

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**

**QUALIDADE DA SEMEADURA DE SOJA E MILHO**

**BRUNO TADEU SANTOS FRUTUOSO**

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2018**

# **QUALIDADE DA SEMEADURA DE SOJA E MILHO**

**BRUNO TADEU SANTOS FRUTUOSO**

**Orientador: PROF. DR. JORGE WILSON CORTEZ**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Curso de Graduação em Engenharia Agrícola para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrícola.

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2018**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

F944q Frutuoso, Bruno Tadeu Santos  
QUALIDADE DE SEMEADURA DE SOJA E MILHO / Bruno Tadeu  
Santos Frutuoso -- Dourados: UFGD, 2018.  
31f. : il. : 30 cm.

Orientador: JORGE WILSON CORTEZ

TCC (Graduação em Engenharia Agrícola) -Faculdade de Ciências Agrárias,  
Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Agricultura de precisão. 2. Controle estatístico. 3. Qualidade de  
semeadura. 4. Variabilidade espacial. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

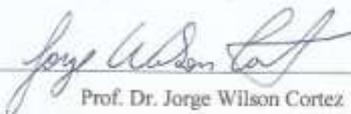
## QUALIDADE DA SEMEADURA DE SOJA E MILHO

Por

Bruno Tadeu Santos Frutuoso

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para  
obtenção do grau de Bacharel em ENGENHARIA AGRÍCOLA

Aprovado em 09/02/2018.



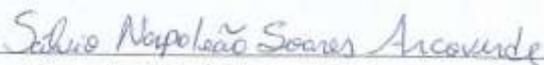
Prof. Dr. Jorge Wilson Cortez

Orientador – UFGD/FCA



Prof. Dr. Roberto Carlos Orlando

UFGD/FCA



Eng. Agric. M. Sc. Sálvio Napoleão Soares Arcoverde

Doutorando – UFGD/FCA

## AGRADECIMENTOS

Eu Bruno Tadeu Santos Frutuoso, agradeço primeiramente a Deus, por estar sempre presente em minha vida, aos meus familiares por todo apoio durante o período de graduação, em especial aos meus pais, Jose Leandro Ramos Frutuoso e Eliana dos Santos Frutuoso, por sempre me apoiarem nos momentos mais difíceis e por não medirem esforços para a realização deste sonho, as minhas irmãs, Fernanda Caroline Santos Frutuoso e Maria Gabriela Santos Frutuoso, por estarem sempre ao meu lado. Agradeço as grandes amizades e parcerias que fiz durante a graduação pelas horas de estudos, alegrias e descontração que me proporcionaram durante todos esses anos; agradeço também aos meus amigos distantes que mesmo não estando próximos a mim sempre me apoiaram em meu sonho. Agradeço em especial aos amigos os quais me ajudaram na condução durante todo o processo de vigência do projeto de extensão, são eles: Delibio Bastos Fagundes Neto, Mauricio Viero Rufino, Gabriel Mariano Irala, Maiara Pusch, Mathues Pereira Jesus. Agradeço também a todos meus professores que fizeram parte de minha graduação, em especial ao Prof. Dr. Jorge Wilson Cortez pela orientação neste trabalho de conclusão de curso.

**SUMÁRIO**

	<b>Página</b>
RESUMO .....	V
ABSTRACT .....	VI
1 INTRODUÇÃO.....	7
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
2.1 Agricultura de precisão.....	8
2.2 Variabilidade Espacial .....	10
2.3 Geoestatística .....	11
2.4 Semeadura.....	11
2.5 Ferramentas de qualidade .....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1 Local .....	14
3.2 Equipamentos.....	15
3.3 Georreferenciamento dos pontos amostrais .....	15
3.4 Atributos .....	16
3.4.1 Estande de plantas .....	16
3.4.2 Distribuição longitudinal.....	16
3.5 Análise dos dados .....	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	18
4.1 Estatística descritiva .....	18
4.2 Geoestatística e mapas de isolinhas .....	20
4.3 Controle de qualidade .....	24
5 CONCLUSÕES .....	27
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28

FRUTUOSO, B.T.S. **Qualidade de semeadura da soja e milho**. 2018. 31f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrícola), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS.

## RESUMO

Para se obter altas produtividades um dos principais pontos a serem observados e a variabilidade espacial e a qualidade de semeadura. Portanto objetivou-se avaliar a variabilidade espacial e a qualidade de semeadura da soja e do milho. A coleta de dados ocorreu no município de Dourados, MS, na Fazenda Santa Hilda. Foram coletados espacialmente com malha amostral de um ponto cada 0,5 ha a quantidade de plantas em dois metros e a distância de plantas a fim de calcular a distribuição longitudinal, avaliando os espaçamentos normais, falhos e duplos e o estande de plantas. Os dados foram analisados utilizando-se a estatística descritiva, a geoesestatística para confecção de mapas de variabilidade espacial e o controle estatístico de qualidade. Portanto, a semeadura da soja e do milho foi considerada de baixa a moderada qualidade, por não atingir ou aproximar-se dos valores mínimos exigidos de estande de plantas.

**Palavras-chave:** agricultura de precisão, controle estatístico de qualidade, distribuição longitudinal, variabilidade espacial.

FRUTUOSO, B.T.S. **Seed quality of soybean and corn**. 2018. 31f. Monography (Undergraduate in Agricultural Engineering), Federal University of Grande Dourados, Dourados, MS.

### **ABSTRACT**

To obtain high yields one of the main points to be observed and the spatial variability and seeding quality. The objective of this study was to evaluate the spatial variability and sowing quality of soybean and corn. Data collection took place in the municipality of Dourados, MS, at Fazenda Santa Hilda. The number of plants in two meters and the spacing of plants were calculated by means of a sample mesh of one point per 0.5 ha, in order to calculate the longitudinal distribution, evaluating the normal, faulty and double spacing and the plant stand. The data were analyzed using descriptive statistics, geo-statistics for spatial variability maps and statistical quality control. Therefore, the sowing of soybean and corn was considered low to moderate quality, as it did not reach or approach the minimum values required of plant stands.

**KEYWORDS:** precision agriculture, statistical quality control, longitudinal distribution, spatial variability.

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas têm ocorrido várias mudanças na agricultura, e a busca sendo constante para o aumento da produtividade se torna cada vez mais, essencial a utilização de várias técnicas, entre elas a agricultura de precisão (AP). Estas ferramentas são de fundamental importância para os produtores, pois buscam tratar a área de forma heterogênea, cada talhão de forma individual, permitindo analisar sua variabilidade espacial para futuras tomadas de decisões, buscando auxiliar na racionalização de insumos, e posterior aumento da produtividade (VALERA e AZAMBUJA, 2016).

Para melhor entender os fatores que afetam a produtividade das culturas, um novo aspecto passou a ser considerado no manejo da produção agrícola: a variabilidade espacial. O seu conhecimento permite avaliar a variação dos atributos do solo, auxiliando a identificar alternativas de manejo do mesmo, para reduzir os efeitos da oscilação na produtividade das culturas.

Também possibilita a análise de mapas de produtividades visando conhecer as causas da inconsistência neste parâmetro, bem como na qualidade das culturas, gerando um conjunto de informações importantes na tomada de decisão quanto ao manejo.

No contexto de AP, a geoestatística vem sendo inserida como uma ferramenta eficiente no suporte de tomada de decisão de manejos, pois é utilizada para compreender a variabilidade espacial, de atributos do solo, planta e clima, auxiliando a interpretação dos resultados, com suporte da variabilidade obtida por meio dos mapas (GUEDES FILHO, 2009).

O estabelecimento e o desempenho de culturas agrícolas dependem, em parte, de uma semeadura adequada que, por sua vez, depende de fatores operacionais, edafoclimáticos e de manejo do solo. Portanto objetivou-se avaliar a variabilidade espacial e a qualidade de semeadura da soja e do milho.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Agricultura de precisão

O crescimento tecnológico em geoprocessamento, sistemas de posicionamento global e variadas tecnologias vêm possibilitando a agricultura a enxergar a propriedade rural, não só como uma única área agrícola, mais sim como diversas áreas com características distintas. Esta mudança na forma de conduzir a agricultura transforma o produtor rural em um empresário rural, por monitorar de maneira mais detalhada seu ambiente de produção.

Esta mudança permite entender a propriedade não de forma homogênea, e sim a tratando cada área de acordo com suas exigências, possibilitando ao produtor ter total conhecimento da área de produção de maneira detalhada.

Segundo Silva (1999), os primeiros critérios teóricos da agricultura de precisão (AP) surgiram em 1929, nos Estados Unidos, no entanto tornou-se mais conhecida na década de 80, devido à evolução e desenvolvimento de sistemas de posicionamento geográficos, sistemas de informações geográficas, monitoramento e a informática. Segundo Inamasul et al. (2014), no decorrer da década de 90, surgiram os primeiros GPS (Sistema de Posicionamento Global), o que proporcionou a instalação de receptores em colhedoras auxiliando o armazenamento de dados de produção associados a coordenadas geográficas. Atualmente, há um grande número de empresas fabricando máquinas, e empresas especializadas em desenvolver softwares. Para a agricultura de precisão, a disponibilidade destas máquinas e softwares alterou definitivamente o cenário da agricultura.

De acordo com Molin (2004), a agricultura atualmente praticada pela média, deixa de conceituar aspectos importantes. Com os mapas de produtividade, é possível observar que, em geral, as lavouras apresentam manchas com variação de produtividade, considerando que na atualidade é feita uma simplificação por falta de artifícios técnicos para melhor detalhamento de informações.

Segundo Molin (2004), inicialmente, a AP era tida como um conjunto de técnicas para o tratamento localizado da lavoura, sendo recentemente considerada uma definição mais sistemática. É um conjunto de tecnologias e procedimentos utilizados

para maximizar a lavoura e seus sistemas de produção, tendo como principal elemento a variabilidade espacial da produção e as causas nela envolvidas.

De posse destas informações de variabilidade, o segundo passo é ir em busca dos motivos a que se refere a esta variabilidade. Incluindo a fertilidade do solo por meio de amostragem. Analisados esse conjunto de dados e gerados os mapas, a interpretação das informações de variabilidade podem ser alcançados resultados satisfatórios a campo. Por fim, sabendo as causas de variabilidade na produção, inicia-se o tratamento das causas consideradas. Ainda de acordo com Molin (2004) para se chegar a este ponto o agricultor percorrerá um longo percurso de coleta de dados, interpretação e diagnósticos.

Molin (2004) ainda cita que a implantação de AP nas propriedades brasileiras, deve ser duradoura e progressiva, entretanto o aspecto econômico é o que tem limitado esse sistema devido ser necessário executar o processo por completo, no entanto a sua adoção vem crescendo fortemente nas propriedades brasileiras.

Segundo Coelho (2005), o sistema GNSS utiliza o conjunto NAVSTAR de 24 satélites distribuídos por seis planos orbitais, posicionados a 20200 km acima da superfície terrestre e com inclinação de 55° em relação ao equador determinam o posicionamento terrestre. São necessários no mínimo quatro satélites para à navegação e posicionamento.

O sistema de informações geográficas (SIG) é um conjunto de programas, equipamentos e metodologias, integrados de forma a tornar possível a coleta, armazenamento, processamento, manipulação e análise de dados georreferenciados num sistema comum de coordenadas (LISBOA FILHO e IOCHPE, 1996). O SIG tem a capacidade de análise espacial das relações e objetos geográficos, por meio de processamento de dados de diversas fontes, produzindo mapas. Com isso, os SIG's melhoram a maneira como usamos os mapas e simplificam a realização das análises, como por exemplo, mapas de produtividade, mapas de características físico-químicas do solo, mapas de infestação de plantas daninhas, pragas e doenças e relatórios climáticos. E permite a comparação destes mapas, o que melhora o entendimento do sistema de produção, tornando possível a constituição de modelos agrônômicos e tomada de decisões (COELHO, 2005).

O sensoriamento remoto estabelece a aquisição de informações de um objeto sem estar em contato direto com ele, seu principal objetivo na agricultura é a

interação de solos e plantas com energia eletromagnética. O sensoriamento remoto permite acessar a variabilidade espacial e temporal de uma área em uma propriedade ou região (COELHO, 2005).

## **2.2 Variabilidade Espacial**

É evidente que não se pode planejar e manejar o que não se conhece, acessar a variabilidade é a primeira etapa na agricultura de precisão. Os processos e propriedades no desempenho das culturas no campo variam no espaço e no tempo. As mudanças enfrentadas pela agricultura de precisão são adequadas na quantificação da variabilidade destes processos, determinando quando e onde as diferentes combinações são responsáveis, pelas variações no desenvolvimento e produção das culturas (COELHO, 2005).

Coelho (2005) cita que vários padrões são recomendados e utilizados para acessar a variabilidade espacial das culturas em uma determinada área, incorporando monitores de colheita, mapas de solos, aerofotografias, amostragem agrupadas de solos (malha amostra), sensores eletrônicos e sensoriamento remoto. Compor um mapa de colheita define a variação espacial da produção de uma cultura no campo, mais não explica a variabilidade observada. Portanto, os dados de desempenho da cultura devem ser incorporados com outras informações, para a compreensão das causas da variação observada.

Devido à grande versatilidade observada na produção das culturas, é importante, para a aplicação de tecnologias da agricultura de precisão para quantificar a estrutura espacial dessa variabilidade e, também, identificar no campo onde as altas e baixas produtividades estão fixadas. Se as variações não apresentam espacial estrutura, ou seja, ela ocorre ao acaso em áreas muito pequenas de ser manejada, a melhor estimativa para qualquer parâmetro obtido dessa área é o valor médio ou a mediana e a melhor maneira de se maneja-la é empregar os conceitos da agricultura convencional (COELHO, 2005).

### 2.3 Geoestatística

A agricultura de precisão dispõe de princípios de manejo, relacionados a variabilidade da área, o que necessita de técnicas para estimar e mapear essa variabilidade espacial dos atributos e propriedades do solo. A ferramenta de análise de geoestatística consistiu-se na maneira mais correta que se conhece para analisar a variabilidade espacial segundo Varela e Azambuja 2016 apud (VIEIRA, 2003).

O termo geoestatística é um tópico da estatística aplicada que trata de problemas referentes a variáveis regionalizadas, as quais tem comportamento espacial mostrando características intermediárias entre as variáveis verdadeiramente aleatórias e as totalmente determinísticas (LANDIM, 1998).

As aplicações da geoestatística, voltadas para fornecer informações em suporte à agricultura estão à caracterização e modelagem espacial e temporal, para geração de mapas, semivariogramas utilizados para investigar a correlação dos dados, e a interpolação por Krigagem, que relaciona os vizinhos mais próximos do ponto estimado (VARELA e AZAMBUJA, 2016).

Segundo Vieira (2000) para a confecção de mapas de isolinhas, a ferramenta mais adequada para medir a dependência espacial é o semivariograma o qual por meio de uma correlação espacial usa o método de interpolação por Krigagem, que consiste em analisar os pontos mais próximos ao ponto a ser estimado.

De acordo com Vieira (2000), a Krigagem é uma ferramenta utilizada na geoestatística para estimar valores de uma propriedade para regiões onde esta mesma propriedade não foi medida. Para se utilizar esta ferramenta é necessário que exista dependência espacial definida pelo semivariograma. A krigagem estima valores espacialmente distribuídos, a partir de valores próximos independentes, os quais são selecionados de maneira que a estimativa não seja tendenciosa. A estimativa de valores para localidades não amostradas, pela técnica krigagem, possibilita estipular um mapa da área em estudo.

### 2.4 Semeadura

A produtividade de uma cultura é limitada pela interação entre a planta e o meio de produção e manejo. Entre as práticas de manejo a época de semeadura, a

escolha da variedade, o espaçamento e a densidade de semeadura são as que influenciam a produtividade da lavoura (MAUAD, 2010).

A densidade de semeadura é fator determinante para o arranjo das plantas no ambiente de produção e influencia o crescimento da cultura (MAUAD, 2010). Portanto, a densidade de semeadura interfere na qualidade e na distribuição longitudinal das culturas. Segundo Cortez (2007), no crescimento, desenvolvimento e rendimento da soja resultam na interação entre o potencial genético de determinada cultivar com o ambiente.

Ainda segundo Cortez (2007), as operações de semeadura-adubação são de fundamental importância para o estabelecimento de culturas anuais produtoras de grãos. As semeadoras-adubadoras, além de serem adaptadas as diferentes espécies, cultivares, profundidades, densidades e espaçamentos, devem ser robustas e resistentes e possuir componentes como discos de corte de palhada e rompedores capazes de cortar a vegetação e os restos culturais, alocando as sementes em profundidade uniforme no solo.

Cortez (2007) apud Anderson (2001), cita que a semeadora-adubadora não possuir precisão nos mecanismos dosadores de sementes e fertilizantes pode comprometer a semeadura, e que a uniformidade na distribuição a velocidade de deslocamento e quantidade de fertilizantes e sementes nos reservatórios devem ser mantidas. No entanto, para ter eficiência na semeadura, é necessário regular adequadamente a máquina.

O processo de semeadura busca a adequada distribuição longitudinal das sementes no solo, aliada a uma correta profundidade de deposição das sementes, para se obter de um bom estande. É uma das etapas que exige integridade em sua execução, pois pode comprometer a rentabilidade da atividade (WEIRICH NETO, et al 2015).

Estudos apontam que a eficiência dos mecanismos de distribuição de sementes das semeadoras-adubadoras é explicada pelos seguintes critérios: profundidade de deposição das sementes, número de plântulas emergidas, espaçamento entre plântulas, deslizamento de rodas de tração e acionamento, força de tração exigida e potência consumida (VARELA e AZAMBUJA 2016).

O tamanho dos pratos ou discos rotativos dosadores perfurados, nos quais as sementes são inseridas, também vão influenciar na qualidade da semeadura,

dependendo da velocidade de trabalho requerida, permitindo o produtor definir uma regulagem de acordo com o estande desejado (VARELA e AZAMBUJA, 2016).

## **2.5 Ferramentas de qualidade**

De acordo com Milan e Fernandes (2002) para as empresas um dos pontos fundamentais, para o sucesso é a estabilidade dos processos de rotinas garantindo a confiabilidade do produto. Uma definição aceita para a qualidade é a redução da variabilidade que quanto menor, melhor foi a confiabilidade e aceitação do produto ou serviço.

Segundo Milan e Fernandes (2002) apud Bonilla (1995) e Montgomery (1996) cita que o controle estático de processos (CEP) é um conjunto de ferramentas fundamental para a solução de problemas para a obtenção da estabilidade do processo e aumento da eficácia, através da redução da variabilidade.

O CEP tem por finalidade controlar o processo produtivo através da identificação das várias fontes de variabilidade. Por meio de gráficos permite identificar se o processo esta sob controle ou não, ou seja, os gráficos de controle possibilitam identificar as causas e anormalidades estatísticas. No entanto, mesmo como o uso de gráficos não é possível analisar todas as causas de uma operação, no geral eles analisam causas da variabilidade (POZZOBON, 2001).

Segundo Pozzobon (2001), o objetivo da análise de processos é encontrar as causas de dispersão do processo e suas irregularidades que aparecem no decorrer do tempo por meio da plotagem periódica de dados observados, do monitoramento do comportamento da variabilidade e da ação corretiva e imediata.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local

O trabalho foi conduzido na Fazenda Santa Hilda, localizada na MS 162 km 5, município de Dourados, com coordenadas de  $-22.2049813^\circ$  norte e  $-54.8430849^\circ$  sul (Figura 1). O clima é tipo CWa, segundo a classificação Köppen. O solo da área é um Latossolo Vermelho distroférrico, com 19,77% de areia, 29,24% de silte e 50,98% de argila na camada de 0-0,10 m

A área experimental foi conduzida por mais de 15 anos em sistema plantio direto, com 50 ha, tendo como culturas de verão soja e inverno milho, em um sistema de sucessão de culturas sem revolvimento do solo.

Foi utilizada uma malha amostral composta por 101 pontos amostrais distribuídos na área por meio de um sistema de informatizado com uma amostra a cada 0,5 ha.

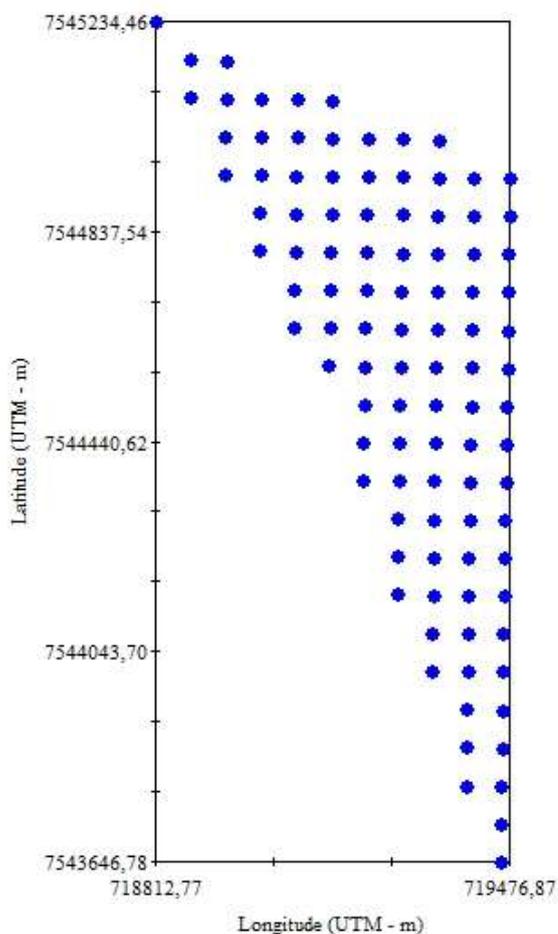


FIGURA 1. Pontos amostrais após a semeadura de soja e milho.

### **3.2 Equipamentos**

Na semeadura foi utilizado um trator 8260r John Deere 4x2 TDA, com 217 kW (295 cv) de potência nominal no motor a uma rotação 1600 rpm. A semeadora-adubadora utilizada foi com sistema pneumático de distribuição, e haste sulcadora para adubo, possuindo de 12 fileiras espaçadas a 0,50 m com dosador de adubo tipo helicoidal, discos para semente de 45 furos, e rodas duplas anguladas para compactação. A semeadora foi regulada para distribuir 12 sementes por metro, a variedade de soja Agroeste 3610 intacta com 98% de pureza, 95% de germinação e densidade de 240 mil plantas por hectare no sistema semeadura direta com velocidade de 6,6 km h<sup>-1</sup>, para o milho a semeadora foi regulada para 3 sementes por metro de uma variedade de milho híbrido de ciclo curto, com 98% de pureza, 85% de germinação e densidade de semeadura de 60 mil plantas por hectare a uma velocidade de 5,5 km h<sup>-1</sup>.

### **3.3 Georreferenciamento dos pontos amostrais**

O georreferenciamento dos pontos amostrais para a análise de uniformidade de semeadura foi realizado pela utilização do aplicativo de GNSS disponível para o sistema operacional Android, chamado C7GPS Dados e C7GPS Malha, utilizando coordenadas métricas (UTM WGS84).

A distribuição de pontos amostrais para as análises de uniformidade de semeadura foi feita em grade regular de 0,5 hectares por célula. Esta grade regular com as respectivas coordenadas foi inserida no receptor, os pontos foram localizados na área estudada e foi feita a identificação das linhas de semeadura para análise do coeficiente de variação (C.V.) de distribuição de plantas.

Em cada ponto foram analisadas três linhas de semeadura de dois metros de comprimento cada.

### **3.4 Atributos**

#### **3.4.1 Estande de plantas**

Foram coletadas o número de plântulas de soja e milho emergidas em dois metros consecutivos em cada ponto amostral com auxílio de uma trena, sendo três replicações por ponto.

#### **3.4.2 Distribuição longitudinal**

Na avaliação de distribuição longitudinal ou uniformidade de espaçamentos entre plântulas foi utilizado uma trena para verificação a campo da distância entre plântulas, em três replicações por ponto de dois metros de comprimento. A porcentagem de espaçamentos normais, falhos e duplos foi obtida de acordo com Kurachi et al. (1989), considerando-se porcentagens de espaçamentos: "duplos" (D):  $< 0,5$  vez o  $X_{ref}$  espaçamento de referência, normais" (A):  $0,5 < X_{ref} < 1,5$ , e "falhos" (F):  $> 1,5$  vez o  $X_{ref}$ . Para a soja o  $X_{ref}$  foi de 8,03, e para o milho de 35 cm.

### **3.5 Análise dos dados**

Inicialmente, os dados foram analisados por meio da estatística descritiva, segundo Vieira et al. (2000), obtendo-se média, variância, coeficiente de variação, assimetria e curtose. Foi utilizado o teste Ryan-Joiner para verificar a normalidade dos dados.

Para verificação da dependência espacial, a interpolação dos dados para construção de mapas foi empregada à análise geoestatística. Foi construído o semivariograma, partindo das pressuposições de estacionaridade da hipótese intrínseca e do cálculo da função semivariância. Foi calculado o semivariograma para analisar a dependência espacial. O ajuste do semivariograma foi efetuado considerando-se o maior valor do coeficiente de determinação ( $r^2$ ), menor valor da soma de quadrados dos desvios (RSS) e maior valor do avaliador de dependência espacial (ADE).

O ajuste do semivariograma foi realizado verificando-se visualmente os modelos e os parâmetros que melhor se ajustou e colocando-os a prova da validação cruzada, observando o valor do coeficiente angular. O semivariograma experimental fornece estimativas dos parâmetros: efeito pepita ( $C_0$ ), patamar ( $C_0 + C$ ) e alcance. O efeito pepita ( $C_0$ ) é o parâmetro do semivariograma que indica a variabilidade não explicada dos modelos, considerando a distância ( $h$ ) de amostragem utilizada. O semivariograma apresenta efeito pepita puro quando a semivariância for igual para todos os valores de  $h$ . O patamar ( $C_0 + C$ ) é o valor da semivariância em que a curva se estabiliza sobre um valor constante, sendo representado pelo ponto em que toda a semivariância da amostra é de influência aleatória. À medida que  $h$  aumenta a semivariância também aumenta até um valor máximo no qual se estabiliza. O alcance da dependência espacial representa a distância na qual os pontos amostrais estão correlacionados entre si. O grau da dependência espacial (ADE) foi classificado; segundo Landim (1998), como fraco <25%, moderado entre 25 e 75%, e forte >75%, respectivamente.

Em seguida à modelagem dos semivariogramas, foi realizada a interpolação por krigagem ordinária, sendo esta uma técnica de interpolação para estimativa de valores de uma propriedade em locais não amostrados. A krigagem faz uso de um interpolador linear não tendencioso e de variância mínima, que assegura a melhor estimativa dos dados não amostrados. Por meio da interpolação por krigagem, os mapas de isolinhas (bidimensionais) foram construídos para o detalhamento espacial dos dados coletados.

Para averiguar a estabilidade do processo foram utilizadas as cartas de controle a partir dos limites inferior (LIC) e superior de controle (LSC) (TRINDADE et al. 2000). As cartas utilizam do desvio padrão como referência para indicar a estabilidade do processo, pontos acima de três vezes o desvio padrão indicam falta de controle e qualidade do processo.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Estatística descritiva

O estande de plantas de soja (Quadro 1) encontrasse dentro do recomendado para semeadura de 12,5 a 15 plantas por metro (COPETTI, 2003), e conforme Tourino et al. (2002), em que afirmam que de 10 a 15 plantas não ocorre redução de produtividade. No estande de plantas o CV (coeficiente de variação) foi médio (Quadro 1), pois é considerado baixo quando menor que 10%, médio entre 15 e 50%, e alto acima de 50%, conforme Warrick e Nielsen (1980). Para espaçamentos normais, falho e duplo o CV foi considerado baixo, médio e médio, respectivamente.

QUADRO 1. Estatística descritiva dos dados de estande e distribuição longitudinal para a cultura da soja (2016).

Parâmetros	Distribuição longitudinal			
	Estande (plantas por metro)	Normal (%)	Falho (%)	Duplo (%)
Média	12,46	67,22	15,60	17,19
DP	1,44	5,76	6,23	6,70
Variância	2,06	33,23	38,79	44,93
CV	11,53	8,58	39,94	39,00
Mínimo	8,00	50,09	4,11	4,17
Mediana	12,50	66,66	14,88	16,61
Máximo	16,50	81,16	37,32	33,34
Assimetria	-0,19	-0,21	0,78	0,23
Curtose	0,31	0,39	0,94	-0,89
Probabilidade	>0,10*	>0,10*	<0,01**	0,043**

\* $p \geq 0,05$  dados normais, não significativos - simétrico; \*\*  $p < 0,05$  dados não normais, significativo - assimétrico. DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação;

Estudos apontam que assimetria é o grau de desvio, ou afastamento de uma distribuição, se a assimetria for maior que zero a distribuição é simétrica positiva. Os coeficientes de assimetria e curtose devem estar próximos de zero, sinal de que as variáveis apresentam distribuição próxima à normal (TAVARES et al., 2012). Desse modo, os valores de assimetria e curtose para os atributos do Quadro 1, estão próximos da normalidade. Com a probabilidade, confirma-se ou não a assimetria dos dados. Para

o estande de plantas e espaçamentos normais foi considerado não significativo, ou seja, dados normais, simétricos (Quadro 1).

Os valores de distribuição normal foram baixos, considerando que uma semeadora pneumática deve ter 90% de espaçamentos normais (MIALHE, 1996). Na distribuição longitudinal o coeficiente de variação (CV) foi baixo para a distribuição normal, e médio para falho e duplo (Quadro 1), conforme Warrick e Nielsen (1980).

Ao avaliar a semeadura da cultura do milho observou-se um estande de plantas próximo ao recomendado para uma semeadura de segunda safra (Quadro 2). Cruz et al. (2018) afirmam que para os híbridos triplos e simples, é frequente a densidade de 50 a 60 mil plantas por ha, o que em um espaçamento de 0,50 m entre fileiras resultaria em 2,5 a 3,0 sementes por metro.

QUADRO 2. Estatística descritiva dos dados de estande e distribuição longitudinal para a cultura do milho (2017).

Parâmetros	Distribuição longitudinal			
	Estande (plantas por metro)	Normal (%)	Falho (%)	Duplo (%)
Média	2,85	86,22	11,76	2,01
DP	0,27	10,03	8,62	3,88
Variância	0,07	100,78	74,25	15,07
CV	9,52	11,64	73,22	192,84
Mínimo	2,2	51,70	0	0
Mediana	2,80	86,70	12,20	0
Máximo	3,3	100	41,70	16,70
Assimetria	-0,27	-0,73	0,70	2,01
Curtose	-0,11	0,64	0,58	3,51
Probabilidade	0,046**	0,048**	0,086*	0,037**

\* $p \geq 0,05$  dados normais, não significativos - simétrico; \*\*  $p < 0,05$  dados não normais, significativo - assimétrico. DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação;

No estande de plantas o coeficiente de variação (CV) foi baixo (Quadro 2), médio para espaçamentos normais, e alto para falho e duplo, conforme Warrick e Nielsen (1980). A assimetria e curtose dos dados do Quadro 2 estão próximos a zero indicando normalidade. Com a probabilidade dos dados confirmou a simetria apenas para espaçamento falho.

O valor obtido para distribuição normal foi moderado para semeadura, pois segundo Mialhe (1996) uma semeadora pneumática deve ter uma precisão de 90%, e os resultados médios ficaram próximo desse valor. Para o coeficiente de variação (CV) nos

resultados obtidos verificou-se no Quadro 2 que foi baixo para estande, médio para espaçamentos normais e alto para falho e duplo, para a semeadura do milho.

Na assimetria e curtose, para os resultados do Quadro 2, foram considerados próximos a normalidade exceto o espaçamento falho. Com o teste de normalidade confirmou-se como dados simétricos, normais, apenas espaçamento falho.

#### 4.2 Geoestatística e mapas de isolinhas

Foi escolhido o modelo teórico esférico e exponencial, ajustado de acordo com o semivariograma experimental, que pode ser utilizado para modelar fenômenos que possuem capacidade finita de dispersão (Quadro 3).

Ao analisar a dependência espacial (ADE) verificou-se que há forte dependência espacial para estande, normal e falho, sendo moderada para o espaçamento duplo (Quadro 3), conforme Landim (1998).

QUADRO 3. Dados ajustados do semivariograma para estande e distribuição longitudinal da soja.

Fator	Estande (plantas por metro)	Distribuição longitudinal		
		Normal (%)	Falho (%)	Duplo (%)
		Semivariograma		
Modelo	Esférico	Esférico	Esférico	Exponencial
Co	0,43	6,65	9,0	19,69
Co+c	2,25	33,17	40,96	46,34
Alcance (m)	189,00	104	203	70,20
		Avaliação de dependência espacial		
ADE	0,81	0,80	0,78	0,50
Classe	Forte	Forte	Forte	Moderada

Co: efeito pepita; Co+c: patamar; ADE; avaliação de dependência espacial; M: moderada; A: aberta.

Para o estande de plantas do milho e distribuição longitudinal verificou-se ajuste no modelo esférico e exponencial. Sendo a dependência espacial classificada como moderada para estande e espaçamento duplo, e forte para espaçamento normal e falho, conforme Landim (1998).

QUADRO 4. Dados ajustados do semivariograma para estande e distribuição longitudinal do milho 2017.

Fator	Estande (plantas por metro)	Distribuição longitudinal		
		Normal (%)	Falho (%)	Duplo (%)
Semivariograma				
Modelo	Exponencial	Esférico	Exponencial	Exponencial
Co	0,02	22,40	16,60	4,13
Co+c	0,07	101,10	67,96	13,31
Alcance (m)	34,60	79,00	20,20	31,50
Avaliação de dependência espacial				
ADE	0,69	0,78	75,60	0,69
Classe	Moderada	Forte	Forte	Moderada

Co: efeito pepita; Co+c: patamar; ADE; avaliação de dependência espacial; M: moderada.

Na Figura 2a visualiza-se a espacialização do estande de plantas por metro, na cultura da soja. Esses resultados demonstram que em média 88 % da área apresentou um estande de 11 a 12 plantas por metro o que é satisfatório (TOURINO et al., 2002).

Para o milho (Figura 2B) pode-se observar que a maior parte da área ficou com estande entre 2,7 e 3,0 plantas por metro.

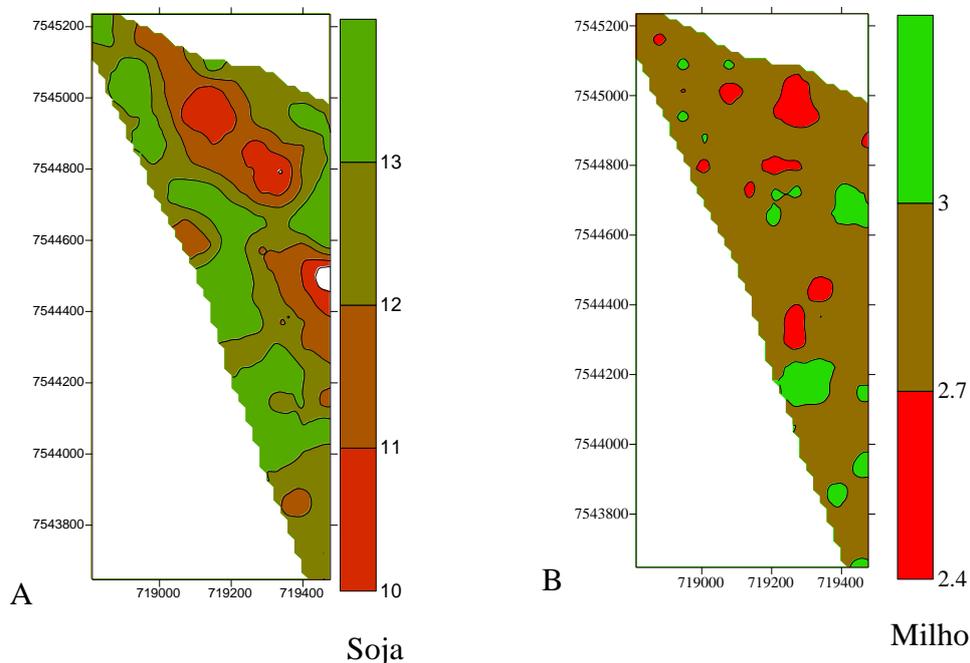


FIGURA 2. Espacialização do estande de plantas por metro (A- soja, B – milho).

Na Figura 3A observa-se a distribuição para espaçamento normal na cultura da soja e verifica-se maior parte da área com valores abaixo 75%. Torino e

Klingenstein (1983) citado por Santos et al. (2011), sugere a classificação para semeadura como ótimo o desempenho para a semeadora que distribuir de 90 a 100% das sementes na faixa de espaçamentos aceitáveis, bom desempenho de 75 a 90%, regular de 50 a 75%, e insatisfatório abaixo de 50%. Neste caso a semeadura da soja foi regular.

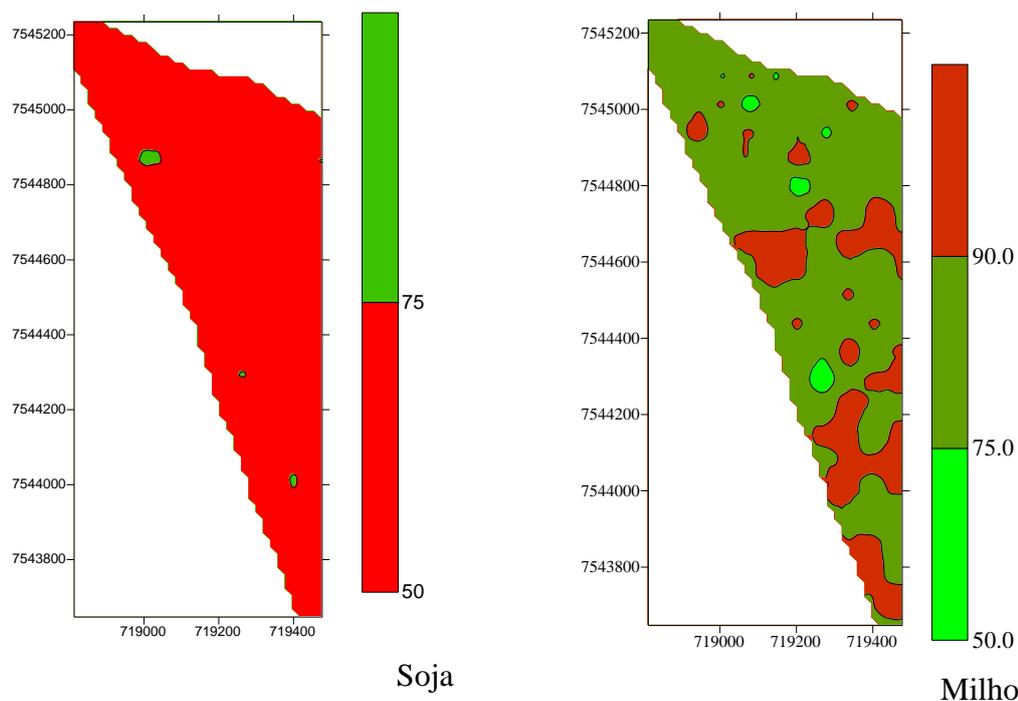


FIGURA 3. Espacialização da distribuição longitudinal para espaçamentos normais (%) (A- soja, B – milho).

De acordo com Santos et al (2011), estudos apontam que a uniformidade de distribuição longitudinal de sementes como uma das características que contribuem para um estande adequado de plantas e, conseqüentemente, para a melhoria da produtividade.

Na Figura 3B observou-se a espacialização da distribuição longitudinal para espaçamentos normais do milho, verificam-se valores nas classes de desempenho ótimo, bom e regular (Torino e Klingenstein (1983) citado por Santos et al. (2011)). Sendo a maior parte da área com bom desempenho (75 a 90%).

Na Figura 4a e 4b para falhos e duplos da cultura de soja e milho, verifica-se a maiores problemas na semeadura da soja associado a ambos os fatores. Mas para o milho verificam-se maiores problemas com falho, já que os valores de duplo foram baixos. Associando estes resultados aos obtidos na distribuição para espaçamentos

normais, podemos considerar que a semeadura foi moderada. E de acordo com estes dados pode-se afirmar que a regulação dos mecanismos dosadores de sementes, a velocidade de trabalho, e a profundidade de semeadura, podem ter influenciado nestes resultados.

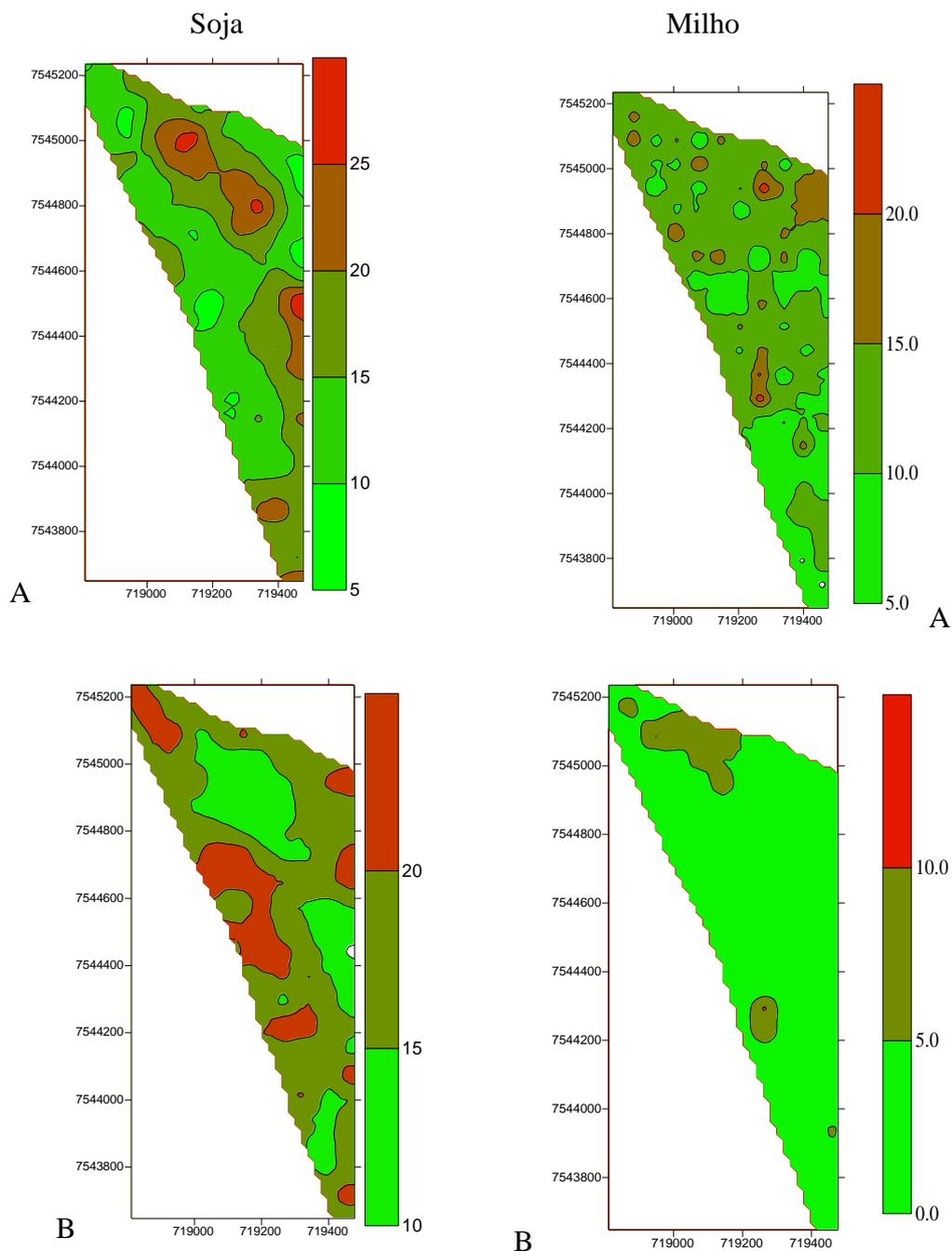
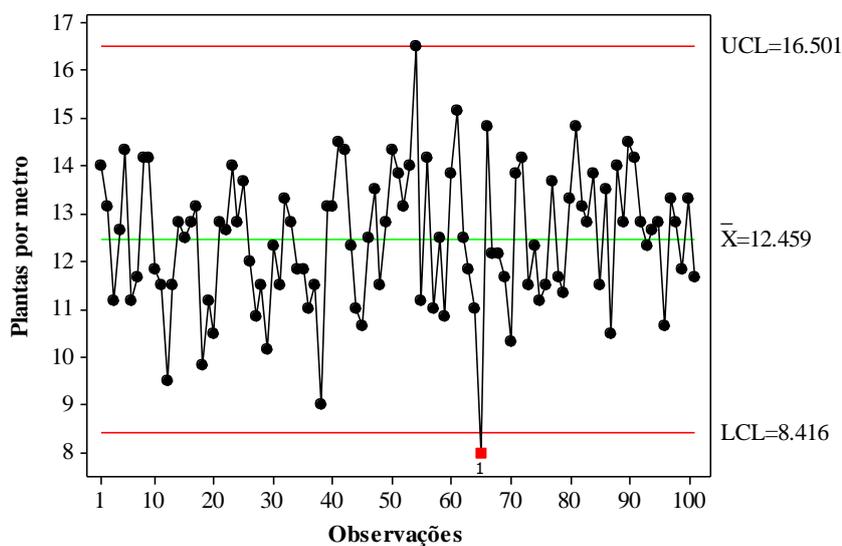


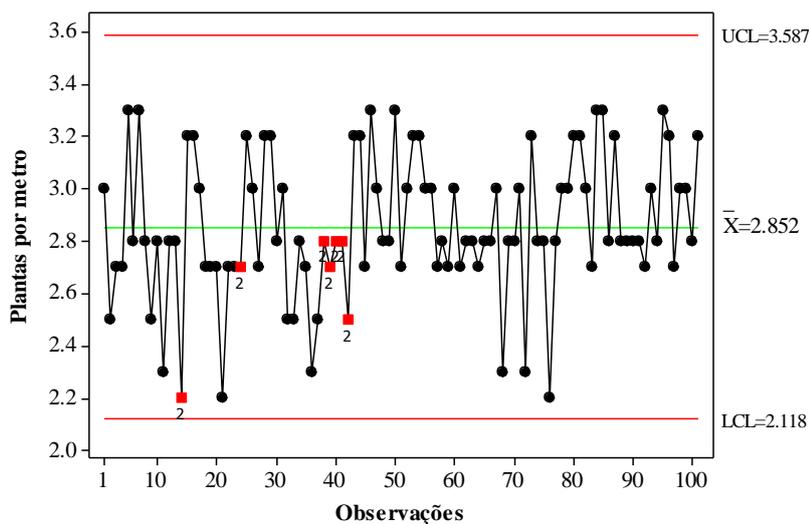
FIGURA 4. Espacialização da distribuição longitudinal para falho e duplo (%) (A – falho; B - duplo).

### 4.3 Controle de qualidade

Ao analisar o estado de plantas de soja e milho por meio das cartas de controle, (Figura 5), foi possível observar o comportamento instável durante a operação de semeadura apresentando um ponto fora do limite inferior e um ponto na linha de limite superior para a soja. Para o milho, no entanto houve estabilidade na operação de semeadura, pois não apresenta pontos fora dos limites superiores e inferiores, e os pontos permanecem estáveis em torno da média.



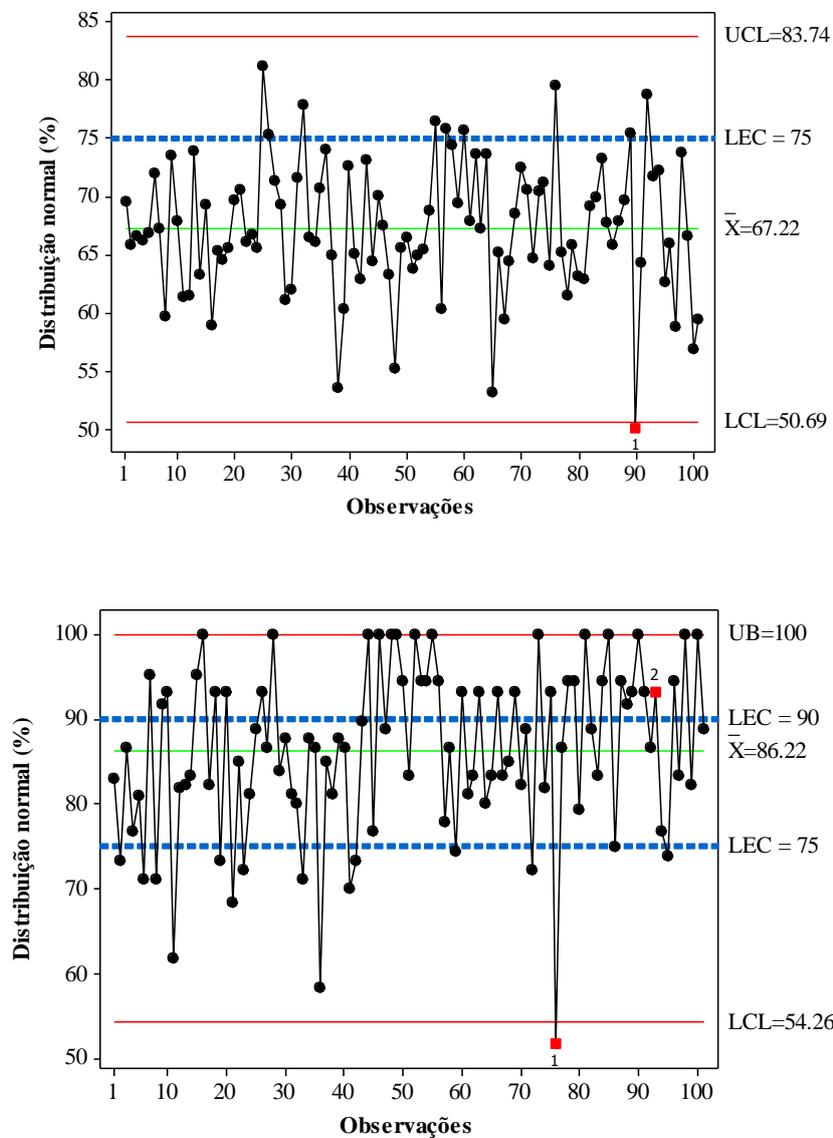
Soja



Milho

FIGURA 5. Cartas de controle para estado de plantas para soja e milho (plantas por metro).

Na carta de controle para distribuição longitudinal normal da soja e do milho (Figura 6), verificou-se um ponto fora do limite inferior.



Soja

Milho

FIGURA 6. Cartas de controle para distribuição longitudinal normal (%) de soja e milho.

Comparando a semeadura de soja e milho em relação aos limites específicos de controle (LEC), na soja maior parte dos pontos ficaram abaixo de 75%, enquanto no milho parte dos pontos estiveram acima de 90%, e outra parte entre 75 e 90%, e poucos pontos abaixo de 75%. Indicando um semeadura ótimo e bom.

Mediante a dificuldade em determinar os fatores envolvidos nas operações agrícolas, o controle estatístico do processo (CEP) pode ser utilizado na agricultura com

objetivo de identificar as causas que afetem a eficiência e eficácia destas operações, dessa forma o uso da ferramenta de qualidade é primordial para assegurar o desempenho do processo. Desse modo, o estudo mais detalhado da qualidade de operação de semeadura da soja e milho, pode proporcionar resultados mais satisfatórios aos agricultores da região, possibilitando juntamente com outras práticas de manejo, elevar o estande de soja e milho, e conseqüentemente, a produtividade das lavouras.

## 5 CONCLUSÕES

Os estandes de plantas e a distribuição longitudinal para milho e soja apresentam dependência espacial.

O estande e a distribuição normal apresentam valores moderados exigidos para semeadura de qualidade.

O estande de plantas para soja apresenta um ponto fora dos limites inferiores e superiores, no entanto, se encontra sob controle, por apresentar apenas 1% dos pontos fora dos limites, como também a distribuição longitudinal para espaçamentos normais na soja.

A semeadura foi considerada de moderada qualidade atingindo valores de até 70%.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COELHO, A.M. **Agricultura de precisão: manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e culturas**. Sete Lagoas: Embrapa milho e sorgo, 2005. 60 p.

COPETTI, E. Plantadoras: Distribuição de sementes. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, n.18, p.14-17. 2003.

CORTEZ, J.W. **Densidade de semeadura da soja em profundidade de posição de adubo no sistema plantio direto**. 2007. 87f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2007.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; ALBUQUERQUE FILHO, M.R. **Espaçamento e Densidade**. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_49\\_168200511159.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_49_168200511159.html) . Acesso em: 15 de fev. 2018.

GARCIA, L.C.; JASPER, R.; JASPER, M.; FORNARI, A.J.; BLUM, J. Influência da velocidade de deslocamento na semeadura do milho. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.26, n.2, p.520-527, 2006.

GUEDES FILHO, O. **Variabilidade espacial e temporal de mapas de colheita e atributos do solo em um sistema de semeadura direta**. 2009. 97 f. Dissertação (mestrado) – Instituto agronômico de Campinas, 2009.

KURACHI, S.A.H.; COSTA, J.A.S.; BERNARDI, J.A.; COELHO, J.L.D.; SILVEIRA, G.M. Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaio e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. **Bragantia**, Campinas, v.48, n.2, p.249-62, 1989.

LANDIM, P.M.B. **Análise estatística de dados geológicos**. São Paulo: Editora UNESP, 1998. 226p.

LANDIM, P.M.B. Sobre Geoestatística e mapas. **Terra e Didática**, Rio claro, v.2, n.1, p.19-33, 2006

LISBOA FILHO, J; IOCHPE, C. **Introdução a sistemas de informações geográficas com ênfase em banco de dados**. 1996. 48f. Universidade Federal de Viçosa, 1996.

MAUAD, M; SILVA T.L.B; ALMEIDA NETO, A.I; ABREU, V.G. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Revista Agrarian**. Dourados, v.3, n.9, p.175-181, 2010.

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

MIALHE, L.G. **Maquinas agrícolas: ensaios & certificação**. Piracicaba, SP: FEALQ, 1996. 722p.

MILAN, M; FERNANDES, R.V.T. Qualidade das operações de preparo de solo por controle estatístico de processo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba v.59, n.2, p.261-266, 2002.

MOLIM, J.P. Tendências da Agricultura de Precisão no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão, I, 2004, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: FEALq, 2004, 10p.

NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V., V.H. & SCHAEFER, G.R., eds. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1, p.1-54.

PAUDA, G.P; ZITO, R.K; ARANTES, N.E; FRANÇA NETO, J.B. Influencia do tamanho da semente na qualidade fisiológica na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Uberaba, v. 32, n. 3 p. 009-016, 2010.

POZZOBON, E.M.P. **Aplicação do controle estático do processo**. 2001. 130f. Dissertação – (mestrado). Universidade Federal de Santa Maria – RS. 2001.

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

SILVA, L.S.C.V. Aplicação do controle estatístico de processos na indústria de laticínios Lactoplasa: em estudo de caso. 1999. Dissertação. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 1999.

TAVARES, U. E.; ROLIM, M. M.; PEDROSA, E. M. R.; MONTENEGRO, A. A. A.; MAGALHÃES, A. G.; BARRETO, M. T. L. Variabilidade espacial de atributos físicos e mecânicos de um Argissolo sob cultivo de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.11, p.1206-1214, 2012.

TRINDADE, C.; REZENDE, J.L.P.; JACOVINE, L.A.G.; SARTORIO, M.L. **Ferramentas da qualidade: aplicação na atividade florestal**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 124p.

TOURINO M.C.C.; REZENDE, P.M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura no rendimento dos grãos e características agrônômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, p.1071-1078, 2002.

VARELA, L.A; AZAMBUJA, L.F. **Variabilidade espacial e qualidade de semeadura do milho safrinha**. 2016. 34f. Monografia (Graduação) – Universidade Federal da Grande Dourados. Faculdade de Ciências Agrárias, 2016.

VIEIRA, S.R. **Geoestatística Aplicada a Agricultura de Precisão**. Campinas – SP: Instituto agrônômico 2000. 17p.

WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. **Spatial variability of soil physical properties in the field**. In: HILLEL, D. Environmental soil physics. New York: Academic, p.655-675, 1980.

WEIRICH NETO, P.H; FORNARI, A.J; JUSTINO, A; GRACIA, L.C. Qualidade na semeadura do milho. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.35, n.1, p.171-179, 2015.

YNAMASUL, R.Y; BERNAD, A.C.C. **Agricultura de precisão**. São Carlos: Embrapa instrumentação, 2014. p 13.