



UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DA BAHIA  
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE LUÍS EDUARDO MAGALHÃES  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LUAN RENJI MAKIO

**CONTROLE DE QUALIDADE NA PRODUÇÃO DE SOJA: UM  
ESTUDO DE CASO EM FAZENDA DA REGIÃO OESTE DA BAHIA**

LUIS EDUARDO MAGALHÃES – BAHIA

2024

LUAN RENJI MAKIO

**CONTROLE DE QUALIDADE NA PRODUÇÃO DE SOJA: UM  
ESTUDO DE CASO EM FAZENDA DA REGIÃO OESTE DA BAHIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal do Oeste da Bahia -  
UFOB, Centro Multidisciplinar de Luís  
Eduardo Magalhães, como requisito para a  
obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Adriano David Monteiro  
de Barros

LUIS EDUARDO MAGALHÃES – BAHIA

2024

## FICHA CATALOGRÁFICA

---

M235 Makio, Luan Renji.

Controle de qualidade na produção de soja: um estudo de caso em fazenda da região oeste da Bahia. / Luan Renji Makio. – 2024.

30 f.; il. color.

Orientador: Prof. Dr. Adriano David Monteiro de Barros.

Trabalho de Conclusão de Curso: (Graduação em Engenharia de Produção) –  
Universidade Federal do Oeste da Bahia. Centro Multidisciplinar de Luís Eduardo Magalhães,  
Luís Eduardo Magalhães, BA, 2024.

1. Engenharia de Produção. 2. Controle da qualidade. 3. Controle da Produção – Bahia,  
Região oeste da.

I. Barros, Adriano David Monteiro de. II. Universidade Federal do Oeste da Bahia – Centro  
Multidisciplinar de Luís Eduardo Magalhães. III. Título.

CDD: 658.78

---

BIBLIOTECAS UFOB - Biblioteca Universitária de Luís Eduardo Magalhães

LUAN RENJI MAKIO

**CONTROLE DE QUALIDADE NA PRODUÇÃO DE SOJA: UM  
ESTUDO DE CASO EM FAZENDA DA REGIÃO OESTE DA BAHIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal do Oeste da Bahia, Centro Multidisciplinar de Luís Eduardo Magalhães, como requisito para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Adriano David Monteiro de Barros

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Dr. Adriano David Monteiro de Barros**  
**UFOB – Universidade Federal do Oeste da Bahia**

---

**Prof. Dr. Armando Dias Duarte**  
**UFOB – Universidade Federal do Oeste da Bahia**

---

**Prof. Msc. Leonardo Rospi**  
**UFOB – Universidade Federal do Oeste da Bahia**

(A versão assinada deste documento encontra-se com a coordenação de curso)

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradecer a Deus e seu filho Jesus Cristo por permitir iniciar e finalmente concluir mais uma etapa de extrema importância para minha vida pessoal e profissional.

Segundamente, agradecer por toda minha família que sempre me apoiou, incentivou a nunca desistir e seguir com minhas metas e objetivos. Especialmente minha esposa Brenda, minha mãe Rosemara, meu pai Edson, pois sempre foram a base forte da minha caminhada, além de demonstrar a importância do conhecimento acadêmico, na jornada da carreira de trabalho mundo a fora.

Além disso, mesmo com as diversas dificuldades encontradas no decorrer do curso, agradeço a todo corpo docente e servidores técnicos da Universidade Federal do Oeste da Bahia, pois mesmo com as muitas adversidades, sempre persistiram em seguir com a formação dos discentes de graduação do curso.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Adriano David Monteiro de Barros, o agradecimento vai além da excelente formação e habilidades desenvolvidas pelo mesmo. Pois, nos momentos mais complicados e desafiadores que enfrentei nessa jornada, foi ele quem me ajudou nas tomadas das decisões e orientações muitas vezes severas para o êxito do trabalho.

Por fim, agradeço também todos os discentes, monitores, representantes de entidades estudantis, que também sempre me auxiliaram no desenvolvimento de habilidades que só poderiam ser descobertas e evoluídas com as experiências que tive com todas essas entidades. Sendo algumas delas em especial como, Diretório Acadêmico, Empresa Júnior, Núcleo Bahiano de Engenharia de Produção, Atlética, Conselho Diretor, dentre outros.

## RESUMO

De acordo com a necessidade competitiva mercadológica atual, concretiza-se que existe a necessidade do controle e monitoramento da produção das empresas e entidades. Independentemente do setor de atuação dessas organizações. Sendo assim, devido à grande área de atuação das entidades no setor agrônômico da região, o presente estudo tem como objetivo apresentar o controle e monitoramento na produção de soja em uma fazenda da região do Oeste da Bahia com uma amostra de 1000 hectares, por meio de cartas de controle de qualidade. Uma ferramenta muito utilizada para o controle de qualidade. Além disso, a presente pesquisa utilizou um estudo de caso, com a coleta de dados, tratamento dos dados coletados, elaboração das cartas de controle e uma análise geral do controle da qualidade da produção da soja. Portanto, constatou-se que a produção de soja em uma amostra de 1000 hectares está sobre o controle estatístico e parâmetros definidos de qualidade.

**Palavras-chave:** Produção de soja. Cartas de controle de qualidade. Controle estatístico.

## **ABSTRACT**

According to the current competitive market need, it is clear that there is a need to control and monitor the production of companies and entities. Regardless of the sector in which these organizations operate. Therefore, due to the large area of activity of entities in the region's agronomic sector, the present study aims to present the control and monitoring of soybean production on a farm in the Western region of Bahia with a sample of 1000 hectares, through of quality control letters. A widely used tool for quality control. Furthermore, this research used a case study, with data collection, processing of the collected data, preparation of control charts and a general analysis of the quality control of soybean production. Therefore, it was found that soybean production in a sample of 1000 hectares is under statistical control and defined quality parameters.

**Keywords:** Soy production. Quality Control Letters. Statistical Control.

## **LISTA DE FIGURAS**

**Figura 1** - Tipos de gráficos de controle por variável e cálculo dos limites do processo.....19

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Disposição dos resultados obtidos na coleta de dados.....	20
---	----

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> – Carta de controle da média com Amplitude.....	21
<b>Gráfico 2</b> – – Carta de controle da média com Desvio Padrão.....	22
<b>Gráfico 3</b> – Carta de Controle da Mediana.....	23
<b>Gráfico 4</b> – Carta de Controle da Amplitude.....	24
<b>Gráfico 5</b> - Carta de Controle do Desvio Padrão.....	25

## SUMÁRIO

<b>1 INTTODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	12
<b>3 JUSTIFICATIVA</b> .....	12
<b>4 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	13
4.1 <i>Cartas de controle</i> .....	13
4.2 <i>Controle na produção de soja</i> .....	15
<b>5 METODOLOGIA</b> .....	17
5.1 <i>Construção das cartas de controle</i> .....	19
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	20
6.1 <i>Apresentação de dados</i> .....	20
6.3 <i>Cartas de Controle</i> .....	21
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	26
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	28

## 1 INTTODUÇÃO

Analisando o contexto mercadológico presente na atualidade, constata-se a concretização que a cada dia tem-se mais um cenário competitivo extremo. Com isso, o controle de qualidade, vem ganhando cada vez mais espaço no mercado e tornando-se uma necessidade empresarial. Sendo assim, o Controle Estatístico da Qualidade, segundo Montgomery (2004), é definido como um conjunto de técnicas estatísticas que são utilizadas na medição, monitoramento, controle e melhoria da qualidade de uma empresa.

Nesse contexto, salienta-se que o controle estatístico de processo (CEP), já viabiliza a um bom tempo, um desempenhado fundamental no controle e melhoria da qualidade e produtividade de processos industriais (Baker; Brobst, 1996; Graves et al., 1999; Duarte; Saraiva, 2008).

Ademais, com o crescente desenvolvimento do agronegócio da região do Oeste da Bahia, a qualidade no controle do processo de produção de soja, torna-se indispensável. No entanto, mesmo com as diferenças estruturais de um processo industrial e de uma fazenda produtora de soja, segundo Veit (2003, p. 23) *“é um método para monitoramento de qualquer processo produtivo – automóveis, máquinas, serviços de qualquer natureza, etc.”*. O controle pode ser implantado nesta natureza sem complicações, pois, o seu principal foco é controlar a qualidade dos produtos ou serviços no momento em que estão sendo produzidos (Veit, 2003).

Dessa maneira, ao observar a fazenda produtora de soja no âmbito empresarial tem-se a necessidade constante de desenvolvimento e competitividade ao decorrer do tempo. Por isso, a manutenção da posição de liderança requer métodos eficazes para a avaliação e o monitoramento da qualidade. (Garlet *et al.*, 2014). Além disso, a facilidade de coleta de dados e aplicabilidade da implementação do CEP no setor escolhido, entre todos os controles empregados, o CEP pode ser vista como uma ferramenta de alto desempenho no controle de qualidade (Nomelini; Ferreira; Oliveira, 2009).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Apresentar o controle e monitoramento na produção de soja em uma fazenda da região do Oeste da Bahia.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Demonstrar de maneira metodológica o controle da qualidade do processo da colheita da soja;
- Obter o controle dos processos da produção da soja e identificar possíveis pontos de atenção nas regiões estudadas.

## **3 JUSTIFICATIVA**

Ao observar o aumento cada vez crescente da demanda de produção de alimentos, nesse sentido sabe-se que a produção de soja se destaca no nosso país e região. Com isso, de acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 2023), o Brasil lidera em produtividade, pois possui a maior área cultivável e é o principal exportador, com a China que comercializa cerca de 70% das exportações de soja, conforme a Associação Nacional dos Exportadores de Cereais (Anec, 2023). Nesse contexto, tais destaques em produtividade e, sobretudo, nos números de exportados refletem diretamente nos aspectos econômicos do agronegócio no Brasil e região, evidenciando a significativa participação da soja no PIB. Desse modo, em 2022, esse setor atingiu a marca de R\$192,101 bilhões, conforme dados da Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (Abiove, 2023).

Com isso, a necessidade do desenvolvimento das metodologias de controle de qualidade, monitoramento e supervisão da produção são cada vez mais crescentes. No entanto, ainda existe uma grande falta de aplicação destas metodologias no mercado competitivo, enfrentando ainda mais dificuldade de aplicação e monitoramento nos setores primários produtivos.

Desse modo, viu-se a oportunidade de apresentar uma metodologia aplicável ao agronegócio para melhoria, controle de sua produção e armazenamento de dados. Sendo que analisando de maneira detalhada o controle do processo da colheita dos grãos da soja ou até

mesmo de outras cultivares. Tem-se um melhor monitoramento dos possíveis pontos de atenção que podem ser gerados no processo metodológico aplicado. Com isso, ao analisar e identificar os pontos de atenção, pode-se iniciar o processo de avaliação da situação e possíveis causas dos benefícios ou erros que estes pontos trouxeram.

Por isso, com a utilização do conhecimento técnico e metodológico encontrado nas Universidades de Ensino Superior em parceria com a população regional. Como, também o fornecimento de dados e acesso ao campo, gera-se um processo eficaz, eficiente e replicável para outras regiões que utilizam destes mesmos processos de produção.

Vale ressaltar que ambas as partes são beneficiadas neste processo, tanto o colaborador que dá acesso aos dados e ao campo de pesquisa, auxiliando no conhecimento adquirido pelo estudante como o auxílio na disciplina da conclusão do curso. Além disso, o colaborador da pesquisa consegue observar e analisar de perto o processo estudado, também pode continuar a replicar o método utilizado, além de poder implantar o mesmo em outros processos futuros.

Portanto, com este método, pode-se gerar diversas análises de estudo, além de viabilizar o armazenamento de dados, para a sua utilização em decisões futuras, gerando assim controle, qualidade, monitoramento, previsões, ações e prevenções.

## **4 REFERENCIAL TEÓRICO**

### *4.1 Cartas de controle*

Ao analisar a necessidade do controle, monitoramento, desenvolvimento e melhoria da qualidade dos processos no cenário do mercado competitivo contemporâneo, constata-se que cada vez mais a obrigação da implantação de um controle estatístico de processos nas indústrias, empresas, fazendas e toda organização, independente da natureza de atuação. Sendo assim, segundo Montgomery (2012), controle estatístico de processo (CEP) dá auxílio para ferramentas importantes como: Histograma, Gráfico de Pareto, Diagrama de causa e efeito, Diagrama de concentração de defeitos, gráfico de controle; Diagrama de dispersão, Folha de verificação.

Desse modo, observando as cartas de controle, constata-se que os gráficos de controle tradicionais foram concebidos para monitorar dois parâmetros: uma medida de posição central e uma de dispersão, normalmente a média e o desvio padrão (Mccracken; Chakraborti, 2013). Além disso, na maioria de sistemas de produção que tem como meta grandes volumes, o

controle da qualidade é geralmente feito por ferramentas do CEP. Desse modo, entre as ferramentas mais comuns estão as Cartas de Controle. (Lin et al., 2012). Pois, apresenta sua implantação desde a década de 20, e existem diversos estudos e setores que utilizam da sua metodologia. Também, os gráficos de controle constituem a ferramenta CEP mais utilizada para o monitoramento de processos (Lima et al., 2006; Nomelini et al., 2009).

Nesse contexto, após a aplicação da carta de controle, ao verificar-se a existência de uma causa especial recorrente de anomalia no processo produtivo, a empresa tem o dever de investigar e identificar esta causa o mais rápido possível com o objetivo de minimizar a ocorrência (Santos et al., 2010). Portanto, a viabilização do uso dos gráficos de controle, também chamados de cartas de controle, que são as ferramentas estatísticas capazes de identificar a presença de causas especiais na linha de produção e reduzir a quantidade de produtos fora de especificações, bem como os custos de produção (Lima et al., 2006).

Sendo assim, a Carta de Controle é constituída por uma linha central ou média (LC) e pelos limites inferior (LIC) e superior (LSC) de controles. Os pontos são as médias das medidas de uma característica da qualidade, unidos por segmentos de reta (Rodrigues, 2015). Pois, deste modo, a carta de controle irá fornecer informações de forma continua indicando se o processo está sob controle (Vieira, 2012).

Por outro lado, a carta de controle apresenta dois tipos, sendo elas, a carta de controle por atributos e a carta de controle por variáveis. Nesse contexto, a escolha do tipo correto a ser implantada no processo, vai depender das especificações e necessidades do próprio processo. Sendo assim, na carta de controle por atributos um produto é classificado como possuindo ou não um atributo ou qualidade (Portal Action, 2015a). Entretanto, as cartas de controle para variáveis são utilizadas para monitorar o processo quando a característica de interesse é mensurada em uma escala de intervalo ou de razão. Com isso, os gráficos amplitude (R) e desvio-padrão (S) monitoram a variação de um processo, enquanto os gráficos médios (X) monitoram a média do processo (Portal Action, 2015b).

Por fim, as cartas de controle mais frequentes nas cartas de tipo variáveis utilizam das medidas de dispersão como, por exemplo, a Média e Amplitude, Média e desvio padrão, valores e amplitude móvel (Rodrigues, 2015). Com isso, mesmo com medidas centrais diferentes e medidas de dispersões distintas, todas apresentam um objetivo final equivalente, constatar se o processo está sob controle.

Dessa maneira, pode-se concretizar que independente da aplicação do método, tendo como base a meta final de avaliar se o processo está controlado ou não, adicionando os

parâmetros estatísticos corretos. Resulta em análises consideráveis para a tomada de decisão, como por exemplo, o estudo de Cartas de controle multivariadas em um estudo de caso em vinícolas italianas, que utilizou do método para uma análise de componentes químicos presentes na produção do vinho, sendo que nos pontos fora dos limites estabelecidos era necessário considerar pontos atenção que poderiam indicar possíveis erros na produção (Maciel et al., 2014).

#### 4.2 Controle na produção de soja

A soja (*Glycine max L.*) é uma planta da família das leguminosas originária da Ásia e que foi domesticada há cerca de 4.500 à 4.800 anos na região com o objetivo de utilizar o grão na dieta humana (Mundstock; Thomas, 2005). A planta da soja é uma dicotiledônea cuja estrutura é formada pelo conjunto de raízes e parte aérea, sendo seu desenvolvimento dividido em dois períodos, o estágio vegetativo e o estágio reprodutivo (Mundstock; Thomas, 2005).

Para obter o grão da soja é preciso uma série de processos, desde compra da semente, até a colheita final. Desta forma, para obter sementes de alta qualidade fisiológica e sanitária e evitar perdas após a maturidade fisiológica e pela ocorrência de danos mecânicos durante a colheita, muitos produtores têm utilizado a técnica de antecipação da colheita. Esse procedimento reduz a deterioração das sementes, pois permite sua retirada do campo com grau de umidade em torno de 18% (França-Neto *et al.*, 2007).

A compra de sementes é crucial e é indicado que o agricultor saiba a qualidade do produto que está adquirindo, para isso, existem laboratórios oficiais e particulares de análise de sementes que podem prestar esse tipo de serviço, informando a germinação, as purezas físicas e varietal e a qualidade sanitária da semente (Gianluppi *et al.*, 2009).

No Brasil o sistema oficial de produção de sementes é o de Certificação, mas de acordo com o DECRETO Nº 5.153, que aprova o regulamento da Lei nº 10.711, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas – SNSM estabelece em seu Art. 35 as seguintes categorias: I - semente genética; II - semente básica; III - semente certificada de primeira geração - C1; IV - semente certificada de segunda geração - C2; V - semente S1; e VI - semente S2. Nas classes básicas, C1, C2, S1 e S2, a qualidade é garantida por padrões mínimos de germinação, purezas físicas e varietal e sanidade, exigidos por normas de produção e comercialização estabelecidas e controladas pelo governo (Embrapa, 2013).

Após a aquisição, as sementes são armazenadas na propriedade, até a época de semeadura. As sementes como ser biológico, devem receber todos os cuidados necessários para

se mantiver vivas e apresentarem boa germinação e emergência no campo. Assim sendo, devem ser tomados cuidados especiais no seu armazenamento, tais como: armazenar as sementes em galpão bem ventilado, sobre estrados de madeira não empilhar as sacas de sementes contra as paredes do galpão; não armazenar sementes juntamente com adubo, calcário ou agroquímico o ambiente de armazenagem deve estar livre de fungos e roedores; dentro do armazém a temperatura não deve ultrapassar 25°C e a umidade relativa não deve ultrapassar 70%. (Embrapa, 2013)

A disponibilidade de água é importante, tanto o excesso quanto o déficit de água são prejudiciais à obtenção de uma boa uniformidade na população de plantas. A semente de soja necessita absorver, no mínimo, 50% de seu peso em água para assegurar boa germinação. Nessa fase, o conteúdo de água no solo não deve exceder a 85% do total máximo de água disponível e nem ser inferior a 50% %. (Embrapa, 2013).

Entretanto para o bom desenvolvimento da cultura da soja em uma determinada região é necessário, entre outras coisas, condições climáticas como a precipitação, temperatura e fotoperíodo favoráveis (Gianluppi *et al.*, 2009).

As condições de temperatura favoráveis para a cultura da soja estão entre 20°C e 30°C, sendo a temperatura ideal para seu crescimento e desenvolvimento está em torno de 30° C (Gianluppi *et al.*, 2009; Embrapa, 2011; Farias; Nepomuceno; Neumaier, 2007).

A soja apresenta alta sensibilidade ao fotoperíodo (comprimento do dia) variável com a cultivar, ou seja, determinada cultivar é induzida ao florescimento quando o fotoperíodo, ao decrescer, atinge valores iguais ou inferiores a o mínimo crítico exigido pela variedade, razão pela qual é chamada de planta de dias curtos (Gianluppi *et al.*, 2009; Embrapa, 2011; Farias; Nepomuceno; Neumaier, 2007).

O Brasil possui o solo, principalmente o do cerrado, deficientes ou com valores muito baixos de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e micronutrientes (Gianluppi *et al.*, 2009). Por isso que a correção e manutenção da fertilidade do solo se inicia com a coleta de amostras de solo na área a ser plantada e sua análise em laboratório capacitado, onde a partir desta análise, que irá determinar a quantidade de corretivos e fertilizantes a serem aplicados ao solo (Gianluppi *et al.*, 2009).

O preparo do solo nada mais é que um conjunto de práticas que, quando usadas corretamente, podem permitir preservação do solo e boas produtividades das culturas a baixo custo de produção (Embrapa, 2011).

A partir daí, depois da compra das sementes, preparo do solo, manejo com a produção e plantação da semente da soja, segundo Gianluppi *et al.*, (2009) a colheita deve ser iniciada tão logo a soja atinja o estágio R8 (ponto de colheita), ou seja, quando os teores de água dos grãos estiverem em torno de 15% a 16%.

Sendo assim, os estágios reprodutivos são denominados pela letra R seguida dos números um até oito e cada fase descrevem detalhadamente o período florescimento maturação. Com isso, os estágios reprodutivos abrangem quatro distintas fases do desenvolvimento reprodutivo da planta, sendo eles, florescimento (R1 e R2), desenvolvimento da vagem (R3 e R4), desenvolvimento do grão (R5 e R6) e maturação da planta (R7 e R8) (Farias et al., 2007).

No entanto, vale ressaltar, segundo Porto et al. (2011), que as características das culturas isoladamente, não responde diretamente com o aumento da produtividade, sendo que a mesma depende também de outros fatores que serão dispostos, como o número de plantas por área, número de vagens por planta e o número de grãos por vagem. A massa ou peso dos grãos é uma característica bastante influenciada pela disponibilidade de nutrientes, pelo potencial genético do genótipo, pelas condições climáticas durante o desenvolvimento da cultura, em especial, durante os estágios de enchimento de grãos (estágio R5), sendo eles uns dos principais fatores para a produção e produtividade de várias culturas (Silva et al., 2015).

## **5 METODOLOGIA**

Ao observar o cenário de mercado contemporâneo, concretiza-se a necessidade do diferencial competitivo entre as organizações, independente da sua área de atuação. Sendo assim, o presente estudo investiga o controle de qualidade na produção de soja de uma fazenda na região do Oeste da Bahia por meio de cartas de controle em uma amostra de área referente a 1.000 hectares.

Nesse contexto, a pesquisa é caracterizada como um estudo de caso. No entanto, com o intuito de amadurecer, aprofundar, contextualizar a problemática, iniciou-se a pesquisa no meio bibliográfico.

Posteriormente, com a finalização do conteúdo teórico-conceitual, iniciou-se a coleta de dados, sendo que o instrumento de pesquisa foi o método de transferência de dados de planilhas da própria entidade e entrevista estruturada, realizada no mês de maio de 2024, vale ressaltar que a entrevista foi realizada para complementar os dados da pesquisa, sendo que todos dados e informações foram disponibilizados por meio de um colaborador específico, o gerente de produção. Com isso, o colaborador entrevistado na pesquisa já trabalha na fazenda a mais de

10 anos, participa ativamente de todos os processos realizados na entidade, desde a chegada das sementes para o plantio, como também a colheita em si e suas atividades complementares.

Além disso, a fazenda estudada fica aproximadamente 100 km de distância da cidade de Luís Eduardo Magalhães, com uma área total de plantio de cerca de 4000 hectares, a mais de 30 anos de produção ativa no setor primário, conta com cerca de 20 colaboradores, com refeitório, dormitório, silo de armazenagem, máquinas pesadas, horta, chiqueiro, curral bovino.

Ademais, após a coleta de dados, iniciou-se o tratamento, resultados e discussões referentes aos dados informados pelo colaborador. Com isso, foi possível analisar, verificar, monitorar e discutir pontos detalhados e relevantes do processo. Portanto, com a análise e discussão dos resultados é possível identificar se o processo está ou não controlado. Além disso, como foi apresentado e disponibilizado toda a metodologia para a organização, o processo pode ser reproduzido.

Sendo assim, com a visualização da apresentação dos dados, constata-se primeiramente a necessidade explicar os procedimentos envolvidos no processo do controle de qualidade da produção de soja em uma fazenda na região do Oeste da Bahia. Dessa maneira, a amostra escolhida, foi uma área de 1.000 hectares, sendo que foram divididos em subgrupos de 100 hectares para uma maior precisão da aplicabilidade das cartas de controle. Com isso têm-se os dados de  $n$  igual a 10, sendo que cada amostra representa o valor da média de sacas de soja por uma área de 100 hectares, totalizando assim uma amostra total de 1.000 hectares.

Nesse sentido, os dados serão sempre apresentados baseados nos valores desta amostra  $n$ . Além disso, cada subgrupo apresenta valores como média, amplitude, desvio padrão, mediana, amplitude da mediana. Vale ressaltar, que cada subgrupo apresenta estes valores que são distintos entre si, devido à alta área de estudo escolhida. Desse modo, a Tabela 1 apresentará as disposições dos resultados e cálculos efetuados para cada subgrupo, como também a média geral de cada variável. Pois, todos os dados serão utilizados para a elaboração das cartas de controle, que totalizaram cinco cartas de controle distintas. Entretanto, mesmo com estas cartas distintas, o objetivo final das mesmas é constatar se o processo se apresenta sobre controle ou não, e a existência de causas naturais ou especiais.

### 5.1 Construção das Cartas de Controle

A construção das cartas de controle é feita, após a escolha do tipo da carta de controle, que neste caso será o tipo de variáveis e não de atributos. Posteriormente, com o tipo de carta definido, inicia-se a os cálculos referentes aos Limites Superiores Centrais (LSC), Limites Inferiores Centrais (LIC) e o Limite Central da carta. Vale ressaltar, que dependendo da escolha da carta, a fórmula para o cálculo de cada um dos limites pode sofrer alteração, como também a alteração das constantes de cada formula a depender da amostra n. Sendo assim, a Figura 1 apresenta detalhadamente, a fórmula de cada carta que será utilizada como também as constantes.

**Figura 1** - Tipos de gráficos de controle por variável e forma de calcular os limites do processo.

Tipo de Gráfico	Limites de Controle	
	Gráfico	Fórmulas
$\bar{X}$ e R	Média	$LSC = \bar{X} + (A_2 * \bar{R})$
		$LIC = \bar{X} - (A_2 * \bar{R})$
	Amplitude	$LSC = D_4 * \bar{R}$
		$LIC = D_3 * \bar{R}$
$\bar{X}$ e s	Média	$LSC = \bar{X} + (A_3 * \bar{s})$
		$LIC = \bar{X} - (A_3 * \bar{s})$
	Desvio-padrão	$LSC = B_4 * \bar{s}$
		$LIC = B_3 * \bar{s}$
$\bar{X}_{med}$ e R	Mediana	$LSC = \bar{X}_{med} + (A_2 * \bar{R})$
		$LIC = \bar{X}_{med} - (A_2 * \bar{R})$
	Amplitude	$LSC = D_4 * \bar{R}$
		$LIC = D_3 * \bar{R}$

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Verticchio (2019).

Desse modo, utiliza-se seis fórmulas para a construção de diferentes cartas de controle. No entanto, pode-se considerar as duas fórmulas da amplitude como equivalentes, pois apresentam as mesmas constantes e valores de variáveis. Portanto, tem-se a estruturação do processo para a construção das cartas de controle. Vale ressaltar que todas as constantes são tabelas e serão usadas com n igual a 10.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 6.1 Apresentação de dados

A Tabela 1 apresenta a disposição dos resultados obtidos na coleta de dados, junto a média (sacas/hectares), amplitude, desvio padrão, mediana e amplitude mediana de cada amostra coletada.

**Tabela 1** – Disposição dos resultados obtidos na coleta de dados

N	MÉDIAS (sacas/hectares)	AMPLITUDE	DESVIO PADRÃO	MEDIANA (sacas/hectares)	AMPLITUDE MEDIANA
1	72,5	5,6	4,3	70,5	10,2
2	68,3	7,4	5,6	65,2	7,8
3	69,7	8,3	7,8	67,5	8,8
4	71,2	7,7	7,5	69	6,5
5	71,3	6,4	9,2	69,5	5,5
6	67,7	5,2	9,7	64,5	5,8
7	69	9,8	8,8	67	4,7
8	70,5	9,9	6,2	68,5	11
9	68,8	5,5	7,4	65,7	9,8
10	70,1	8	8,9	67,5	3,2
<b>MÉDIA TOTAL</b>	69,9	7,38	7,54	67,5	7,3

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Nesse contexto, vê-se que com os dados estatísticos apresentados na tabela 1, temos nas médias de sacas por hectares, valores que variam de 67,7 até 72,5, por outro lado observando a amplitude temos uma variação que vai de 5,2 até 9,9. Seguindo adiante, temos o desvio padrão que tem sua variação de 4,3 até 9,7. Já a mediana varia de 64,5 até 70,5. Portanto, as medidas da amplitude mediana apresentam uma variação de 3,2 até 10,2. Com o tratamento dos dados e sua plotagem gráfica é possível identificar pontos fora dos limites estabelecidos que resultam em alguma possível anomalia ou alteração do ambiente que ocasionou esse possível ponto.

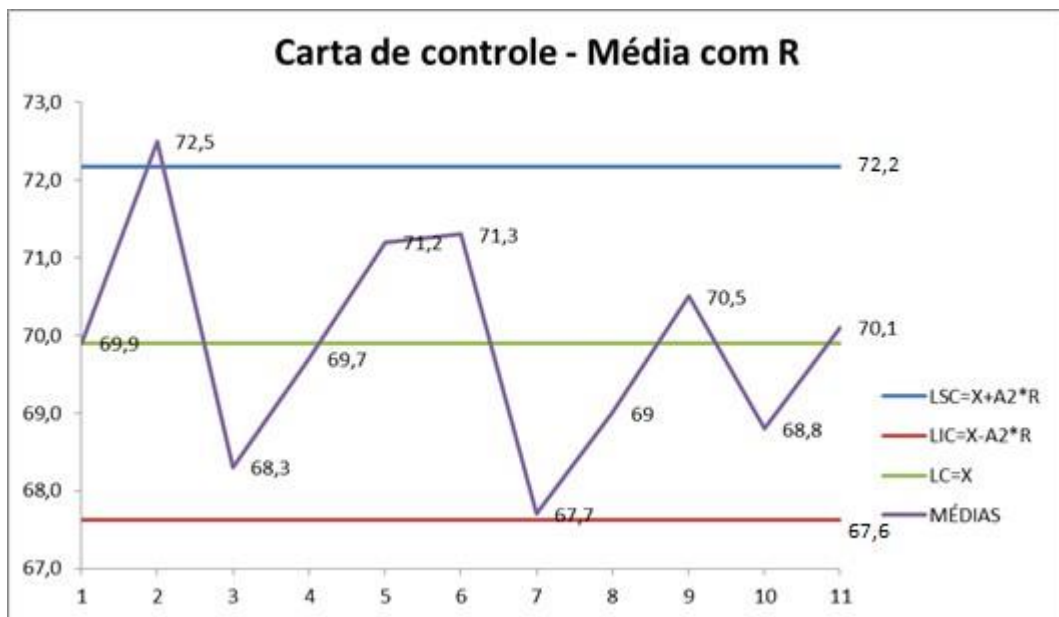
Identificando assim, que estatisticamente, caso este ponto continue a ficar fora dos limites, deve ser colocado como ponto de atenção para possivelmente identificarmos o possível problema ou benefício que aquele local específico está gerando.

### 6.3 Cartas de Controle

Após a estruturação da construção das cartas de controles, a disposição dos dados na Tabela 1 e a definição das suas respectivas constantes construíram-se cinco cartas de controle, para o monitoramento da qualidade do processo de produção de soja em uma fazenda na região do Oeste da Bahia, referente a uma área de 1.000 hectares.

Dessa maneira, a primeira carta de controle apresentada, é a carta da média com dispersão referente à amplitude da amostra, demonstrada pelo Gráfico 1.

**Gráfico 1** – Carta de controle da média com amplitude



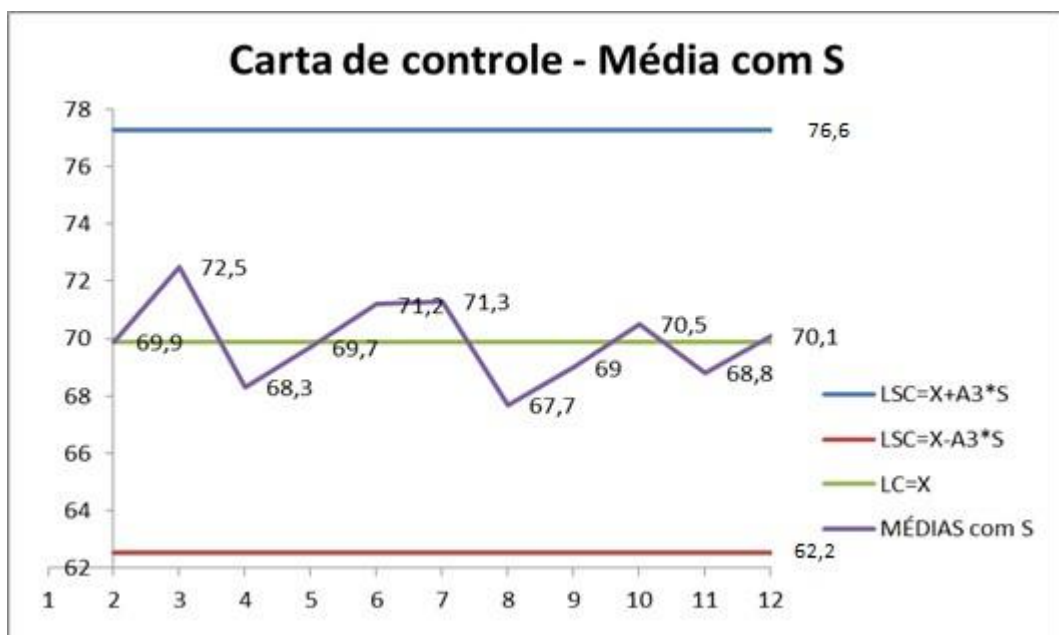
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Analisando a carta de controle, referente ao Gráfico 1, tem-se primeiramente o valor médio da linha obtida de 69,9 sacas/hectares e o valor do Limite Superior Central de 72,2 sacas/hectares além do Limite Inferior Central de 67,6 sacas/hectares. Sendo assim, constata-se que apenas um ponto do gráfico apresenta-se fora dos limites propostos pela carta. Com isso, conclui-se que eventualmente este ponto deflagrou-se devido a uma causa natural na região.

Sendo assim, segundo Western (1956) se houver um ponto fora do limite de controle com metragem de 3 desvios padrão de distância da média, já temos um processo que está fora de controle. Portanto, a Carta de Controle da média com a dispersão amplitude, apresenta-fora controle, viabilizando assim uma concretização da necessidade da atenção processo de produção daquela área onde foi deflagrado o ponto.

Posteriormente, tem-se a carta de controle da média, com dispersão utilizando a variável desvio padrão. Nesse contexto, o Gráfico 2, apresenta o valor do Limite Central de 69,9 sacas/hectares, assim como o Limite Central Superior de 76,6 sacas/hectares e o Limite Inferior Central de 62,2 sacas/hectares. Com isso, deve apresentar uma pequena similaridade com o Gráfico 1, pois se utilizam dos mesmos dados de uma mesma amostra, no entanto, com uma medida de dispersão distinta.

**Gráfico 2** – Carta de controle da média com desvio padrão



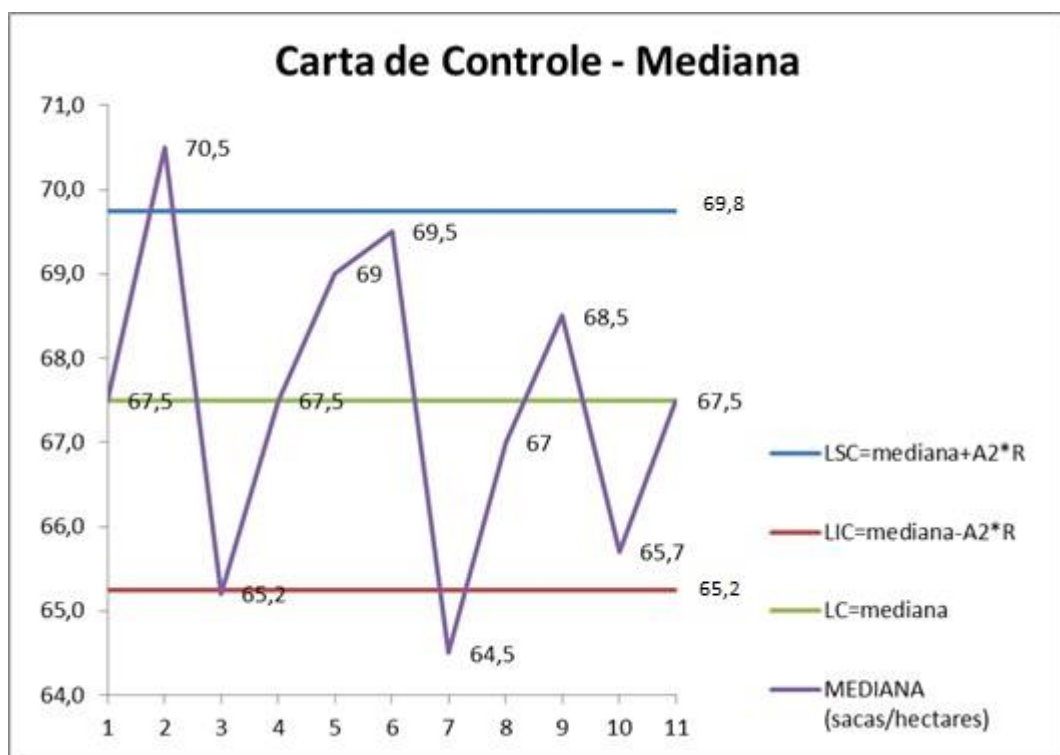
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Observando o comportamento do Gráfico 2, referente à Carta de Controle da média com desvio padrão, concretiza-se que a mesma apresenta uma tendência similar com a do Gráfico 2, vale ressaltar que este resultado já era esperado. No entanto, neste caso, todos os pontos plotados na carta estão dentro dos limites demonstrados no gráfico, viabilizando assim uma qualidade ótima de controle de produção. Pois, segundo Nelton (1984) caso as cartas de controle não apresentem as regras de tendência e padrão para o não controle do processo, pode-se afirmar

o controle no resultado final. Além disso, os pontos apresentam-se muito próximos do Limite Central (LC), assim reafirma-se o controle do processo.

Além disso, tem-se o Gráfico 3, que apresenta o valor do Limite Central de 67,5 sacas/hectares, assim como o Limite Central Superior de 69,8 sacas/hectares e o Limite Inferior Central de 65,2 sacas/hectares. Com isso o Gráfico 3 que é referente à Carta de Controle da mediana que deve apresentar uma tendência similar ao Gráfico 1 e 2. No entanto, pode deflagrar pequenas diferenças devido ao uso dos dados da Amplitude da Mediana, e não da Amplitude geral do processo.

**Gráfico 3 – Carta de Controle da Mediana**



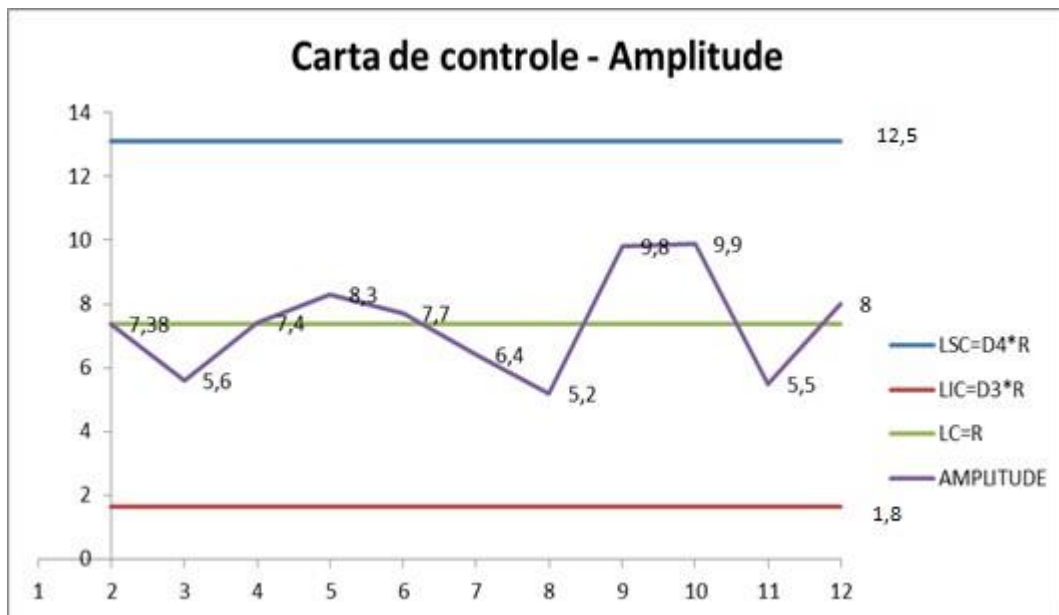
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Observando o comportamento do Gráfico 3, constata-se a similaridade da tendência do gráfico com o Gráfico 1 e 2. No entanto, mesmo apresentando esta mesma tendência é notório que existem três pontos fora dos limites propostos pela Carta de Controle. Por isso, quando há 2 pontos mais do que 3 desvios padrão de distância da média, indica que está fora de controle (NELSON, 1984; ELETRIC, 1956).

Sendo assim, o processo apresenta causas especiais que necessitam ser estudadas. Dessa maneira, as regiões que apresentaram pontos de atenção devem ser analisadas com cautela e detalhamento nos fatores que foram aplicados diretamente naquela região.

Por outro lado, tem-se a Carta de Controle da variável amplitude representada pelo Gráfico 4, que apresenta o valor do Limite Central de 7,3, assim como o Limite Central Superior de 12,5 e o Limite Inferior Central de 1,8. Vale ressaltar que os limites são plotados exclusivamente utilizando esta variável e uma constante. Sendo assim, não se espera similaridade com o Gráfico 1, 2 e 3.

**Gráfico 4 – Carta de Controle da Amplitude**

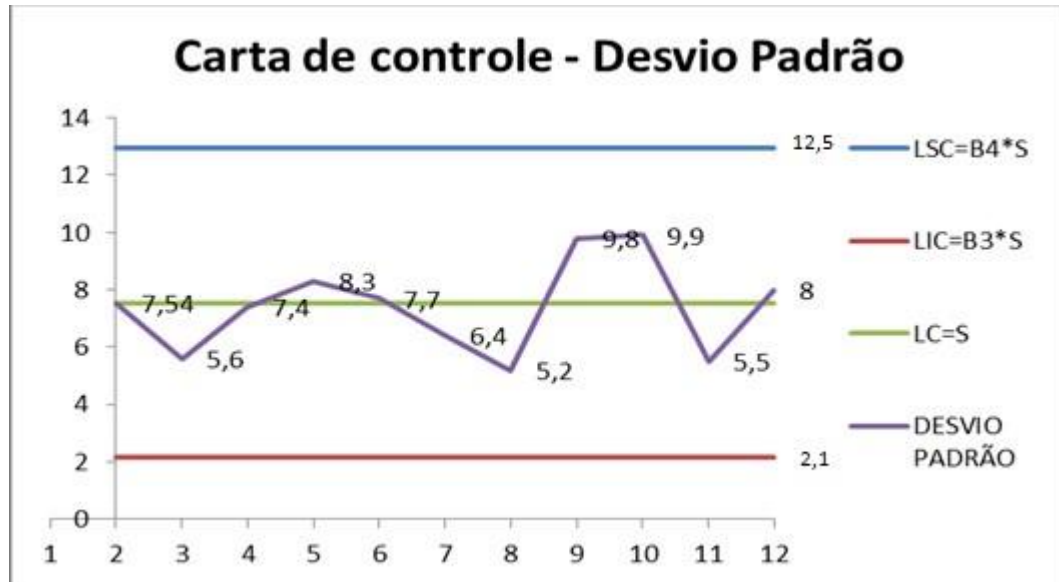


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Ao analisar o Gráfico 4, referente à Carta de Controle da Amplitude, concretiza-se que apresenta tendência diferente dos demais gráficos apresentados, no entanto, seu objetivo continua a ser o mesmo. Com isso, constata-se que todos os pontos se apresentam dentro dos limites exigidos pela carta, comprovando novamente a validade do controle de qualidade do processo de produção (Montgomery, 2004).

Por fim, tem-se o Gráfico 5, que apresenta o valor do Limite Central de 7,5, assim como o Limite Central Superior de 12,5 e o Limite Inferior Central de 2,1. Sendo assim o Gráfico 5 deve apresentar similaridade com o Gráfico 4, pois as duas cartas de controle são baseadas exclusivamente em medidas de dispersão e constates tabelada de amostra n igual a 10.

**Gráfico 5** – Carta de Controle do Desvio Padrão



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Sendo assim, ao observar o Gráfico 5, referente à Carta de Controle do Desvio Padrão, afirma-se que a mesma apresenta uma tendência similar com o Gráfico 4, sendo todos pontos plotados sem nenhum padrão de regras de não controle dispostas por Westen (1956). Além disso, os pontos plotados no gráfico estão todos dentro dos limites exigidos e calculados pela carta. Por este motivo, pode-se afirmar que o processo produtivo da soja na área de 1000 hectares é considerado controlado e de qualidade.

Portanto, com a aplicação do conjunto de cartas de controles de variáveis que se encontram dentro do Controle Estatístico de Processos (CEP), além de comparar os resultados obtidos e validar o controle do processo, a precisão e a exatidão dos dados e da afirmação apresenta uma confiabilidade bem maior. Pois todas as cartas aplicadas apresentam um objetivo final específico equivalente.

Por outro lado, devido à produção de soja do Oeste da Bahia ser referência nacional no agronegócio, tecnologia, manuseio, exportação, qualidade, entre outros fatores. É de se esperar que uma área considerável de 1000 hectares, apresenta-se um padrão\controle de qualidade ótimo e preciso. Devido a sua grande estrutura física preparada para o plantio de soja e tempo de atuação que está fazenda atua na plantação de soja.

## 7 CONCLUSÃO

Ao observar a análise dos dados obtidos no decorrer desta pesquisa, foi possível constatar que é possível utilizar da ferramenta do Controle Estatístico de Processos (CEP) para mensurar o controle do processo de produção de soja. O estudo em questão foi realizado em uma área de 1000 hectares de uma fazenda da região do Oeste da Bahia, através do uso de cartas de controle de variáveis.

Dessa forma, observando os passos para a plantação da soja, que vem desde o preparo do solo até a colheita, concretiza-se a necessidade da atenção de detalhes cruciais para uma produção de qualidade. Com isso, foi realizado o estudo com cinco cartas de controle, sobre o mesmo processo e área. Sendo assim, foi possível comparar os dados das cinco cartas de controle, e constatar que dentro da análise das cinco cartas, temos duas que segundo Nelson (1984) e Western (1956) estão fora de controle, sendo elas o Gráfico 01 e Gráfico 03, no entanto, no Gráfico 02,04,05 obteve-se o processo sob controle do processo de produção.

Portanto, como a região do Oeste da Bahia é uma das maiores produtoras da soja no Brasil, é de esperar uma qualidade dos grãos resultante de todo o seu processo. O processo se inicia através da escolha da semente em bom estado, a qualidade de nutrientes contidas no solo, o período climático, adubação de fertilizantes, além dos defensivos agrícolas são de suma importância para obter um grão de qualidade. Sendo assim, devido à complexidade da produção para obtenção de uma safra de qualidade, existe a necessidade do controle com a utilização das cartas visando verificar possíveis erros, que podem ser naturais ou especiais. Assim, auxilia no monitoramento, controle e qualidade do processo como um todo, além da padronização dos grãos.

Dessa maneira, pode-se utilizar o processo de cartas de controle como forma de validação e busca de possíveis ineficiências no processo produtivo da soja. Além disso, com o estudo aplicado diretamente no controle do processo de colheita dos grãos, é possível gerar e analisar pontos de atenção. Mesmo não sendo obtidos pontos críticos de atenção no estudo aplicado, tem-se a utilização destes pontos, como ferramenta para análise mais detalhada da região determinada como ponto de atenção.

Sendo assim, tanto de caráter benéfico ou como maléfico, estes pontos auxiliam na tomada de decisão e direcionamentos que devem ser utilizados neste ponto específico ou

também para a mudanças dos demais pontos estudados. Pois, caso seja benéfico os fatores que foram utilizados nesse ponto, devem ser reproduzidos para os pontos que não obtiveram o mesmo resultado. Ou para caráter maléfico, os fatores que foram utilizados nesse ponto, não podem ser reproduzidos para os demais pontos que não obtiveram estes mesmo resultados.

Portanto, concretiza-se que a aplicação do estudo e método em colaboradores de pesquisa da região, geram benefícios tanto para o pesquisador como também para o colaborador, pois com a disponibilidade dos resultados e acesso ao campo de pesquisa. É possível analisar, tratar e demonstrar os resultados obtidos, resultando assim no aprendizado, auxílio na conclusão do curso e conhecimento teórico-prático. Por outro lado, o pesquisador tem a oportunidade de analisar e avaliar seu processo de produção de perto, além de replicar e implantar em outros processos. Para assim, sempre ter o auxílio dos dados presentes em seus processos, para as tomadas de decisões e controle de qualidade.

## REFERÊNCIAS

- ABIOVE. Estatística. São Paulo, SP: **Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais**, 2023. Disponível em: <https://abiove.org.br/estatisticas/>. Acesso em: 10 de junho de 2023.
- ANEC. Exportações Acumuladas. São Paulo, SP: **Associação Nacional dos Exportadores de Cereais**, 2023. Disponível em: <https://anec.com.br/article/anec-exportacoes-acumuladas-532022> . Acesso em: 10 de junho de 2023.
- BAKER, R. C., & BROBST, R. W. (1996). **Conditional double sampling**. Journal of Quality Technology, 10, 150-154.
- DUARTE, B. P. M., & SARAIVA, P. M. (2008). **An optimizationbased approach for designing attribute acceptance sampling plan**. International Journal of Quality & Reliability, 25(2), 824-841. <http://dx.doi.org/10.1108/02656710810898630>.
- EMBRAPA. Embrapa Soja. São Paulo, SP: **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/dados-economicos> . Acesso em: 10 de junho de 2023.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil 2004**. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>>. Acesso em: 23 fev 2011.
- EMBRAPA SOJA. **Consórcio Antiferrugem. (Londrina, 2013)**. Disponível em: <<http://www.consorcioantiferrugem.net> > Acesso em: 15 fev. 2013.
- FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, AL; NEUMAIER, N. **Eco fisiologia da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2007. (Circular técnica, n. 48)**. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/download/cirtec/cirtec48.pdf>>. Acesso em: 2 ago. 2013.
- FRANÇA-NETO, J. de B. et al. **Tecnologia para produção de semente de soja de alta qualidade: série sementes**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 12p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 40).
- GARLET, E; GODOY, L. P.; POLACINSKI, E. (2014). **Círculos de Controle da Qualidade: uma análise comparativa entre um caso prático e a revisão de literatura**. Espacios, vol. 35, n. 3, p. 15.
- GIANLUPPI, V. et al. **Cultivo de soja no cerrado de Roraima. Sistema de Produção**, Boa Vista: Embrapa Roraima, 2009. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Soja/CultivodeSojanoCerradoRoraima/clima.htm>>. Acesso em: 10 ago. 2013
- GRAVES, S. B., MURPHY, D. C., & RINGUEST, J. L. (1999). **Acceptance sampling versus redundancy as alternative means to achieving goals for system reliability**. International Journal of Quality & Reliability Management, 16(4), 362-370. <http://dx.doi.org/10.1108/02656719910263724>.
- LIMA, A. A. N.; LIMA, J. R.; SILVA, J. L.; ALENCAR, J. R. B.; SOARES-SOBRINHO, J. L.; LIMA, L. G.; ROLIM-NETO, P. J. **Aplicação do controle estatístico de processo na**

**indústria farmacêutica.** Revista de Ciências Farmacêuticas Básicas e Aplicada, v. 27, n.3, p.177-187, 2006.

LIN, S.-N., CHOU, C.-Y., WANG, S.-L., LIU, H.-R. (2012). **Economic design of autoregressive moving average control chart using genetic algorithms.** Expert Systems with Applications, v. 39, n. 2, p. 1793-1798.

MACIEL, T. H.; BRANCO, G. M.; WERNER, L. **Cartas de controle multivariadas: estudo de caso em vinícolas italianas.** Cadernos do IME - Série Estatística, 2014.

MCCRACKEN, A. K., & CHAKRABORTI, S. (2013). **Control Chart for joint monitoring of mean and variance: an overview.** Quality Technology & Quantitative Management, 10(1), 17-37.

MONTGOMERY, D. C. (2004). **Introdução ao controle estatístico da qualidade** (4 ed.). São Paulo: LTC.

MONTGOMERY, DOUGLAS C.; RUNGER, GEORGE C. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros.** 5ª ed. LTC, Brasil, 2012.

MUNDSTOCK, C. M; THOMAS, A. L. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos.** Portão Alegre: Departamento de plantas de lavouras da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Evangraf, 2005.

NELSON LLOYD S., **"Technical Aids,"** Journal of Quality Technology 16, no. 4 (October 1984), 238-239.

NOMELINI, Q. S. S.; FERREIRA, E. B.; OLIVEIRA, M. S. **Estudos dos padrões de não aleatoriedade dos gráficos de controle de Shewhart: um enfoque probabilístico.** Revista Gestão & Produção, São Carlos, v. 16, n. 3, Sept. 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2009000300008&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2009000300008&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 12 mai 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2009000300008>.

NOMELINI, Q. S. S.; FERREIRA, E. B.; OLIVEIRA, M. S. **Estudos dos padrões de não aleatoriedade dos gráficos de controle de Shewhart: um enfoque probabilístico.** Revista Gestão & Produção, São Carlos, v. 16, n. 3, Sept. 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2009000300008&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2009000300008&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 12 mai 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2009000300008>.

PORTAL ACTION. **Gráficos de Controle por Atributo.** Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/controle-estatistico-do-processo/graficos-decontrole-por-atributo>>. Acesso em: 11 mar. 2015a.

PORTAL ACTION. **Gráficos de Controle por Variáveis.** Disponível em: <http://www.portalaction.com.br/controle-estatistico-do-processo/graficos-decontrolepor-variaveis>>. Acesso em: 11 mar. 2015b.

PORTO, A. P. F.; VASCONCELOS, R. C.; VIANA, A. E. S.; ALMEIDA, M. R. S. **Varieties of corn at different spacings in the Planalto de Vitória da Conquista - BA.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 6, p. 208-214, 2011.

- RODRIGUES, MÔNICA DE CÁSSIA. **Aplicação de Cartas de Controle nas Análises de Rotina do Laboratório de Qualidade do Leite da Embrapa Gado de Leite**. 2015. 93 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, área de concentração: Qualidade do Leite e Derivados, da Universidade Federal de Juiz de Fora) -, Juiz de Fora - MG, 2015.
- SANTOS, G. A.; LACERDA, E. F.; ALBUQUERQUE NETO, H. C.; LUNE, W. A.; FURLANETTO, E. L. **A importância dos gráficos de controle para monitorar a qualidade dos processos industriais: Estudo de caso numa indústria metalúrgica**. Revista Cadernos do IME – Série Estatística, v. 28, p. 33-46, 2010.
- SILVA, J. P.; FERREIRA, P. V.; CARVALHO, I. D. E.; OLIVEIRA, F. S. **Desempenho de genótipos alagoanos de milho em diferentes densidades de semeadura**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 10, p. 82-90, 2015.
- VEIT, ELOI. **O Controle Estatístico de Processos na Indústria de Cabinagem de Veículos: Um Estudo de Caso**. Florianópolis: UFSC, 2003. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- VERTICCHIO, M.N. **Ferramentas da qualidade**. Estudo Instituto Federal de Minas Gérias. Minas Gerais, p. 30, 2019
- VIEIRA, S. **Estatística para a qualidade**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 244 p.
- WESTERN ELECTRIC COMPANY, **Statistical Quality Control** handbook. (1 ed.), 1956.