



03 a 05 de dezembro de 2025

As Engenharias na Transformação Digital das PMEs

Aplicação de Controle Estatístico do Processo no Envase de Óleo de uma Processadora de Soja

Laurykeze de Oliveira Ferreira

FAENG - UFMS

Alice Costa Machado

FAENG - UFMS

Arthur Schmitz Silva Pinto

FAENG - UFMS

Guilherme Henrique Dias Moreira

FAENG - UFMS

Marcos Lucas de Oliveira

FAENG - UFMS

Resumo: O Controle Estatístico de Processo (CEP) é uma metodologia fundamental no setor industrial para monitoramento e melhoria contínua, sendo particularmente relevante na indústria de processamento de óleos vegetais, onde padrões rigorosos de qualidade são exigidos pela Portaria Inmetro nº 248/2008. Este artigo aborda a variabilidade sistemática no processo de envase de óleo de soja em uma processadora localizada em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, com foco na estabilidade e conformidade do volume depositado. O objetivo foi aplicar as metodologias de CEP para avaliar a estabilidade do processo, monitorando a volumetria das garrafas. A metodologia envolveu uma pesquisa aplicada, quantitativa, com coleta de 400 dados primários do processo de envase, análise de normalidade, e construção de cartas de controle por variáveis (X-S). Os resultados mostraram que o processo está estatisticamente estável em relação à tendência central (Carta X) e à variabilidade (Carta S), com todas as amostras dentro dos limites de controle. O processo não apresentou inconformidades estatísticas nem relacionadas à Portaria Inmetro. A conclusão é que o processo possui qualidade aceitável e tem pouco espaço para melhoria sem um alto custo de investimento, indicando que as variações observadas são causas naturais aceitáveis.

Palavras-chave: Controle Estatístico, Envase, Qualidade, Melhoria Contínua.

Application of Statistical Process Control in Oil Filling at a Soybean Processing Plant

Abstract: Statistical Process Control (SPC) is a fundamental methodology in the industrial sector for monitoring and continuous improvement, and is particularly relevant in the vegetable oil processing industry, where strict quality standards are required by Inmetro Ordinance N°. 248/2008. This article addresses the systematic variability in the soybean oil bottling process at a processor located in Campo Grande, Mato Grosso do Sul, focusing on the stability and conformity of the deposited volume. The objective was to apply SPC methodologies to assess process stability by monitoring bottle volume. The methodology involved applied, quantitative research, collecting 400 primary data points from the bottling process, analyzing normality, and constructing control charts by variables ($\bar{X}$ -S). The results showed that the process is statistically stable with respect to central tendency ($\bar{X}$ Chart) and variability (S Chart), with all samples within the control limits. The process showed no statistical nonconformities or nonconformities related to Inmetro regulations. The

conclusion is that the process has acceptable quality and has little room for improvement without significant investment, indicating that the observed variations are acceptable natural causes.

Keywords: Statistical Control, Packaging, Continuous Improvement.

1. Introdução

O controle de qualidade em processos industriais representa um dos pilares fundamentais para garantir a competitividade e a sustentabilidade das organizações atualmente. No setor de agronegócios, principalmente na indústria de processamento de óleos vegetais, padrões rigorosos de qualidade tornam-se ainda mais necessários, tendo em vista as exigências regulatórias quanto as expectativas dos consumidores por produtos seguros e de qualidade.

O Controle Estatístico de Processo (CEP) surge como uma metodologia científica apropriada para o monitoramento e melhoria contínua de processos produtivos. O CEP utiliza das ferramentas estatísticas, principalmente as cartas de controle, para diferenciar entre as variações de causas naturais e variações especiais nos processos, possibilitando as intervenções necessárias.

No que se refere ao processo de envase de óleo de soja, identificou-se a necessidade de avaliar por ferramentas estatísticas a estabilidade e a capacidade da etapa de enchimento de garrafas, levando em conta os aspectos de variação do volume de óleo depositado. O problema central neste estudo se refere à variabilidade sistemática no processo de envase de óleo de uma indústria processadora de soja, explorando a operação dentro dos limites de controle estatístico e em conformidade com os requisitos da Portaria Inmetro nº 248/2008.

Como objetivo, o estudo buscou aplicar as metodologias de controle estatístico de processo para avaliar a estabilidade do processo de envase de óleo de soja, utilizando cartas de controle por variáveis ($\bar{X}$ -S) para monitorar a volumetria das garrafas.

Para atingir este objetivo, foi empregada uma metodologia baseada na coleta de dados diretamente do processo produtivo, seguida pelas etapas da estatística descritiva, aplicação de testes de normalidade e construção de cartas de controle.

Este artigo está dividido em cinco seções principais. A primeira seção contextualiza o tema geral do trabalho, descreve o problema que pretende solucionar e aponta o objetivo de sua realização. A segunda seção apresenta a caracterização detalhada do estudo, incluindo a localização da pesquisa e a descrição do processo de envase na unidade onde foram coletados os dados. A terceira seção aborda as técnicas estatísticas utilizadas, incluindo testes de normalidade e a aplicação das cartas de controle por variáveis e por atributos. A quarta seção discute os resultados obtidos e suas implicações para o processo produtivo. Por fim, a quinta seção apresenta as conclusões do estudo e as considerações sobre a estabilidade do processo analisado.

2. Materiais e Métodos

2.1 Caracterização da Empresa e Local de Estudo

O presente estudo foi conduzido em uma indústria de processamento de soja localizada em Campo Grande, Mato Grosso do Sul. A empresa, uma das maiores empresas globais do setor de agronegócios, é tradicionalmente voltada a produção de óleo refinado e proteína.

2.2 Descrição do Processo Produtivo

O processo de envase de óleo de soja ocorre de forma simples e é estruturado da seguinte forma: o produto é transferido dos tanques da refinaria para os tanques do setor de envase, onde é resfriado, misturado com nitrogênio e então é mandado para a cuba da enchedora, responsável por distribuir o óleo para os 32 bicos que farão o envase do óleo nas garrafas.

Como já mencionado, o sistema de envase da enchedora opera com base no peso líquido depositado nas garrafas, sendo ajustado com um *setpoint* em gramas para que seja possível a leitura da balança da máquina no momento de enchimento das garrafas, como visto na Figura 1.

Figura 1 – Balança do bico da enchedora



Fonte: autores (2025)

Após envasadas, as garrafas são transportadas pelas esteiras (Figura 2) para finalizar a parte de embalagem do produto com o rótulo e a datação das garrafas, e posteriormente colocadas em caixas para a paletização. A análise se dará com os dados coletados após a etapa do enchimento.

Figura 2 – Garrafas de óleo envasadas



Fonte: autores (2025)

2.3 Controles de Qualidade Existentes

Atualmente a empresa possui procedimentos de controle de qualidade para assegurar a confiabilidade do produto. Dentre os procedimentos existentes, podemos citar o controle de

volumetria das garrafas, que é estruturado e padronizado, com o intervalo de 4 horas entre as inspeções.

Seu objetivo é certificar que a produção das garrafas está em conformidade com os critérios estabelecidos pela Portaria Inmetro nº 248 de 17 de julho de 2008, que define os requisitos a serem cumpridos pelos produtos pré-medidos e a metodologia de determinação do conteúdo efetivo do produto.

Figura 3 – Pesagem das garrafas no laboratório de qualidade



Fonte: autores (2025)

2.4 Delineamento da Pesquisa

O estudo foi estruturado como uma pesquisa aplicada de natureza quantitativa, utilizando dados primários coletados diretamente do processo produtivo. A abordagem metodológica baseou-se na aplicação de ferramentas de Controle Estatístico de Processo (CEP), especificamente cartas de controle, para avaliação da estabilidade do processo de envase.

2.5 Coleta de Dados

O estudo teve como foco a análise por variáveis para a avaliação da variação volumétrica das garrafas por bico de enchimento. Foi desenvolvida uma planilha de coleta de dados na qual os operadores registravam os pesos depositados por cada bico da enchedora. A coleta foi realizada a cada 4 horas, quando a máquina gerava automaticamente um relatório com os valores de peso depositado por bico (Imagem 4), sendo esses dados manualmente transcritos pelos operadores.

Figura 4 – IHM da enchedora



Fonte: autores (2025)

Foram coletadas 20 amostras de peso depositado por cada um dos 32 bicos da máquina, resultando em 640 dados iniciais. Para a análise estatística, foram selecionados dados representativos totalizando 400 observações, posteriormente convertidas em volume utilizando a densidade específica do óleo de soja.

2.6 Instrumentos e Equipamentos

Os principais equipamentos utilizados para coleta de dados foram:

- a) Sistema de Interface Homem-Máquina (IHM) da enchedora para registro automático de pesos;
- b) Balanças integradas aos bicos de enchimento para medição do peso líquido;
- c) Planilhas padronizadas para registro manual dos dados coletados.

2.7 Tratamento e Análise Estatística

Antes da aplicação das cartas de controle, foi realizado o teste de normalidade dos dados utilizando o software Minitab, que é reconhecido por sua robustez em análises de controle de qualidade e facilidade de interpretação dos resultados gerados. Foi aplicado o teste de probabilidade normal para verificar se os dados seguiam distribuição normal, requisito fundamental para a aplicação adequada das ferramentas de CEP.

Para a análise das variáveis contínuas (volume das garrafas), foram construídas cartas de controle $\bar{X}$ -S, onde:

- a) Carta $\bar{X}$ (média): monitora a tendência central do processo ao longo do tempo;
- b) Carta S (desvio padrão): avalia a variabilidade do processo.

Os limites de controle foram calculados com base nas fórmulas estatísticas padrão, utilizando constantes tabeladas apropriadas para o tamanho das amostras coletadas.

2.8 Critérios de Avaliação

A estabilidade do processo foi avaliada com base nos seguintes critérios:

- a) Pontos fora dos limites de controle (3σ);

- b) Presença de padrões não aleatórios (tendências, ciclicidade);
- c) Conformidade com as especificações da Portaria Inmetro nº 248/2008.

3. Resultados

Como mencionado ao longo deste artigo, fizemos a escolha desta análise buscando construir a carta de variáveis de forma que fortalecesse diretamente a estratégia já aplicada na companhia.

3.1 Teste de Normalidade dos Dados

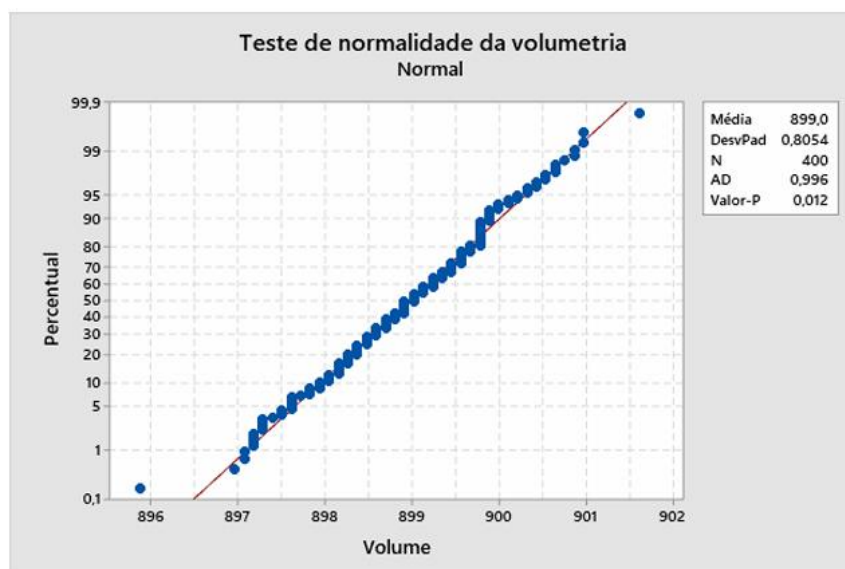
Antes da aplicação das cartas, trabalhamos com a normalização dos dados de variáveis apontados pelo time de operação do setor na planilha (Imagem 5). Ao todo foram coletadas 20 amostras de peso depositado por cada bico da máquina, resultando em 400 dados para inspeção convertidos em volume utilizando a densidade do óleo de 0,921 g/cm³. Usando o recurso de “Teste de Normalidade de Dados” do software Minitab, foi possível construir o gráfico de probabilidade normal (Imagem 6). Apesar do valor-p de 0,012, que indicaria a rejeição da hipótese de normalidade ao nível de 5%, é possível observar que os pontos do gráfico se distribuem de forma bastante próxima à linha de referência normal. Isso nos mostrou que os dados apresentam uma distribuição aproximadamente normal, sendo suficiente para a aplicação das ferramentas de CEP estudadas.

Figura 5 – Planilha de dados da volumetria

DATA	HORA	TURNO	BICO	PESO REAL
02/06/2025	12:00	1º TURNO (5H30 ÀS 13H30)	1	828,80
02/06/2025	12:00	1º TURNO (5H30 ÀS 13H30)	2	827,90
02/06/2025	12:00	1º TURNO (5H30 ÀS 13H30)	3	828,10
02/06/2025	12:00	1º TURNO (5H30 ÀS 13H30)	4	828,70
02/06/2025	12:00	1º TURNO (5H30 ÀS 13H30)	5	828,00
02/06/2025	12:00	1º TURNO (5H30 ÀS 13H30)	6	827,20
02/06/2025	12:00	1º TURNO (5H30 ÀS 13H30)	7	826,90
02/06/2025	12:00	1º TURNO (5H30 ÀS 13H30)	8	828,20
02/06/2025	12:00	1º TURNO (5H30 ÀS 13H30)	9	828,40
02/06/2025	12:00	1º TURNO (5H30 ÀS 13H30)	10	828,30
02/06/2025	12:00	1º TURNO (5H30 ÀS 13H30)	11	827,60
02/06/2025	12:00	1º TURNO (5H30 ÀS 13H30)	12	827,90
02/06/2025	12:00	1º TURNO (5H30 ÀS 13H30)	13	828,00
02/06/2025	12:00	1º TURNO (5H30 ÀS 13H30)	14	827,50
02/06/2025	12:00	1º TURNO (5H30 ÀS 13H30)	15	827,90
02/06/2025	12:00	1º TURNO (5H30 ÀS 13H30)	16	828,80

Fonte: autores (2025)

Figura 6 – Teste de normalidade dos dados

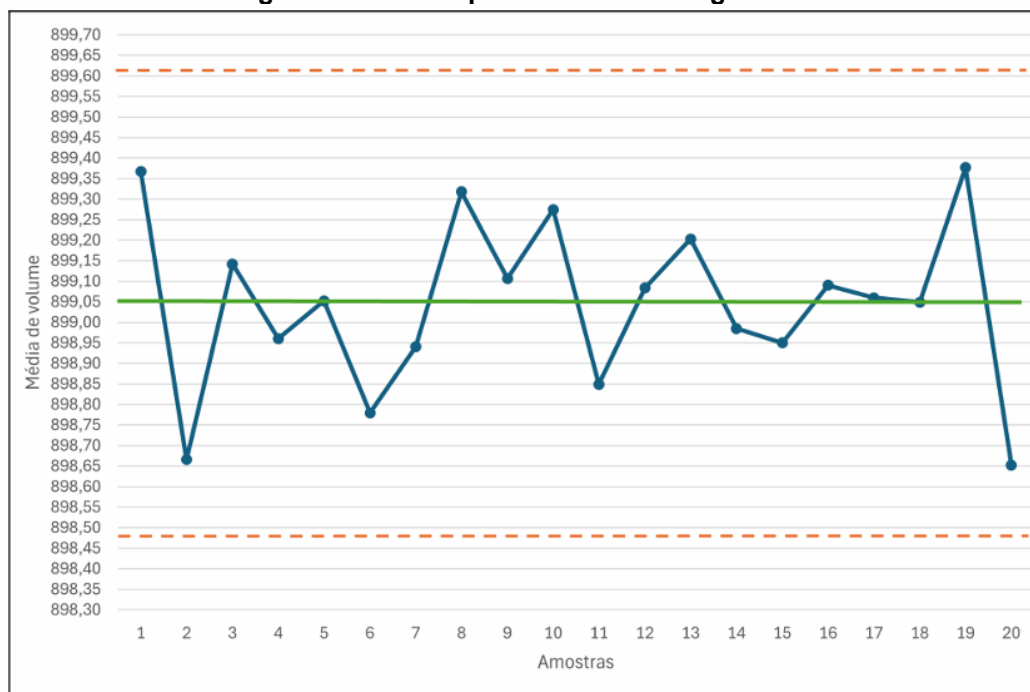


Fonte: autores (2025)

3.2 Análise por Variáveis

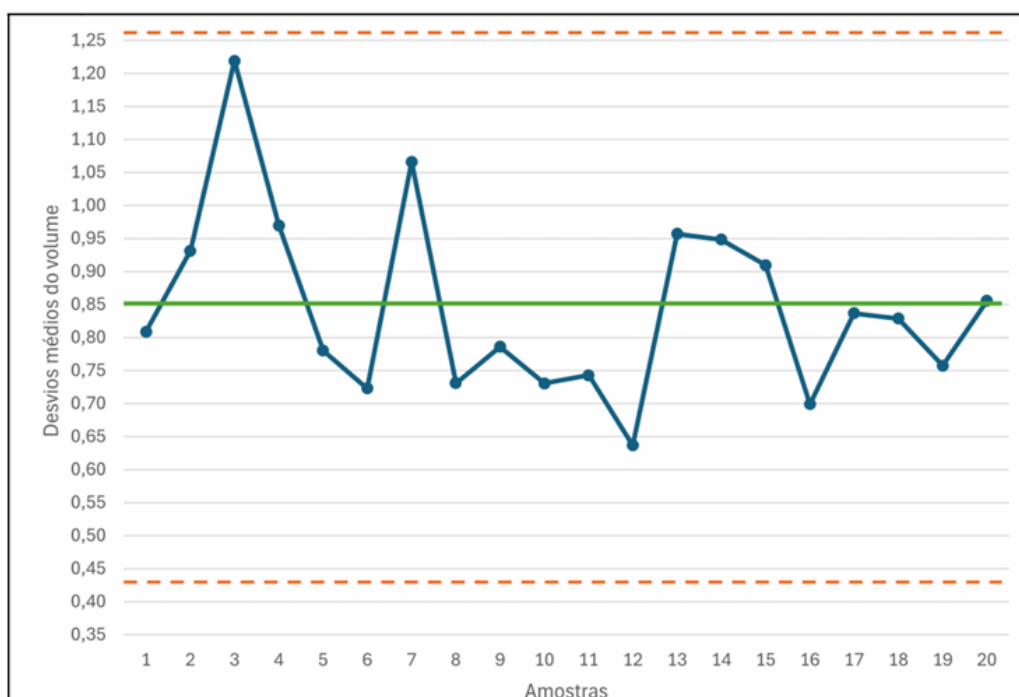
Concluída a normalização, partimos para a solução estatística escolhida para variáveis: a carta $\bar{X}$ -S, que consiste na análise da estabilidade do processo variável ao longo do tempo. A carta de média (Figura 7) mostra se o valor médio do processo está sob controle, ocorrendo apenas causas comuns (naturais) ao processo. E a carta de desvio (Figura 8) nos mostra a variabilidade (dispersão) do processo dentro dos limites de controle aceitáveis. Com os dados convertidos para volume, foram feitos os cálculos para a criação das seguintes cartas de controle por variáveis:

Figura 7 – Carta X para o volume das garrafas



Fonte: autores (2025)

Figura 8 – Carta S para o volume das garrafas



Fonte: autores (2025)

A carta de controle da média (Imagem 7) teve como objetivo verificar se o processo mantém os volumes próximos da média esperada ao longo do tempo. Os resultados mostraram que todas as amostras permaneceram dentro dos limites de controle, sem apresentar padrões que pudessem indicar uma instabilidade. A média dos subgrupos variou levemente entre aproximadamente 898,60 ml e 899,40 ml, o que é considerado aceitável para processos sob controle, mesmo com o nominal de 900 ml. Dessa forma, conclui-se que o processo encontra-se estatisticamente estável em relação à sua tendência central.

Já a carta de controle do desvio padrão (Imagem 8), foi utilizada para avaliar a variabilidade do processo. Apesar da presença de oscilações mais acentuadas em algumas amostras (notadamente nas posições 3, 7 e 12), nenhum ponto ultrapassou os limites de controle superior ou inferior, o que caracteriza variações naturais do processo (causas comuns). A variabilidade, portanto, também está sob controle estatístico.

4. Conclusão

Para este trabalho, nosso objetivo principal era o entendimento acerca das metodologias de CEP voltadas para otimização da qualidade de processos reais em empresas de nosso acesso, o que pode-se dizer que foi cumprido através do que foi apresentado ao longo do trabalho.

Quanto ao processo que analisamos do volume de óleo inserido nas garrafas, a análise por variáveis, não encontramos inconformidades nem relacionadas ao processo nem relacionadas ao que estabelece a Portaria nº 248. Apesar das amostras analisadas estarem dentro dos limites estatísticos, acreditamos que algumas causas naturais relacionadas ao equipamento podem estar contribuindo para variações no volume inserido nas garrafas de óleo.

Algumas causas possíveis que encontramos, que podem justificar essas variações: Desgaste ou folgas nos componentes do pistão, bomba ou válvulas de enchimento, que alteram o curso efetivo a cada ciclo; Viscosidade variável: pequenas oscilações de temperatura do óleo (ou do ambiente) alteram a leitura do equipamento; Desvio da célula

de carga da balança de controle de peso na máquina; Resolução e repetibilidade do sistema de medição (balança, fotocélula ou transmissor de pressão) limitam a precisão na leitura real do peso.

Há-se a uma relação entre o custo de qualidade e a qualidade existente no produto, e a partir de certo ponto existem certos custos que serão altos e irrelevantes ao ponto de não gerarem nenhum ganho de qualidade.

Essa visão aparenta ser o caso do enchimento das garrafas de óleo na empresa estudada, visto que o processo possui controle e qualidade aceitáveis dentro dos parâmetros estatísticos do trabalho.

Considerando isto e os fatos acima apresentados pela análise dos dados coletados, julgamos que este é um processo com pouco espaço para qualquer melhoria sem implicar um alto custo de investimento.

Referências

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro. Portaria n.º 248, de 17 de julho de 2008.

VIEIRA FILHO, Fernando Castro; ROSA, Gerusa Oliveira; MORALES, Daily. Aplicação da Metodologia Lean Six Sigma na Redução da Variabilidade do Processo de Envase em uma Indústria de Óleo Vegetal. Trabalho apresentado em evento em São Carlos, SP, Brasil, de 12 a 15 de outubro de 2010.