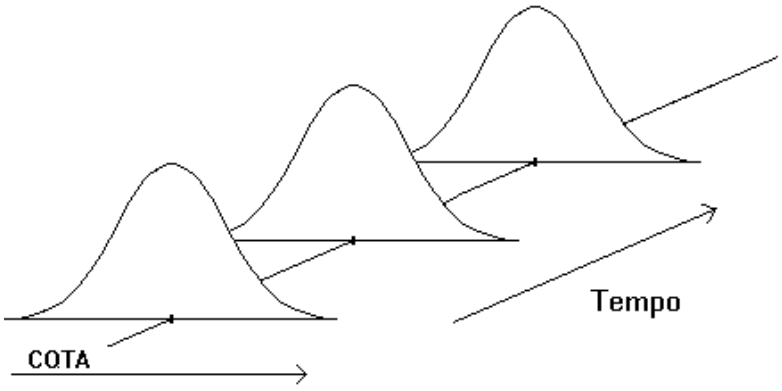
especiais que estejam tornando o sistema instável. Os autores ainda comentam que o controle estatístico abre caminho para melhorias contínuas, uma vez que garante um processo estável, previsível, com uma identidade e capacidade definida, cuja evolução pode ser facilmente acompanhada.

Souza (2002) afirma que as ferramentas do CEP tem o objetivo de realizar análises do comportamento do processo e estas ferramentas identificam tendências de variações do processo a partir de dados coletados com significância estatística visando eliminar ou diminuir a variabilidade que ocasiona problemas na qualidade. O autor ainda relata que o uso de ferramentas estatísticas para a análise do processo fornece subsídios para agir de maneira adequada no intuito de manter um nível de capacidade e estabilidade do processo tendo como objetivo final garantir a produtividade e qualidade do produto final.

Montgomery (2004) afirma que o CEP possui ferramentas que são utilizadas para obtenção da estabilidade do processo e para melhorar a capacidade por meio da redução da variabilidade. Porém Alonso (2005) relata que não existe um processo sem variabilidade, portanto não é possível eliminá-la, pois segundo Costa (2005) embora o processo seja bem projetado e bem controlado, possui um componente impossível de ser eliminado, que é a variabilidade natural do processo, que é fruto de pequenas causas aleatórias, contra as quais ou pouco se pode fazer.

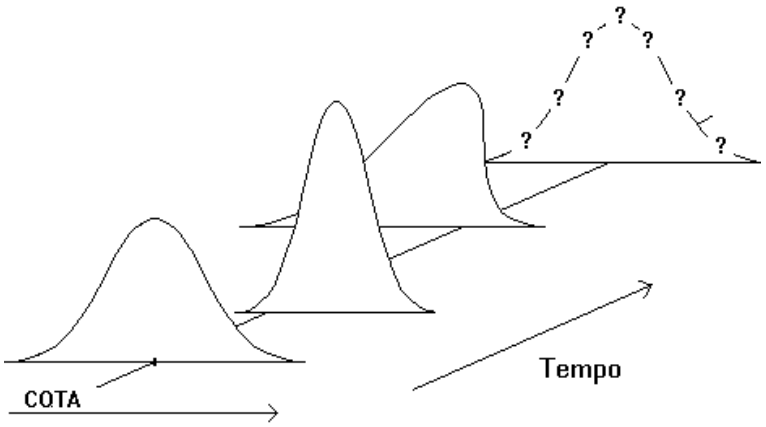
Segundo Ferreira (2008) existe expressões ao se utilizar as ferramentas estatísticas entre elas: processo sobre controle estatístico que é o processo onde se tem a variabilidade natural do processo e é inerente ao processo e é resultante, apenas da ação das causas comuns, neste caso o processo é dito estável, pois a variabilidade se encontra em uma faixa estável denominada faixa característica de processo, já o processo fora do controle estatístico é definido como o processo que estar sob a influência de causas especiais de variação, estas causas ocorre de maneira imprevisível ocasionando instabilidade ao processo já que o mesmo se comportar de maneira diferente do padrão, neste sentido a variabilidade torna-se maior sendo necessário descobrir o que originou essa variação. Na Figura 2 e 3 observa-se a exemplificação do processo sob controle estatístico e o processo fora do controle estatístico.

Figura 2- Processo sob controle com as causas especiais eliminadas



Fonte: Ribeiro e Carten (2011).

Figura 3- Processo fora de controle com presença de causas especiais

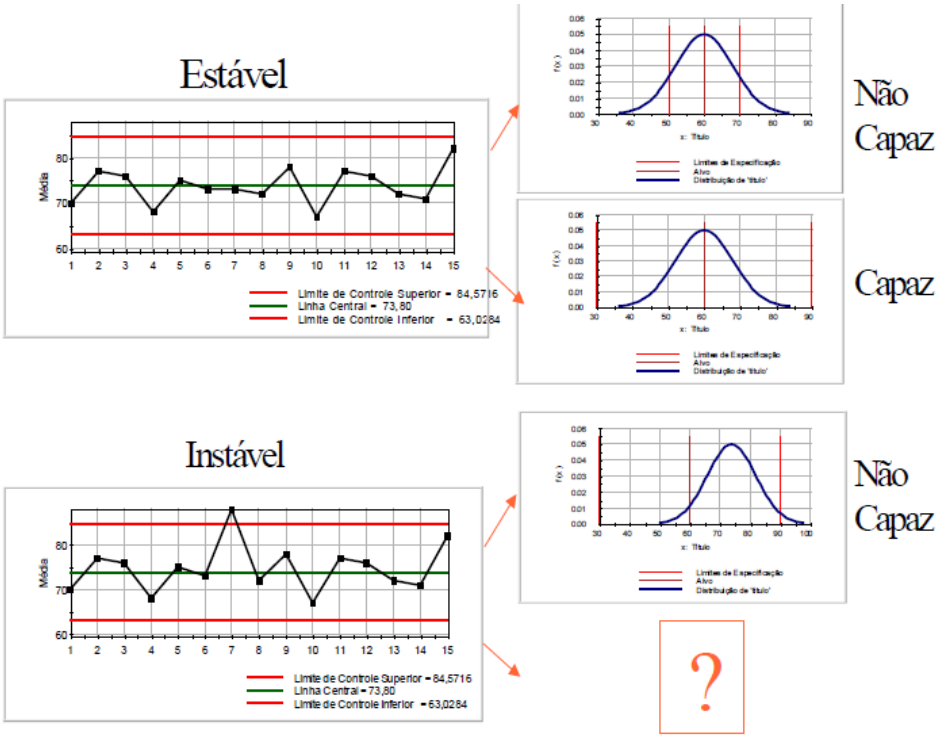


Fonte: Ribeiro e Carten (2011).

Segundo Ribeiro e Carten (2011) um processo em controle estatístico ou estável é o que possui a variabilidade associada apenas a causas comuns, possuindo o padrão previsível, porém segundo os autores esse padrão estável do processo pode ser capaz ou não de produzir produtos que atendam as especificações de clientes ou de projeto. A capacidade do processo pode ser avaliada através da comparação de sua variabilidade, associada apenas a causas comuns, com as suas especificações. Na Figura 4 segue um exemplo sobre a avaliação da capacidade de um processo estável e instável.

O processo é considerado não capaz se a variabilidade que ocorre devido às causas comuns for excessiva, sendo maior que a amplitude para o qual foi especificado. Entretanto se a variabilidade for menor do que a amplitude o processo é considerado capaz, mas quando o processo é instável devido apresentar causas especiais a sua avaliação não faz muito sentido por que esta refletindo apenas um momento, pois o processo não apresentou comportamento previsível (RIBEIRO; CARTEN, 2011).

Figura 4- Avaliação da capacidade de um processo estável versus instável



Fonte: Ribeiro e Caten (2011).

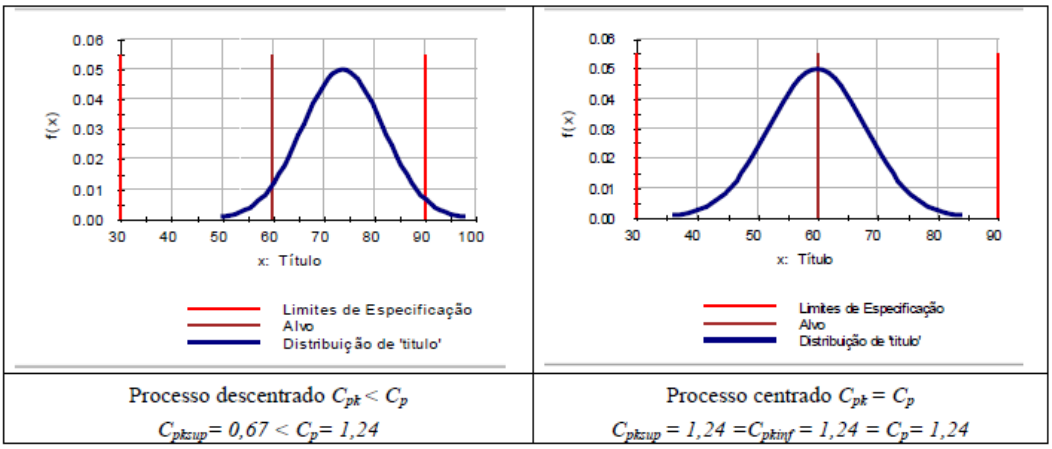
Ribeiro e Caten (2011) afirmam que para analisar a capacidade do processo é necessário conhecer a distribuição de probabilidade da variável de interesse e estimar a média e a variabilidade dos valores individuais, para então determinar os limites naturais do processo. Em seguida depois de constatado que o processo esta sob controle estatístico o índice de capacidade potencial (Cp) e real (Cpk) podem ser calculados. Para os autores o Cp (capacidade do processo) avalia a capacidade potencial do processo, que poderia ser atingida se o processo estivesse centrado.

Neste sentido Souza (2002) afirma que a capacidade do processo (Cp) possui uma distribuição de probabilidade que se caracteriza por sua centralização e dispersão e através dessas informações obtém-se os limites naturais do parâmetro, esses limites são com especificações desejadas determinando a fração de não conformidade em relação a essas especificações, dessa maneira o estudo da capacidade pode ser utilizado para melhorar a qualidade pela aderência do processo as especificações e a redução de variabilidades, auxiliando, na fase de desenvolvimento de produtos e processos, a seleção entre diferentes processos, ou modificações destes.

Já o Cpk (capacidade efetiva do processo) segundo Siqueira (1997) avalia a capacidade efetiva do processo, verificando se o processo esta estável ou não.

Montgomery (2004) afirma que Cpk (capacidade efetiva do processo) é uma razão de capacidade de processo unilateral para o limite que se especifica mais próximo da média. Neste contexto, o autor afirma que o processo é considerado centrado quando o Cp = Cpk, porém quando o Cpk ≠ Cp o processo é considerado descentrado (Figura 5), através do Cp e Cpk é possível saber se a média do processo esta fora do centro dos limites especificados.

Figura 5- Processo centrado e processo descentrado



Fonte: Ribeiro e Caten (2011).

Ribeiro e Caten (2011) sugerem a seguinte escala (Tabela 1) para avaliar a capacidade das etapas do processo produtivo.

Tabela 1- Escala para avaliar a capacidade efetiva do processo

Capacidade	**Cpk**	**% Fora de especificação**
Muito incapaz	0,33	32 %
Incapaz	0,66	4,4 %
Capaz	1,00	0,27 %
Muito capaz	1,33	0,0064
Extremamente capaz	1,67	0,0000

Fonte: Ribeiro e Caten (2011).

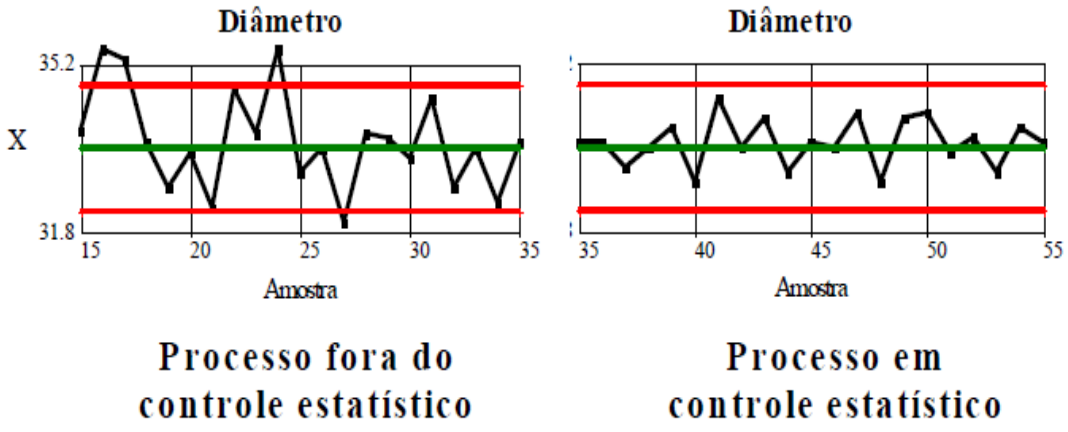
Alencar *et al.* (2004) afirma que as principais ferramentas utilizadas no Controle Estatístico de Processo (CEP) são as cartas ou gráficos de controle que tem por

objetivo detectar o desvio de parâmetros que representam o processo, reduzindo a quantidade de produtos que estejam fora das especificações e os custos de produção. Os autores ainda relatam que uma das estratégias do CEP é monitorar o valor médio das variáveis e a variabilidade através do gráfico de controle para as médias.

De acordo com Oliveira *et al.* (2011) o monitoramento e análise das variáveis e atributos de qualidade são feitos através da observação dos valores obtidos das amostras em relação aos limites de controle.

Para Montgomery (2004) nos gráficos de controle (Figura 6) o valor médio da característica de qualidade do processo é representado por uma linha central (LC), já o limite superior de controle (LSC) e inferior de controle (LIC) é utilizado para observar se o processo apresenta-se estável, ou seja, se todos os pontos amostrais encontram-se dentro do limite de controle.

Figura 6- Ações dirigidas pelas cartas de controle representando processos fora do controle estatístico e em controle estatístico



Fonte: Ribeiro e Caten (2011).

Neste enfoque, Konrath (2002) afirma que as médias obtidas das amostras são representadas em ordem cronológica num gráfico e são comparadas com os limites de controle obtidos da amostra, entretanto, se alguma média ultrapassar o limite de controle o processo é considerado fora do limite de controle estatístico. O autor ainda relata que mesmo que nenhuma das médias ultrapasse o limite de controle estatístico o processo pode ser considerado fora do limite de controle se as médias avaliadas apresentarem comportamento sistemático não aleatório.

Magalhães e Cymrot (2010) afirmam que as cartas de controle de Shewhart estabelecem os limites de controle superior e inferior em torno da média do processo e esse limites são normalmente dispostos 3 desvio acima e 3 desvio abaixo do valor de referência, o processo é considerado sob controle quando a cerca de 0,27% de probabilidade de um ponto sair fora desses limites, já para que o processo seja considerado ideal é necessário que a média tenha o valor igual ao de referência, valor esse que é estabelecido através das especificações do processo.

Para Tonini (2006) quando se direciona as discussões para o controle dos processos agrícolas, em termos de semeadura para uma empresa agrícola, índices de falhas na semeadura pouco abaixo de 10% são ótimos, enquanto que para a indústria de automóvel, software e eletroeletrônicos, índices de falhas acima de 0,26% são inaceitáveis (3 sigma). Isto se deve principalmente ao fato do universo industrial ter controles muito mais precisos e imediatos, além dos substratos (matéria-prima, maquinaria, processos, operadores, etc.) onde são realizados os trabalhos serem altamente constantes, uniformes e com baixíssimas variabilidades. Assim é possível atingir índices de falha ao nível (6 sigma) de 0,00034% (precisão de 99,99966%). No meio agrícola tais índices são utópicos, haja vista a imensa variabilidade de: matérias-primas, condições meteorológicas, condições de solo, sistemas mecanizados, índices de qualidade de operações agrícolas, qualificação de operadores, entre outras variáveis, e além de tudo não são raras questões de ordem social e cultural que influem nas operações (ALBIERO, 2010).

Quando um processo é considerado instável há possibilidades de esse processo ser considerado estável a partir do tratamento dos dados, segundo recomendações de Barros (2008) confirmadas por Albiero (2010) e Albiero *et al.* (2012). Nesta metodologia o processo pode ser considerado estável se os pontos que se encontram fora do limite de controle forem retirados, desde que mais de 95% dos pontos restantes estejam dentro do limite de controle, tal metodologia mostra-se adequada não influindo de maneira negativa, pois não mascara os dados.

Albiero *et al*. (2012) avaliando a distribuição de sementes por uma semeadora de anel interno rotativo verificaram que pelo gráfico de média móvel exponencial ponderada que ocorreram pontos fora dos limites de controle indicando instabilidade no processo, porém ao retirarem os 5% dos pontos que se encontravam fora do gráfico de controle constatam que o processo poderia ser considerável estável, pois essa metodologia não influiu de maneira negativa já que não mascarou os dados avaliados, consequentemente não influenciou de maneira significativa na amostragem.

Paulini *et al.* (2009) afirmam que é muito complicado determinar todos os fatores que influem nas operações agrícolas, por isso é necessário buscar fatores que melhorem a eficiência e eficácia dessas operações, desse modo o uso de ferramentas de qualidade é preciso para garantir o desempenho adequado do processo em função dos fatores críticos.

De acordo Albiero (2010) em geral o CEP considera que suas amostras apresentam distribuição normal, porém nem sempre isso ocorre, pois existem limitações graves com relação à normalidade para os gráficos de controle, quando os dados não apresentam distribuição normal eles são considerados ineficientes, por isso é necessário o uso de metodologias adequadas tanto para a análise da capacidade como para a construção dos gráficos de controle.

Albiero (2010) verificou em seus testes que o seu número de amostras não foi suficiente para se obter normalidade, por isso o autor relata que quanto maior o número de amostra mais a distribuição se aproximam de uma normal, neste contexto o autor ainda relata que o CEP sempre considera que suas amostras possuem distribuição normal, caso os dados não apresentem normalidade o CEP é considerados ineficiente, por isso a importância de utilizar-se métodos adequados tanto para a análise da capacidade como para construção dos gráficos de controle.

2.12. Média móvel exponencialmente ponderada (MMEP)

Segundo Montgomery (2004) o gráfico de média móvel exponencialmente ponderada tem o objetivo de incorporar as informações do passado do processo no ponto presente, suprindo assim a deficiência das cartas de Shewhart, já que estas cartas não apresentam resultados satisfatórios quando se pretende identificar pequenas mudanças no processo.

O gráfico de controle da média móvel exponencialmente ponderada (MMEP) é uma alternativa ao gráfico de controle de Shewhart, quando o objetivo é detectar pequenas mudanças no comportamento do processo (VALLE; AGOSTINI; CENCI, 2011).

Para análise de processo não normais Montgomery (2004) e Albiero (2012) sugere a utilização do gráfico de média móvel exponencialmente ponderada (MMEP). Albiero (2012) afirma que a média móvel exponencialmente ponderada é bastante eficaz para verificar mudanças no processo com pouca amplitude, porém não é muito sensível para mudanças de grande amplitude.

Para Montgomery (2004) o gráfico de controle MMEP tem o controle ideal para observações individuais, ou seja, n=1, pois o método estatístico empregado já considera o valor da média móvel exponencialmente ponderada como uma média (média móvel ponderada, com pesos de progressão geométrica).

Segundo Hines *et al*. (2006) a MMEP pode ser considerada uma média ponderada de todas as observações, os pesos decrescem geometricamente com as observações, este método atribui menos peso a observações que ocorreram há menos tempo ou menos frequentemente e sua sensibilidade depende do peso dado e do intervalo entre os limites e a média.

Hunter (1989) sugere o λ de 0,40 para que os pesos dados às características passadas e atuais fiquem iguais, quando possível, aos pesos dados a essas características nos gráficos de controle de Shewhart. Albiero (2010) corrobora com essa afirmação, pois em seu experimento com distribuição longitudinal de sementes sugeriu a escolha de peso λ=0,40 com intervalo de 3σ, pois esse valores permitiram detectar um mudança do desvio padrão na média em 14,3 observações.

Albiero *et al*. (2012) verificaram em seus testes que os dados obtidos não apresentavam distribuição normal o que inviabilizou a análise dos gráficos de controle convencionais, indicando a necessidade de utilização da metodologia da MMEP. O autor afirma que o MMEP mostrou-se uma ferramenta adequada para a avaliação da qualidade da distribuição longitudinal de sementes.

Monteiro *et al*. (2013) ao avaliarem o rendimento na barra de tração de um trator agrícola com diferentes relações de peso e potência sobre diferentes regimes de cargas aplicadas na barra de tração utilizaram a média móvel exponencialmente ponderada, pois os dados não apresentaram normalidade, por isso optaram pelo uso irrestrito da MMEP como fator de avaliação.

Melo *et al*. (2013) utilizaram a MMEP para comparar o comportamento das médias e a variabilidade dos dados avaliados quanto a qualidade de distribuição de sementes por semeadora de precisão (mecânica e pneumática) em um solo cearense.

É interessante destacar que vários pesquisadores como Melo *et al*. (2013), Monteiro *et al*. (2013) e Albiero *et al*. (2012) ao avaliarem seus dados constataram que os mesmos não possuíam uma distribuição normal, porém encontraram na MMEP uma forma de avaliarem seus dados com eficácia garantindo que a variabilidade desse processo fosse estudada, neste sentido podemos constatar que esta ferramenta mostra-se como uma nova alternativa para autores que em suas pesquisas não encontram dados normais como

esperavam, muitos devido a esses resultados usam-se de ferramentas estatísticas no intuito de mascarar os dados e outros apenas descartam suas pesquisas, diante disso a MMEP apresenta-se como uma ferramenta estatística para a avaliação destes dados, possibilitando que o processo seja analisado, além de mostrar se o processo encontra-se estável ou instável.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. Local do estudo

O trabalho foi conduzido na área experimental do Departamento de Engenharia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, localizada nas coordenadas geográficas: latitude 3° 44'S, longitude 38° 34'W de Greenwich e altitude de 19,6m (Figura 7). O clima da região é Aw', ou seja, tropical chuvoso, muito quente, com predomínio de chuvas nas estações do verão e do outono (PINTO, 2008).

Figura 7- Vista da área onde foram realizados os ensaios com as semeadoras

Fonte: Elaborado pela autora.

3.1.2. Propriedades físicas do solo

A Tabela 2 mostra as propriedades físicas do solo da área de estudo.

O solo foi classificado segundo a metodologia da Embrapa (2006) como um Argissolo Vermelho-amarelo, quanto à classe textural foi classificado como franco arenoso, com aproximadamente 10,60% de argila, 82,90% de areia, 6,40% de silte.

Tabela 2- Propriedades físicas do solo

Solo	Dp (g/cm^3)	Ds (g/m^3)	U (%)	LL	P	C	Argila (%)	Areia (%)	Silte (%)
Franco-Arenoso	2,71	1,65	35,00	13,5	P	C	10,60	82,90	6,40

Fonte: Elaborado pela autora.

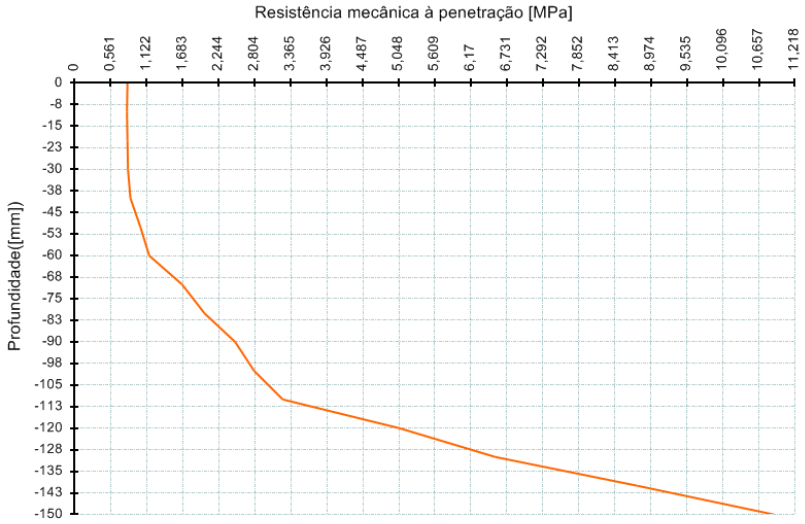
3.1.3. Resistência do solo a penetração

A resistência à penetração foi medida através do penetrômetro de modelo PNT 2000/M da marca DLG (Figura 8). Foram coletados 5 pontos na profundidade de 0 a 15 cm na área de estudo. Na Figura 9 segue o gráfico da resistência do solo a penetração obtida em campo.

Figura 8- Penetrômetro utilizado para realizar as medições de resistência à penetração no solo

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 9- Gráfico da resistência à penetração do solo



Fonte: Elaborado pela autora.

3.1.4. Trator agrícola

Para tracionar as semeadoras de precisão (mecânica e pneumática) foi utilizado um trator Valtra BM, modelo 120 4x2 TDA (tração dianteira auxiliar), de 88.26 kW (120 cv) trabalhando na velocidade teórica de 4 e 7 km.h^{-1}. Já para tracionar a semeadora de fluxo contínuo foi utilizado um trator Valtra A, modelo 950 4x2 TDA (tração dianteira auxiliar), de 88.26 kW (120 cv) trabalhando na velocidade teórica de 4 e 8 km.h^{-1}.

Figura 10- Trator Valtra BM -120 utilizado para os ensaios com as semeadoras de precisão e Valtra A utilizado para os ensaios com as semeadoras de fluxo contínuo, respetivamente

Fonte: Elaborado pela autora.

3.1.5. Semeadoras de precisão

Foi utilizado para realização dos testes uma semeadora mecânica da marca Baldan de modelo PLB04X3800 (Figura 11) com 4 linhas, com espaçamento de 0,90 m entre as linhas e sulcadores de discos duplos e uma semeadora pneumática da marca Jumil de modelo JM2090EX.00 (Figura 12) com 3 linhas com espaçamento de 0,90 m entre as linhas e sulcadores de discos duplos.

As semeadoras de precisão foram reguladas para obterem o espaçamento de 14 cm entre as sementes e profundidade de 5 cm de acordo com as recomendações para a cultura do milho no estado do Ceará (EMBRAPA, 2010).

Figura 11-Semeadora-adubadora mecânica modelo PLB04X3800

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 12-Semeadora-adubadora pneumática modelo JM2090EX.00

Fonte: Elaborado pela autora.

3.1.6. Semeadora de fluxo contínuo

Foi utilizada para realização dos testes uma semeadora de fluxo contínuo da marca Tatu de modelo SDA^3(Figura 13) com 15 linhas, espaçamento de 0,80 m entre as linhas, discos duplos desencontrados, roda compactadora em "V".

A semeadora de fluxo contínuo foi regulada para obter a densidade de 80 sementes de arroz/m linear segundo (Pedro; Guimarães, 1992) e profundidade de 3 cm.

Figura 13 - Semeadora de fluxo contínuo de modelo SDA^3

Fonte: Elaborado pela autora.

3.2 Métodos

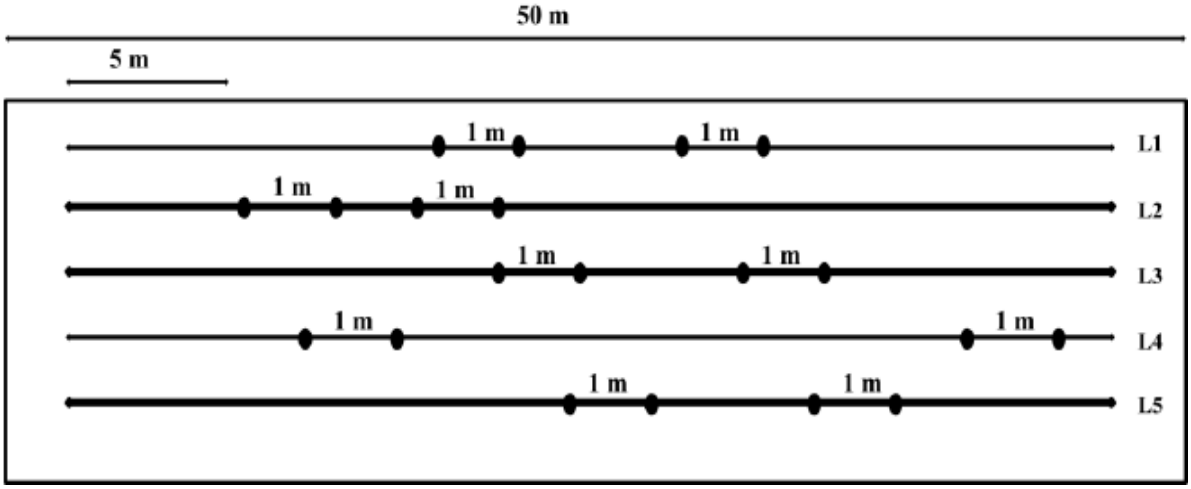
3.2.1. Velocidade deslocamento

Foi utilizado para a realização do experimento com as semeadoras de precisão (mecânica e pneumática) as velocidade teóricas de 4 e 7 km.h^{-1}. Para as semeadora de fluxo contínuo foi utilizado as velocidade teóricas de 4 e 8 km.h^{-1}.

3.2.2. Distribuição das sementes das semeadoras de precisão.

Na Figura 14 observa-se o esquema da área experimental e a maneira que foi realizada a avaliação da distribuição de sementes

Figura 14 - Esquema da área experimental e avaliação da distribuição das sementes

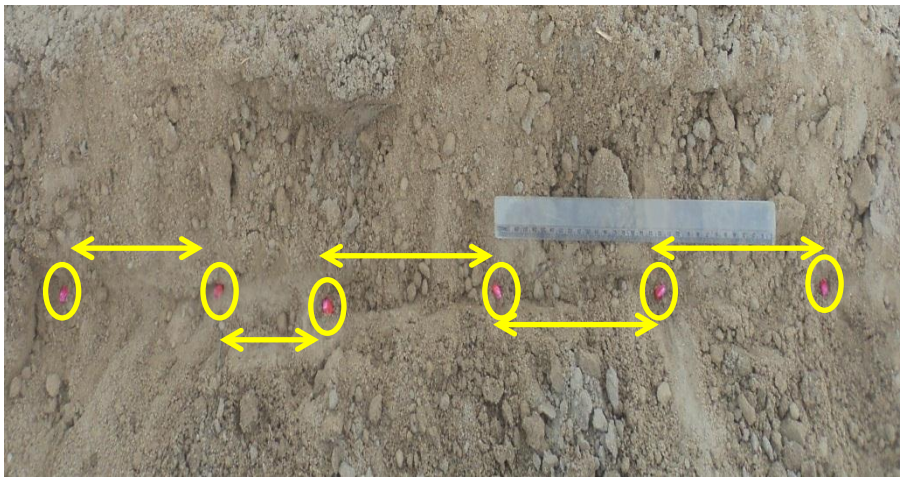


Fonte: Elaborado pela autora.

Na área utilizada para realizar a distribuição longitudinal foi demarcado uma distância de 50 m para a distribuição longitudinal das sementes pelas semeadoras de precisão e de fluxo contínuo. A cada passada da semeadora durante o processo de distribuição de sementes havia uma área de estabilização para a semeadora de 5 m no início da área de distribuição de sementes, ou seja, os primeiros 5m foram desconsiderados durante a avaliação.

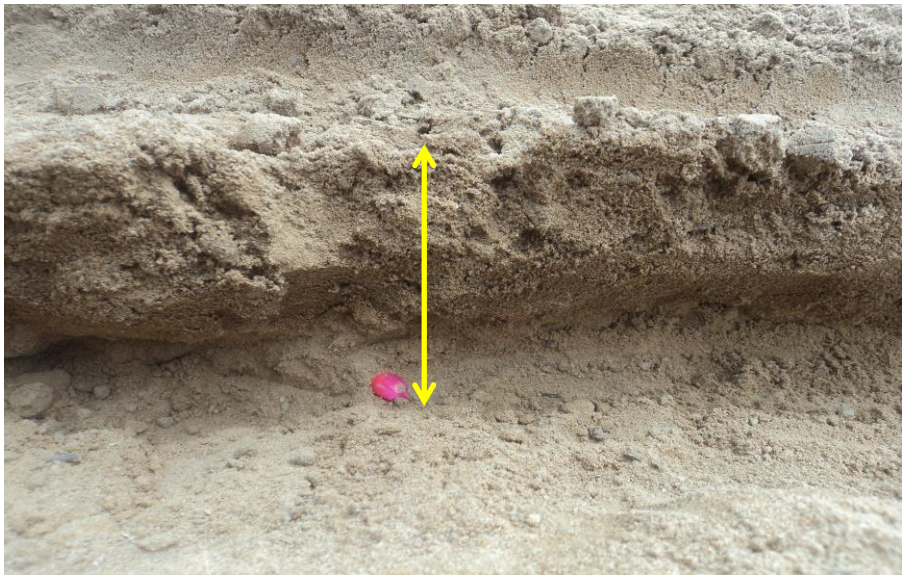
Foram utilizadas 5 repetições para cada semeadora, sendo que as repetições foram representadas por cada faixa de distribuição de 50 m. Cada 1 metro avaliado foi representado pelo número de sementes, ou seja, cada semente representava uma amostra. Foi utilizado o método da escavação manual proposto por Baker *et al.* (1997), ou seja, os sulcos feitos durante o processo de semeadura foram desenterrados cuidadosamente com o auxílio de uma faca de forma a não mover a semente do local onde foram depositadas, a cada 1 m ao acaso foi utilizado uma régua para avaliar os dados da distribuição longitudinal (Figura 15) e a profundidade de deposição das sementes no sulco (Figura 16). Os sulcos foram abertos para que se obtivesse o total de 500 amostras.

Figura 15- Avaliação da distribuição longitudinal de sementes de milho por semeadoras de precisão mecânica e pneumática



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 16- Avaliação da profundidade de deposição das sementes



Fonte: Elaborado pela autora.

3.2.3. Regularidade de distribuição longitudinal para a semeadora de fluxo contínuo

Para avaliação da distribuição longitudinal de sementes de arroz, foram adotadas as recomendações de Coelho (1998), foram colocadas no local do tubo condutor embalagens plásticas (Figura 17) para coletar a densidade das sementes de arroz (Figura 18), as embalagens foram amarradas por cordões no local de saída do tubo condutor.

Após as embalagens serem colocadas a semeadora de fluxo contínuo percorreu uma distância de 50 m, em seguida as embalagens plásticas foram coletadas identificadas e pesadas em balança digital.

Figura 17- Embalagem plástica no tubo condutor na semeadora de fluxo contínuo

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 18- Coleta da densidade de sementes de arroz na embalagem plástica no tubo condutor da semeadora

Fonte: Elaborado pela autora.

3.2.4. Avaliação da profundidade de deposição de sementes de arroz

Para a avaliação da deposição de sementes as rodas compactadoras permaneceram amarradas (Figura 19) para que os sulcos de semeadura não fossem cobertos.

Figura 19 - Rodas compactadoras da semeadora de fluxo contínuo suspensas para o ensaio da profundidade de deposição de sementes

Fonte: Elaborado pela autora.

As sementes foram distribuídas em 5 linhas, ou seja cada linha semeada representava uma repetição. Depois da distribuição das sementes no solo, com o auxílio de uma régua (Figura 20) foi contabilizado a profundidade de deposição de 10 sementes de arroz a cada 1m avaliado, dessa maneira foram abertos 10 m aleatoriamente ao longo de toda linha de semeadura. No total foram contabilizados 500 sementes de arroz, já que foram avaliadas 5 linhas de semeadura.

Figura 20 - Avaliação da profundidade de deposição das sementes de arroz

Fonte: Elaborado pela autora.

3.2.5. Reservatório das semeadoras

Durante os ensaios, os reservatórios das semeadoras operam constantemente com 50% de sua capacidade volumétrica (Figura 21) de acordo com as recomendações da ABNT (1994) e Mialhe (1996). Para a semeadora de fluxo contínuo foi colocado uma divisória (Figura 21) para que as sementes fossem distribuídas apenas em 5 linhas.

Figura 21- Reservatório da semeadora de precisão mecânica e da semeadora de fluxo contínuo com 50 % da capacidade volumétrica, respectivamente

Fonte: Elaborado pela autora.

3.2.6. Avaliação dos espaçamentos entre sementes para as semeadoras de precisão (mecânica e pneumática)

Na Tabela 3 verifica-se a metodologia recomendada por Kurachi *et al*. (1989) e Albiero (2010) para a avaliação dos espaçamentos entre sementes. Por meio desta metodologia os espaçamentos coletados foram avaliados e classificados como duplos, aceitáveis ou falhos.

Tabela 3- Metodologia recomendada por Kurachi *et al*. (1989)

Tipo de espaçamento	**Intervalo de tolerância para variação Xi**
Múltiplos	Xi < 0,5. Xref
Aceitáveis	0,5. Xref < Xi < 1,5. Xref
Falhos	Xi > 1,5. Xref

Fonte: Kurachi *et al*. (1989).

De acordo com a Tabela 3 observa-se os limites das faixas de classe de frequência determinados por Kurachi *et al*. (1989), onde o autor classifica como espaçamentos duplos os valores que são menores que $0{,}5.X_{referencial}$, aceitáveis valores que se encontram dentro dos limites 14 a $1{,}5.X_{referencial}$ e falhos os valores maiores do que $1{,}5.X_{referencial}$. O $X_{referencial}$ corresponde aos espaçamentos teóricos de cada semeadora avaliada.

Como as semeadoras foram reguladas para o espaçamento de 14 cm entre sementes os seguintes limites foram estabelecidos para a classificação dos espaçamentos duplo, aceitáveis e falhos:

Duplo = 7cm >14cm > 21cm = Falho

3.2.5. Patinagem das semeadoras

Para medir o índice de patinagem das semeadoras foi adotado a metodologia recomendada por Mialhe (1996), em que a roda de acionamento das semeadoras foi marcada (Figura 22) e o número de voltas que a roda de acionamento percorreu no decorrer dos 50 m avaliados foi contado. Foi utilizada uma fita adesiva para marcar o pneu e um ponto base para que fosse contabilizado o número de voltas. Foi necessário que um a pessoa percorresse os 50 m ao lado da semeadora em uma distância segura, para que o número de voltas fosse contado (Figura 23). A patinagem das semeadoras foi determinada por meio da Equação 1:

$$Pt = \frac{(pr - cl)}{pr} \quad (1)$$

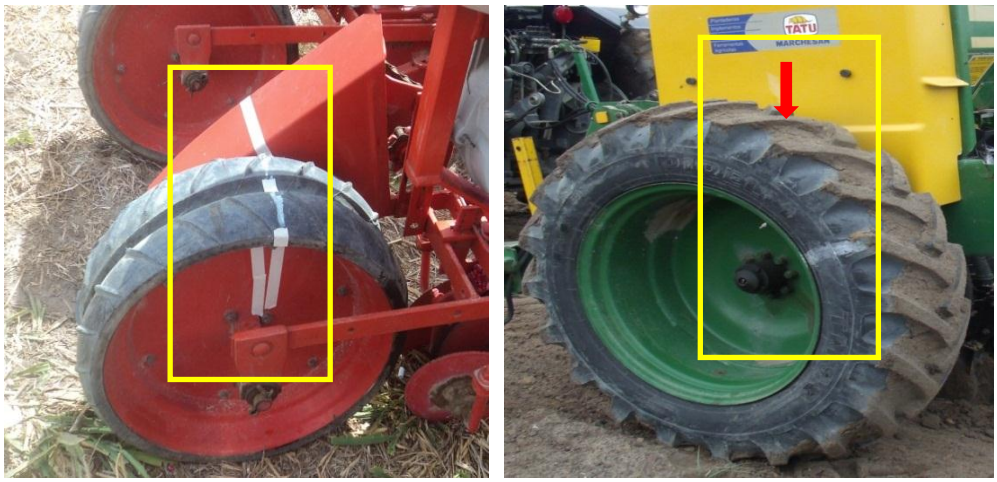
Onde:

Pt é a patinagem;

pr é o perímetro rodado pelo pneu acionado da máquina;

cl é o comprimento do espaço útil da linha experimental.

Figura 22- Medição da patinagem da semeadora de precisão pneumática e defluxo contínuo, respectivamente



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 23- Contagem do número de voltas da semeadora pneumática

Fonte: Elaborado pela autora.

3.2.6. Planejamento estatístico

A primeira etapa do experimento foi à definição do planejamento estatístico que seria adotado. Inicialmente foi realizado o levantamento de dados para se estimar a quantidade de sementes que seriam utilizadas nos testes preliminares e através desses dados determinar o número total de sementes de milho e arroz que seria necessário para que possivelmente houvesse normalidade nos dados avaliados. Já que a metodologia

estatística adotada nos permite verificar o número de amostras necessárias para que haja normalidade no experimento através do erro médio padrão.

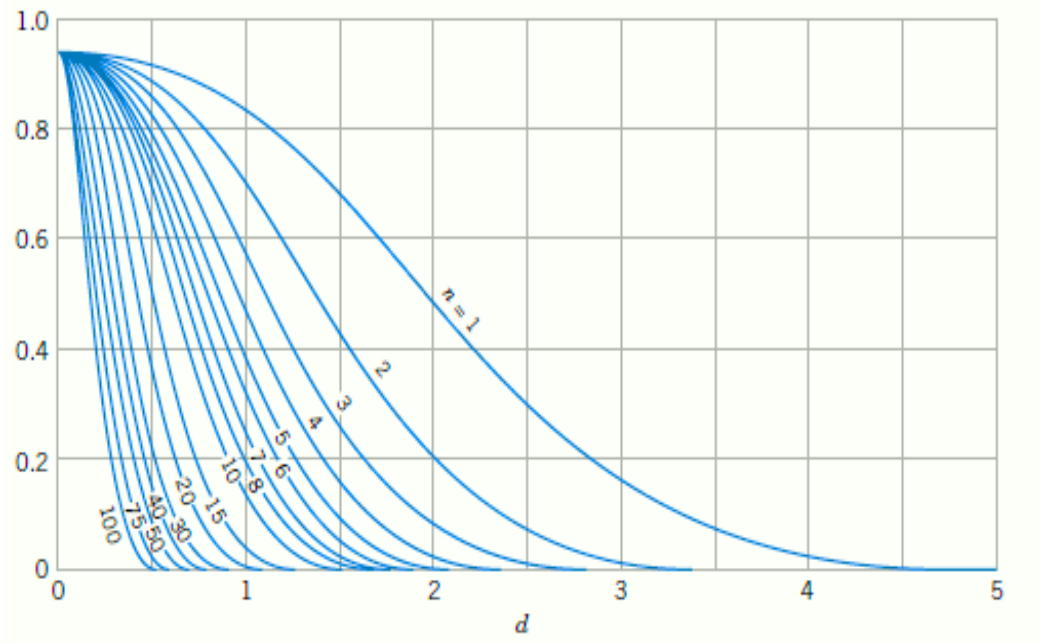
Foi utilizada a equação sugerida por Montgomery (2004) para que fosse encontrado o erro médio padrão como foi dito anteriormente. Na Equação 2 observa-se a média e o desvio padrão de trabalhos já realizados em campo por pesquisadores como Mattar (2010), Melo *et al*. (2013), pois por meio dos dados que eles obtiveram foi possível estimar o número de amostras que seriam necessárias para a obtenção de normalidade nos dados estudados.

$$d = \frac{|\mu 1 - \mu 2|}{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}} \quad (2)$$

Onde:
d é o erro médio padrão;
μ1 é a média;
μ2 é a média;
σ1 é o desvio padrão;
σ2 é o desvio padrão;

Em seguida, com o erro médio padrão em mãos e considerando o erro β de 10%, através do gráfico de curvas características de operação (Figura 24) foi encontrado o número de amostras que foram utilizadas para os testes preliminares. Verifica-se na Figura 19 que o eixo y representa o erro β de 10% e o eixo x representa o erro médio padrão e as linhas do gráfico representam o número de amostras que são necessárias para que possivelmente ocorra normalidade nos avaliados.

Figura 24- Curvas características de operação para diferentes Valores de n para o teste em frente e verso normal para um nível se significância α = 0,05



Fonte: Montgomery (2004).

Para o teste preliminar foi determinado o total de 100 amostras para cada velocidade avaliada, porém foi utilizado um número maior de amostras para se obter uma probabilidade maior de dados normais, haja vista que quanto mais amostras forem observadas mais chances haveriam de que os dados obtivessem normalidade, além do que quanto mais amostras forem utilizadas a confiabilidade para analisar os dados obtidos aumentaria.

Como foi dito anteriormente o número de amostra obtido forneceu uma estimativa do número de sementes que seriam necessárias para que possivelmente ocorresse normalidade nos dados avaliados no experimento em campo. Por isso foi importante o uso de um planejamento, pois há uma maior possibilidade de que os dados avaliados teriam uma distribuição normal.

Em seguida depois de definir o número de amostras que seriam necessários para os testes o experimento em campo foi iniciado e os primeiros ensaios com as semeadoras foram realizados.

Na Tabela 4 segue a análise estatística descritiva dos resultados preliminares obtidos em campo das semeadoras de precisão mecânica e pneumática na velocidade 4 e 7 $km.h^{-1}$, respectivamente.

Tabela 4- Estatística descritiva básica do teste preliminar da distribuição longitudinal de sementes da semeadora de precisão mecânica e pneumática

	Mecânica		Pneumática	
	Vel.4 Km.h^{-1}	Vel.7 Km.h^{-1}	Vel.4 Km.h^{-1}	Vel.7 Km.h^{-1}
Observações	282	241	225	231
Média	13,41	11,31	12,8	13,49
Desvio Padrão	10,65	8,49	6,41	7,27
Variância	113,57	72,08	41,16	52,97
Coeficiente de Variação	79,42	75,02	50,09	53,94
Mínimo	0	0	0	0,5
Máximo	80	55	46	38
Simetria	2,1	1,42	0,79	0,61
Curtose	7,52	3,38	2,4	0,56

Fonte: Elaborado pela autora.

Depois da obtenção dos dados reais o número de amostra que seria utilizado no experimento final foi definido através da Equação 3 e 4, então para a semeadora mecânica nas velocidades de 4 km.h^{-1} e 7 km.h^{-1} foi necessário o número de 257 e 216 amostras, respectivamente. Já para a semeadora pneumática na velocidade de 4 km.h^{-1} foi necessário 96 amostras e para a velocidade de 7 km.h^{-1} 120 amostras. Para a semeadora de fluxo contínuo foi utilizado o total de amostras sugerido apenas pelo erro médio padrão, já que a quantidade de sementes de arroz foi insuficiente para a obtenção do número real de sementes.

$$n = \left(\frac{Z\alpha/_2\sigma}{E}\right)^2 \quad (3)$$

$$E = \mu . \beta \quad (4)$$

Onde:

n é o número de amostras;

Zα/2é o valor padronizado da distribuição normal padrão;

σ é o desvio padrão;

E é o erro médio padrão;

β é o erro beta.

Para padronização dos dados foi definido o número de 100 amostras para cada repetição. Como se observou 5 linhas para cada semeadora, coletou-se o total de 500 amostras aleatoriamente nas linhas estudadas, já que foram 5 linhas x 100 amostras coletadas para cada linha, porém para cada metro avaliado a última semente não era contabilizada, por isso foi utilizado o número total de 410 sementes para cada semeadora avaliada.

3.2.7. Metodologias estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com esquema fatorial 2 x 2 para as semeadoras de precisão, sendo 2 semeadoras (mecânica e pneumática) e 2 velocidades (4 e 7 $km.h^{-1}$). Para a semeadora de fluxo contínuo foi utilizado 1 semeadora e 2 velocidades (4 e 8 $km.h^{-1}$). A estatística descritiva foi utilizada para analisar os seguintes parâmetros: média, desvio padrão, coeficiente de variância, simetria e curtose. Através do coeficiente de simetria e curtose foi determinada a normalidade dos dados e utilizou-se a análise de variância para médias que apresentaram normalidade. Foi utilizado a análise de variância para analisar as médias que apresentaram normalidade, e o controle estatístico do processo (CEP) para avaliar os dados normais e verificar a estabilidade do processo, porém quando os dados não se apresentaram normais foi utilizado à média móvel exponencialmente ponderada (MMEP) para avaliar a variabilidade que ocorreu entre as médias estudadas. As médias que apresentaram normalidade foram comparadas pelo teste da diferença mínima significativa (DMS) a 5 % de significância, esse teste foi escolhido devido ser considerável para detectar problemas de normalidade. Os dados foram analisados através o Software Minitab – Versão 16.

Como foi dito anteriormente foi utilizado o controle estatístico do processo (CEP) para avaliar as distribuições normais, ou seja, caso os dados apresentassem normalidade. A avaliação foi baseada nos números índices Cp, Cpk.

De acordo com Kotz e Johnson (1993) uma medida indireta da capacidade de um processo é dada por meio da Equação 5:

$$Cp = \frac{LSE - LIE}{6.\sigma} \quad (5)$$

Onde:

Cp é o índice da capacidade do processo;
LSE é o limite superior de especificação;
LIE é o limite inferior de especificação;
σ é o desvio padrão.

A capacidade efetiva do processo (Cpk) leva em conta o posicionamento, dada à média em relação às especificações é dada por meio da Equação 6, 7 e 8.

$$\mathrm{Cpk} = \min(\mathrm{Cps}, \mathrm{Cpi}) \quad (6)$$

$$\mathrm{Cps} = \frac{\mathrm{LSE} - \mu}{3.\sigma} \quad (7)$$

$$\mathrm{Cpi} = \frac{\mu - \mathrm{LIE}}{3.\sigma} \quad (8)$$

Onde:
LSE é o limite superior de especificação;
LIE é o limite inferior de especificação;
σ é o desvio padrão.
μ é a média do processo.

Hunter (1989) sugeriu a escolha de peso λ=0,4 e intervalo em 3σ, o que permite detectar uma mudança do desvio padrão na média em 14,3 observações, fato comprovado por Albiero (2010) em seus estudos com distribuição longitudinal de sementes.

Para processos não normais, ou seja, que não apresentaram normalidade nos dados avaliados Montgomery (2004) sugere a Média Móvel Exponencialmente Ponderada (MMEP) para analisar a variabilidade das médias, a MMEP é definida na Equação 9 como:

$$\mathrm{zi} = \lambda . \sum_{0}^{i-1} (1-\lambda) . x_{i-j} + (1-\lambda)^{i} . \mathrm{zo} \quad (9)$$

Onde:
zi é o valor da média móvel ponderada;
zo é a média alvo do processo;

xi é o valor da característica medida;

λ é o peso considerado para a média, se refere à sensibilidade em captar pequenas mudanças na média.

Os limites de controle do gráfico MMEP foram encontrados por meio das Equações 10 e 11:

$$LSC = \mu + L.\sigma.\sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)}.[1-(1-\lambda)^{2i}]} \quad (10)$$

$$LIC = \mu - L.\sigma\sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)}.[1-(1-\lambda)^{2i}]} \quad (11)$$

Onde:

μ é a média do processo;

L é a largura da faixa entre a média e o limite;

σ é o desvio padrão da amostra.

O índice de capacidade de confiança Cpc é definido por LUCENO (1996) como:

$$Cpc = \frac{LSE - LIE}{6.(\sqrt{\frac{\pi}{2}}).E|X-T|)} \quad (12)$$

Onde:

Cpc é o índice de capacidade de confiança;

T é o valor alvo: T=(LSE+LIE)/2;

E|X-T| é a esperança da distribuição X, estimada por

$$c = \frac{1}{n}\sum_{1}^{n}|Xi - T|; \quad (13)$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Semeadoras de precisão

Os dados dos espaçamentos obtidos na avaliação da distribuição longitudinal de sementes de milho para a semeadora mecânica e pneumática nas velocidades 4 e 7 km.h^{-1} em um solo Argissolo Vermelho amarelo seguem na Tabela 5.

Tabela 5- Estatística descritiva básica da distribuição longitudinal de sementes para semeadora mecânica e pneumática nas velocidades de 4 e 7 km.h^{-1}

	Mecânica		**Pneumática**	
	Vel.4 km.h^{-1}	**Vel.7 km.h^{-1}**	**Vel.4 km.h^{-1}**	**Vel.7 km.h^{-1}**
Observações	410,0	410,0	410,0	410,0
Média (cm)	17,8	17,2	19,1	18,8
Desvio Padrão (cm)	9,8	9,7	6,1	5,9
Variância	95,7	93,8	37,8	34,8
Coeficiente de Variação (%)	55,1	56,3	32,2	31,3
Mínimo	0,5	0,5	0,5	0,1
Máximo	54,0	59,0	48,0	42,0
Simetria	0,4	0,7	0,9	0,6
Curtose	-0,0	0,8	2,9	1,5

Verifica-se que para a semeadora de precisão mecânica na velocidade de 4 km.h^{-1} obteve-se a média de 17,8 cm, desvio padrão de 9,8 cm e coeficiente de variação de 55,1 %, já para a mesma semeadora na velocidade de 7 km.h^{-1} a média foi de 17,2 cm, desvio padrão de 9,7 cm e coeficiente de variação de 56,3 %. Para a semeadora de precisão pneumática trabalhando na velocidade de 4 km.h^{-1} a média foi de 19,1 cm, desvio de 6,1 cm e coeficiente de variação de 32,2 % e para a velocidade de 7 km.h^{-1} a média foi 18,8 cm, desvio padrão de 5,9 cm, coeficiente de variação de 31,3 %.

De acordo com os dados avaliados pode-se concluir que a média das semeadoras, mecânica e pneumática, encontra-se com os valores de espaçamentos

superiores ao valor para qual foram reguladas, indicando que houve irregularidade durante o processo de distribuição das sementes.

Através dos histogramas apresentados nas Figuras 25, 27, 28 verifica-se que os dados da semeadora mecânica na velocidade de 4 $km.h^{-1}$ e a semeadora pneumática nas velocidades de 4 e 7 $km.h^{-1}$, respectivamente se adequam a uma distribuição normal, já na Figura 26 observa-se pelo histograma que os dados da semeadora mecânica na velocidade de 7 $km.h^{-1}$ não apresentaram uma distribuição normal. Entretanto, como foi dito anteriormente apesar de a semeadora mecânica na velocidade de 7 $km.h^{-1}$ não ter apresentado uma distribuição normal os dados apresentam normalidade, pois conforme Oliveira (2010) se os coeficientes de simetria e curtose apresentarem valores dentro do intervalo de -3 e 3 considera-se que ocorreu normalidade nos dados avaliados, diante do exposto conclui-se que os dados estudados para a semeadora mecânica e pneumática em ambas velocidades respeitaram uma distribuição normal, pois encontra-se dentro do intervalo especificado pelo autor. Com isso a análise de variância é considerada eficiente para todas as velocidades avaliadas em ambas as semeadoras.

Para Cochran; Cox (1957) e Albiero (2010) é valido salientar que quanto maior o número de amostras, mais a distribuição se aproximam de uma normal, fato que pode ser verificado pelo total de amostras que foram utilizados para a realização desse experimento, isso foi possível devido ao planejamento estatístico que foi adotado para definir o número de amostras ideal, que possibilitaria que os dados estudados obtivessem normalidade.

Figura 25 - Histograma dos espaçamentos entre sementes da semeadora mecânica na velocidade de 4 km.h^{-1}

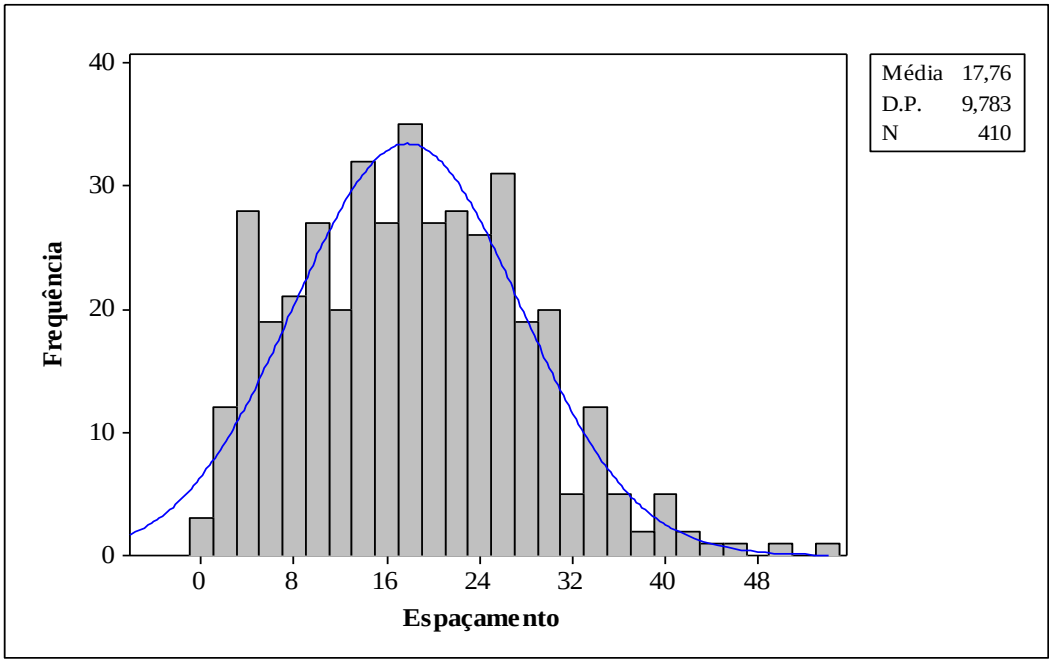


Figura 26 - Histograma dos espaçamentos entre sementes da semeadora mecânica na velocidade de 7 km.h^{-1}

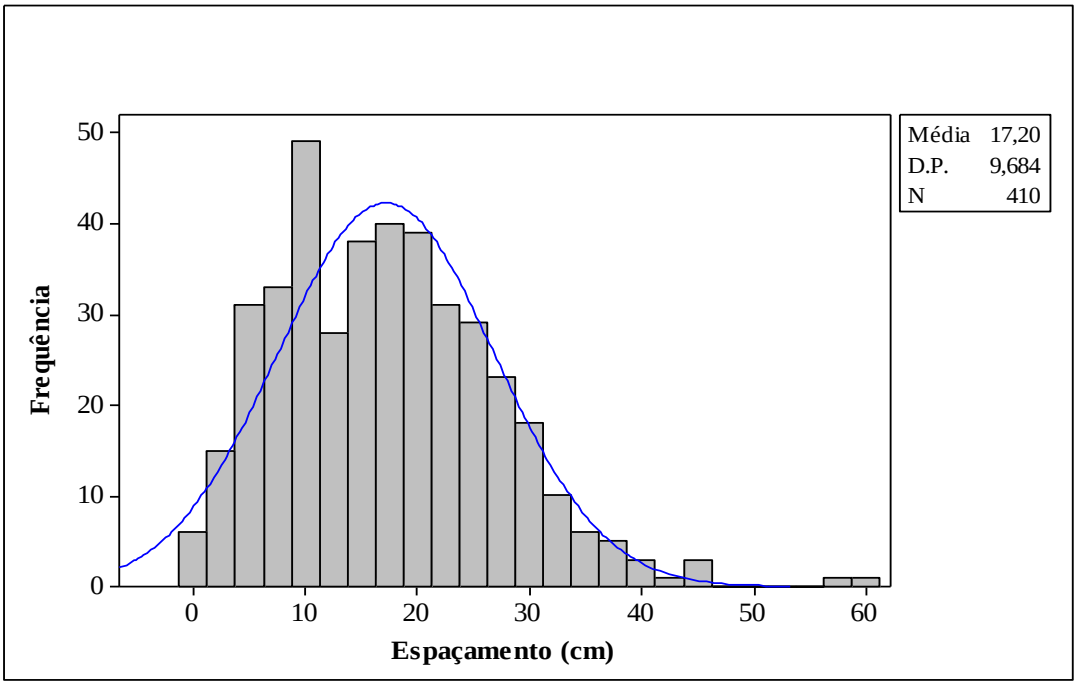


Figura 27- Histograma dos espaçamentos entre sementes da semeadora pneumática na velocidade de 4 km.h^{-1}

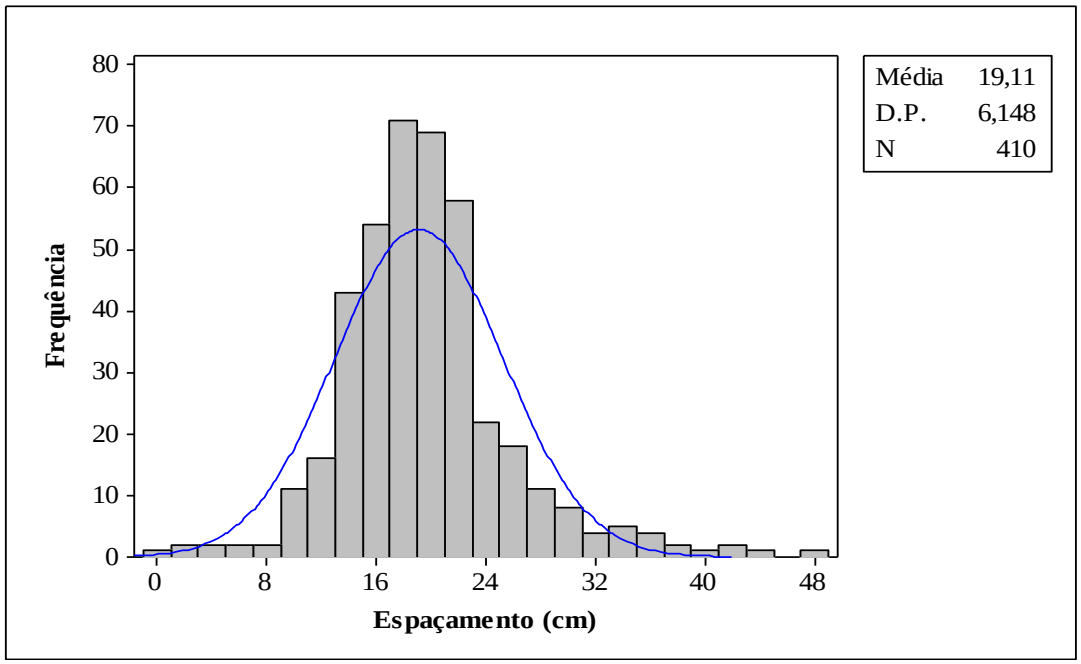
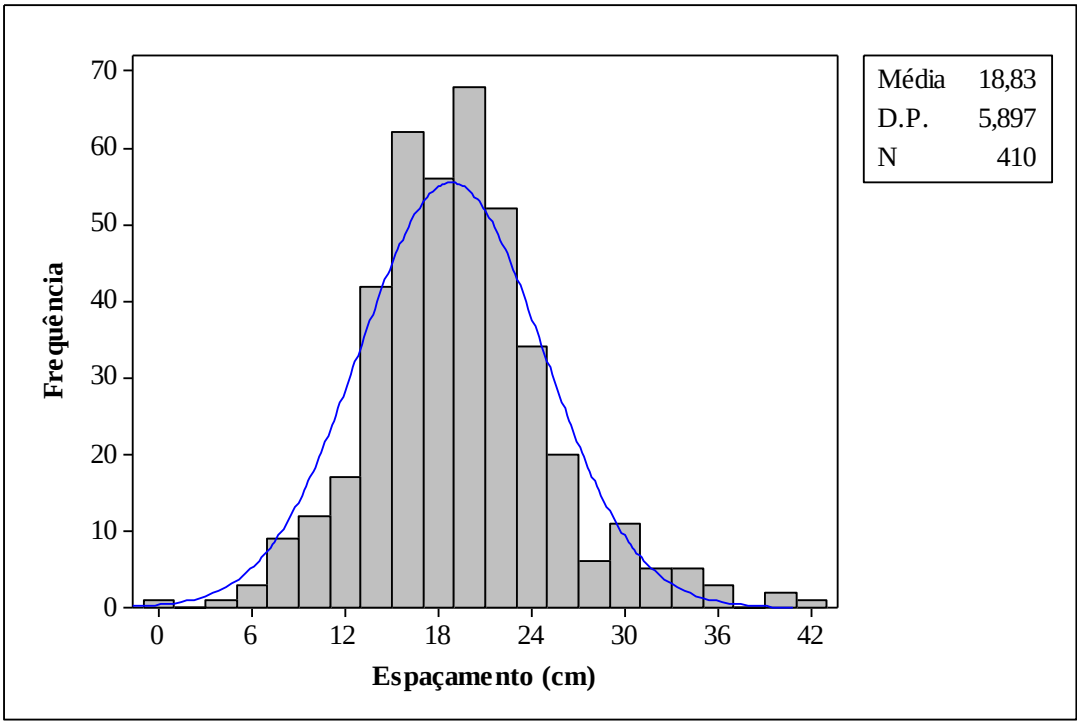


Figura 28 - Histograma dos espaçamentos entre sementes da semeadora pneumática na velocidade de 7 km.h^{-1}



Os dados do espaçamento da semeadora mecânica e pneumática nas velocidades de 4 e 7 km.h^{-1} seguem na Tabela 6.

Tabela 6- Avaliação de espaçamentos duplos, falhos da semeadora mecânica e pneumática em função da velocidade de deslocamento

	Mecânica		**Pneumática**	
	Vel. 4km.h^{-1}	**Vel.7 km.h^{-1}**	**Vel. 4 km.h^{-1}**	**Vel. 7 km.h^{-1}**
Dupla	60 (14,4%)	66 (15,1%)	8 (1,9%)	8 (2,0 %)
Falhas	169 (40,5%)	163 (47,5%)	130 (31,6%)	135 (33,2%)
Aceitáveis	188 (45,1%)	207 (37,4%)	273 (66,4%)	264 (64,9%)

Os limites das faixas de classe de frequência foram obtidos através das recomendações de Kurachi *et al.* (1989), onde o autor classifica como espaçamentos duplos os valores que são menores que $0{,}5.X_{referencial}$, aceitáveis valores que se encontram dentro dos limites 14 a $1{,}5.X_{referencial}$ e falhos os valores maiores do que $1{,}5.X_{referencial}$. O $X_{referencial}$ corresponde aos espaçamentos teóricos de cada semeadora avaliada. Como as semeadoras foram reguladas para o espaçamento de 14 cm entre sementes os seguintes limites foram estabelecidos para a classificação dos espaçamentos duplo, aceitáveis e falhos:

Duplo = 7cm >14cm > 21cm = Falho

Tourino e Klingensteiner (1983) classificam o desempenho das semeadoras quanto à eficiência de distribuição longitudinal de sementes de acordo com o percentual de sementes distribuídas na faixa de espaçamentos aceitáveis e consideram um desempenho ótimo semeadoras que distribuem de 90 a 100 % das sementes na faixa de espaçamentos aceitáveis, bom desempenho as que distribuem de 75 % a 90 %, regular de 50 % a 75 % e insatisfatório abaixo de 50 %. Com isso conclui-se que a semeadora mecânica apresentou desempenho insatisfatório de acordo com as recomendações dos autores, já a semeadora pneumática apresentou desempenho regular.

Observa-se na Tabela 6 que a semeadora mecânica apresentou apenas 45,1% e 37,4% de espaçamentos aceitáveis para a velocidade de 4 e 7 km.h^{-1}, respectivamente. Já a semeadora pneumática obteve 66,4 % de espaçamentos aceitáveis para a velocidade de 4 km.h^{-1} e 64,9 % para a velocidade de 7 km.h^{-1}.

Melo *et al*. (2013) com o objetivo de avaliarem a distribuição longitudinal de sementes de uma semeadora mecânica e uma pneumática encontraram resultados semelhantes a este, sendo que para a semeadora mecânica apenas 42,2 e 52,7% dos espaçamentos apresentaram regularidade durante o processo de distribuição das sementes para a velocidade de 4 e 7 km h^{-1}, respectivamente, já para a semeadora pneumática

ocorreu apenas 64% de espaçamentos aceitáveis na velocidade de 4 km h^{-1} e 55,4% na velocidade de 7 km h^{-1}, esses resultados corroboram com Balastreire *et al*. (1990) que em seus experimentos concluíram que a distribuição de sementes de milho foi sensível ao aumento da velocidade de deslocamento, ou seja, a distribuição de sementes apresentou-se irregular e fora dos limites aceitáveis, havendo uma maior irregularidade quando ocorria o acréscimo da velocidade de operação. Mahl *et al.* (2006) corroboram com esta afirmação pois em seus experimentos concluíram que o percentual de espaçamentos aceitáveis diminui com o aumento da velocidade de trabalho fazendo com que ocorresse o aumento do percentual de espaçamentos falhos e múltiplos comprometendo dessa maneira o desempenho da semeadora.

Andersson (2001) também detectou redução na quantidade de sementes depositadas por metro no solo, com o aumento da velocidade de deslocamento.

Verifica-se que a semeadora mecânica e pneumática para as duas velocidades avaliadas apresentaram a regularidade durante o processo de distribuição das sementes abaixo dos requisitos propostos por Coelho (1998), o autor afirma que para semeadoras com mecanismo dosador de discos perfurados horizontais a porcentagem mínima de espaçamentos aceitáveis deve ser de 60 % e para o mecanismo de discos verticais pneumáticos devem ser de 90%.

Semelhante ao que ocorreu neste ensaio Mello *et al*. (2003) verificaram que o sistema pneumático de distribuição de sementes foi superior ao dosador de discos alveolados, pois apresentou maior porcentagem de espaçamentos aceitáveis. Neste sentindo Tourino *et al.* (2009) em seus experimentos concluíram que a semeadora de precisão com dosador pneumático a vácuo foi mais uniforme e proporcionou maior produtividade de grãos em relação à semeadora de dosador de tipo mecânico.

Verifica-se que com o aumento da velocidade, ou seja, na velocidade 7 $km.h^{-1}$ a semeadora mecânica apresentou o número de espaçamentos falhos e duplos maiores que na velocidade de 4 $km.h^{-1}$, o mesmo ocorreu para a semeadora pneumática na mesma velocidade de deslocamento. Modolo *et al.* (2004) afirmaram que há tendência do aumento de espaçamentos com aumento de velocidade e corroborando com esses resultados Garcia *et al.* (2006) constataram que ocorreu aumento de espaçamentos falhos e duplos e houve a redução dos espaçamentos aceitáveis ao se elevar a velocidade de deslocamento.

Neste enfoque Pinheiro Neto *et al.* (2001) ao avaliarem duas semeadoras-adubadoras constataram que a porcentagem de espaçamentos aceitáveis foi reduzida com aumento da velocidade de deslocamento, consequentemente a população recomendada

agronomicamente não foi alcançada pelas duas semeadoras. Semelhante ao que ocorreu neste ensaio Dias *et al.* (2009) ao avaliarem a distribuição de sementes de milho por uma semeadora-adubadora de precisão em função da velocidade de trabalho e da densidade de sementes concluíram que a elevação da velocidade de trabalho de 3,5 para 7 km.h^{-1} reduziu o percentual de espaçamentos aceitáveis entre sementes para a cultura do milho, independentemente da densidade de plantas.

Os dados referentes ao teste F para a avaliação da distribuição de sementes para semeadora de precisão mecânica nas velocidades de 4 e 7 km.h^{-1} encontra-se na Tabela 7.

Tabela 7- Análise de variância dos espaçamentos da velocidade 4 e 7 km.h^{-1} da semeadora mecânica

	DF	**SS**	**MS**	**F**	**P**
Fator	1	64,8	64,8	0,68	0, 408
Erro	818	77499,8	94,7		
Total	819	77564,7			

Verifica-se na análise de variância dos espaçamentos da semeadora mecânica nas velocidades de 4 e 7 km.h^{-1} que não houve diferença significativa ao nível de 5 % de significância.

Na Tabela 8 encontra-se a análise de variância dos espaçamentos encontrados para a semeadora pneumática nas velocidades de 4 e 7 km.h^{-1}.

Tabela 8- Análise de variância dos espaçamentos da velocidade 4 e 7 km.h^{-1} da semeadora pneumática

	DF	**SS**	**MS**	**F**	**P**
Fator	1	15,7	15,7	0,43	0, 511
Erro	818	29679,3	36,3		
Total	819	29695,0			

Através da análise de variância dos espaçamentos da semeadora pneumática trabalhando nas velocidades de deslocamento de 4 e 7 km.h^{-1}, verifica-se que não houve diferença entre as velocidades estudadas, estes resultados concordam com Melo *et al.* (2013) que em seus experimentos com uma semeadora de precisão pneumática trabalhando nas velocidade de 4 e 7 km.h^{-1}, não encontraram diferença significativa para as velocidade

avaliadas. Silva (2000) não observou diferença entre a porcentagem de espaçamentos duplos, falhos e aceitáveis em plântulas de milho para as velocidades avaliadas.

A análise estatística dos testes realizados com as duas semeadoras mostra que não houve diferença significativa entre as velocidades ensaiadas a 5 % de significância. Esses resultados corroboram com Oliveira *et al*. (2009) que ao avaliarem o aumento da velocidade do conjunto trator-semeadora-adubadora, de 5 para 7 $km.h^{-1}$ verificaram que a porcentagem de espaçamentos aceitáveis não diferiu estatisticamente.

Entretanto, as análises realizadas através da metodologia recomendada por Kurachi *et al*. (1989) mostraram que com o aumento da velocidade o número de espaçamentos aceitáveis diminuiu, ocorrendo uma maior irregularidade durante o processo de distribuição de sementes, porém apesar da velocidade 4 $km.h^{-1}$ apresentar melhor resultado para ambas as semeadoras a análise de variância mostra que não houve diferença entre as médias como foi dito anteriormente, então recomenda-se o uso da velocidade de 7 $km.h^{-1}$, pois a mesma aumentaria a capacidade de trabalho na área, consequentemente a semeadura seria realizada em uma velocidade maior.

Montgomery (2004) recomenda o CEP Para a avaliação de processos normais para verificar a viabilidade de atender tais especificações e exigências de qualidade, além de determinar os pontos problemáticos do processo.

Albiero (2010) com o objetivo de avaliar uma máquina multifuncional conservacionista para agricultura familiar usou as metodologias do controle estatístico do processo (CEP), dentre elas a capacidade efetiva do processo (Cpk) e o gráfico de controle, para avaliar seus dados.

Albiero *et al.* (2012) utilizaram uma tabela padronizada onde consideram como uma ocorrência muito alta de falhas quando a taxa de falhas possíveis em um processo possui a capacidade efetiva (Cpk) menor que 0,33, o que significa 1 falha a cada 2 amostras.

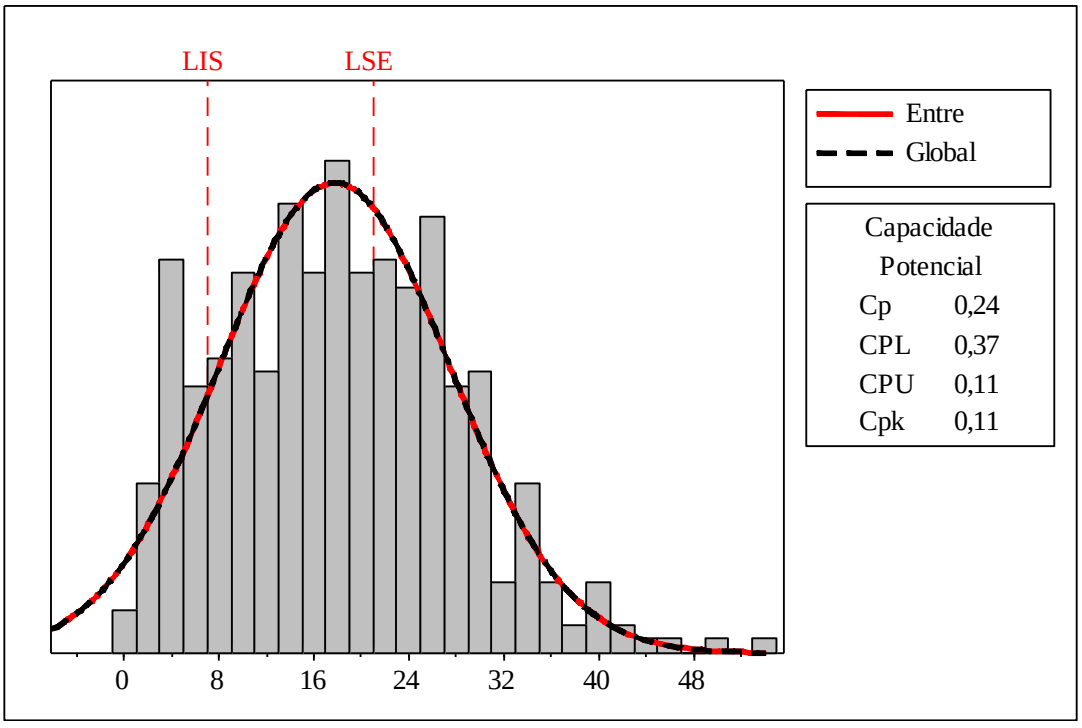
Segundo Campos (2007) o processo é considerado incapaz quando apresenta o valor do Cpk <1,00, porém quando o Cpk encontra-se entre os valores de 1,00 e 1,32 o processo é considerado parcialmente capaz, já quando o valor do Cpk for $\geq$1,33 o processo é considerado capaz.

Ribeiro e Caten (2011) consideram a capacidade do processo muito incapaz quando o Cpk é 0,33, incapaz quando o Cpk é 1,00, muito capaz quando o Cpk é 1,33 e extremamente capaz quando o Cpk é 1,67.

Elsmar (2009) classifica os valores de Cpk por meio das ocorrências de falhas, ou seja, o autor considera como ocorrência muito alta de falhas valores de Cpk < 0,33 obtendo taxa de falhas possíveis de 1 falha em cada 2 amostras, quando é obtido o Cpk ≥ 0,51 considera 1 falha em cada 8 amostras avaliadas tendo uma ocorrência de falha alta, quando o Cpk ≥ 1,00 a ocorrência de falhas é considerada moderada sendo 1 falha em cada 400 amostras avaliadas, já quando o Cpk ≥ 1,50 o números de falhas é considerado baixo tendo-se 1 amostra para cada 150.000 amostras avaliadas.

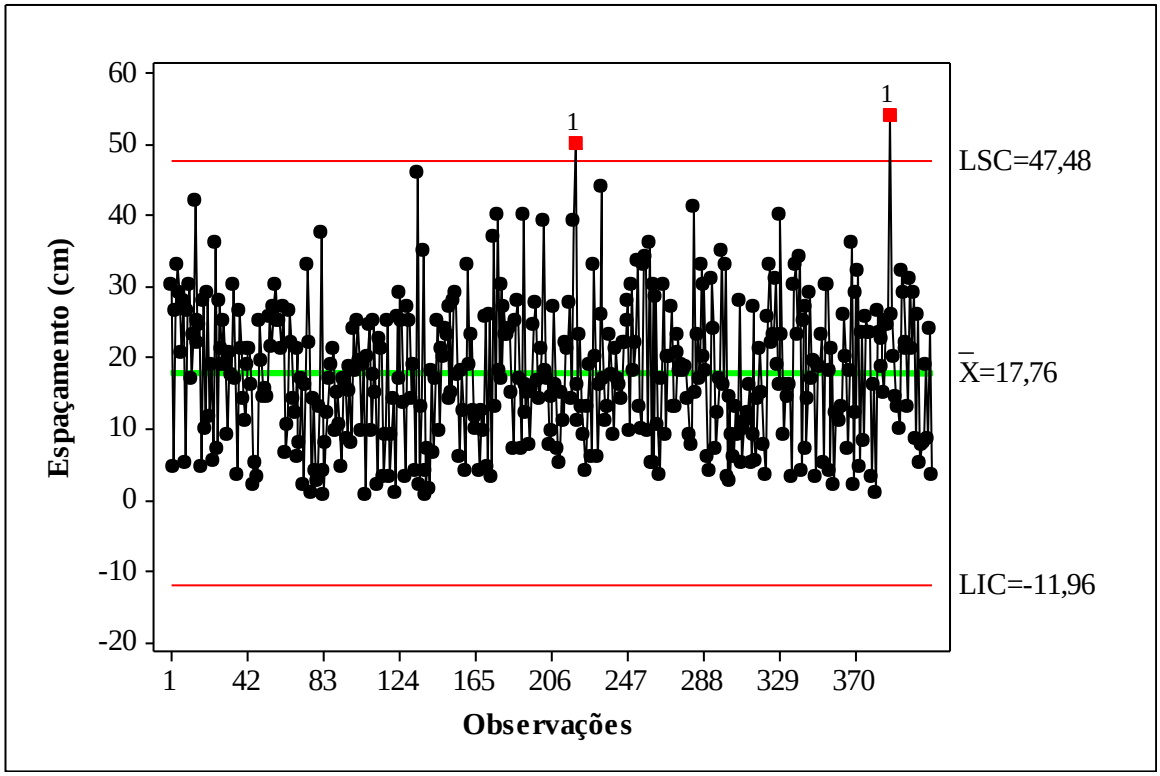
Observa-se na Figura 29 que o Cpk foi de 0,11 para a semeadora mecânica trabalhando na velocidade de 4 km.h^{-1}, ou seja, de acordo com as recomendações de Albiero *et al.* (2012) verifica-se que o número de falhas foi alto tendo-se o total de 1 falha para cada 2 amostras avaliadas, esse fato pode ser comprovado no gráfico de controle dos espaçamentos entre as sementes na Figura 30, quando verificamos que a semeadora mecânica apresentou espaçamento médio entre sementes de 17, 76 cm, porém a mesma foi regulada para obter o espaçamento de 14 cm entre sementes.

Figura 29- Análise da capacidade efetiva do espaçamento entre sementes na velocidade de 4 km.h^{-1} para a semeadora mecânica



Na Figura 30 é possível observar também que as amostras apresentaram muita variabilidade com relação ao valor para qual foram reguladas, porém pelo gráfico de controle verifica-se que apenas 2 amostras encontra-se fora dos limites de controle especificados assegurando que o processo é estável apesar da variabilidade das amostras, confirmando a teoria de Campos (2007) e Barros (2008) que realizando trabalhos com operações mecanizadas agrícolas e com controle estatístico de qualidade adotaram uma metodologia que considera que se 95 % dos pontos estiverem dentro do limites de controle especificados considera-se que o processo apresentou estabilidade, esta metodologia mostrou-se eficaz para a análise do processo, pois não mascarou os dados, ou seja, ao se considerar que os processos apresentem índice de precisão em torno de 90 % dos dados avaliados os 5 % dos dados que forem retirados não vão influir significativamente na amostragem. Os autores adotaram essa metodologia, pois em um processo industrial de automóvel, software e eletroeletrônicos, índices de falhas acima de 0, 26% são inaceitáveis segundo Tonini (2006), isso ocorre de acordo com Albiero (2010) por que em um processo industrial há o controle preciso de todas as etapas que são realizadas na indústria desde a matéria prima até os operadores, garantindo dessa forma que o trabalho realizado seja constante e uniforme diminuindo a variabilidade que ocorre no processo, chegando a obter índice de falhas de apenas 0,00034 % com uma precisão de 99,99966 %, por isso para o meio agrícola é necessário adaptar as ferramentas de controle estatístico de qualidade (CEP), pois na agricultura um índice de falhas para semeadura em torno de 10 % é considerado ótimo, pois no campo ocorre muita variabilidade por conta da matéria prima, das condições meteorológicas, da condição do solo, dos sistemas mecanizados, dos índices de qualidade de operações agrícolas, da qualificação de operadores etc.

Figure 30- Gráfico de controle do espaçamento entre sementes na velocidade de 4 km.h^{-1} para a semeadora mecânica



A Figura 31 apresenta o gráfico de controle do espaçamento entre sementes na velocidade de 7 km.h^{-1} para a semeadora mecânica, através dos valores sugeridos por Campos (2007), Elsmar (2009), Ribeiro e Caten (2011) e Albiero *et al*. (2012) constata-se que a ocorrência de espaçamentos falhos foi bastante elevada, sendo considerada muito alta segundo os valores sugeridos por Elsmar (2009), haja vista que ocorreu 1 falha para cada 2 amostras avaliadas, o valor do Cpk encontrado para essa semeadora na velocidade de 7 km.h^{-1} foi de 0,13. De acordo com os autores citados acima o processo é considerado incapaz quando apresenta o valor do Cpk <1,00, porém quando o Cpk encontra-se entre os valores de 1,00 e 1,32 o processo é considerado parcialmente capaz, já quando o valor do Cpk for ≥1,33 o processo é considerado capaz, sendo assim o valor do Cpk para a velocidade de 7 km.h^{-1} é considerado incapaz, pois possui o valor de Cpk <1,00.

Entretanto verifica-se na Figura 32 que o gráfico de controle do espaçamento entre sementes na velocidade de 7 km.h^{-1} para a semeadora mecânica apresentou mais de 95 % das amostras dentro do intervalo de confiança, neste caso de acordo com a metodologia adotada por Campos (2007) e Barros (2008) houve estabilidade no processo, apesar de ter ocorrido variabilidade dos espaçamentos, já que a semeadora foi regulada

para obter o espaçamento de 14 cm e obteve o valor de 17,20 cm, sendo superior ao regulado.

Figura 31- Análise da capacidade efetiva do espaçamento entre sementes na velocidade de 7 km.h^{-1} para a semeadora mecânica

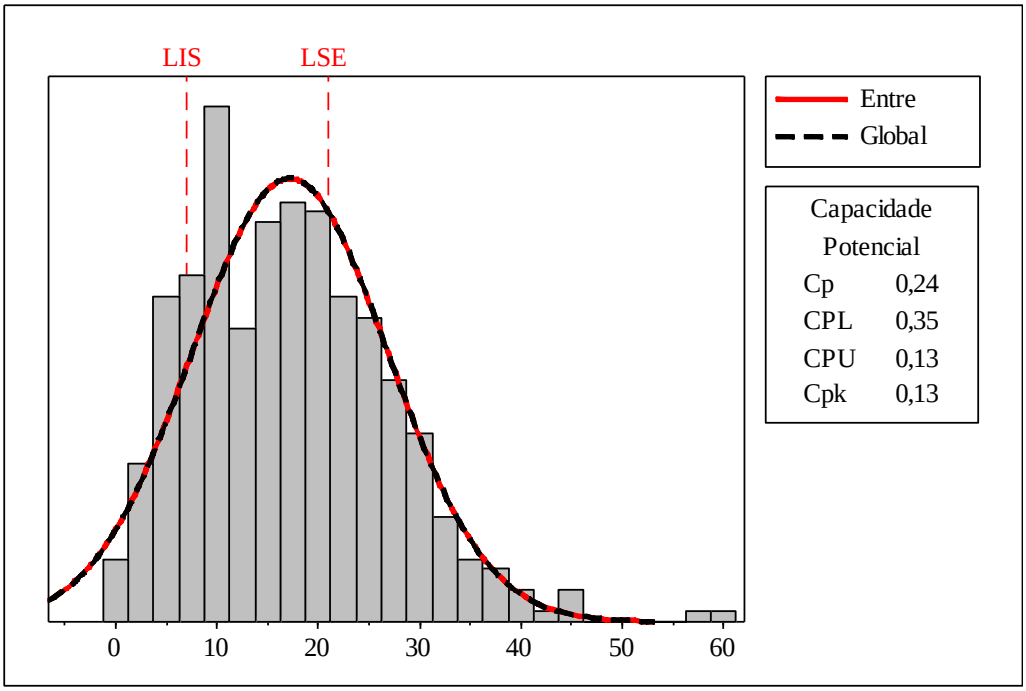


Figura 32- Gráfico de controle do espaçamento entre sementes na velocidade de 7 km.h^{-1} para a semeadora mecânica

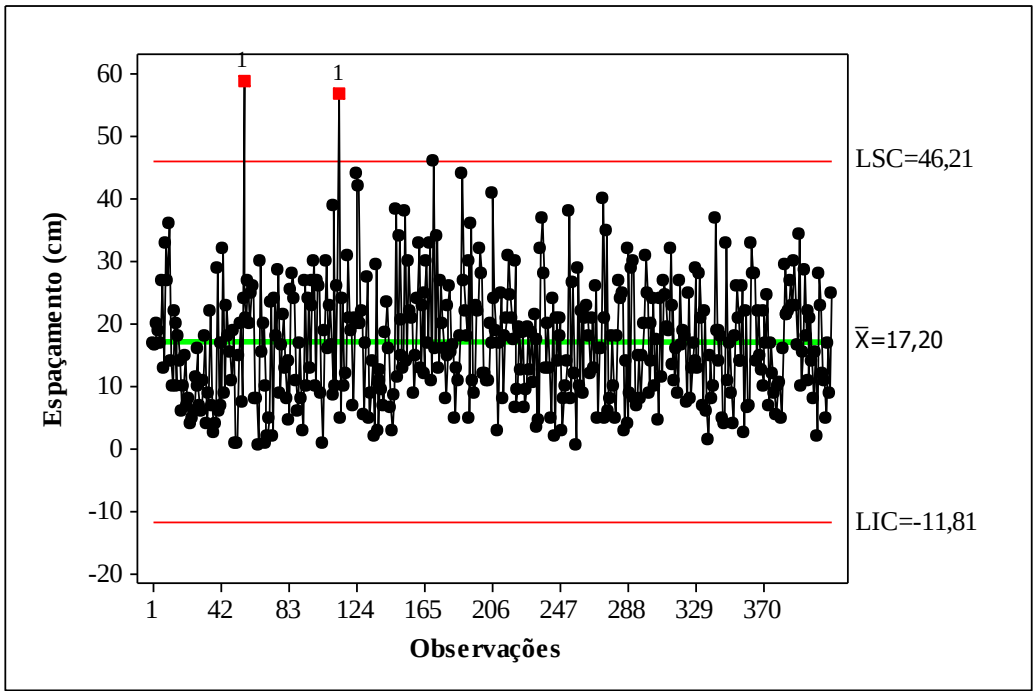


Figura 33- Análise da capacidade efetiva do espaçamento entre sementes na velocidade de 4 km.h^{-1} para a semeadora pneumática

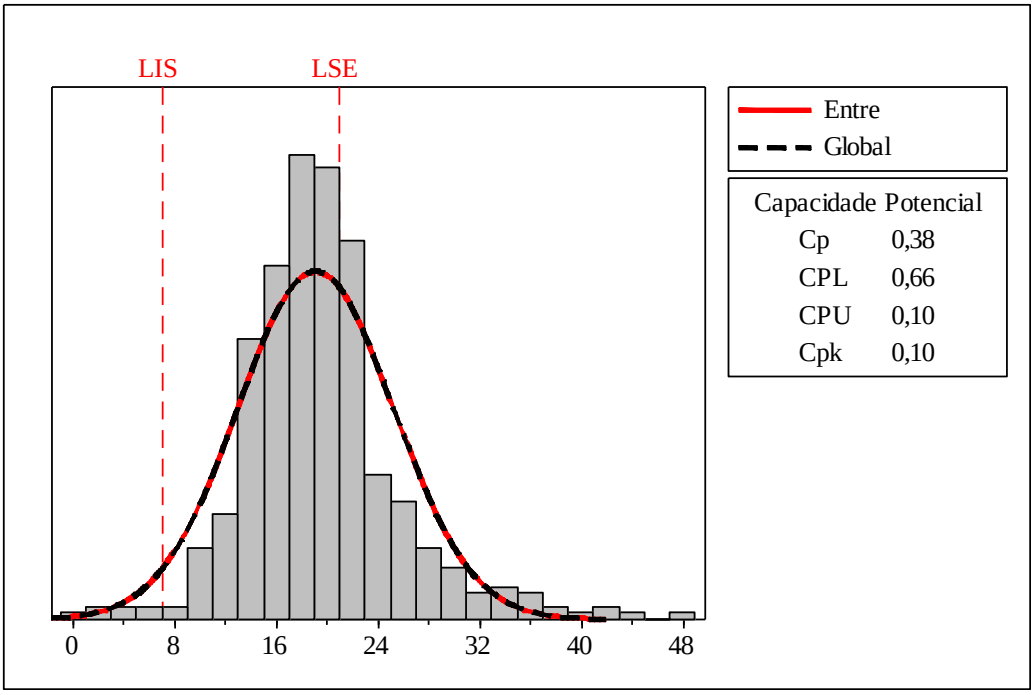


Figura 34- Gráfico de controle do espaçamento entre sementes na velocidade de 4 km.h^{-1} para a semeadora pneumática

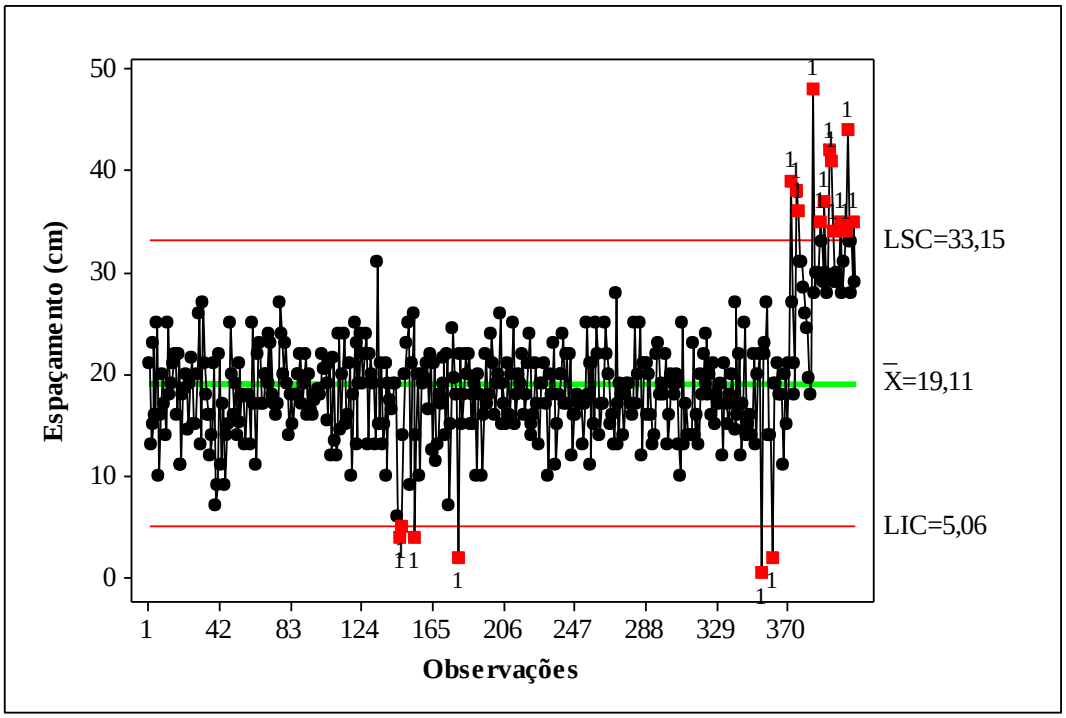


Figura 35- Análise da capacidade efetiva do espaçamento entre sementes na velocidade de 7 km.h^{-1} para a semeadora pneumática

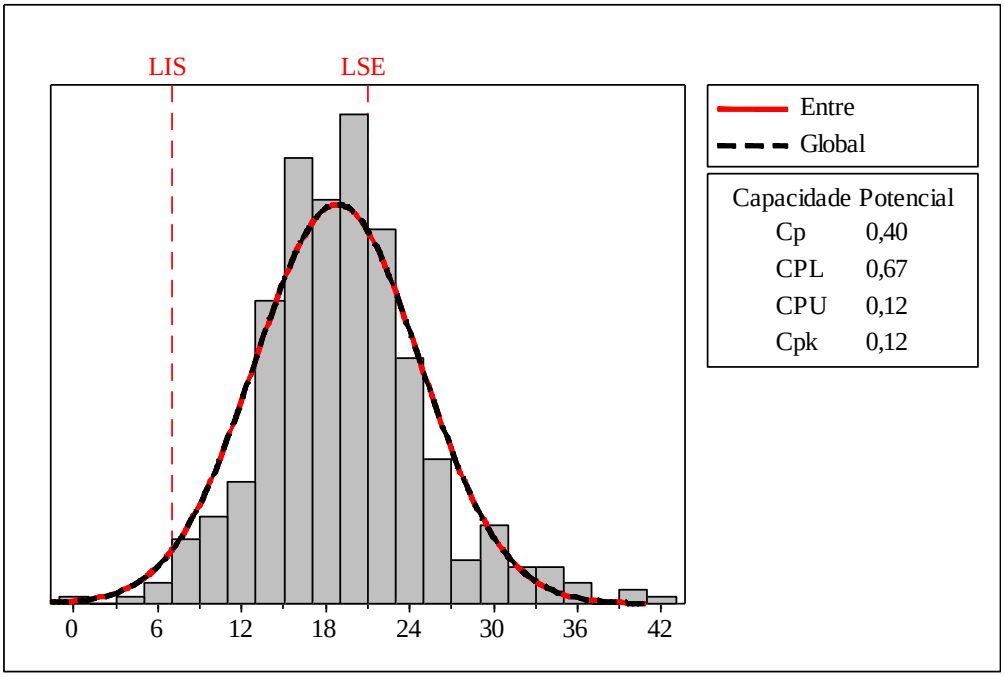
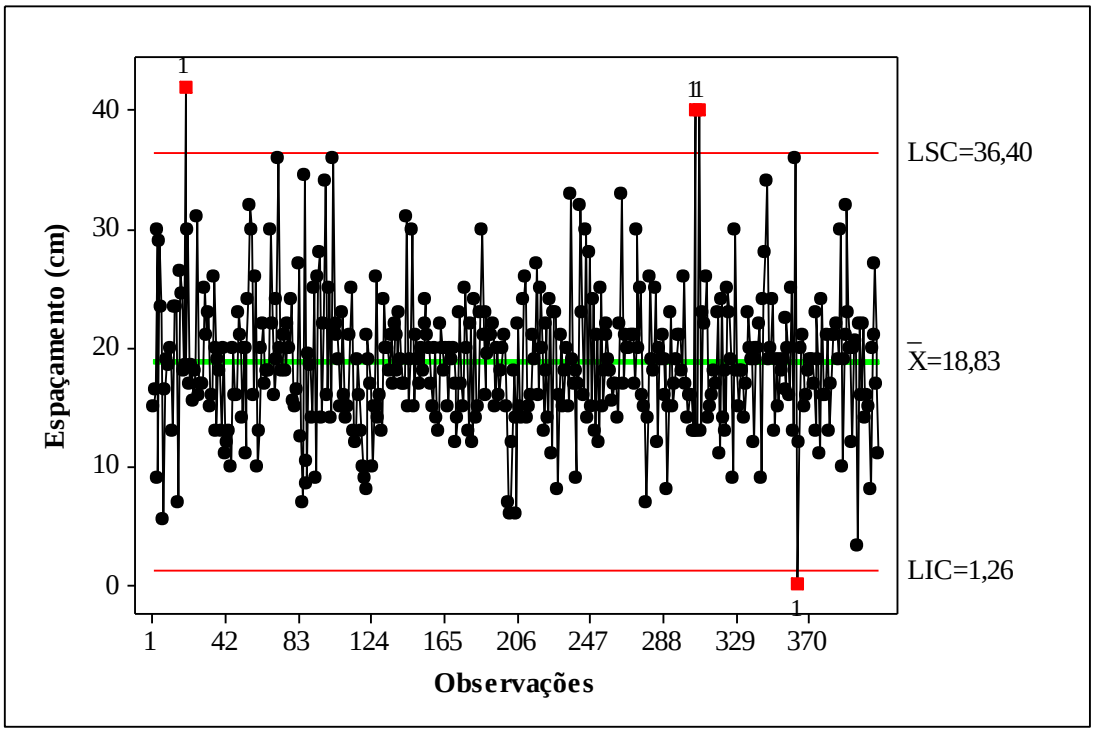


Figura 36- Gráfico de controle do espaçamento entre sementes na velocidade de 7 km.h^{-1} para a semeadora pneumática

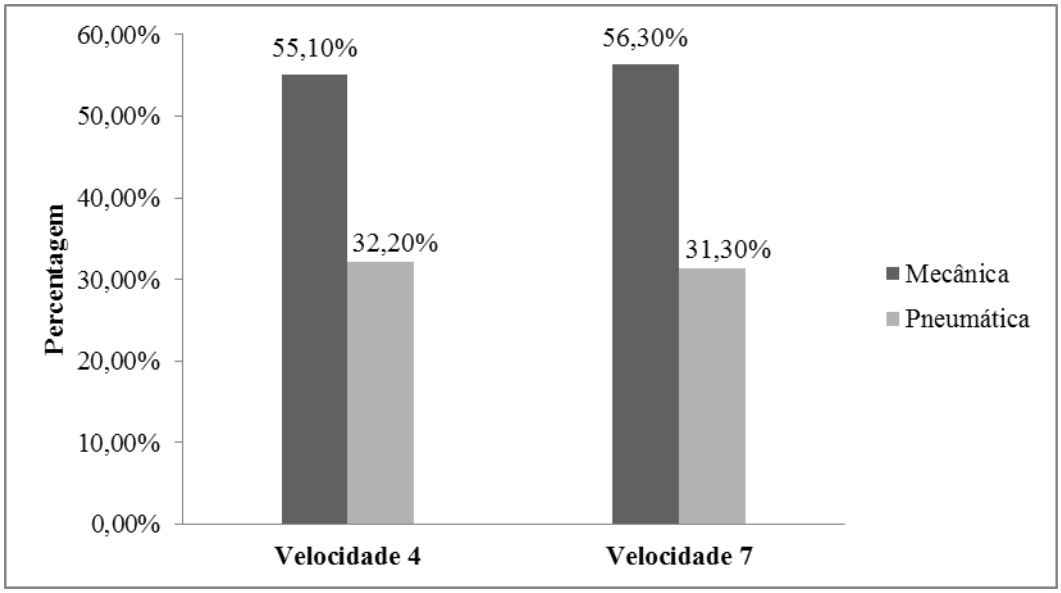


Para a semeadora pneumática, observa-se na Figura 33 e 35 que o Cpk foi de 0,10 para a semeadora pneumática na velocidade de 4 km.h^{-1} e 0,12 para a velocidade de 7

km.h^{-1}, ou seja, constata-se de acordo com Elsmar (2009), Campos (2007), Ribeiro e Caten (2011) e Albiero *et al.* (2012) que a ocorrência de espaçamentos falhos foi muito alta para as duas semeadoras nas duas velocidades avaliadas, já que ocorreu 1 falha para cada 2 amostras avaliadas, além de o processo ser considerado incapaz, haja vista o valor do Cpk de ambas as semeadoras ser < 1, esse fato é comprovado no gráfico de controle do processo de distribuição de sementes na Figura 34 e 36 de ambas as semeadoras, pois constata-se que a média obtida em campo do espaçamento entre sementes mostrou-se superior ao espaçamento para o qual foi regulado, sendo superior para a velocidade de 4 Km.h^{-1} que obteve a média de 19,11 cm. Entretanto para Albiero *et al*. (2012) apesar de o processo ser considerado incapaz para ambas as semeadoras deve-se levar em consideração que embora o processo apresente pontos fora dos limites especificados os processos agrícolas estão longe do ideal de controle industrial, onde essas metodologias são mais utilizadas, já que as mesmas possuem o nível de controle maior em processos industriais.

Na Figura 37 segue os gráficos do coeficiente de variação dos espaçamentos entre sementes obtidos em campo das semeadoras mecânica e pneumáticas nas velocidades de 4 e 7 km. h^{-1}.

Figura 37- Coeficientes de variação do espaçamento entre semente das semeadoras mecânica e pneumática trabalhando na velocidade de deslocamento de 4 e 7 km.h^{-1}

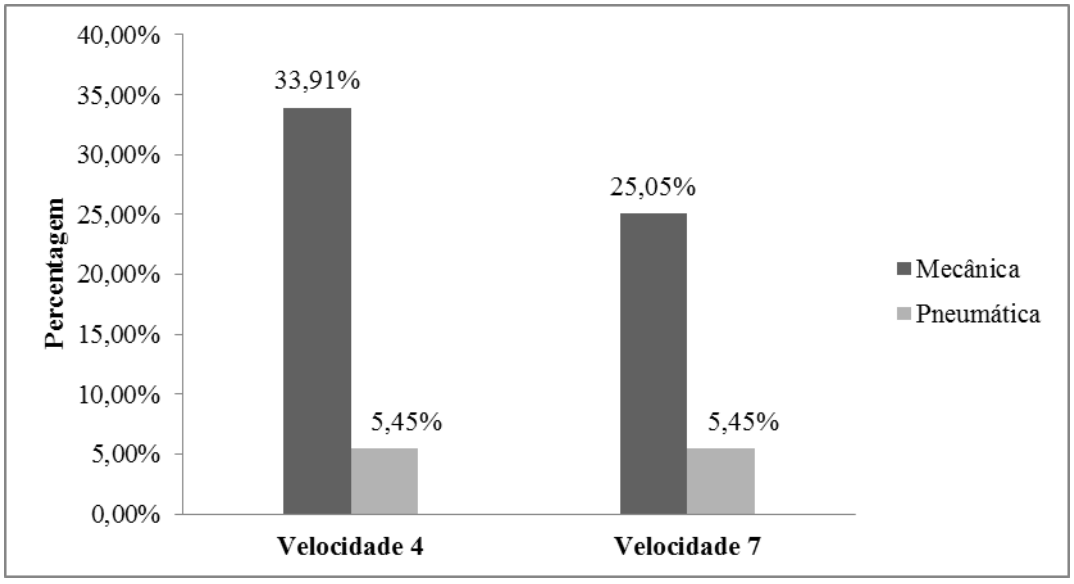


Observa-se na Figura 37 que a semeadora mecânica apresentou o coeficiente variação de 55,10% para a velocidade de 4 km.h^{-1} e 56,30% para a velocidade de 7 km.h^{-1} e a semeadora pneumática obteve o coeficiente de variação de 32,20% e 31,30% para as

velocidade de 4 e 7 km.h^{-1}. Semelhantemente Melo *et al*. (2013) em seus experimentos avaliando a distribuição de sementes por uma semeadora de precisão mecânica e pneumática em um solo cearense obteve o coeficiente de variação de 79,4 % e 75,0 % para a semeadora mecânica nas velocidades de 4 e 7 km.h^{-1} , respectivamente, já para a semeadora pneumática obteve o coeficiente de variação de 50,1% para a velocidade de 4 km.h^{-1} e 53,9 % para a velocidade de 7 km.h^{-1}, ou seja, os autores citados também não obtiveram os valores recomendados por Coelho (1996), pois o autor considera como coeficiente de variação máximo 50 % para discos perfurados horizontais e 30% para discos verticais pneumáticos, então de acordo com o exposto conclui-se que ambas as semeadoras nas duas velocidades avaliadas apresentaram valores maiores do que os proposto pelo autor.

A Figura 38 apresenta o índice de patinagem obtido em campo da roda de acionamento das semeadoras mecânica e pneumática trabalhando na velocidade de 4 e 7 km.h^{-1}.

Figura 38- Índice de patinagem das semeadoras mecânica e pneumática trabalhando na velocidade de deslocamento de 4 e 7 km.h^{-1}



Verifica-se que a semeadora de precisão mecânica obteve índice de patinagem de 33,91 % para a velocidade 4 km.h^{-1} e 25,05 % para a velocidade de 7 km.h^{-1}, já a semeadora de precisão pneumática obteve a patinagem de 5,45 % para as duas velocidades avaliadas.

As rodas motrizes acionam o sistema dosador de sementes e de fertilizantes das semeadoras-adubadoras, por isso quando ocorre patinagem dessas rodas, os sistemas deixam de ser acionados impedindo que a semente e o adubo sejam depositados no solo, isso acarreta falhas no plantio e consequentemente no estande final (BORSATTO, 2005). Mattar (2010) corrobora com a mesma afirmação de que quando não há aderência suficiente entre o rodado e o solo ocorre falhas no espaçamento entre as sementes ocasionando desuniformidade e consequentemente afetando a produtividade esperada.

Neste sentido segundo Casão Jr. *et al*. (1998) o patinamento na roda de acionamento da semeadora faz com que ocorra a redução da vazão do número de sementes, semelhante ao que ocorreu neste experimento, pois de acordo com a metodologia adotada por Kurachi *et al*. (1989) para determinar o número de sementes que obtiveram espaçamento duplos, falhos e aceitáveis pode-se concluir que a semeadora de precisão mecânica obteve o total de 45,1 % de espaçamentos aceitáveis para a velocidade de 4 $km.h^{-1}$ e 37,4 % para a velocidade de 7 $km.h^{-1}$ devido ao maior índice de patinagem, já o índice de patinagem da semeadora pneumática foi de apenas 5,45% como foi dito anteriormente, consequentemente esta semeadora obteve valores de espaçamentos aceitáveis mais elevados que a semeadora mecânica. Além da patinagem outro fato que pode ter contribuindo para o elevado número de espaçamentos falhos para a semeadora mecânica foi à possibilidade de os mecanismos dosadores de sementes terem apresentado eficiência reduzida no preenchimento das células do disco de sementes devido o aumento da velocidade, e outro fator que pode ter contribuído foi a possibilidade da semente ter demorado mais no tubo condutor o que contribuiu para o atraso na sua deposição no solo (RINALDI, 2008).

Balastreire (2005) recomenda para borracha ranhurada o índice de patinagem 4 %, já para roda de ferro liso 12 %, ou seja, observa-se que apenas a semeadora pneumática aproximou-se desse valor diferentemente da semeadora mecânica que obteve valores muito elevados do que o autor recomenda possivelmente o índice de patinagem foi bastante elevado, pois a roda da semeadora mecânica era de ferro liso encontrando maior dificuldade de ultrapassar os obstáculos, o que não ocorreu para a semeadora pneumática que possui a roda de borracha aumentando a área de contato entre a roda e solo, ou seja, aumentando o atrito, consequentemente a roda de borracha tem mais resistência para vencer o solo.

Outro fator que pode ter influenciado para o elevado índice de patinagem da semeadora mecânica foi o fato de os depósitos de adubo estarem vazios no dia do

experimento, faltando lastro para melhorar o contato rodado e solo, isso explica o elevado índice de patinagem da semeadora mecânica, já que a mesma é mais leve que a pneumática.

Estes fatores justificam a maior irregularidade de distribuição da semeadora mecânica, pois como foi dito anteriormente o coeficiente de variação foi bastante alto e o número de espaçamento aceitáveis apresentou-se abaixo dos 60 % estabelecido por Coelho (1996) para semeadoras com discos perfurados horizontais. A semeadora pneumática apresentou um índice de patinagem menor, porém a distribuição de sementes foi afetada significativamente, pois ao observamos os valores de espaçamentos aceitáveis, notamos que eles ainda são muito baixos para uma semeadora pneumática, visto que Mialhe (1996) afirma que estas semeadoras chegam a ter uma precisão de 90 % durante o processo de deposição de sementes no solo. É perceptível diante dos resultados impostos que ambas as semeadoras não atingiram uma regularidade de distribuição uniforme e nem dentro do espaçamento para as quais foram reguladas, considerando que a máquina foi regulada para se obter espaçamento de 14 cm entre sementes, entretanto observa-se que a média das duas semeadoras em todas as velocidades avaliadas apresentaram-se acima desse valor. Uma das principais etapas no plantio de uma lavoura de milho é a densidade de semeadura, pois esta operação afetará todas as operações envolvidas depois do processo de semeadura, ou seja, essa etapa determinará as possibilidades de sucesso ou fracasso da lavoura. No caso deste ensaio o solo em estudo foi classificado quanto à classe textural, em franco arenoso, com 82,90% de areia, ou seja, além do espaçamento ter sido superior ao esperado, este solo é bastante arenoso, como se pode observar. Segundo Pereira Filho e Cruz (2000) solos mais arenosos, pouco profundos ou com baixo teor de matéria orgânica, geralmente possui menor capacidade de fornecer grande quantidade de água para as plantas, pois isso poderá acarreta dependendo da cultivar escolhida para o plantio em problemas futuros para o desenvolvimento das plantas principalmente quando esta é mecanizada, por isso a densidade de plantio é uma das maiores causas da baixa produtividade de milho no Brasil. Para CRIAR E PLANTAR (2011) o espaçamento, a quantidade e o modo de plantar são os aspectos mais importantes durante a semeadura, pois mesmo que o solo esteja bem preparado, conservado, fertilizado, o rendimento será menor se a semeadura não for feita corretamente.

Diante do exposto, percebe-se que o desempenho de ambas as semeadoras no solo cearense mostrou-se abaixo do recomendado pela literatura, porém é importante considerarmos que grande parte dos ensaios que foram feitos com estas semeadoras foram

realizados em solos com teor de argila elevado, considerando que o solo em estufo foi classificado como franco arenoso, possuindo 82,90 % de areia como foi dito anteriormente, observa-se que o desempenho das semeadoras foi afetado sendo necessário regulagens para garantir a máxima eficiência das mesmas. Outro fator que dever ser considerado é que a semeadora mecânica obteve índice de patinagem elevado, como já foi explicado, a mesma possuía a roda de acionamento de ferro liso diminuindo a resistência ao rolamento.

Por isso recomenda-se para solos cearenses roda de acionamento de borracha facilitando o deslizamento no solo e consequente à distribuição das sementes de forma eficaz. Outro parâmetro que deve ser verificado é o peso adequado durante o processo de semeadura, pois como o solo estudado é bastante arenoso deve-se levar em consideração que se a semeadora ficar leve favorecerá o aumento do índice de patinagem contribuindo para que ocorram falhas durante o plantio.

Na Tabela 9 encontram-se os dados obtidos da profundidade de deposição de sementes da semeadora mecânica e pneumática nas velocidades de 4 e 7 km.h^{-1}.

Tabela 9- Estatística descritiva básica da profundidade de deposição de sementes das semeadoras mecânica e pneumática nas velocidades 4 e 7 km.h^{-1}

	Mecânica		**Pneumática**	
	Vel.4 Km.h^{-1}	**Vel.7 Km.h^{-1}**	**Vel.4 Km.h^{-1}**	**Vel.7 Km.h^{-1}**
Observações	410,0	410,0	410,0	410,0
Média (cm)	4,5	4,1	5,3	5,3
Desvio Padrão (cm)	1,4	1,5	1,7	1,3
Variância	2,0	2,1	2,9	1,7
Coeficiente de Variação (%)	31,6	35,7	32,0	24,6
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	9,0	9,0	12,0	9,0
Simetria	-0,2	0,4	0,8	-0,2
Curtose	0,5	0,3	1,7	0,8

Verifica-se que a média da profundidade de deposição de sementes para a semeadora mecânica na velocidade de 4 km.h^{-1} foi de 4,5 com desvio padrão de 1,4 cm e coeficiente de variação de 51,22 %, já na velocidade de 7 Km.h^{-1} a média obtida da profundidade foi de 4,1 cm com desvio padrão de 1,5 cm e coeficiente de variação de 35,7 %. Para a semeadora pneumática obteve-se a média de profundidade de 5,3 cm, desvio padrão de 1,7 cm e coeficiente de variação de 32 % na velocidade de 4 km.h^{-1}, para a

mesma semeadora trabalhando na velocidade de 7 km.h^{-1} a média foi de 5,3 cm o desvio foi 1,3 cm e o coeficiente de variação foi 24,6 %.

Na semeadora mecânica nota-se que com aumento da velocidade ocorreu a redução da profundidade do sulco da semeadura, essa observação foi semelhante às de Casão Jr. *et al*. (2000) que avaliando uma semeadora-adubadora equipada com haste sulcadora em um solo argiloso, observaram uma tendência de redução da profundidade do sulco de semeadura com o aumento da velocidade de deslocamento de 4,5 para 8,0 km.h^{-1}. Outro fato que deve ser levado em consideração é que apenas uma linha de ambas as semeadoras estava sendo avaliada, ou seja, com o reservatório de semente abastecido, além de a semeadora mecânica ser mais leve do que a pneumática, possivelmente por estar leve a semeadora mecânica não conseguiu ter a força suficiente para romper o solo. Portella e Faganello (1984) afirmam que os mecanismos de abertura de sulco de semeadoras dotadas com sistemas de discos exigem menor força para tração e maior força para penetração que as equipadas com sistemas de haste.

A Tabela 9 ainda apresenta os coeficientes de simetria e curtose que foram os parâmetros utilizados para verificar a normalidade dos dados estudados. De acordo com as recomendações de Hines *et al*. (2006) se os coeficientes de simetria e curtose se apresentarem entre os intervalos de -2 a 2 considera-se que houve uma distribuição normal dos dados estudados, isto permite que seja realizado uma análise de variância eficiente, já Oliveira (2010) considera que se os coeficientes apresentarem-se dentro do intervalo de -3 e 3 pode-se realizar a análise de variância, já que ocorreu uma distribuição normal dos dados avaliados. A análise de variância da deposição de sementes na velocidade de 4 e 7 km.h^{-1} da semeadora mecânica segue na Tabela 10, verifica-se pelo teste F que houve diferença significativa entre as médias das profundidades a 5 % de significância.

Tabela 10- Análise de variância da deposição de sementes na velocidade de 4 e 7 km.h^{-1} da semeadora mecânica

	DF	**SS**	**MS**	**F**	**P**
Fator	1	30,71	30,71	14,85	0,000
Erro	818	1692,37	2,07		
Total	819	1723,08			

O teste de médias da profundidade de deposição de sementes para semeadora mecânica nas velocidades 4 e 7 km.h^{-1} respectivamente, segue na Tabela 11.

Tabela 11- Teste de médias da profundidade de deposição de sementes da semeadora mecânica

	Número de amostras	Médias
Velocidade de 4 Km.h^{-1}	410	4,48 [a]
Velocidade de 7 Km.h^{-1}	410	4,09 [b]

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste MDS em nível de 5% de significância.

Conforme a Tabela 11 pode-se notar que houve diferença estatística pelo teste MDS a 5 % de significância, sendo que a velocidade de 7 km.h^{-1} apresentou valor mais próximo para qual foi regulado, embora o resultado de ambas seja bastante próximo.

Os dados referentes ao teste F para a avaliação da profundidade de deposição da semente para semeadora pneumática nas velocidades 4 e 7 km.h^{-1}, respectivamente, seguem na Tabela 11.

Tabela 12- Análise de variância da profundidade de posição de sementes na velocidade de 4 e 7 km.h^{-1} da semeadora pneumática

	DF	SS	MS	F	P
Fator	1	0,2	0,24	0,11	0,745
Erro	998,00	2269,0	2,27		
Total	999,00	2270,2			

Na análise estatística dos testes realizados com a semeadora pneumática (Tabela 12) observa-se que não houve diferença significativa entre as médias de profundidades a 5 % de significância, esses resultados corroboram com Justino (1998), Vale (2007) e Griggio (2008) que em seus ensaios avaliando a profundidade de deposição de semente de milho em função de diferentes velocidades de semeadura, observaram que a velocidade não foi fator significante no processo de semeadura. Amado *et al*. (2005) avaliando as velocidade de 7, 8 e 9 km.h^{-1} em um solo franco arenoso na semeadura de milho, utilizando sulcadores de discos duplos, concluíram que na maior velocidade de deslocamento ocorreu maior profundidade de semeadura, maior espaçamento entre plantas e o coeficiente variação mais elevado.

Nas figuras abaixo seguem os gráficos da capacidade efetiva e os gráficos de controle da profundidade de deposição de sementes nas velocidades de 4 e 7 km.h^{-1} da semeadora mecânica e pneumática.

Figura 39- Análise da capacidade efetiva da profundidade de deposição de sementes na velocidade de 4 km.h^{-1} para a semeadora mecânica

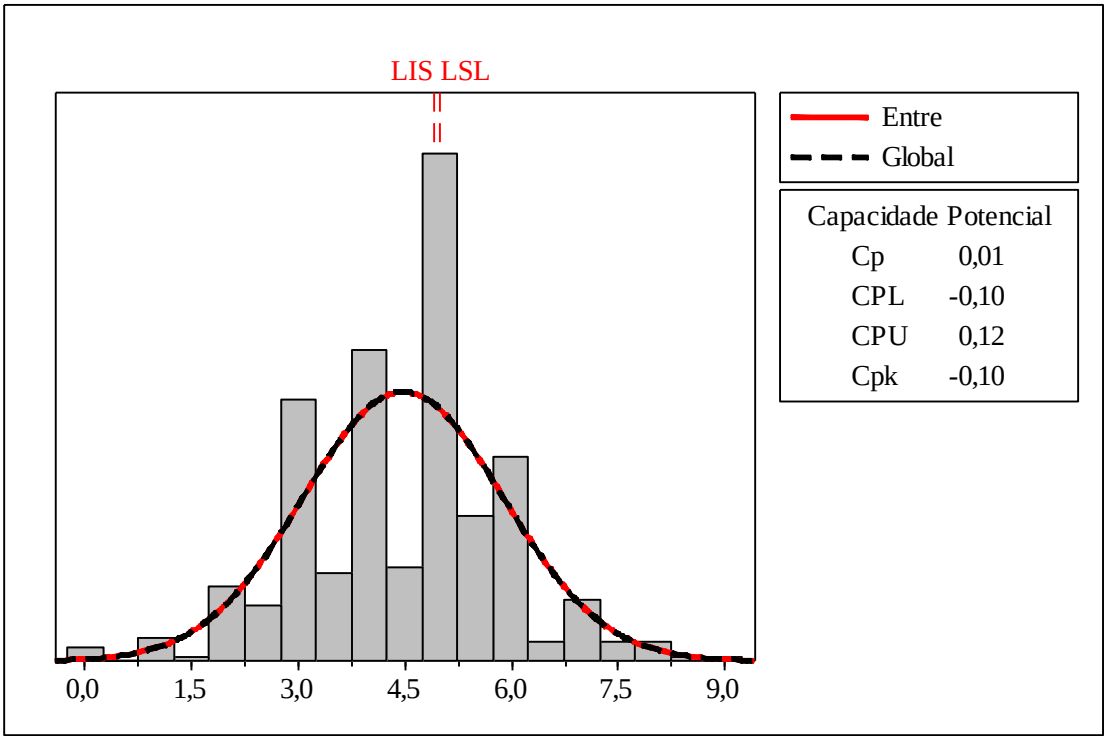


Figura 40- Gráfico de controle da profundidade de deposição de sementes na velocidade de 4 km.h^{-1} para a semeadora mecânica

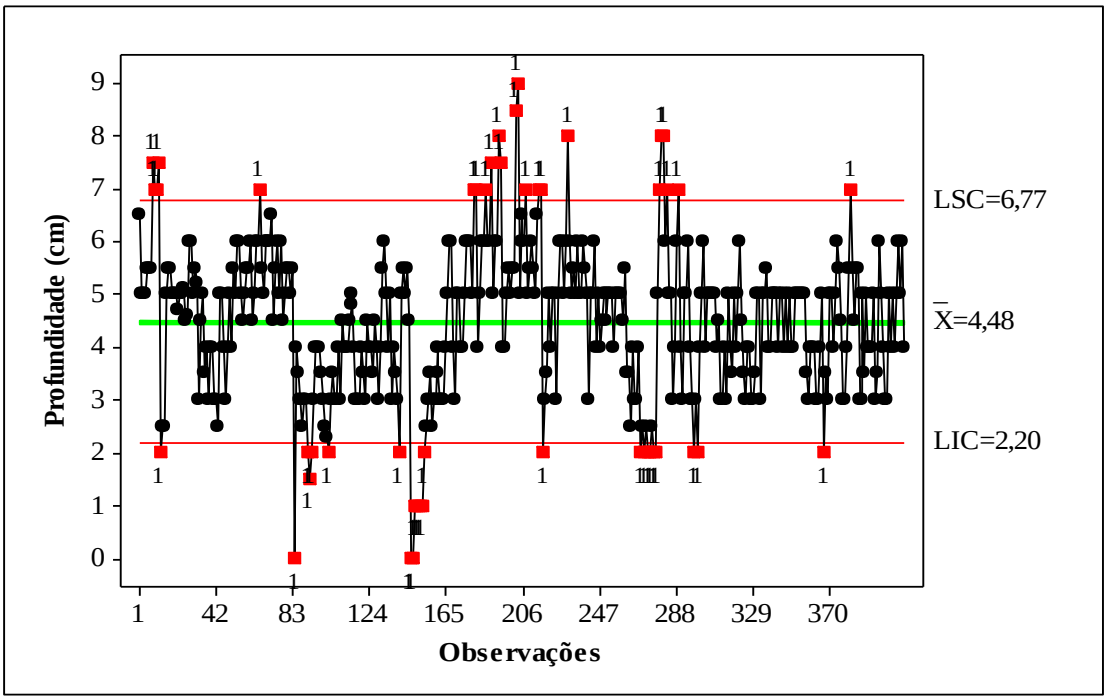


Figura 41- Análise da capacidade efetiva da profundidade de deposição de sementes na velocidade de 7 km.h^{-1} para a semeadora mecânica

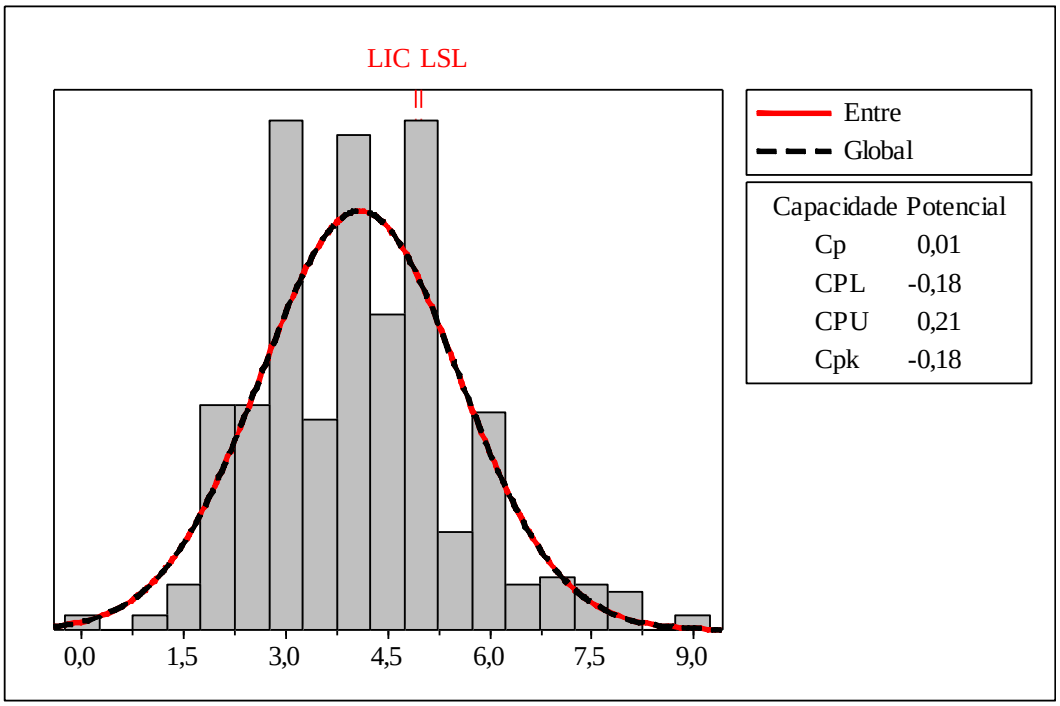


Figura 42- Gráfico de controle da profundidade de deposição de sementes na velocidade de 7 km.h-1 para a semeadora mecânica

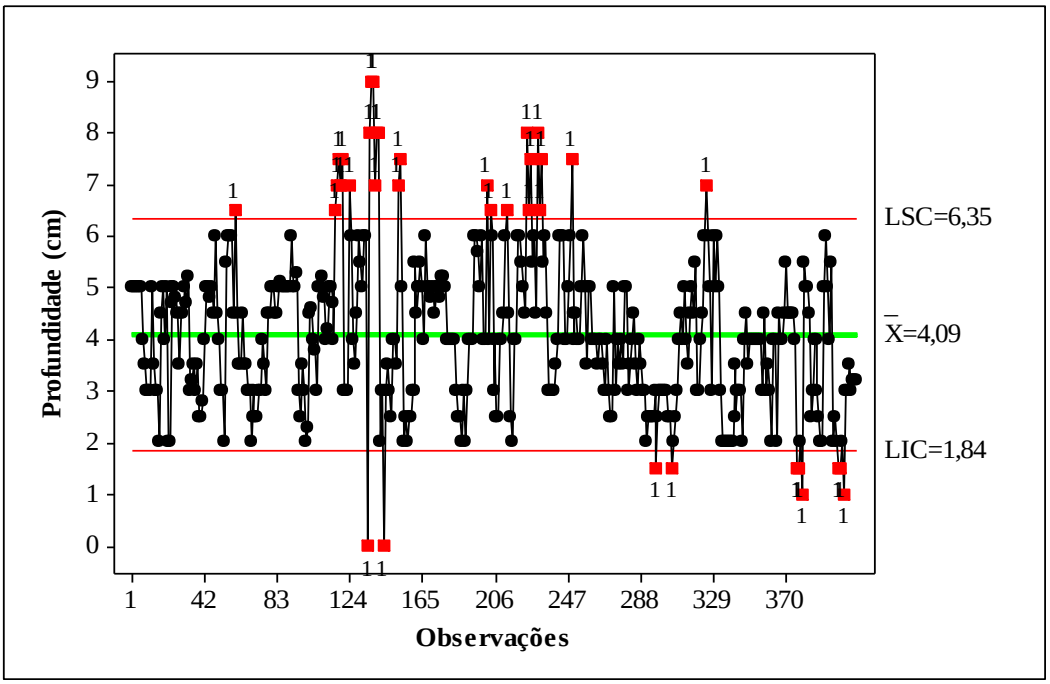


Figura 43- Análise da capacidade efetiva da profundidade de deposição de sementes na velocidade de 4 km.h^{-1} para a semeadora pneumática

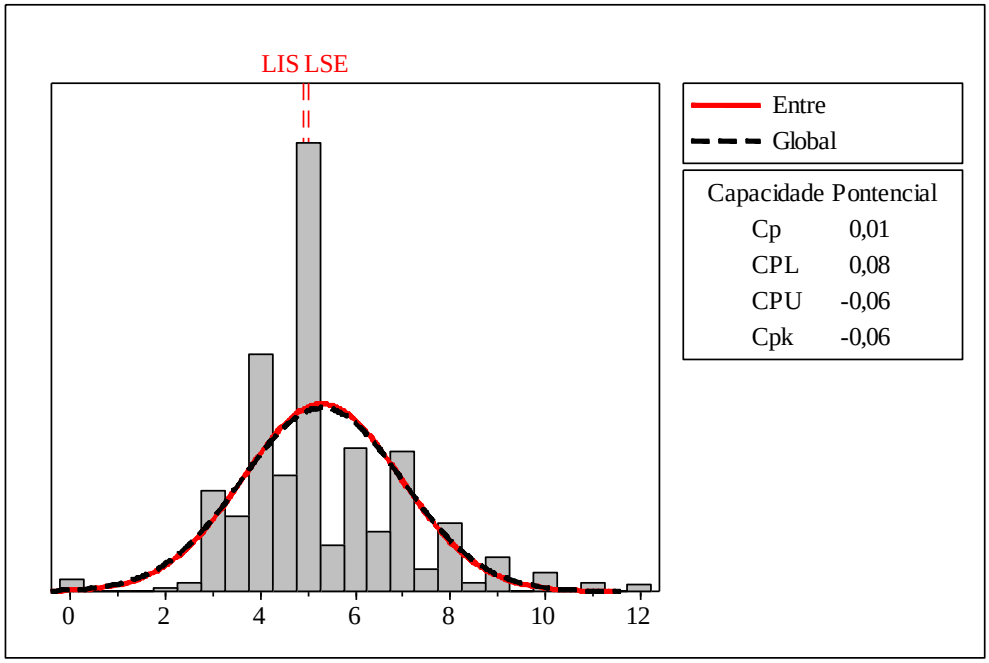


Figura 44- Gráfico de controle da profundidade de deposição de sementes na velocidade de 7 km.h^{-1} para a semeadora pneumática

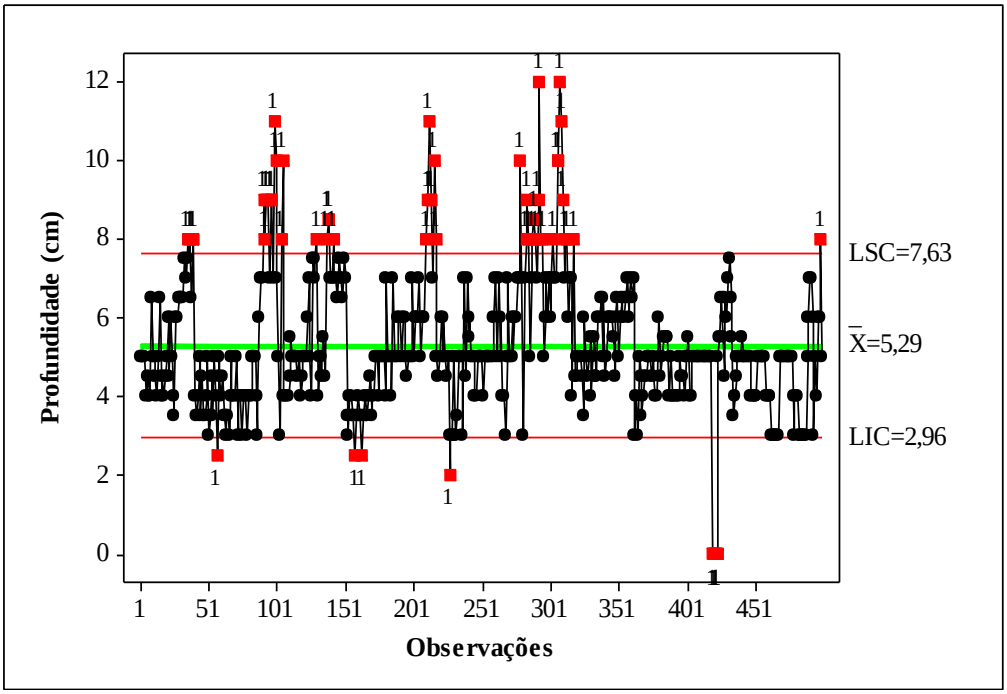


Figura 45- Análise da capacidade efetiva da profundidade de deposição de sementes na velocidade de 7 km.h-1 para a semeadora pneumática

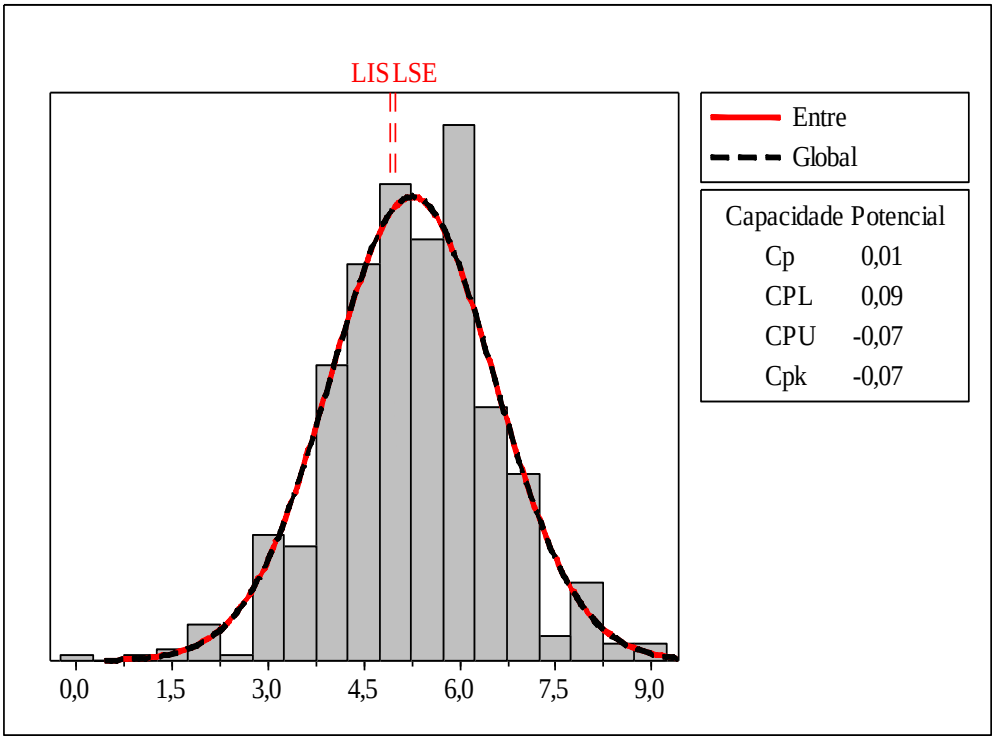
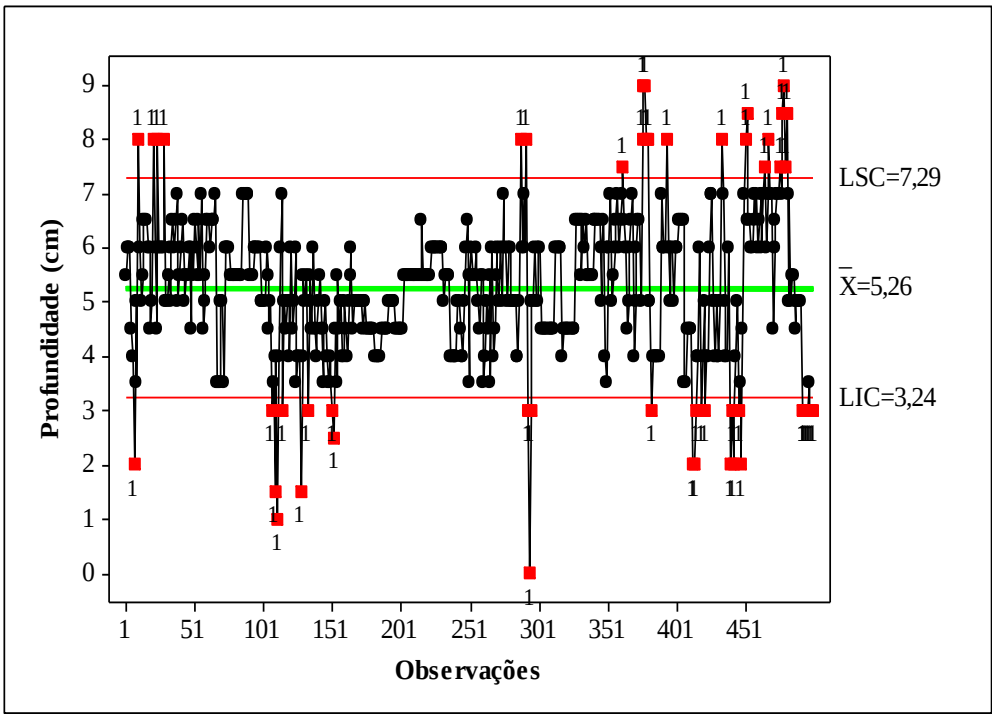


Figura 46- Gráfico de controle da profundidade de deposição de sementes na velocidade de 7 km.h^{-1} para a semeadora pneumática

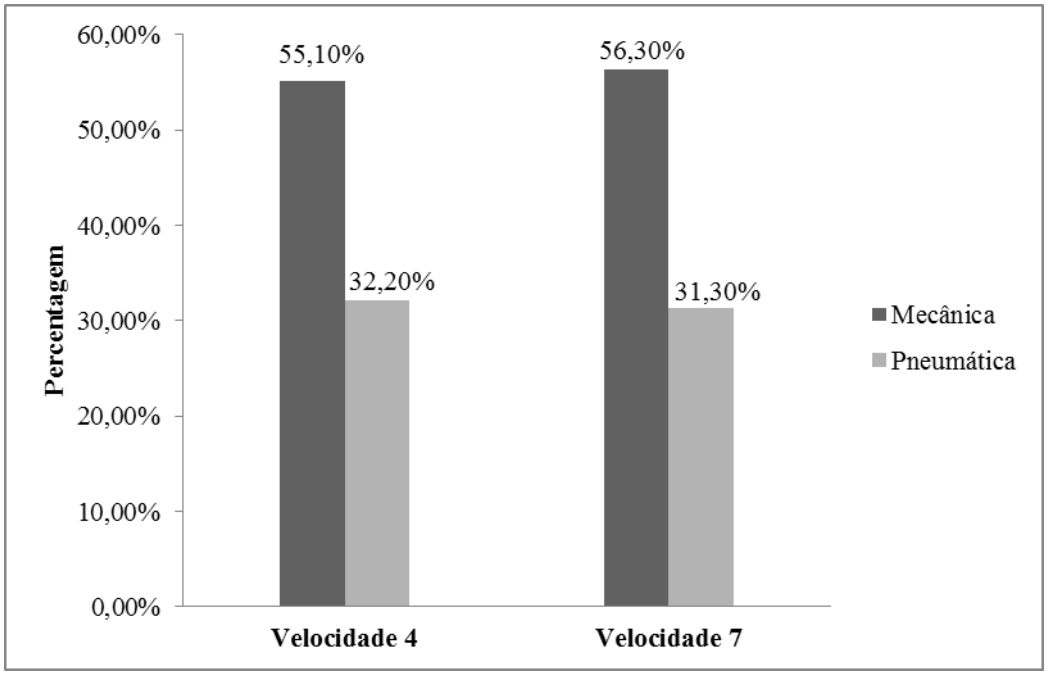


Como foi dito anteriormente os dados da profundidade da deposição de sementes apresentaram normalidade, por isso de acordo com Montgomery (2004) e Albiero *et al.* (2012) o CEP pode ser utilizado para avaliar a variabilidade dos dados estudados. Diante do exposto, pode-se observar na Figura 39 e 41 a análise da capacidade efetiva da profundidade de deposição de sementes para a semeadora mecânica nas velocidades de 4 e 7 km.h^{-1}, respectivamente, na velocidade de 4 km.h^{-1} o Cpk obtido foi de -0,10 e na velocidade de 7 km.h^{-1} o Cpk foi de -0,18, já a semeadora pneumática apresentou valor de Cpk de -0,06 (Figura 43) e -0,07 (Figura 45) nas velocidade de 4 e 7 Km.h^{-1}, respectivamente, ou seja de acordo com as recomendações de Albiero *et al.* (2012) e Ribeiro e Caten (2011), ocorreu 1 falha para cada 2 amostras avaliadas, esse fato pode ser comprovado nas Figuras 40, 42, 44, 46, onde constatamos através do gráfico de controle que houve muita variabilidade quanto a profundidade de deposição das sementes de milho. De acordo Montgomery (2004) se todos esses pontos estivem dentro dos limites especificados, ou seja, limite superior e inferior considera-se que houve estabilidade no processo estudado, porém é possível observar que em ambas as figuras existem pontos fora dos limites de controle especificados pelo limite superior e limite inferior, mostrando que o processo apresentou muita variabilidade, mas de acordo com Barros (2008) se 95% dos pontos amostrais estiverem dentro dos limites especificados considera-se que o processo apresenta estabilidade, no entanto em ambas as semeadoras para as duas velocidades estudadas os pontos dos limites de controle especificados (limite superior e limite inferior) apresenta-se fora dos 5 % especificados por Barros (2008), desse modo o processo é considerado incapaz confirmando os valores obtidos do Cpk para ambas as semeadoras.

Na Figura 47 encontra-se os valores do coeficiente de variação da profundidade de deposição de sementes das semeadoras mecânica e pneumática trabalhando nas velocidades de deslocamento de 4 e 7 km.h^{-1}.

Observa-se que o coeficiente de variação da semeadora mecânica foi maior que o da pneumática, possivelmente devido à semeadora mecânica pesar 772 Kg segundo a fabricante Baldan sendo mais leve do que a semeadora pneumática que possui o peso de 1160 Kg de acordo com a fabricante Jumil, por isso a semeadora pneumática apresentou melhor resultado. A dificuldade no rompimento do solo pelos elementos sulcadores pode ter sido outro fator que contribuiu para que a semeadora mecânica não conseguisse obter a regulagem desejada.

Figura 47- Coeficientes de variação da profundidade de deposição de sementes das semeadoras mecânica e pneumática trabalhando na velocidade de deslocamento de 4 e 7 km.h^{-1}



Amado *et al*. (2005) trabalhando em um solo franco arenoso na semeadura de milho nas velocidades de deslocamento de 7, 8 e 9 km.h^{-1} utilizando sulcadores de discos duplos, verificaram que na maior velocidade ocorreu maior profundidade de semeadura e o coeficiente de variação apresentou valor maior na velocidade de deslocamento mais elevada, fato que ocorreu para a semeadora mecânica.

Para Siqueira e Casão Jr. (2004) o desempenho dos sulcadores pode ser afetado principalmente por seu projeto, pelas características e propriedades do solo, tais como textura, densidade e resistência do solo à penetração, pela quantidade de palha, pressão exercida pela semeadora adubadora, profundidade e velocidade de deslocamento.

De acordo com Portella e Faganello (1984) os mecanismos de abertura de sulco de semeadoras dotadas com sistemas de discos exigiram menor força para tração e maior força para penetração que as equipadas com sistemas de haste. Mion e Benez (2008) corroboram com esta afirmação, pois em seus ensaios analisando o esforço de ferramentas rompedoras de solo em semeadoras de plantio direto concluíram que a carga vertical influenciou a profundidade de trabalho dos mecanismos de abertura de sulco, sendo necessário para os mecanismos de abertura de sulco, do tipo disco, maior força vertical para penetrar no solo.

Vários trabalhos foram realizados para comprovar a eficiência dessas semeadoras em outras regiões, porém são poucos os estudos das mesmas para as condições dos solos cearenses. Melo *et al*. (2012) concordam com esta afirmação, pois ao realizarem trabalho com semeadoras de precisão mecânica e pneumática nas velocidades de 4 e 7 $km.h^{-1}$ em um solo cearense franco arenoso afirmaram que o solo pode ter interferido no processo de semeadura, pois em relação as máquinas que avaliaram e as metodologias que utilizaram, constataram que o tipo de solo cearense é o parâmetro menos estudado em comparação com avaliações de semeaduras em outras regiões, já que existem muitos dados em relação a semeaduras em solos com mais teores de argila, o que não é o caso de solos com alto teor de areia.

Outro fator a ser avaliado é a resistência à penetração sofrida pelos componentes rompedores, pois este tem exigido constante adaptação das máquinas. Assim, é frequente a abertura inadequada dos sulcos, aderência do solo aos componentes, profundidade de semeadura desuniforme, cobertura deficiente do sulco de semeadura e contato inadequado do solo sobre as sementes. Muitos destes problemas podem estar associados à falta de treinamento dos operadores e ao desconhecimento do potencial das máquinas. Assim, cuidados com regulagens, e retorno do solo após abertura do sulco de semeadura tornam-se importantes. O entendimento dos fatores que afetam a semeadura facilita a compreensão do funcionamento de uma semeadora, visando-se obter um bom desempenho. Um exemplo seria a adequação do ângulo de ataque das hastes das semeadoras para cada tipo de solo. A adequação do peso da semeadora adubadora também influencia na eficiência e qualidade de distribuição, pois se a mesma estiver muito leve não conseguirá vencer a resistência do solo fazendo assim que ocorra patinagem do sistema de acionamento e de distribuição.

4.2.Semeadora de fluxo contínuo

Os dados da densidade de sementes de arroz obtidos em campo para a semeadora de fluxo contínuo nas velocidades 4 e 8 $km.h^{-1}$ em um solo Argissolo Vermelho amarelo seguem na Tabela 13.

Tabela 13- Estatística descritiva básica da densidade de sementes de arroz para semeadora de fluxo contínuo nas velocidades de 4 e 8 km.h^{-1}

	Vel. 4 km.h^{-1}	**Vel. 8 km.h^{-1}**
Observações	5	5
Média	96,9	102,0
Desvio Padrão	6,6	5,3
Variância	43,4	28,6
Coeficiente de Variação (%)	6,8	5,2
Mínimo	85,6	96,0
Máximo	102,3	108,6
Simetria	-1,8	0,3
Curtose	3,5	-2,5

Para a semeadora de fluxo contínuo verifica-se que na velocidade 4 km.h^{-1} obteve-se a média de 96,9 g sementes/m, desvio padrão de 6,6 g sementes/m e coeficiente de variação de 6,8 %, já na velocidade de 8 km.h^{-1} a média foi de 102,0 g sementes/m, desvio padrão de 5,3 g sementes/m e coeficiente de variância de 5,2 %.

A patinagem encontrada para a velocidade de 4 km.h^{-1} 5,5 % e para a velocidade de 8 km.h^{-1} foi de 6,4 %, nota-se que não houve influência do índice de patinagem para a distribuição de sementes, pois a densidade de sementes nas duas velocidade apresentou valores maiores do que de almejava, sendo que que na velocidade de 8 km.h^{-1} obteve-se maior densidade de sementes apesar do índice de patinagem ter sido maior.

De acordo com as avaliações realizadas quanto à densidade de sementes de arroz que seriam distribuídas no solo observa-se que em ambas as velocidades a média da densidade de sementes de arroz ultrapassou o valor para a qual foi regulada, indicando que houve irregularidade durante o processo de distribuição. Verifica-se que com o aumento da velocidade houve o aumento da densidade de sementes de arroz.

Canova *et al*. (2007) avaliando as velocidades de deslocamento de 6, 8 e 9 km.h^{-1} constataram que a elevação da velocidade de deslocamento afetou a densidade de distribuição de sementes, pois a menor velocidade proporcionou densidades de semeadura mais próximas da densidade almejada, conforme ao que ocorreu neste experimento que obteve na velocidade de 4 km.h^{-1} a densidade de 96 g sementes/m.

Ainda na Tabela 13, conclui-se que para as duas velocidades avaliadas apenas a velocidade de 8 km.h^{-1} apresentou normalidade nos dados avaliados, conforme as

recomendações de Oliveira (2010), já que o mesmo considera que os dados apresentam distribuição normal se estiverem no intervalo de -3 e 3, sendo assim verifica-se que na velocidade de 8 km.h^{-1} o coeficiente de simetria e curtose foi de 0,3 e -2,5 respectivamente, porém para a velocidade de 4 km.h^{-1} o coeficiente de simetria obtido foi de 1,8 e curtose de-3,5, desse modo constata-se que não houve normalidade nos dados avaliados para a semeadora de fluxo contínuo trabalhando nesta velocidade.

Como a velocidade de 4 km.h^{-1} não apresentou normalidade utilizou-se a média móvel exponencialmente ponderada (MMEP) apenas para comparar o comportamento das médias e a variabilidade dos dados com os resultados obtidos pela velocidade de 8 km.h^{-1}.

Hines *et al*. (2006) recomenda a combinação dos gráficos de controle convencionais com os MMEP para identificar tanto grandes mudanças no comportamento da amostra como pequenas.

Monteiro *et al*. (2013) utilizaram a média móvel exponencialmente ponderada (MMEP) como fator de avaliação para os dados do seu experimento com o objetivo avaliar o rendimento na barra de tração de um trator agrícola com diferentes relações de peso e potência sobre diferentes regimes de cargas aplicadas na barra de tração.

Para análise de processos não normais Montgomery (2004) sugere a utilização do gráfico de média móvel exponencialmente ponderada e Luceño (1996) sugere o cálculo do índice de capacidade de confiança (Cpc).

Albiero *et al*. (2011), Melo *et al*. (2012) e Melo *et al.* (2013) também utilizaram o MMEP em seus experimento avaliando a qualidade da distribuição de sementes de milho em um solo cearense.

Figura 48- Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada da densidade de sementes de arroz da semeadora de fluxo contínuo na velocidade de 4 km.h^{-1}

Cpc = 0,83

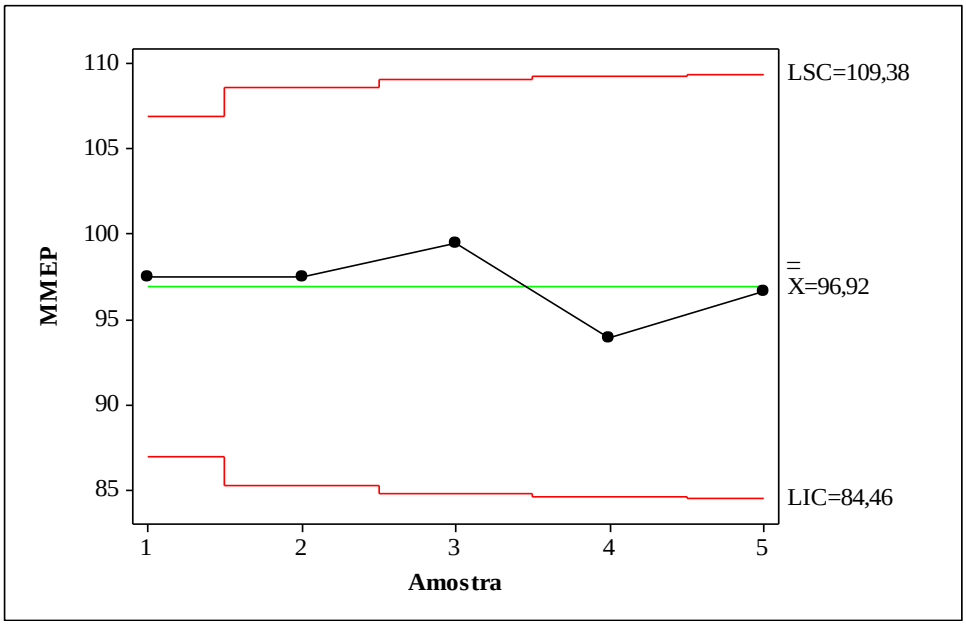
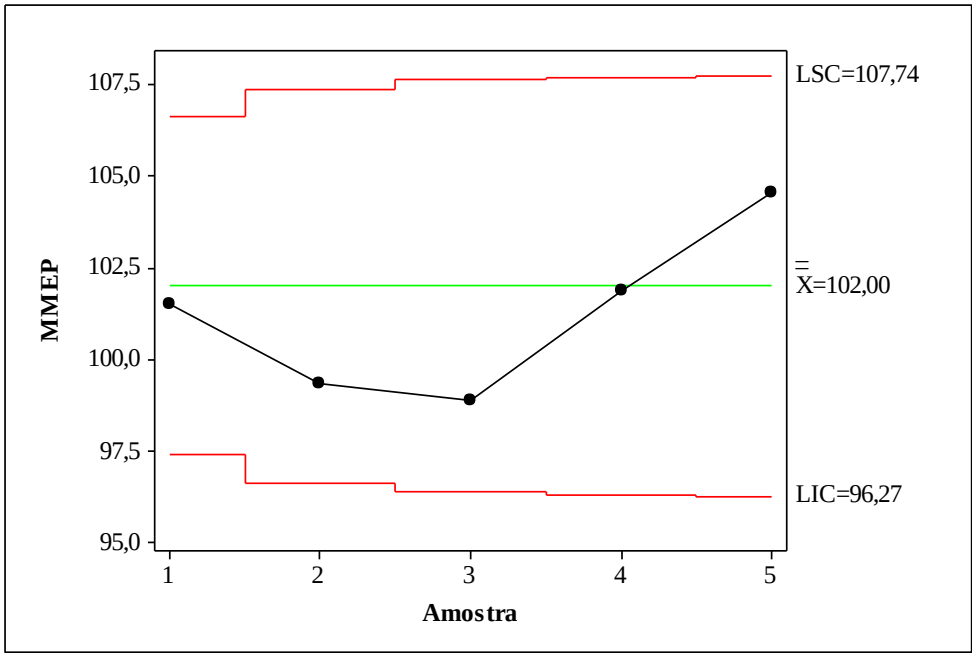


Figura 49- Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada da densidade de sementes de arroz da semeadora de fluxo contínuo na velocidade de 8 km.h^{-1}

Cpc= 1,01



Na Figura 48 e 49 observa-se o gráfico da média móvel exponencialmente ponderada da densidade de sementes de arroz na velocidade e 4 e 8 km.h^{-1},

respectivamente. Verifica-se para ambas as semeadoras que o processo é considerado estável, já que todos os pontos se encontram dentro dos limites superior e inferior, no entanto a velocidade 4 km.h^{-1} foi a que apresentou menor variabilidade do que a velocidade de 8 km.h^{-1}, fato comprovado ao analisarmos o gráfico da velocidade de 8 km.h^{-1} onde é possível observa-se que o LIC (limite inferior) para essa densidade foi de 96,27, ou seja, encontra-se próximo a média da densidade obtida na velocidade de 8 km.h^{-1} , com isso conclui-se que a menor velocidade foi obteve menor variabilidade e a que proporcionou a densidade mais próxima da desejada.

Ao se analisar o Cpc verifica-se conforme Elsmar (2009) que o processo é considerado moderado, apresentando falhas ocasionais, pois o valor do Cpc foi 0,83 para a velocidade de 4 km.h-^{1} e 1,01 para a velocidade de 7 km.h^{-1}, já que o autor considera um processo moderado quando apresenta valor de Cpc $\geq$ 0,83 e maior que 1.

Na Tabela 15 encontra-se a estatística básica descritiva da profundidade de deposição de sementes da semeadora de fluxo contínuo nas velocidades de 4 km.h^{-1} e 8 km.h^{-1} em um solo Argissolo Vermelho amarelo.

Tabela 14- Estatística descritiva básica da profundidade de deposição de sementes da semeadora de fluxo contínuo nas velocidades 4 e 8 km.h^{-1}

	Vel. 4 km.h^{-1}	**Vel. 8 km.h^{-1}**
Observações	500	500
Média (cm)	6,1	6,8
Desvio Padrão (cm)	2,9	2,4
Variância	8,7	5,9
Coeficiente de Variação (%)	48,2	35,5
Mínimo	1,0	3,0
Máximo	14,5	19,0
Simetria	1,0	1,7
Curtose	0,6	4,8

A semeadora de fluxo contínuo apresentou para a velocidade 4 km.h^{-1} a média da profundidade de deposição de sementes de 6,1 cm, desvio padrão de 2,9 cm e coeficiente de variação de 48,2 %. Para a velocidade de 8 km.h^{-1} o valor da média foi de 6,8 cm, desvio de 2,4 cm e coeficiente de variação de 35,5 %.

Observa-se que houve o aumento da profundidade de deposição de sementes com o aumento da velocidade, esses resultado concordam com Dias (2009) que constatou

que houve efeito significativo da velocidade de deslocamento, sendo que com aumento da velocidade, ocorreu aumento da profundidade de semeadura. Silva *et al*. (1999) verificaram que a semeadura ocorreu mais superficialmente nas maiores velocidades de deslocamento na semeadura do feijoeiro. Porém Casão Jr. *et al*. (2000) observaram efeito contrário, ou seja, houve redução da profundidade de semeadura com aumento da velocidade de 4,5 para 8,0 km h^{-1}. Entretanto, Mahl (2004) não observou efeito da velocidade na variável profundidade de semeadura.

Verifica-se que apenas a velocidade de 4 $km.h^{-1}$ apresentou uma distribuição normal diferentemente da velocidade de 8 $km.h^{-1}$ que não apresentou normalidade nos dados avaliados de acordo com as recomendações de Oliveira *et al.* (2010). Como somente a velocidade de 4 $km.h^{-1}$ apresentou uma distribuição normal eficiente, utilizou-se a MMEP para comparar a variabilidade das médias embora a MMEP seja utilizada apenas para processos normais segundo Montgomery *et al.* (2004).

Melo *et al*. (2013) utilizou a MMEP para comparar a variabilidade das médias que ocorreu durante a distribuição longitudinal de sementes.

Na Figura 50 e 51 encontra-se os gráficos da média móvel exponencialmente ponderada (MMEP) da profundidade de deposição de sementes nas velocidades de 4 e 8 $km.h^{-1}$, respectivamente. Observa-se que em ambas as velocidade a média da profundidade de deposição de sementes encontra-se superior aos 3 cm para qual foi regulada, obtendo-se o valor acima de 6 cm para as duas velocidades avaliadas, verifica-se que o processo apresenta-se instável, pois existem mais de 5 % dos pontos fora dos limites especificados (limite superior e inferior) conforme as recomendações de Campos (2007) e Barros (2008), os autores afirmam que para um processo ser considerado estável é necessário que 95 % dos pontos amostrais estejam dentro do limites de especificação, sendo assim ao analisar-se o gráfico constata-se que ocorreu muita variabilidade durante o processo de deposição de sementes.

Figure 50- Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada da profundidade de deposição de sementes da semeadora de fluxo contínuo na velocidade de 4 km.h^{-1}

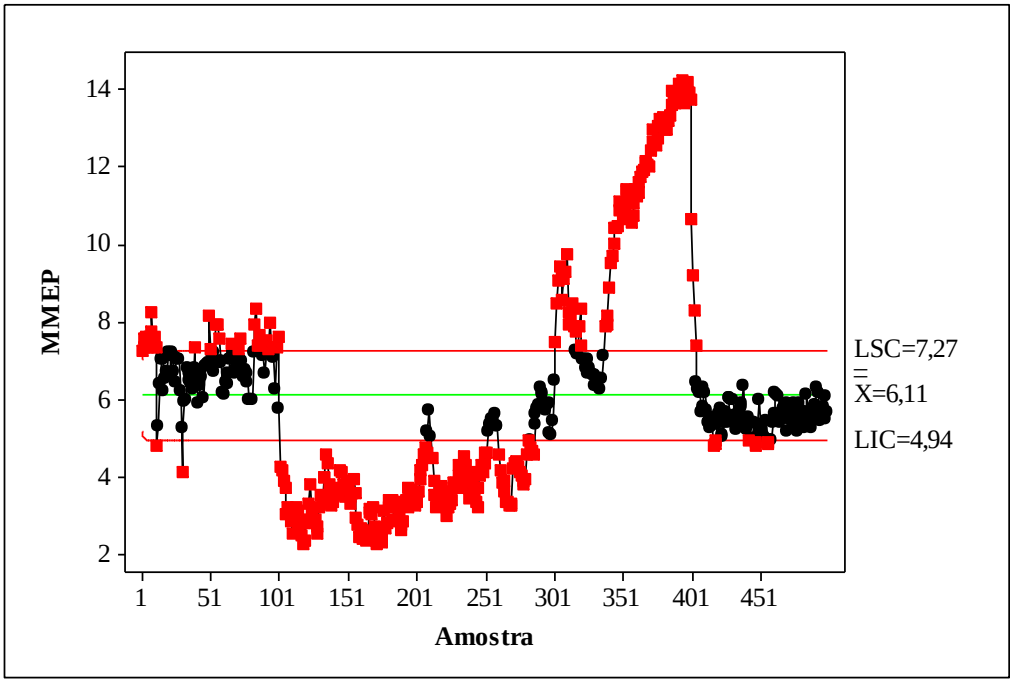
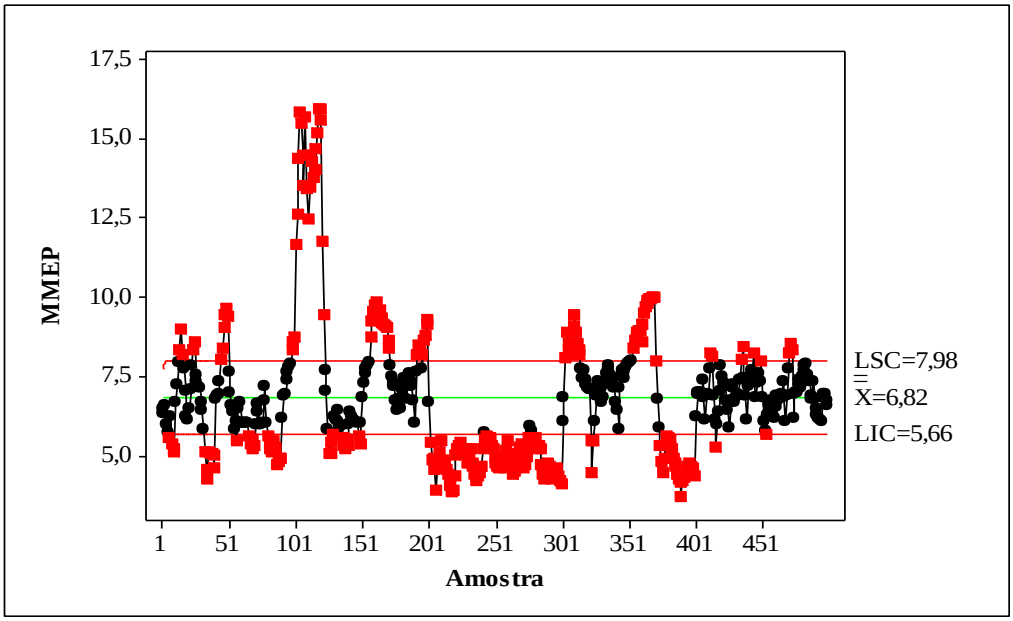


Figure 51- Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada da profundidade de deposição de sementes da semeadora de fluxo contínuo na velocidade de 8 km.h^{-1}



Casão Jr. e Siqueira (2001) realizando testes no IAPAR com algumas semeadoras regularam as semeadoras para obterem profundidade de 2 a 3 cm, porém concluíram que esta profundidade nem sempre era obtida devido à resistência do solo à penetração dos discos duplos, que é função do teor de água do solo; da regulagem efetuada

e do potencial da máquina se aprofundar no terreno. Os autores ainda relatam que dentre as 60 semeadoras avaliadas, que possuíam hastes sulcadoras ocorreu à variação em média de 15 % na profundidade, em situações como a passagem de terraços as máquinas aprofundaram-se tanto a ponto do trator não conseguir tracioná-la. Desta forma os autores recomendaram o uso de rodas de controle de profundidade das hastes.

Para Colombino *et al.* (1985) os sulcadores de disco, possuem penetração negativa, ou seja, para penetrar no solo necessitam uma carga superior à componente vertical de reação do mesmo. No caso do solo em estudo deve-se levar em consideração esta afirmação, pois o mesmo encontrava-se bastante pulverizado não havendo resistência a penetração com isso obteve-se esses valores de profundidade acima da regulagem especificada.

De acordo com Janke; Erbach (1985), no sistema plantio direto, os dispositivos de abertura de sulco e de controle de profundidade quando são submetidos a cargas, sofrem um esforço maior no rompimento do solo devido à variação da resistência do solo à penetração, irregularidades da superfície e à presença da cobertura vegetal.

Reis *et al.* (2007) relata que os mecanismo sulcadores tem exigindo constante adaptação das máquinas devido a resistência penetração sofrida pelos componentes rompedores.

De acordo com o fabricante Marchesan (2003) a semeadora SDA^{3} TATU opera com maior eficiência na faixa de 5 a 8 km.h^{-1} e com calibração dos pneus de 24 lbs/pol, para o experimento em questão não verificou-se a calibração dos pneus no dia do experimento, isto pode ter contribuído para o maior aprofundamento dos mecanismos sulcadores no solo. Leite (2012) trabalhando com uma semeadora de fluxo contínuo em um solo Argissolo Vermelho-amarelo, verificou que a profundidade das sementes de sorgo ultrapassou o 3 cm para o qual foi regulado, o autor atribui essa variação na profundidade de deposição de sementes a pressão de inflação dos pneus, já que o mesmo não estavam calibrados conforme as recomendações do fabricante.

Diante das observações realizadas nota-se que houve influência da velocidade de deslocamento da semeadora de fluxo contínuo, haja vista que tanto a densidade de sementes como a profundidade de deposição de sementes foi afetada pelo aumento da velocidade, porém deve-se levar em consideração todas as recomendações que foram feitas acima, onde verifica- se que o solo em questão estava bastante pulverizado, além de os pneus não estarem calibrados de acordo com as recomendações do fabricante no dia do experimento, isso influenciou no desempenho da máquina, estes ensaios foram

preliminares, por isso propõe-se que novos ensaios sejam realizados em um solo menos pulverizado buscando-se analisar o desempenho da semeadora, além de apontar melhorias no intuito de obter-se a maior eficiência desta semeadora em solo cearense.

5 CONCLUSÕES

Para as semeadoras de precisão com o aumento da velocidade de deslocamento ocorreu diferença segundo a metodologia de Kurachi para o número de espaçamentos aceitáveis, mas nas análises estatísticas não houve diferença entre as velocidades avaliadas;

A semeadora mecânica apresentou índice de patinagem bastante elevado em relação à semeadora pneumática o que influenciou no processo de distribuição de sementes;

Para a semeadora mecânica ocorreu à redução da profundidade do sulco da semeadura com aumento da velocidade;

A velocidade de deslocamento não apresentou influência na profundidade de deposição de sementes para a semeadora pneumática.

A semeadora pneumática apresentou melhor desempenho que a semeadora mecânica, pois apresentou maior número de espaçamentos aceitáveis para as duas velocidades avaliadas e profundidade de deposição de sementes próxima para qual foi regulada.

As ferramentas do CEP como o gráfico de controle e análise da capacidade efetiva mostraram-se eficientes para avaliar o desempenho das semeadoras de precisão mecânica e pneumática.

Com o aumento da velocidade de deslocamento houve o aumento da densidade de sementes por m linear para a semeadora de fluxo contínuo;

Não houve influência do índice de patinagem na uniformidade de distribuição de sementes para a semeadora de fluxo contínuo;

Ocorreu o aumento da profundidade de deposição de sementes com o aumento da velocidade para a semeadora de fluxo contínuo.

Os dados obtidos para a semeadora de fluxo contínuo não apresentaram distribuição normal o que impediu a análise dos gráficos de controle através do CEP, indicando a necessidade de utilização da metodologia da MMEP para avaliação do dados;

O gráfico de controle da MMEP mostrou-se adequado para a avaliação da qualidade da densidade de distribuição longitudinal de sementes de arroz e da profundidade deposição das sementes e o índice CPC apresentou-se moderado para a densidade de distribuição concordando com a variabilidade obtida no gráfico de controle.

SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Desenvolver trabalhos utilizando-se de metodologias estatísticas visando determinar o tamanho de amostra e número de repetições para as variáveis comumente empregadas em avaliações de desempenho de semeadoras, principalmente no que se refere à distribuição longitudinal e profundidade de deposição de sementes.

Avaliar a influência das rodas motora de borracha e ferro fundido da semeadora com relação a distribuição longitudinal em diversos solos nas condições edafoclimáticas do Ceará.

Avaliar até que ponto a profundidade de deposição de sementes influência no retorno do stand final.

Avaliar qual a semente é mais viável levando em consideração as atividades e os custos durante o processo de semeadura.

Avaliar as recomendações da densidade de sementes de arroz para a semeadora de fluxo contínuo no intuito de garantir o stand final adequado para o agricultor.

REFERÊNCIAS

ALBIERO, D. **Desenvolvimento e avaliação de máquina multifuncional conservacionista para a agricultura familiar.** 2010. 244 f. Tese (Dourado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2010.

ALBIERO, D.; MACIEL, A. J. da. S.; MELO, R. P.; MELLO, C. A.; MONTEIRO, L. de. A. Metodologias de projeto para máquinas agroecológicas: relatos de experiências. *In*: VII Congresso Brasileiro de Agroecologia, 5., 2011, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Cadernos de agroecologia, 2011.

ALBIERO, D.; MACIEL, A. J. S.; MILAN, M.; MONTEIRO, L.A.; MION, R.L.. Avaliação da distribuição de sementes por uma semeadora de anel interno rotativo utilizando média móvel exponencial. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 86-95, 2012.

ALENCAR, J. R. B; LOPES, C. E; SOUZA JR. M. B. Controle Estatístico de Processo Multivariado: aplicação ao monitoramento da produção de comprimidos de captopril. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 88, n.4, p. 200-205, 2007.

ALENCAR, J. R. B; SOUZA, JR.M. B; NETO, P. J. R. et. al. Uso de Controle Estatístico de Processo (CEP) para validação de processo de glibenclamida comprimidos. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 85, n. 3, p.115-119, 2004.

ALMEIDA, R. A.; SILVA, J. G. Avaliação de desempenho de uma semeadora-adubadora a tração animal, com diferentes sistemas de sulcadores, regulagens de disco de corte e coberturas mortas, no plantio direto do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.29, n.2, p. 59-66, 1999.

ALONÇO, I. M. T. **Controle estatístico de processo: ocaso da produção da vacina contra *Haemophilus influenzae* tipo B- Hib**. 2005. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Imunobiológicos) - Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2005.

AMADO, M.; TOURN, M. C.; ROSATTO, H. Efecto de la velocidad de avance sobre la uniformidad de distribución y emergencia de maíz**.** *In*: BARBOSA, O. A.. **Avances em ingeniería agrícola**. San Luis: CADIR, 2005. p. 77-81.

ANDERSSON, C. Avaliação técnica de semeadoras-adubadoras para plantio direto. **PlantioDireto**, Passo Fundo, n. 66, p. 28-32, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de norma 12:02.06-004 -** semeadora de precisão: ensaio de laboratório. São Paulo, 21 p. 1994.

BAKER, C. J. *et al*. No-tillage Seeding in Conservation Agriculture. 2. ed. London: Cromwell Press, 1997.

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas Agrícola**. São Paulo: Manole, 1987.

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas Agrícolas.** São Paulo: Manole, 1990.

BALASTREIRE, L.A. **Máquinas Agrícolas**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2005.

BARÇANTE, L. C. **Qualidade total, uma nova visão brasileira:** o impacto estratégico na universidade e na empresa. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

BARROS, F. F. **A melhoria contínua no processo de plantio da cana-de-açúcar.** 2008. 79 f . Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

BORSATTO, E. A. **Desempenho de uma semeadora de precisão em latossolo vermelho**: pressão de inflação do pneu de acionamento x manejo de plantas de cobertura. 2009. 98 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal, 2009.

BORSATTO, E. A. **sistemas de preparo do solo e desenvolvimento da cultura do milho (*Zea mays* L.) em dois espaçamentos entre linhas**. 2005. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2005.

BRAUNACK, M.V., DEXTER, A.R. Soil aggregation in the seedbed: a review. *In*. Properties of aggregates and beds of aggregates. **Soil e Tillage Research**, Amsterdam, v.14, p.259-279, 1989.

CAMPOS, C. M. **Identificação e avaliação de variáveis críticas no processo de produção de cana-de-açúcar**. 2007. 89 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

CANOVA, R; SILVA, R. P; FURLANI, C. E. A. *et. al*. 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, 299-306, jul./set. 2007.

CARVALHO, M. M. de.; PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade:** teoria e casos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CASÃO JUNIOR, R. *et al*. **Avaliação do desempenho da semeadora-adubadora Magnum 2850 PD no basalto paranaense**. Londrina: IAPAR, p.47. 1998. Disponível em: < http://www.iapar.pr.gov.br/arquivos/File/zip_pdf/ct105.pdf>. Acesso em: 9 jan. 2012.

CASÃO JUNIOR, R. *et al*. **Desempenho das semeadoras-adubadoras MPS 1600 e MPS 1000 imasa em solos argilosos**. IAPAR (Circular Técnica nº 110), p. 44, 2000.

CASÃO JÚNIOR, R.; ARAÚJO, A.G.; RALISCH, R. Desempenho da semeadora-adubadora magnum 2850 em plantio direto no basalto paranaense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 523-32, 2000.

CASÃO JUNIOR, R.; Máquinas e qualidade de semeadura em plantio direto. **Revista Plantio Direto,** set. 2006.

CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R. **Máquinas para manejo de vegetações e Semeadura em plantio direto**. Londrina: IAPAR, p. 71, 2001.

COCHRAN, W. G.; COX, G. M. **Experimental designs.** 1. ed.. New York: John Wiley and Sons, 1957.

COELHO, J. L. D. **Avaliação de elementos sulcadores para semeadoras-adubadoras utilizadas em sistemas conservacionistas de manejo do solo**.1998. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1998.

COELHO, J. L. D. Ensaio e certificação das maquinas para semeadura**.** *In*: MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas:** ensaios e certificação. Piracicaba: FEALQ, 1996.

COLOMBINO, A.; POLLACINO, J. C.; SOSA, R. O. **Máquinas para implantacion de cultivos**. Buenos Aires: Universidade de Buenos Aieres, 1985.

CONGO, C. **Tendência de alta no curto praxo e no longo prazo**. Consultoria Agroeconômica: John Jeere, 2011.

CONSELHO DE INFORMAÇÃO SOBRE BIOTECNOLOGIA-CIB. **Boletim informativo**, 2008. Disponível em: <http://www.cib.org.br/pdf/folder_milho_jan08.pdf> . Acesso em: 16 set. 2012.

CONSELHO INTERNACIONAL DE CEREAIS**. Produção mundial de milho é insuficiente**. 2011. Disponível em: <http://www.cienciapt.net/pt>. Acesso em: 20 dez. 2012.

COPETTI, E. Prevenir custa menos. **Revista Cultivar Máquinas**. fev. 2004.

CORTEZ, J. W; FURLANI, C. E. A; SILVA, R. P. da. *et. al*. Distribuição longitudinal de sementes de soja e características físicas do solo no plantio direto. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 502- 510, 2006.

COSTA, A.F.B.; EPPRECHT, E.K.; CARPINETTI, L. C. R. **Controle Estatístico de Qualidade.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

COSTA, F.S.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C. *et. al*. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, v. 27, p.527-535, 2003.

CRIAR E PLANTAR . **Milho**, 2011. Disponível em: <http://www.criareplantar.com.br/agricultura/lerTexto.php?categoria=46&id=672>. Acesso em: 20 jan. 2012.

DAVIS, M.M.; AQUILANO, N.J.; CHASE, R.B. **Fundamentos da administração da produção.** 3. ed. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2001.

DELMOND, J. G. **Desempenho de uma semeadora-adubadora de plantio direto na cultura do feijão.** 2009. 101f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Góias, Anápolis, 2009.

DIAS, V. O. de. 2009. 97 f. **Desempenho de protótipos de semeadoras-adubadoras para plantio direto**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Rural) - Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2009.

DIAS, V. O.; DALLMEYER, A.; ALONÇO, A. S. A eficiência está nos detalhes. **Revista a Granja**. 728. ed., ago. 2009.

DINIZ, S. F.; MOREIRA, C. A.; CORRADINI, F. A. Susceptibilidade erosiva do baixo curso do rio Acaraú-Ce. **Geociências**, São Paulo, v.27, n.3, p.355-367, 2008.

ELSMAR. **FMEA.** 2009. Disponível em: <http:// www.elsmar.com>. Acesso em: 22 out. 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro, 2006. Disponível em:< http://www.jc.iffarroupilha.edu.br/site/midias/arquivos/2012101910232134sistema_brasileiro_de_classificacao_dos_solos.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS . **Avaliação de cultivares e linhagens de arroz de sequeiro no baixo São Francisco**. Boletim de pesquisa e desenvolvimento. Aracaju, 2002. Disponível em: < http://www.cpatc.embrapa.br/download/BP2.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. **Cultivo do milho**. Sistema de Produção, 2000. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/>. Acesso em: 14 nov. 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. **Cultivo do milho**. Sistema de Produção. 6. ed. 2010. Disponível em: < http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/milho/milho_sorgo_rs_2010_2011.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. **Importância econômica do milho**. 2000. <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/importancia.htm >. Acesso 21 fev. 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. **Plantio convencional**. 2011. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_32_592005233555.html>. Acesso em: 15 out. 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. **Preparo convenciona**l. 2007. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed/manpreparo.htm>. Acesso em: 16 out. 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro**. 1999. Disponível em: <

http://www.cpatsa.embrapa.br/catalogo/livrorg/medicinaismelhoramento.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2012.

FERNANDES, A. E. S.; COSTA, C. E. S.; SOUZA, E. S. O. O uso de controle Estatístico de processo na gestão de qualidade. Estudo de caso: Grupo Coringa - AL. **INGEPRO - Inovação, Gestão e Produção,** v. 03, n. 06, p. 1-10, 2011.

FERREIRA, P. de. O. **Utilização do controle estatístico do processo para o monitoramento do peso médio de cápsulas de tuberculostáticos:** estudo de caso no NUPLAM –RN. 2008. 101 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

FRAZÃO, L. A.; PÍCCOLO. M. C.; FEIGL, B. J. Propriedades químicas de um Neossolo Quartzarênicos sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado mato-grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 43, n. 5, p. 641-648, maio. 2008.

FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; FILHO, A. C. *et. al*. Semeadora-adubadora: exigências em função do preparo do solo, da pressão de inflação do pneu e da velocidade. **Revista Brasileira Ciências do Solo**. v. 32, p. 345-352, 2008.

GARCIA, L. C. *et al*. Influência da velocidade de deslocamento na semeadura do milho. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 520-527, 2006.

GRIGGIO, A.; OLIVEIRA, L.G.; TAVARES, C.A.; DELAI, M.; JUNG, R.; BITENCOURT, R.; SILVA, S.L. Profundidade de semente de milho em função da velocidade de semeadura e semeadoras de precisão. **Cultivando o Saber.** Cascavel, v.1, n.1, p.72-79, 2008.

GUIMARÃES, S. P. **Desempenho de híbrido simples de milho (Zea mays L.) e correlação entre heterose e divergência genética entre as linhagens parentais.** Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrômico, Campinas, 2007.

HINES, W. W.; MONTGOMERY, D. C.; GOLDSMAN, D. M.; BORROR, C. M. **Probabilidade e estatística na engenharia**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

HUNTER, J. S. A one point plot equivalent to the Shewart chart with western electric rules. **Quality progress,** v. 2, n. 1, p. 13-19, 1989.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ – IPECE. **Boletim do Agronegócio Cearense**. Fortaleza, 2011. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/categoria3/agropecuaria/boletim_agronegocio_1tri_2011.pdf >. Acesso em: 20 out. 2012.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ – IPECE. **Ceará em Mapas**. 2007. Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/>. Acesso: 19 out. 2012.

JANKE, J.; ERBACH, D. C. Seed depth distribuition in notill and strip till. **ASAE Pap**, v. 85, n. 1013, p. 1-12, 1985.

JASPER, R.; JASPER, M.; GARCIA, L. Seleção de sementes de milho durante a simulação da semeadura com disco perfurado horizontal. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.2, p.434-441, maio/ago. 2006.

JULIANO, B.O. Rice in human nutrition. Los Baños: International Rice Research Institue and Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1993. *In*: Kamphorst, J. S.: Como plantar bem. **Revista Cultivar**. 23. ed., p.1-15, ago./set., 2003.

JUSTINO, A. **Desempenho do mecanismo dosador de disco perfurado horizontal na distribuição de sementes de milho (Zea mays L.), em sistema de plantio direto**. 1998. 140 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura)- Faculdade de Ciências ,1998.

KAMPHORST, J. S. Como plantar bem. **Revista Cultivar**.23 ed., p.1-15, ago/set, 2003.

KOAKOSKI, A.; SOUZA, C. M. A.; RAFULL, L. Z. L.; SOUZA, L. C. F.; REIS, E. F. Desempenho de semeadora-adubadora utilizando-se dois mecanismos rompedores e três pressões da roda compactadora. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v. 42, n. 5, p. 725-731, maio 2007.

KONRATH, A. C. **Decomposição da estatística do gráfico de controle multivariado t^2 de hotelling por meio de um algoritmo computacional.** 2002. 90 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistema) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

KOTZ, S.; JOHNSON, N. L. **Process capability indices.** London: Chapman e Hall, 1993.

KRZYZANOWSKI, F. C.; NETO, J. B. F.de.; COSTA, N. P. Efeito da classificação de sementes de soja por tamanho sobre sua qualidade e a precisão de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, v.13, n.1, p. 59-68, 1991.

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

LEITE, A. R. F. **Profundidade da semeadura de sorgo em função da velocidade de deslocamento da semeadora de fluxo contínuo em um argissolo vermelho-amarelo**. 2012. 36 f. Monografia- Universidade Federal do Ceará, 2012.

MAGALHÃES, R. R.;CYMROT, R. Técnicas de monitoramento e controle estatístico de processos através de caratas de controle da soma cumulativa e de cartas de controle de média móvel exponencialmente ponderada. *In*: VI ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 3., 2010, Paraíba. **Anais...** Paraíba: Universidade do Vale do Paraíba, 2010. p. 463-466.

MAHL, D. **Desempenho operacional de semeadora em função de mecanismos de corte, velocidade e solos, no sistema plantio direto do milho.** 2006.143 f. Tese (Dourado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

MAHL. D. *et al*. Demanda energética e eficiência da distribuição de sementes milho sob variação de velocidade e condição de solo; **Engenharia Agrícola,** Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 150-157, jan./abr. 2004.

MANTOVANI, E. C.; BERTAUX, S.; ROCHA, F. E. C. Avaliação da eficiência operacional de diferentes semeadoras-adubadoras de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 12, p. 1579-1586, dez. 1992.

MANTOVANI, E. C.; MANTOVANI, B. H. M.; CRUZ, I. *et al.* Desempenho de dois sistemas distribuidores de sementes utilizados em semeadoras de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 1, jan. 1999.

Manual da semeadora modelo SDA³. Disponível em :<http:// www.marchesan.com.br/index.php?option=com_k2&view=item&task=download&id=218&Itemid=44&lang=br>. Acesso em: 18 out. 2012.

MATTAR, D. M. P. **Influência do deslizamento da roda motora de uma semeadora/adubadora de plantio direto no espaçamento longitudinal de sementes de milho**. 2010. 67 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

MELLO, L.M.M.; PINTO, E.R.; YANO, E. Distribuição de sementes e produtividade de grãos da cultura do milho em função da velocidade de semeadura e tipos de dosadores. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 563-7, 2003.

MELO, R. P.; ALBIERO, D.; SOUZA, F. H.; SILVA, J. G.; MONTEIRO, L. Qualidade de distribuição de sementes de milho em semeadoras em um solo do semiárido cearense. *In*: XLI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 1., 2012, Londrina. **Anais...** Londrina: SBEA, 2012. CD-ROM.

MELO, R. P.; ALBIERO, D.; MONTEIRO, L. de. A.; SOUZA, F. H.; SILVA, J. G. Qualidade na distribuição de sementes de milho em semeadoras em um solo cearense. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 94-101, jan./mar. 2013.

MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas**: **ensaios e certificação**. Piracicaba: FEALQ, 1996.

MILAN, M.; FERNANDES, R. A. T. Qualidade das operações de preparo do solo por controle estatístico de processo. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 2, p. 261-266, abr./jun. 2002.

MION, R. L.;BENEZ, S. H. Esforços em ferramentas rompedoras de solo de semeadoras de plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**., Lavras, v. 32, n. 5, p. 1594-1600, set./out. 2008.

MODOLO, J.A.; SILVA, S.L.; SILVEIRA, J.C.M.; MERCANTE, E. Avaliação do desempenho de duas semeadoras-adubadoras de precisão em diferentes velocidades. **Engenharia na Agricultura,** Viçosa, v. 12, n. 4, p. 298-306, out./dez. 2004.

MONTEIRO, L. de, A.; ALBIERO, D.; SOUZA, F. H. de. MELO, R. P.; CORDEIRO, I. M. Rendimento na barra de tração de um trator agrícola com diferentes relações de peso e potência. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 70-75, jan./mar. 2013.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

NAGAOKA, A. K E NOMURA, H. C. **Revista Cultivar Máquinas.** mar./abr. 2003.

NUNES, J. L. da. S. **Características do milho**. Portal Agrolink. 2012. Disponível em: <http://www.agrolink.com.br/culturas/milho/caracteristicas.aspx>. Acesso em: 18 out. 2012.

OLIVEIRA, J. U. C. de. **Estatística:** uma nova abordagem. Rio de Janeiro: Ciência, 2010.

OLIVEIRA, L. G.; TAVARES, C. A.; GRIGGIO, A. *et. al*. Distribuição longitudinal de sementes de milho em função do tipo de dosador de sementes e velocidade de deslocamento. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v.2, n.1, p.140-146, 2009.

OLIVEIRA, M.F.B. de; SIQUEIRA, R.; RALISCH, R.; ARAÚJO, A.G. de; CASÃO JÚNIOR, R. Mobilização do solo por hastes sulcadores de semeadoras-adubadoras de plantio direto. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBEA, 2000. CD ROM.

OLIVEIRA, R. T.; ARAÚJO, A, L.; VALDENIRA, M. *et. al*. **Metodologia de avaliação da estrutura do solo para agricultores em consórcios agroecológicos no semiárido cearense.** *In:* XXXI Congresso Brasileiro de Ciências do Solo. 2007, Gramado. **Anais...** Gramado: Fortaleza: UFC, 2007.

OLIVEIRA, T. A.; LIMA, R. H. P. Aplicação do controle estatístico de processo na mensuração da variabilidade em uma usina de etanol. **INGEPRO - Inovação, Gestão e Produção.** v. 3, n. 6, jun. 2011.

ORTIZ-CAÑAVATE, J. **Las máquinas agrícolas y su aplicación**. Madrid: Mundi-Prensa, 1980.

PACHECO, A. P. P**. Diagnostico geoambiental da mata ciliar de carnaúba no médio Acaraú - Sobral – CE**. 2007. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2007.

PAULI, D. G.; MILAN, M.; SALVI, J. V. Qualidade total. **Cultivar Máquina,** v. 85, 2009.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. **Plantio**: espaçamento, densidade, quantidade de sementes. Embrapa Milho e Sorgo, Sistema de Produção, 2000. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/plantespaca.htm>. Acesso em: 15 out. 2012.

PINHEIRO NETO, H. W.; FEY. E.; SANTOS, F. R. dos. *et. al.* Distribuição de sementes de feijão (Phaseolus vulgaris L.), classificadas dimensionalmente, utilizando mecanismo dosador tipo disco perfurado horizontal. **Ciências Exatas e da Terra**. v. 7, n. 1, p. 7-20, 2001.

PINTO, O. R. O. **Manejo do sorgo granífero submetido a diferentes doses de nitrogênio e potássio aplicadas pelo método convencional e por fertirrigação**. 2008. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

PITT, H. **SPC for rest of us: a personal path to Statistical Process Control**. Massachusetts: Addisson – Wesley, 1994.

PORTELA, J. A.; FAGANELLO, A.; SATTLER, A. Máquinas e implementos para plantio direto. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. CENTRO NACIONAL DE TRIGO. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo, p. 29-36. 1993.

PORTELLA, A. J.; FAGANELLO, A. Máquinas para semeadura direta: desempenho dos elementos rompedores de solo. **Dirigente Rural**, v. 23, p. 13-26, 1984.

PORTELLA, J. A. **Mecanismos dosadores de sementes e de fertilizantes em máquinas agrícolas**. Passo Fundo: EMBRAPA – CNPT, 1997. Disponível em: < http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/busca?b=ad&id=849988&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22PORTELLA,%20J.%20A.%22&qFacets=autoria:%22PORTELLA,%20J.%20A.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>. Acesso em: 11 nov. 2012.

PORTELLA, J.A.; SATTER, A.; FAGANELLO, A. **A regularidade de distribuição de sementes de fertilizantes em semeadoras para plantio direto.** Campina Grande, 1997. Disponível em:< http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/ci/p_ci16.htm>. Acesso em: 11 jan. 2012.

REIS, A. V. Erros na semeadura. **Cultivar máquinas**. Pelotas, n. 2, p. 12-13, 2001.

REIS, E. F.; MOURA, J. R.; DELMOND, J. G. *et. al*. Características operacionais de uma semeadora-adubadora de plantio direto na cultura da soja (Glycine Max (L.) Merril). **Revista Ciência Técnicas Agropecuárias**, v. 16, n. 3, 2007.

REIS, E. F; SCHAEFER, C. E. G. R; FERNANDES, H. C. *et. al*. Densidade do solo no ambiente solo-semente e velocidade de emergência em sistema de semeadura de milho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 30, p. 777- 786, 2006.

RIBEIRO, J. L. D. e CATEN, S. T. **Controle estatístico do processo: cartas de controle para variáveis, cartas de controle para atributos, função de perda quadrática, análise de sistemas de medição**. Porto Alegre: FEENG/UFRGS, 2011.

RINALDI, P. C.N. **Influência da profundidade de adubação e da velocidade de uma semeadora de plantio direto na cultura do feijão**. 2008. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

RIZZARDI, M.A.; BOLLER, W., DALLOGLIO, R. Distribuição de plantas de milho, na linha de semeadura e seus efeitos nos componentes de produção. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v. 29, n. 8, p. 1231-1236, 1994.

ROCHA, E. C. de.; CUNHA, J. P. A. da.; FRANZ, C. A. B. Avaliação de três mecanismos de distribuição de sementes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília - DF, v. 33, p. 331-337, 1998.

SADER, R.; DOMINGUES, E. P.; PETRECHEM, E. H. de. Efeitos das máquinas de beneficiamento, da semeadura e do tamanho das sementes de amendoim sobre a sua qualidade. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 12, n. 3, p. 40-51, 1990.

SANTOS, A. J. M.; GAMERO, C. A.; OLIVEIRA, R. B. *et. al*. Análise espacial da distribuição longitudinal de sementes de milho em uma semeadora-adubadora de precisão. **Bioscience Journal,** Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 16-23, jan./feb. 2011.

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. **Ciências Agrotécnica**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1601-1608, set./out., 2008.

SANTOS, H.G.; FIDALGO, E. C. C.; COELHO, E. R. *et al.* **Cultivo do arroz de terras altas no estado de Mato Grosso**. Sistema de produção número 7, 2006. Disponível em:< http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozTerrasAltasMatoGrosso/>. Acesso em: 17 mar. 2012.

SANTOS, S. R. dos.; PEREIRA, J. O.; FEY, E. *et al*. Análise da relação entre sementes de milho e orifícios de discos dosadores horizontais através de imagens. *In*: CONGRESSO E MOSTRA DE AGROIINFORMÁTICA, 4., 2000, Paraná. **Anais...** Paraná: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000.

SILVA, F. M. **Influência do tipo de rodas compactadoras de semeadoras-adubadoras no condicionamento físico do solo e no desenvolvimento de plantas**. 1990. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas,1990.

SILVA, J. G. da.; KLUTHCOUSKI, J.; SILVEIRA, P. M. da. Desempenho de uma semeadora-adubadora no estabelecimento e na produtividade da cultura do milho sob plantio direto. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.1, jan./mar., 2000.

SILVA, J.G. da; KLUTHCOUSKI, J.; DI STEFANO, J.G.; AIDAR., H. Efeitos da velocidade de operação e da profundidade de adubação de uma semeadora adubadora no estabelecimento e na produtividade da cultura do feijoeiro sob plantio direto. *In*: OBUCCI, T. **Avanços tecnológicos com a cultura do feijoeiro comum no sistema de plantio direto**. Santo Antônio de Goiás, 1999. Disponível em:< http://www.cnpaf.embrapa.br/transferencia/informacoestecnicas/publicacoesonline/seriedocumentos_100.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2012.

SILVA, M. C. da. e GAMERO, C. A. Qualidade da operação de semeadura de uma semeadora-adubadora de Plantio direto em função do tipo de martelete e velocidade de deslocamento1. **Revista Energia na Agricultura,** Botucatu, v. 25, n.1, p.85-102, 2010.

SILVA, M.R. da. **Classificação de semeadoras-adubadoras de precisão para o sistema plantio direto conforme o índice de adequação**. 2003. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, 2003.

SILVA, N. O. T. **Análise de mercado -** milho. 2011. Disponível em:< http://www.agrocim.com.br/analise/Analise-de-mercado-?-Milho-1001-a-2101.html>. Acesso em: 19 fev. 2012.

SILVA, R. P.; CORÁ, J. E.; FILHO, C. A. *et. al*. 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, maio/jun. 2008.

SILVA, S. L. **Avaliação de semeadoras para plantio direto: demanda energética, distribuição longitudinal e profundidade de deposição de sementes em diferentes velocidades de deslocamento**.2000. 123 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

SILVEIRA, G. M. **Máquinas para plantio e condução de culturas.** 1. ed. Viçosa: LTDA, 2001.

SILVEIRA, G.M. da. **As máquinas de plantar:** aplicadoras, distribuidoras, semeadoras, plantadoras, cultivadoras. Rio de Janeiro: Globo, 1989.

SILVEIRA, G. M. da. **Máquinas Para a Pecuária.** São Paulo: Nobel, 1997.

SILVEIRA, J. C. M.; MODOLO, A. J.; SILVA, S. L. *et. al*. Força de tração e potência de uma semeadora em duas velocidades de deslocamento e duas profundidades de deposição de sementes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 125-128, 2005.

SIQUEIRA, L.G.P. **Controle Estatístico do Processo**. São Paulo: Pioneira. 1997.

SIQUEIRA, R. Hastes apropriadas para solos argilosos. **Direto na qualidade**. Boletim de divulgação da operação de comunicação plantio direto em qualidade, Paraná, n.4, jan./fev. 2002.

SIQUEIRA, R. Milho: semeadoras-adubadoras para sistema de plantio direto com qualidade. *In*: XXVII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 34., Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 2008. Disponível em: < http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Molin/leb432/Semeadoras/semeadora-adubadora%20para%20sistema%20de%20plantio%20direto%20com%20qualidade.pdf>. Acesso: 22 out. 2012.

SIQUEIRA, R., CASÃO JÚNIOR, R. **Trabalho no cultivo de grãos e oleaginosas: máquinas para manejo de coberturas e semeadura no sistema plantio direto**. Curitiba: SENAR, p. 88. 2004.

SOUZA, G. R. **Implantação do controle estatístico de processo em uma empresa de bebidas.** 2002. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

TEIXEIRA, S. S.; REIS, A. V. dos.; LILLES, A. *et al*. Distribuição longitudinal de sementes de milho com dosador de disco horizontal operando com uma ou duas saídas de sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 8, nov. 2009.

TONINI, A. C. **A contribuição do seis sigma para a melhoria dos processos de software**. 2006. 252 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

TORINO, M.C.; KLINGENSTEINER, P. Ensaio e avaliação de semeadoras adubadoras. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 13., 1983. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRRJ, 1983. p.103-116.

TOURINO, C.; CRISTINA, M.; REZENDE, M. *et al*. Semeadora-adubadora em semeadura convencional de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1,p. 241-245, jan./fev. 2009.

VALE, W. G. **Análise de desempenho de uma semeadora-adubadora de semeadura direta no norte fluminense**. 2007. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2007.

VALE, W. G.; JÚNIOR, D. C.; GRAVINA, A. G. *et al.* Influência da velocidade de deslocamento no desempenho de uma semeadora-adubadora direta. **Global Science Technology**. v. 3, n. 3, p. 67– 74, set./dez. 2010.

VALLE, A. M.; AGOSTINI, P. H. S.; CENCI, R. O. A**plicação de cartas de controle de médias móveis exponencialmente ponderadas (mmep) no monitoramento de processos: um estudo de caso numa montadora de automóveis**. 2011. 93 f. Monografia - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

WEIRCH NETO, P. H.; FEY. E.; SANTOS, F. R. dos. *et. al*. distribuição de sementes de feijão (phaseolus vulgaris l.), classificadas dimensionalmente, utilizando mecanismo dosador tipo disco perfurado horizontal. **Ciências Exatas e da Terra**. v. 7, n. 1, p. 7-20, 2001.

WERKEMAN, M. C.C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processo**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1995.

APÊNDICE

APÊNDICE A- VALORES OBTIDOS EM CAMPO DO ESPAÇAMENTO ENTRE SEMENTES PARA AS SEMEADORAS DE PRECISÃO MECÂNICA TRABALHANDO NA VELOCIDADE DE 4 KM.H^{-1}

30	27	16	18	9,5	23	22	13	18	23	11
4,5	21	33	25	21	23	21	10	6	31	13
27	14	22	15	20	24	28	33	4	19	26
33	11	1	2	24	15	14	34	31	16	20
29	19	14	23	23	7	39	9,5	24	40	7
21	21	4	21	14	25	50	36	7	23	18
28	21	2,5	3	27	28	11	5	12	9	36
5	16	13	9	15	17	16	30	17	16	2
27	2	38	25	28	7	23	5	35	15	29
30	5	4	3	29	40	13	29	16	16	12
17	3	0,5	9	18	12	9	11	33	3	32
23	25	8	14	6	16	4	3,5	3	30	4,5
42	20	12	1	18	15	13	17	15	33	24
22	15	17	26	13	7,5	19	30	2,5	23	8,3
25	16	19	17	4	16	6	9	9	34	26
25	15	21	29	33	25	33	20	6	4	24
4,5	26	9,5	25	19	28	20	20	13	25	24
28	22	15	14	23	17	6	27	9	27	3
10	26	11	3	13	14	16	13	28	7	16
29	27	4,5	27	10	21	44	13	5	14	1
12	30	17	25	12	39	26	21	10	29	27
19	25	16	14	12	18	17	23	11	17	8,5
5,5	25	8,5	19	4	17	11	18	12	20	26
36	21	19	4	13	7,5	13	19	16	3	5
7	27	15	46	9,5	9,5	23	18	5	19	7,5
28	6,5	8	2	26	15	18	19	27	19	8
21	11	24	13	4,5	27	9	14	9	23	19
19	27	18	35	26	16	21	9	5,5	5	8,5
25	22	25	4	3	7	17	7,5	14	30	24
19	14	20	0,5	37	5	16	41	21	30	3,5
9	12	9,5	7	13	15	14	15	15	18	29
21	21	19	1,5	40	11	22	23	7,5	4	21
18	6	0,5	18	18	30	22	17	3,5	21	22
30	8	20	6,5	30	18	28	33	26	2	13
17	17	25	17	17	22	25	20	33	12	31
3,5	2	9,5	25	27	34	9,5	30	22	12	21
24	23	19	15	25	25	54	26	20	13	15

APÊNCICE B- VALORES OBTIDOS EM CAMPO DO ESPAÇAMENTO ENTRE SEMENTES PARA AS SEMEADORAS DE PRECISÃO MECÂNICA TRABALHANDO NA VELOCIDADE DE 7 KM.H^{-1}

17	2,5	24	10	12	11	18	22	15	7	22
17	4	18	26	34	18	21	9	20	22	17
20	29	29	57	21	44	31	22	31	6	25
19	6	9	5	15	27	25	21	25	1,5	7
17	17	17	24	13	22	21	23	9	15	17
27	7	22	10	38	18	18	18	20	8	12
13	32	13	12	14	30	30	12	14	10	9
33	9	8	31	30	5	6,5	21	24	37	5,5
27	23	14	21	22	36	9,5	13	10	19	10
36	18	4,5	19	21	11	20	26	18	14	11
14	16	26	7	9	9	13	5	4,5	19	5
10	11	28	21	15	23	19	16	24	18	16
22	19	24	20	24	22	6,5	16	12	5	30
10	1	11	44	33	32	9,5	40	27	4	22
20	1	6	42	13	28	20	21	25	33	22
18	15	17	20	23	12	13	5	20	11	22
14	20	8	22	12	12	19	35	19	17	27
6	7,5	3	5,5	25	11	11	6	32	9	23
10	59	27	17	30	11	22	8	14	4	30
15	24	10	28	17	20	3,5	18	23	18	23
7	21	24	5	33	17	18	10	11	26	17
8	27	13	9	11	41	4,5	5	16	21	35
4	20	27	14	46	24	32	18	9	14	10
5	25	23	2	16	19	37	27	27	14	16
6	26	30	30	34	3	28	24	17	26	29
12	8	10	3	13	17	13	25	19	2,5	18
16	8	27	13	27	25	20	3	18	22	22
10	0,5	26	11	20	8	13	14	7,5	6,5	11
7	30	9	9,5	16	10	5	4	25	7	21
6	16	1	7	8	14	24	32	8	33	14
11	20	19	19	15	38	2	9	13	28	8
18	10	30	24	23	8	21	29	17	28	16
4	1	16	16	26	27	14	30	29	14	2
9	2	23	6,5	16	12	21	8	14	22	28
22	5	17	3	17	0,5	18	7	13	15	23
7	24	8,5	8,5	5	29	3	15	28	13	12
2,5	2	39	39	13	10	8	8	21	10	11

APÊNDICE C- VALORES OBTIDOS EM CAMPO DO ESPAÇAMENTO ENTRE SEMENTES PARA AS SEMEADORAS DE PRECISÃO PNEUMÁTICA TRABALHANDO NA VELOCIDADE DE 4 KM.H^{-1}

21	12	19	19	18	15	11	11	17	35	10
13	14	14	22	17	18	21	21	25	33	18
15	21	18	24	19	20	15	15	14	29	25
23	7	15	13	22	19	25	25	15	37	13
16	9	18	22	14	22	22	22	16	30	23
25	22	18	20	22	16	14	14	14	28	19
10	11	20	19	7	18	17	17	22	42	24
16	17	20	13	15	21	17	17	13	41	21
20	9	22	31	25	24	25	25	20	34	17
17	14	17	15	20	15	22	22	22	29	22
14	15	19	21	18	14	20	20	0,5	30	13
25	25	22	13	2	16	15	15	22	29	21
18	20	16	15	22	21	16	16	23	35	12
19	16	20	21	15	17	13	13	22	28	13
21	19	17	10	18	13	28	28	27	31	19
22	14	16	19	22	19	13	13	14	34	17
16	21	18	18	20	19	17	17	14	44	15
22	15	18	17	22	21	19	19	2	33	21
11	18	19	19	15	17	18	18	19	33	16
11	18	18	19	18	10	14	14	19	28	20
18	13	22	6	15	20	18	18	21	35	25
19	18	21	4	19	18	19	19	18	29	17
20	18	21	5	10	23	19	19	18	17	17
15	13	16	14	20	11	17	17	11	16	13
19	25	19	20	18	15	16	16	20	17	17
22	17	21	23	10	18	25	25	15	27	25
15	11	12	25	16	20	17	17	21	24	18
15	22	22	9	22	20	20	20	39	20	21
20	23	14	21	17	24	25	25	27	23	22
26	17	12	26	18	17	12	12	21	18	23
13	17	24	4	24	22	21	21	18	17	18
27	20	15	14	21	17	21	21	38	16	19
21	20	20	20	16	22	21	21	36	17	18
18	24	24	10	19	12	16	16	31	27	22
16	19	15	20	20	16	20	20	31	24	22
16	23	16	19	26	16	16	16	29	20	23
	18	21	20	15	18	13	13	26	23	18

APÊNDICE D- VALORES OBTIDOS EM CAMPO DO ESPAÇAMENTO ENTRE SEMENTES PARA AS SEMEADORAS DE PRECISÃO PNEUMÁTICA TRABALHANDO NA VELOCIDADE DE 7 KM.H^{-1}

15	13	15	10	19	15	13	17	17	24	10
17	19	17	15	20	16	21	21	14	28	19
30	18	27	26	17	21	12	30	16	34	21
9	13	13	14	12	19	25	20	16	19	32
29	20	7	16	14	27	15	25	13	20	23
24	11	35	13	23	16	18	16	40	24	20
5,5	12	11	24	17	25	22	15	13	13	12
17	13	8,5	20	15	20	21	7	13	19	20
19	10	20	20	25	13	19	14	40	15	21
19	20	19	18	20	22	18	26	13	19	3,3
20	16	14	21	13	18	16	19	23	18	22
13	16	25	17	22	14	17	18	22	19	16
24	23	9	22	12	24	17	25	26	17	22
24	21	26	21	24	11	14	12	14	23	14
7	14	28	18	14	23	22	20	15	20	16
27	20	14	23	15	23	33	19	16	16	15
25	11	22	19	23	8	17	21	18	25	8
18	20	34	17	30	16	21	16	17	13	20
42	24	16	17	21	21	20	19	23	36	27
19	32	25	31	16	15	20	8	11	0,1	21
30	30	14	15	23	18	21	15	24	12	17
17	16	36	19	20	20	21	23	14	20	11
19	26	22	30	21	15	21	15	18	21	20
16	10	21	15	21	33	18	17	13	15	18
18	13	22	21	22	19	22	19	25	16	20
31	20	19	19	15	17	20	21	23	18	15
16	22	15	17	20	9	24	21	19	19	20
17	17	23	20	16	18	16	18	9	19	22
17	18	16	18	18	17	13	26	30	17	15
25	18	14	24	20	32	10	13	18	13	14
21	30	15	22	21	23	9	10	15	23	24
23	22	21	21	15	16	8	9	18	19	26
15	16	25	20	7	30	21	8	18	11	14
16	19	13	17	6	14	19	21	14	24	19
26	24	12	15	12	28	17	19	17	16	12
20	36	19	20	18	15	13	17	23	16	20
18	20	16	14	14	24	22	6	20	21	19

APÊNDICE E- VALORES OBTIDOS EM CAMPO DA PROFUNDIDADE DE DEPOSIÇÃO DAS SEMENTES DE MILHO PARA A SEMEADORA DE PRECISÃO MECÂNICA TRABALHANDO NA VELOCIDADE DE 4 KM.H^{-1}

6,5	3	6	4	1	7	7	5	3	3	5
5	4	5	4,5	1	6	7	4,5	3	5	5
5	4	6	4,8	1	6	2	5,5	2	5	4
5	3	4,5	5	1	7,5	3	3,5	3	5,5	5
5,5	3	5	4	2	5	3,5	3,5	2	4	6
5,5	2,5	5,5	3	2,5	6	5	2,5	4	4	5,5
5,5	5	5,5	3	3	6	4	4	5	5	4,5
7,5	5	5	3	3,5	8	5	3	6	5	3
7	4	5,5	4	2,5	7,5	5	3	4	5	3
7	3	0	3,5	3	4	3	4	5	5	4
7,5	4	4	3	3	4	5	2	5	4	5,5
2	5	3,5	4,5	4	5	6	2,5	5	5	7
2,5	4	3	4	3,5	5,5	6	2	5	5	5,5
2,5	5,5	2,5	4	3	5	5	2,5	5	4	4,5
5	5	3	3,5	3	5,5	6	2	4	5	5,5
5,5	6	3	4,5	3	5,5	8	2	4,5	4	5,5
5,5	6	2	4	4	8,5	6	2,5	3	5	3
5	5	1,5	3	5	9	5	2	3	4	3
5	4,5	2	4	6	5	5,5	2	4	4	5
5	5	3	5,5	6	6,5	5	5	3	5	3,5
4,7	5,5	4	6	4	6	6	7	5	5	5
5	5,5	4	5	3	6	5	8	4	5	4
5	6	4	4	5	7	5	8	3,5	5	4
5	4,5	3,5	5	5	5	6	6	5	5	4
5,1	5	3	3	4	5,5	5,5	7	4	5	5
4,5	6	2,5	4	4	6	5	5	5	3,5	3
4,6	6	2,3	3,5	5	5,5	3	5	6	3	3,5
6	7	2	3	6	5	5	3	4,5	4	6
6	5,5	3	2	6	6,5	5	4	3,5	4	5
5	5	3,5	5	6	5	6	6	3	4	4
5,5	6	3	5,5	5	5	4	7	4	3	3
5,2	6	3	5	7	5	5	4	4	3	3
3	6	4	5,5	7	4	4	3	3	4	5
4,5	6	3	4,5	4	5	4,5	5	3	5	4
5	6,5	4,5	0	5	5	5	5	3,5	2	5
3,5	4,5	4	0	6	5	5	6	5	3,5	4
4	5,5	4	1	6	4	4,5	4	5	3	5

APÊNDICE F- VALORES OBTIDOS EM CAMPO DA PROFUNDIDADE DE DEPOSIÇÃO DAS SEMENTES DE MILHO PARA A SEMEADORA DE PRECISÃO MECÂNICA TRABALHANDO NA VELOCIDADE DE 7 KM.H^{-1}

5	3,5	4	5	4	2,5	2,5	5	3	2	4,5
5	2,5	3,5	5	3,5	2	2	5	1,5	2	4,5
5	2,5	3	4,7	7	3	4	4	2,5	2	4,5
5	2,8	4,5	4	7,5	2	4	4	3	2	4,5
5	4	4,5	6,5	5	3	6	4	3	2	4
5	5	5	7	2	4	6	3,5	3	2	1,5
4	5	5	7,5	2,5	4	5,5	4	3	2	1,5
3,5	4,8	4,5	7	2	4	5	4	2,5	3,5	2
3	5	4,5	7,5	2,5	6	4,5	3,5	2,5	2,5	1
3	4,5	5	3	2,5	6	8	3	1,5	3	5,5
3	6	5,1	3	3	5,7	6,5	4	2	3	5
5	4,5	5	3	3	5	7,5	3	2,5	3	5
3,5	4	5	7	5,5	6	5,5	2,5	3	2	4,5
3	3	5	6	4,5	4	6	2,5	4	4	2,5
3	3	5	4	5	4	4,5	5	4,5	4,5	3
2	2	5	3,5	5,5	7	8	3	4	3,5	4
4,5	5,5	6	4,5	5	4	6,5	4	5	4	4
5	6	5	6	4	6,5	7,5	3,5	4	4	3
4	6	5	5,5	6	6	5,5	4	3,5	4	2,5
5	6	5,3	5	5	3	6	3,5	4,5	4	2
2	4,5	3	6	5	4	4,5	5	5	4	2
2	6,5	2,5	6	4,8	2,5	3	5	4,5	4	5
5	4,5	3,5	0	5	2,5	3	3	5,5	4	6
4,7	3,5	3	8	4,5	4	3	3,5	3	3	5
5	3,5	2	9	5	4	3	4	3	4,5	4
4,8	4,5	2,3	9	5	4,5	3,5	4,5	4	3	5,5
4,5	3,5	4,5	7	4,8	6	4	3,5	4,5	3,5	2
3,5	3,5	4,6	8	5,2	6,5	6	3	6	3	2,5
4,5	3	4	8	5,2	4,5	6	4	7	2	2
4,5	3	3,8	2	5	4,5	6	3,5	6	4	1,5
5	2	3	3	4	4	4	3	5	4	1,5
4,7	3	5	0	4	4	4	3	3	2	2
5,2	2,5	5	3	4	5	5	2	6	4,5	1
3	2,5	5,2	3,5	4	6	6	2,5	5	4	3
3,2	2,5	4,8	3	4	5	7,5	2,5	6	4	3
3,5	3	4	2,5	3	3,5	4	2,5	5	4,5	3,5
3	3	4,2	4	2,5	3	4,5	2,5	3	5,5	3

APÊNDICE G- VALORES OBTIDOS EM CAMPO DA PROFUNDIDADE DE DEPOSIÇÃO DAS SEMENTES DE MILHO PARA A SEMEADORA DE PRECISÃO PNEUMÁTICA TRABALHANDO NA VELOCIDADE DE 4 KM.H^{-1}

5	6,5	3	5	6,5	7	7	5	5	4,5	4,5
5	8	4	5	7,5	5	10	6	6	4,5	5
5	8	4	5	7	5	8	7	7	6	5
5	4	4	5	3,5	5	5	5	6	6	5
4	3,5	3	4,5	3	6	4,5	7	7	6,5	4,5
4,5	4	4	5	4	6	5	5	6	5	5
4	5	4	4	4	5	6	6	8	6,5	4,5
4	3,5	4	4,5	3,5	6	5	4	7	4,5	4
6,5	4,5	5	5	3,5	6	6	4	7	5	4
5	3,5	5	5	2,5	5	5	3	10	6	6
5	3,5	5	5	3,5	4,5	4,5	5	10	6	5
4,5	4	3	6	4	5	5	7	12	6	4,5
4	5	4	7	3,5	5	2	5	11	6	5
5	3	6	5	3,5	5	3	5	9	5,5	5,5
6,5	3,5	7	4	2,5	7	3	6	7	4,5	5,5
4	4,5	7	7,5	3,5	5	5	5	8	6	5,5
4,5	3,5	9	7	4	6	3	6	8	6,5	5,5
4	5	8	7,5	3,5	6	3	6	6	5	4
4,5	4	9	8	3,5	6	3,5	7	7	6	5
5	2,5	9	4	4	7	5	7	7	6,5	4
6	5	7	5	4,5	5	5	10	4	6	4
4,5	4,5	9	4,5	3,5	6	5	7	8	6	4
6	4	9	5	4	6	3	3	4,5	6,5	4
5	4,5	7	5,5	4	6	7	7	4,5	7	4
3,5	3,5	11	4,5	5	8	4,5	8	5	6	4
4	3	10	8	5	9	7	9	5	6,5	5
6	3,5	7	8,5	4	11	5,5	8	5	7	4,5
6	3,5	5	8,5	5	9	6	5	4,5	6,5	4,5
6,5	3	3	7	5	9	5	7	3,5	7	4
6,5	5	8	7	5	4	5	8	6	3	5
6,5	4	10	8	5	5	5	8,5	5	4	5
6,5	4	4	7	4	5	4	8	4,5	3	5,5
7,5	4	4	7	7	5	4	7	5	5	4
7	5	4	6,5	5	5	5	9	5,5	4,5	4
8	3	4	7,5	5	5	5	12	4	3,5	5
7,5	4	4,5	7	5	5	5	8	5	4	5
8	4	5,5	7	4	7	5	8	5,5	4,5	5

APÊNDICE H- VALORES OBTIDOS EM CAMPO DA PROFUNDIDADE DE DEPOSIÇÃO DAS SEMENTES DE MILHO PARA A SEMEADORA DE PRECISÃO PNEUMÁTICA TRABALHANDO NA VELOCIDADE DE 7 KM.H^{-1}

5,5	7	6	4	4	4	5,5	5,5	5	6,5	6
6	5	6	6	3,5	4,5	6,5	5,5	5	5,5	6,5
6	5,5	5,5	7	3	4,5	5,5	3,5	6	5,5	6,5
6	6	5,5	3	2,5	4,5	5,5	4	5	5,5	5
4,5	6,5	5,5	5	4,5	4,5	5,5	5	5	5,5	8
4	5,5	5,5	4,5	3,5	4,5	5,5	4,5	4,5	5,5	9
2	5	5,5	5	5,5	5	5,5	5,5	4,5	6,5	9
5	5,5	5,5	5	4,5	5	5,5	3,5	4,5	6,5	8
3,5	5,5	5,5	4	5	5	6	6	4,5	6,5	8
8	6	5,5	6	4	5	6	4	4,5	6,5	5
6	4,5	5,5	4,5	4	5	6	4,5	4,5	6,5	5
5	6	7	5	5	4,5	6	6	4,5	5	3
5,5	5,5	7	6	4,5	4,5	6	5,5	4,5	6	4
6,5	6,5	7	3,5	4	4,5	6	5	4,5	6,5	4
6,5	6	7	4	5	4,5	6	6	4,5	4	4
6,5	5,5	7	4	6	4,5	6	5	6	3,5	4
6	6,5	5,5	1,5	5,5	4,5	6	7	6	6	4
6	5,5	5,5	4	4,5	5,5	5	6	6	6	4
4,5	7	5,5	5,5	5	5,5	5,5	6	6	7	7
5	4,5	6	5	5	5,5	5,5	5	6	5	6
8	5	6	5,5	5	5,5	5,5	6	4	5,5	6
6	5,5	6	3	5	5,5	5,5	6	4,5	6	6
4,5	6,5	6	5	5	5,5	4	5	4,5	6,5	8
8	6,5	6	5,5	5	5,5	4	5	4,5	7	6
6	6	5	4,5	4,5	5,5	4	5	4,5	6	5
6	6,5	5	6	5	5,5	4	5	4,5	6,5	6
6	6,5	5	4,5	5	5,5	4	4	4,5	7	6
6	6,5	5	4	4,5	5,5	5	4	4,5	7,5	5
8	7	6	4,5	4,5	5,5	5	5	4,5	6,5	6
5	3,5	5,5	5	4,5	6	4,5	8	4,5	6	6
5	3,5	4,5	5,5	4,5	5,5	4	6	6,5	4,5	6
5,5	3,5	5	4,5	4,5	5,5	4	7	6,5	5	6,5
5	5	3	3,5	4,5	6	5	6	6,5	6	6,5
6	5	3,5	4,5	4	5,5	6	8	6,5	6,5	6,5
6,5	3,5	1,5	5	4	5	6,5	3	5,5	7	6,5
6	6	4	4	4	4,5	3,5	0	6,5	4	3,5
6,5	6	1	3,5	4	6	5,5	3	6	5	3,5

APÊNDICE I- VALORES OBTIDOS EM CAMPO DA DENSIDADE DE SEMENTES DE ARROZ PARA SEMEADORA DE FLUXO CONTÍNUO NAS VELOCIDADES DE 4 E 8 KM.H^{-1}

Densidade 4 km.h^{-1}	**Densidade 8 km.h^{-1}**
98,451	100,793
97,473	96,043
102,332	98,196
85,637	106,391
100,71	108,599

APÊNDICE J- VALORES OBTIDOS EM CAMPO DA PROFUNDIDADE DE DEPOSIÇÃO DE SEMENTES DA SEMEADORA DE FLUXO CONTÍNUO NA VELOCIDADE 4 KM.H^{-1}

9	6	6	3	3	2	3,7	5,3	6	6	13	5	6
8	9	7	3,5	4,5	3	3,8	3,5	4	7	13	6	6
7	6	6	3	3,5	2,5	3,8	3,6	5	6,5	14	7	6
8	6	7	2	3,2	2	3,9	3,4	6	8	12	6	7
7	5	5	3	3	3	3,5	3,9	8	9	13	5	4
8	7	6	2	4	4	3	3,2	9	8	13	5	5
8	7	6	2	4,5	2	3	3	10	8,5	14	5	6
9	7	9	2,5	3	3	2,7	3,3	10	10	14	6	4
6	5	9	3,5	2	4,3	3,5	3,2	10	11	13	5	5
8	8	9	3	2,5	3	3,5	3,3	9	10	14	4	5
7	7	6	4	2	3,5	3,5	3,4	7,5	11	13	5	6
1	7	8	4,5	3	3,5	4,5	5,5	10	11	13	5	4
6	10	7	2	2	2	3,6	4,6	9,5	11	13	6	5
8	6	7	3	3	3	4	4,5	11	11	14	6	6
8	7	7	2,5	2,5	4	3,5	4,4	6	12	14	6	7
7	6	6	3	2	3	4,5	4	7,5	12	14	4	4
5	8	8	2	3	2,8	4,7	4	8,5	11	15	5	5
7	9	8	3	4	2	3	3,9	9	10	14	6	5
7	8	7	4	3	3	4,4	3,5	7	12	14	6	5
8	7	9	4	3	3	5,3	4	7,5	12	14	5	6
7	6	6	3	3,5	4	4	4	6,5	12	14	7	4
6	7	7	5	2	3,5	3,5	5,5	7	11	15	6	5
8	5	7	4	2	3	3,3	5,5	9	10	14	6	5
6	6	5	5,5	6	4,5	3	5	9	10	15	6	5
6	7	9	4	6,5	3	4,5	4,5	6	11	13	5	6
8	7	8	3	4	4	4,5	4,5	6,5	12	14	5	6
7	6	3	2,5	3,7	3	3,7	4,5	7	12	15	5	7
7	8	2	4	3	3,5	3	6,5	6,5	11	15	6	6
5	8	4	3	3	3	3	6	6,5	12	14	6	6
1	7	3,5	4	2,7	3,5	3	6	7,5	12	14	6	5
7	7	3,5	3,5	6	4	4,5	6	6,5	12	6	6	5
7	6	2	4	5,6	4,5	4,5	7	6,5	12	7	5	6
6	7	3,5	3,5	5,5	4,5	4,7	6	6,5	12	7	5	6
8	8	3	5	5,6	4,5	3,9	6	6	13	6	5	6
6	8	2,5	4	5,5	5	4,7	5,5	7	12	5	7	6
7	6	2	3	5,8	5	5	5,5	6	12	6	7	4
6	7	4	4	4,9	4,5	4,7	6	6,5	12	6	5	6

APÊNDICE L- VALORES OBTIDOS EM CAMPO DA PROFUNDIDADE DE DEPOSIÇÃO DE SEMENTES DA SEMEADORA DE FLUXO CONTÍNUO NA VELOCIDADE 8 KM.H^{-1}

6	5	6	16	5	7	3,5	6	4,5	8	8	4,5	9
6	5	6	14	7	7	4,2	4,4	4	8	8	4,5	6
7	4	9	13	8	7	3,5	4,5	4	8	8	5	6
5	10	6	16	8	7	4	4,4	4	7	8	4,5	5
5	7	5	13	8	6	5	4	9	7	8	5	9
6	7	5	17	8	6	6	4,7	8	7	8	4,5	7
7	8	5	17	8	7	5,5	4,7	10	7	9	4,5	8
4	9	5	16	8	7	5,5	5,5	10	6	9	4,5	8
5	9	5	15	10	6	5,5	4,5	8	6	9	4	9
5	10	6	6	10	8	5	6	8	5	9	9	6
9	10	5	6	10	8	5	5,5	8	9	9	8	6
8	10	5	5	10	7	5	4,5	9	8	9	7	8
9	9	4	6	10	6	5	4	10	8	8	7	8
9	5	5	4	9	8	5,5	4,9	10	7	10	7	7
10	6	5	4	9	8	4	5,3	8	4,5	10	8	9
7	6	5	5	10	7	5,5	5,7	8	4,5	10	6	5
7	6	8	6	9	7	5,5	6	8	4	10	5	5
6	5	8	6	9	6	4	6,5	8	4	10	8	5
5	5	7	7	9	5	4,5	5,5	7	4	10	7	6
6	7	8	6	9	10	4	4,5	7	3	10	9	7
7	7	8	6	9	9	4	6	8	5	10	9	7
8	7	8	7	8	9	4,5	5	7	7	10	8	7
9	5	8	5	8	8	4,5	5	7	6	10	5	6
9	6	9	6	5,5	8	4,5	5,5	7	7	5	5	6
9	6	9	5	6	7	5	5	7	7	5	4	6
6	6	9	5	4	10	6	4	3	7	4,5	7	8
7	6	16	5	4,2	9	6	4	3	8	4,5	7	6
7	6	14	6	5	10	6	4	7	9	4	8	7
7	5	17	5	4,2	9	5,5	4,5	7	8	4	9	7
6	5	18	7	4,2	3	5,5	5	8	3	5,5	7	7
6	5	15	7	4,5	3,5	5,5	5	7	8	6	7	8
5	6	13	6	5	4	5,5	4,5	8	7	6	7	6
4	5	12	6	5	5	5	4	7	7	5,5	6	5
3	7	19	6	4,5	4	5	4	7	8	5,5	6	8
5	7	10	6	4,5	3	4,5	5	6	7	5	5	9
6	7	11	6	6	6	4,5	4	7	7	5	8	9
5	5	15	5	5	5	4,5	5	8	8	4,5	8	9