



ConBRepro

XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



IA nas Engenharias

29 nov. a 01
de dezembro 2023

Análise da Estabilidade do Processo de Envase de Sacos de Argamassa usando Cartas de Controle e Índices de Capabilidade

Lucas Yuji Kaneko

Aluno - UTFPR

Gabriela Tamires Dinaldo

Aluno - UTFPR

Larissa dos Santos Silva

Aluno - UTFPR

Renan Felipe Alves Ferreira

Aluno - UTFPR

Rafael Henrique Palma Lima

Professor - UTFPR

Resumo: Neste estudo, foi realizada uma análise do processo de enchimento de argamassa de uma empresa especializada, cujo reconhecimento é atribuído à qualidade de seus produtos e à variedade de soluções oferecidas para atender às exigências técnicas do setor. Para isso, foram coletadas amostras das pesagens a cada minuto para observar a variação ao longo do tempo. Para esse propósito, foi utilizado o Gráfico X-barras/S, considerando que a especificação do peso final de argamassa é de 20,03 kg podendo variar dentro do limite bilateral de 1% para ser aceito com qualidade sem comprometer a qualidade do produto final. Durante os controles de qualidade, foi observado que o processo não se manteve estável, com várias amostras ultrapassando os limites de controle, embora ainda estivessem dentro do intervalo permitido para serem aceitas em termos de qualidade. O processo não apresentou um desempenho satisfatório, nas análises das amostras revelou o surgimento de outros pontos fora dos limites de controle, mesmo após a remoção dos pontos indicados como causas especiais, indicando a variação no peso final dos sacos e, portanto, evidenciando a falta de controle.

Palavras-chave: Argamassa, Capabilidade, Carta de Controle, Gráfico-S, Qualidade.

Analysis of the Stability of the Filling Process of Mortar Bags using Control Charts and Capacity Indexes

Abstract: In this study, an analysis of the mortar filling process was conducted in a specialized company known for the quality of its products and the variety of solutions offered to meet industry's technical requirements. For this purpose, samples of weight measurements were collected every minute to observe variation over time. The S-chart was employed, considering that the target weight of the mortar is 20.03, with a bilateral tolerance limit of 1% for it to be accepted as a quality product. During the quality controls, it was observed that the process did not remain stable, with several samples exceeding the control limits, although still within the acceptable range in terms of quality. The process did not demonstrate satisfactory performance, as further analysis of the

samples revealed the occurrence of additional points outside the control limits, even after removing the identified special causes, indicating variability in the final weight of the bags and thus highlighting a lack of control.

Keywords: Capability, Control Chart, Mortar, Quality, S-chart.

1. Introdução

No contexto da produção industrial, é essencial identificar e intervir prontamente em variações no processo, a fim de eliminar possíveis causas especiais de instabilidade. Para auxiliar nessa tarefa, são empregadas as cartas de controle, que de acordo com Lima (2007), ao fazer uso das cartas de controle, é possível verificar se o processo está estatisticamente estável, ou seja, se não há a presença de causas especiais de variação.

Neste artigo, abordaremos especificamente o uso das cartas de controle para monitorar a variabilidade de um processo por meio do gráfico X-barra/S, o qual auxilia na identificação de variações e padrões que podem afetar a qualidade do processo. Este, por sua vez, foi escolhido devido a grande quantidade de amostras e as variações existentes entre as quantidades inter-amostrais, que por se tratar de subgrupos maiores, as amostras possuem quantidades distintas de observações. Essas oscilações acontecem devido a interrupção do processo, que podem ocorrer quando o operador interrompe o envase para realizar verificações da produção e disposição dos sacos no pallet no final da linha, ou quando sensores de barreira de segurança são acionados acidentalmente, ocasionando a parada das envasadoras. Portanto, cada amostra terá seu próprio limite de controle, correspondente ao seu tamanho amostral.

O problema abordado neste estudo é a análise quantitativa da variável peso dos sacos de argamassa produzidos por uma indústria renomada do setor da construção civil. Com o intuito de garantir que os produtos atendam aos requisitos estabelecidos por normas técnicas e padrões de qualidade, por meio do controle adequado da variabilidade do peso.

O objetivo desse artigo é estimar os parâmetros do processo, empregando a utilização de cartas de controle e seus respectivos métodos. Adicionalmente, busca-se interpretar os resultados obtidos, bem como avaliar os índices de capacidade de processo. Por fim, são fornecidas potenciais melhorias para aprimorar o desempenho do processo.

A metodologia adotada consiste em uma abordagem quantitativa, com a coleta sistemática de dados. Foi realizado um levantamento do processo de produção da argamassa, identificando etapas e pontos críticos relacionados ao controle de peso dos sacos. Em seguida, foram selecionadas amostras representativas dos sacos em diferentes lotes de produção. Os sacos foram pesados individualmente utilizando uma balança de alta precisão, e os dados foram registrados e submetidos a análises estatísticas para identificar padrões e possíveis desvios em relação às especificações.

O restante do artigo está estruturado em cinco seções, na primeira seção, apresentaremos uma breve descrição das cartas de controle e sua importância na gestão da qualidade. Em seguida, descreveremos o estudo de caso realizado na empresa de argamassa, incluindo informações sobre a empresa, a metodologia utilizada e o processo de enchimento dos sacos. Por fim, discutiremos os resultados obtidos e concluiremos sobre a importância do controle de peso para garantir a qualidade dos produtos e a satisfação dos clientes.

2. Referencial teórico

2.1 Gráficos de controle

Ao perceber uma variação no processo, é crucial investigá-la e identificá-la prontamente para intervir e eliminá-la. Com esse propósito, são empregadas as cartas de controle, que são instrumentos estatísticos capazes de detectar a existência de causas especiais durante o processo produtivo. Desta forma, em concordância com Fogliato e Filho *apud* Azevedo (2017) elas têm o propósito de analisar a evolução temporal da variável por meio das medições realizadas.

Conforme descrito por Montgomery (2009), a utilização de gráficos de controle desempenha um papel fundamental na gestão da qualidade. Russo (2002) afirma que esses gráficos podem ser classificados em dois tipos principais: gráficos de controle para variáveis e gráficos de controle para atributos. No contexto dos gráficos de controle para variáveis, destacam-se as cartas de controle S. Essas cartas são empregadas para monitorar características de qualidade que são mensuráveis em escalas numéricas, ou seja, características consideradas variáveis.

Em conformidade com Melo (2004) os gráficos permitem visualizar se o processo está operando dentro das expectativas ou se está apresentando variações significativas. Se houver indicações de que o processo está saindo de controle, medidas corretivas podem ser tomadas antecipadamente, antes que problemas maiores ocorram. Ela permite monitorar dados temporais de uma característica específica da qualidade, como cor, peso ou temperatura de um produto.

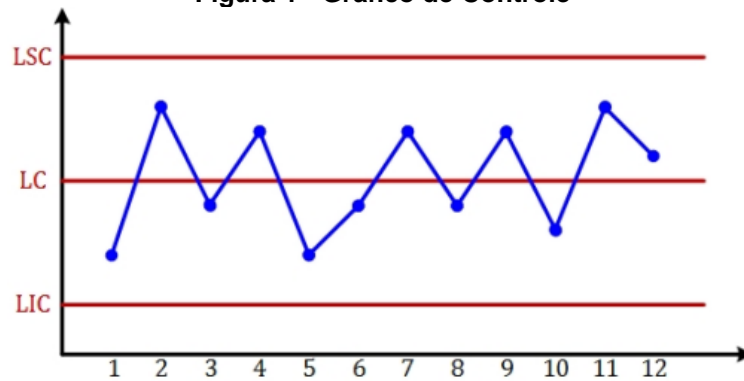
De acordo com Pedrin e Caten (2008) Um sistema que está sob controle estatístico tem a capacidade de produzir itens de forma constante e com a menor variabilidade possível, o que não implica necessariamente atender aos requisitos ou especificações do produto.

As cartas são utilizadas para monitorar a variabilidade ao longo do tempo em um processo. São especialmente úteis para responder a perguntas como: quais fatores estão causando variações no processo, se são causas especiais ou naturais, e se a variação entre diferentes lotes de produção é maior do que o esperado. Elas são ferramentas valiosas para destacar os valores dos parâmetros em análise, permitindo a detecção de variações dentro de um lote ou entre diferentes lotes (LIMA *et al.*, 2006).

As cartas de controle representam uma das principais ferramentas estatísticas utilizadas para monitorar processos, graças à sua operacionalidade simplificada. Conforme Kume *Apud* Silva *et al* (2018), essas cartas apresentam uma linha central (LC - linha central), acompanhada por um par de limites de controle, um superior (LSC - limite superior de controle) e outro inferior (LIC - limite inferior de controle). Valores característicos são plotados no gráfico para representar a condição do processo. Se todos esses valores estiverem dentro dos limites de controle, sem apresentar qualquer tendência específica, considera-se que o processo está sob controle. No entanto, se esses pontos estiverem fora dos limites de controle ou exibirem um padrão anormal, conclui-se que o processo está fora de controle.

Uma das características essenciais é a capacidade de determinar se um processo está ou não sob controle estatístico, com sua utilização, a variação do processo pode ser detectada rapidamente. Os pontos que estão fora dos limites, como demonstrado na Figura 1, podem ser resultado de variações causadas por causas especiais, portanto, é necessário identificar os fatores que estão causando essas variações e eliminá-los. Uma vez que não haja mais pontos fora dos limites de controle, a atenção se volta para o estudo do comportamento da linha formada pelos demais dados registrados no gráfico.

Figura 1 - Gráfico de Controle



Fonte: Autoria própria

Contudo, conforme Martins (2002) a utilização de cartas de controle é essencial para detectar mudanças no processo ao longo do tempo. Eles permitem identificar as causas das variações, além disso, auxiliam na distinção entre causas especiais do processo e causas naturais, como a temperatura e ambiente, que podem ocasionar variações.

Através do uso adequado das cartas de controle, as empresas podem estabelecer um controle mais efetivo sobre seus processos, resultando em produtos de alta qualidade e satisfação dos clientes.

2.2 Gráfico S

O Gráfico S é usado no controle estatístico de processos para monitorar a variabilidade dos dados em subgrupos. É importante ressaltar que ele é especialmente útil em situações em que as amostras contêm mais de 10 elementos, pois considera todas as observações da amostra. Ele exibe os desvios padrão calculados para cada subgrupo ao longo do tempo, e sua finalidade é identificar variações significativas nos dados, indicando possíveis problemas no processo. É uma ferramenta útil na análise do desempenho do processo e busca por melhorias, auxiliando na resposta a questionamentos, como a estabilidade da variação durante o processo ou a identificação de diferentes tipos de matéria-prima que possam estar causando alterações significativas na variabilidade. As fórmulas para o cálculo são apresentadas abaixo, conforme Montgomery (2009):

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{S}}{c_4} \quad (1)$$

$$LSC_S = B_4 \bar{X} \bar{S} \quad (2)$$

$$LM_S = \bar{S} \quad (3)$$

$$LIC_S = B_3 \bar{X} \bar{S} \quad (4)$$

Nas equações do Gráfico S, as constantes C4, B4 e B3 são tabeladas em função do tamanho da amostra, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Constantes X-Barra / S

n	c4	B3	B4
10	0,9727	0,2840	1,7160
12	0,9776	0,3540	1,6460
13	0,9794	0,3820	1,6180
16	0,9835	0,4480	1,5520
18	0,9854	0,5650	1,5180
27	0,9896	0,5650	1,4350
28	0,9896	0,5650	1,4350
29	0,9896	0,5650	1,4350
30	0,9896	0,5650	1,4350
31	0,9896	0,5650	1,4350

Fonte: Adaptado de Montgomery (2009)

2.3 Capacidade do Processo

Conforme Peinado e Graeml (2007), capacidade tem a ver com a busca de uma forma para controlar e medir qual a capacidade que um processo tem para cumprir às exigências de uma determinada especificação. Um processo pode estar sob controle, porém, os limites do gráfico de controle são maiores que os limites exigidos pela especificação do cliente, neste caso dizemos que o processo não tem capacidade de atender às exigências da especificação.

2.3.1 Índices de Capacidade

A capacidade e o desempenho do processo foi descrita utilizando os parâmetros Cp, Cpk, Pp, Ppk e Cpm, os quais conectam a variação aceitável ou tolerância (limites de especificação pré-determinados) com a variação observada do procedimento em relação aos limites de controle 6σ . As equações de cálculo para os indicadores, segundo Montgomery (2009) são:

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

$$Cpk = \min\left(\frac{LSE - \mu}{3\hat{\sigma}}; \frac{\mu - LIE}{3\hat{\sigma}}\right) \quad (6)$$

$$Pp = \frac{LSE - LIE}{6s} \quad (7)$$

$$Ppk = \min\left(\frac{LSE - \mu}{3s}; \frac{\mu - LIE}{3s}\right) \quad (8)$$

$$Cpm = \frac{LSE - LIE}{6} \quad (9)$$

Os índices Cp e Pp medem a capacidade potencial e se referem ao enquadramento do processo dentro dos limites de especificação, porém sem considerar a posição da média. Enquanto os índices Cpk, Ppk e Cpm são mais sensíveis ao deslocamento do processo e, portanto, utilizados para avaliar a centralização da média do processo, sendo a diferença apenas evidenciada pelo estimador do desvio padrão do processo (Rocha et al., 2014).

3. Descrição da empresa

No setor da construção civil, a qualidade dos materiais utilizados desempenha um papel fundamental na eficiência e durabilidade das estruturas. Nesse contexto, a produção de argamassa desempenha um papel essencial, pois é amplamente utilizada em diferentes etapas do processo construtivo. Dentre as empresas que se destacam nesse mercado, a presente pesquisa se concentra em uma indústria de argamassa renomada, cujo reconhecimento é atribuído à qualidade de seus produtos e à variedade de soluções oferecidas para atender às exigências técnicas do setor.

O objetivo deste estudo é realizar uma análise quantitativa da variável peso dos sacos de argamassa produzidos por essa empresa de destaque. A determinação precisa do peso é de suma importância para garantir que os produtos atendam aos requisitos estabelecidos por normas técnicas e padrões de qualidade.

3.1 Descrição do processo

O enchimento de sacos de argamassa é uma etapa crucial na produção desse material amplamente utilizado na construção civil. Neste artigo, abordamos o processo de enchimento dos sacos, com foco na análise e controle de peso. A empresa em questão utiliza quatro ensacadeiras pneumáticas, que empregam dois métodos de dosagem grosso e fino.

O enchimento dos sacos tem início com a dosagem grossa, na qual a embalagem é abastecida a uma taxa de velocidade mais elevada, porém menos precisa. Esse processo continua até que um nível de corte seja atingido. Em seguida, inicia-se a dosagem fina, que proporciona um controle mais apurado do peso do produto, utilizando uma velocidade mais baixa. O processo conta com quatro ensacadeiras, no qual cada uma delas trabalha com velocidades distintas, sendo determinada pelo produto produzido. Em média, trabalha-se com 1 saco a cada 8 segundos, somando as duas etapas.

Para os parâmetros de corte são definidos no painel da ensacadeira, permitindo ajustes precisos de acordo com as especificações. Assim, para garantir a conformidade dos sacos de argamassa com o peso desejado, o processo conta com cinco balanças. As quatro primeiras estão localizadas nas ensacadeiras e são utilizadas diretamente durante o enchimento dos sacos. Assim que um saco atinge o peso de 20kg, a ensacadeira interrompe o processo e o saco é expulso para a esteira. A quinta balança, conhecida como *checkweigher EC-M-HD* (Figura 2), possui uma precisão ainda maior, de acordo com o fabricante, ela possui um grau de precisão de $\pm 2g$ e está posicionada entre o processo de paletização e as ensacadeiras. Há um sistema de medição para determinar o peso, que obedece ao princípio da compensação de forças eletromagnéticas. Os pesos assim determinados são processados pela unidade computadorizada e visualizados no monitor. Caso um saco apresente um peso abaixo de 19,83 kg, ele é automaticamente separado da linha para que o enchimento restante seja realizado.

Figura 2 - Balança Checkweigher EC-M-HD



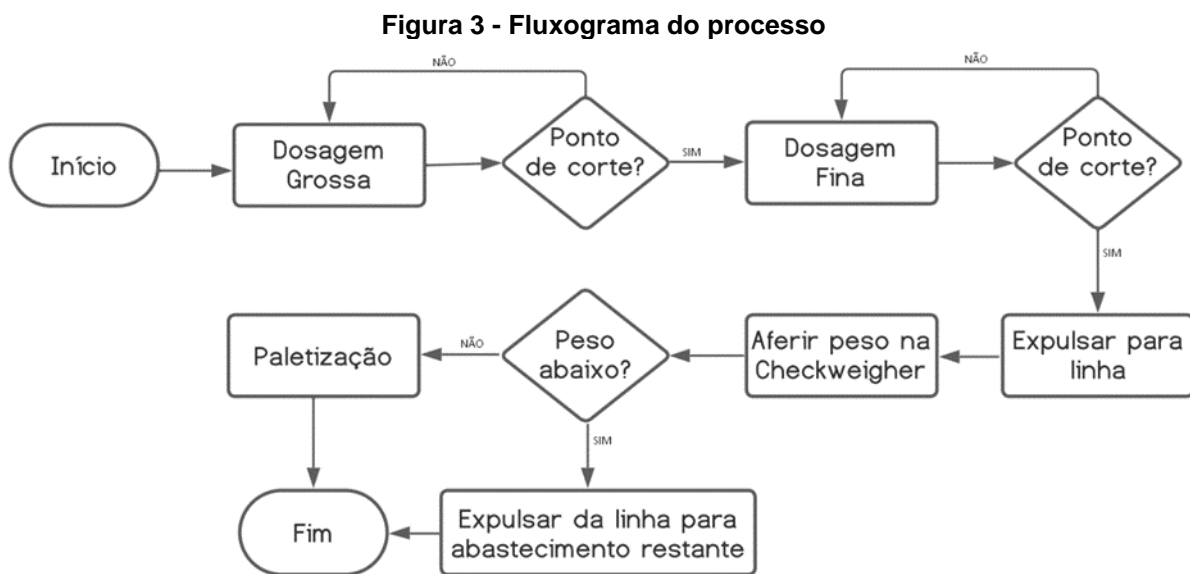
Fonte: OCS Checkweighers, Inc

Disponível em:

http://m.sanitaryindustry.com/product/show/3f1891ec_4845_41fd_b33a_3a4ab869c43f.html?accessstyp=prolist. Acesso em: 19 jun. 2023.

A utilização de balanças em diferentes etapas do processo, incluindo a balança de verificação final (*checkweigher*), contribui para assegurar que cada saco atinja os padrões estabelecidos. Esse controle de verificação garante a conformidade dos pesos e identifica eventuais desvios em relação às especificações com as normas técnicas e a satisfação dos clientes, fortalecendo a reputação da empresa no mercado da construção civil.

Para visualizar de forma clara o fluxo do processo de enchimento de sacos de argamassa, é apresentado abaixo um fluxograma ilustrativo:



Fonte: Autoria própria

3.3 Variável da qualidade

A variável de interesse é o peso final de cada saco, sendo o peso ideal estabelecido em 20,03 kg. O objetivo é avaliar a conformidade dos pesos em relação às especificações. Para este estudo, todos os pesos finais dos sacos de argamassa são registrados pela balança *checkweigher* EC-M-HD. Esses dados são armazenados no banco de dados da empresa, possibilitando análises estatísticas e monitoramento contínuo dos pesos produzidos.

A especificação estabelecida para o peso final dos sacos de argamassa é de 20,03 kg, sendo 20 kg de produto e 0,03 kg de embalagem. Para avaliar a conformidade, foram definidos limites de especificação bilaterais de 1%. Isso significa que os pesos dos sacos podem variar dentro de $\pm 1\%$ em relação ao peso ideal. Essa faixa permite uma tolerância razoável para considerar pequenas variações, sem comprometer a qualidade do produto.

Os dados coletados no banco de dados da empresa serão submetidos a uma análise estatística. Serão calculados valores médios, desvio padrão e limites para verificar a consistência dos pesos finais dos sacos de argamassa. Além disso, serão gerados gráficos para visualizar a distribuição

4. Cálculo dos parâmetros do processo

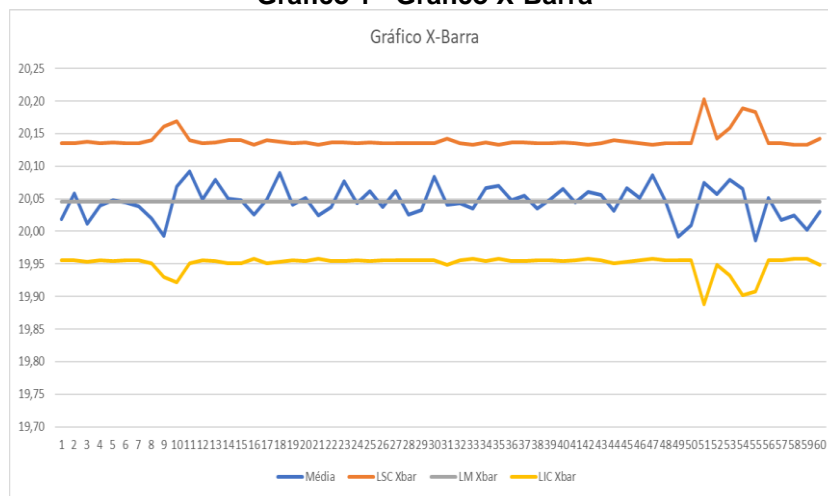
A partir dos dados obtidos do processo, foi possível selecionar 60 amostras de um único produto para a fase de cálculo, sendo as amostras coletadas a cada um minuto, variando a quantidade amostral de 10 até 31 sacos de argamassa. Devido a esta variação, os limites superior e inferior oscilam, ou seja, quando os limites são mais largos, representam as amostras menores e vice-versa. O Gráfico 1 representa a média da variação dos pesos.

Figura 4 – Fragmento do Banco de Dados

20,090	20,020	20,230	19,860	20,260	20,070	20,070	19,820	20,100	20,100	20,300	19,750	20,000	19,970	20,140	19,780	20,090	20,160	20,240	20,160	20,180
20,050	20,210	20,020	19,780	19,960	20,130	20,080	19,710	20,100	20,270	20,150	19,960	20,190	19,720	20,090	19,670	20,080	20,180	20,100	20,030	20,200
20,010	20,130	19,950	20,010	20,000	20,150	19,660	20,080	20,000	20,150	19,870	19,980	20,130	20,180	19,750	20,120	20,160	20,300	20,040	20,200	19,810
20,110	20,110	20,240	20,130	19,760	20,110	20,020	20,060	20,050	19,720	20,140	20,080	20,130	19,990	20,160	20,080	20,300	20,170	19,700	20,100	20,240
19,830	20,070	20,200	20,170	19,810	20,110	20,140	20,170	20,120	19,880	20,080	20,220	20,050	19,680	20,160				20,130	19,750	
20,150	20,160	20,150	19,760	20,150	19,860	20,180	19,660	20,140	20,140	20,150	20,060	19,790	20,060	20,140	20,210	19,790	20,150	20,010	20,070	20,130
19,700	20,060	20,200	20,150	19,790	20,070	20,260	20,000	20,110	20,170	19,760	20,150	20,090	20,150	19,840						
20,090	20,230	19,820	20,090	20,080	20,180	20,100	20,050	20,110	19,760	20,070	20,240	20,180	19,920	19,970		20,070	20,210	19,920	20,210	20,090
20,150	20,240	20,120	19,940	20,020	20,180	20,060	19,870	20,050	20,190	19,920	20,090	20,220	19,840	20,160						
	20,150	20,110	19,680	20,090	20,140	20,030	20,080	20,200	19,670	20,050	19,970	19,750	20,240	20,120	20,140	20,160	20,230	20,190	19,720	20,070

Fonte: Autoria própria

Gráfico 1 - Gráfico X-Barra

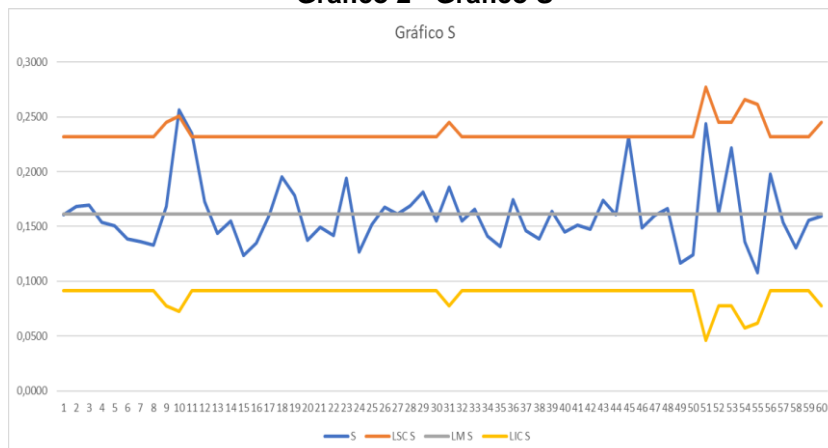


Fonte: Autoria própria

A partir da análise do Gráfico X-Barra, identifica-se que não há fortes indícios de que o processo esteja fora de controle, ou seja, a média está variando dentro dos limites calculados. Portanto, analisando somente este gráfico, seria possível afirmar que está sob controle, porém, ainda é necessário avaliar o desvio padrão do processo.

Inicialmente, o gráfico S apresentou um ponto fora dos limites de controle, sendo ele a amostra 10, observado no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Gráfico S



Fonte: Aatoria própria

Portanto, a amostra foi retirada, a fim de verificar se ocorreu uma possível causa especial, totalizando então 59 amostras. Foi possível observar que após a retirada da amostra 10, surgiram outras amostras que ultrapassaram o limite superior, sendo primeiramente a 11, e após a sua retirada, a amostra 45. Portanto, temos fortes indícios de que o processo está fora de controle, já que três amostras ficaram acima do limite superior de controle.

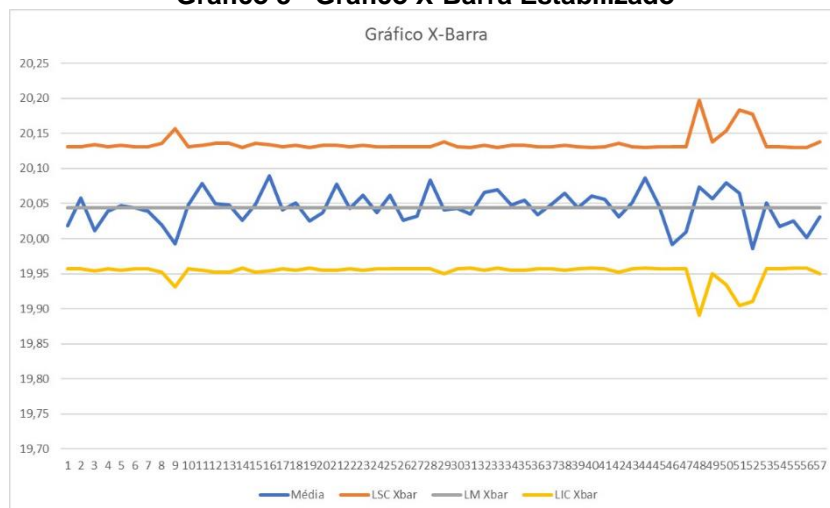
Com isso, baseado nos resultados obtidos, assume-se que o processo não está sob controle estatístico, porém, foi possível obter os parâmetros do processo estabilizado, demonstrado na Tabela 2, a partir da retirada dos outliers, conforme Gráficos 3 e 4, para fins de análise da fase de cálculo e capacidade do processo estudado.

Tabela 2 - Parâmetros do Processo Estabilizado

Índice	Resultado
Média Geral	20,0440
S- Barra	0,1573
Desvio Padrão Geral	0,1592
Desvio Padrão Intra-Amostral	0,1589

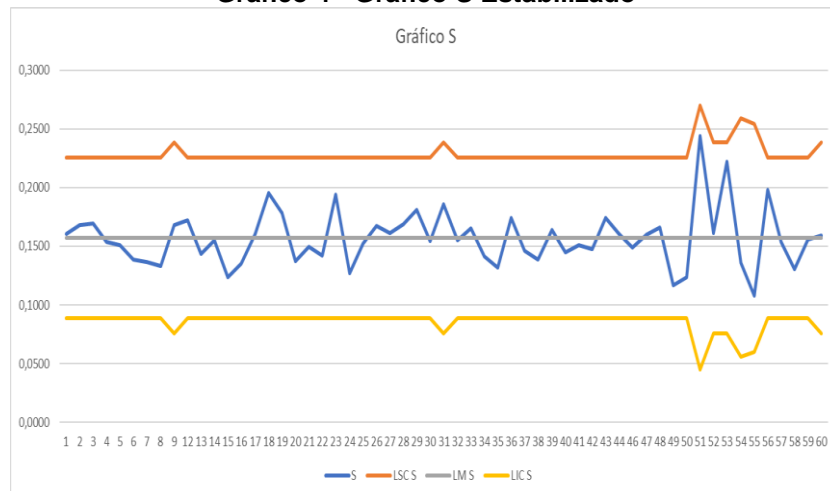
Fonte: Aatoria própria

Gráfico 3 - Gráfico X-Barra Estabilizado



Fonte: Aatoria própria

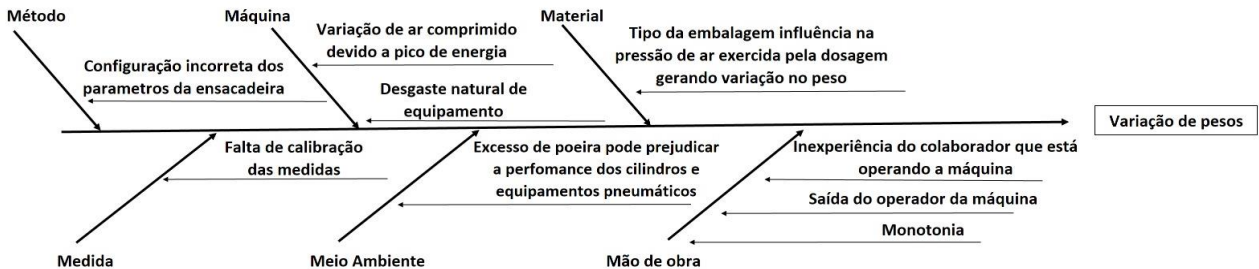
Gráfico 4 - Gráfico S Estabilizado



Fonte: Autoria própria

Para obter as possíveis causas que podem descrever maior variação no desvio padrão do processo, foi utilizado a ferramenta da qualidade, conhecida como Diagrama de *Ishikawa*:

Figura 5 – Diagrama de *Ishikawa*



Fonte: Autoria própria

5. Análise de capacidade e desempenho do processo

A fim de verificar se o processo apresentou um bom desempenho até o momento, calculou-se os indicadores Cp, Cpk, Pp e Ppk. Os dados obtidos se encontram na Tabela 3.

Tabela 3 - Parâmetros de capacidade e desempenho do processo

Índice	Resultado
Desvio Padrão Intra-Amostral	0,1589
Desvio Padrão Geral	0,1592
VA	20,030
LSE	20,230
LIE	19,830
Cp	0,4245
Cpk	0,3948
Pp	0,4194
Ppk	0,3901
PFE	0,2101
PPM	210095

Fonte: Autoria própria

Por meio dos indicadores de capacidade e desempenho obtidos, conclui-se que o processo não é capaz e apresenta baixo desempenho, através dos resultados dos índices abaixo de um, em que 21% dos sacos fabricados estarão fora dos limites de especificação, ou seja, a cada 1.000.000 de itens produzidos 210.399 itens estarão fora de padrão.

Ademais, para a fase de uso, optou-se por não aplicar os parâmetros obtidos em virtude da baixa confiabilidade dos indicadores de Cp e Cpk.

Decidiu-se realizar uma investigação dos pesos fora dos limites de especificações para quantificação das unidades demonstrada na Tabela 4.

Tabela 4 – Quantificação de pesos fora de especificação

Índice	Resultado
Total	1654
Abaixo do especificado	251
Acima do especificado	110

Fonte: Autoria própria

Com os resultados obtidos, também é possível verificar a porcentagem de itens fora da especificação (PFE) com base na proporção deles, resulta em 21%.

6. Conclusão

Neste artigo, foi abordada a análise quanto a estabilidade de um processo de envase de sacos de argamassa. O objetivo geral foi o estudo e compreensão do gráfico de controle X-Barra / S a partir da etapa final de ensacamento do produto em questão. Para alcançar esse objetivo, utilizou-se de uma metodologia baseada no controle estatístico de processos (CEP), envolvendo a coleta de dados, a análise estatística e a identificação de pontos críticos do processo.

Os resultados obtidos revelaram que o processo está fora de controle, portanto, foram levantadas algumas possíveis causas desta instabilidade. A partir do estudo de desempenho, foi possível verificar que o processo é incapaz, o que dificulta a estabilização do processo, bem como o atendimento às especificações da demanda, pois torna-se necessário deslocar a média do processo para que fique centrada ao valor alvo, além de reduzir o desvio-padrão.

As contribuições deste trabalho são significativas tanto para a empresa em estudo, quanto para a área de gestão da qualidade em geral. Ao restabelecer o controle estatístico do processo, espera-se uma redução significativa nos retrabalhos, melhorando a qualidade do envase do produto. Além disso, as recomendações fornecidas podem ser utilizadas por outras organizações que estejam enfrentando problemas semelhantes.

Quanto às limitações desta pesquisa, é importante mencionar que os resultados obtidos são específicos para o contexto e processos analisados, podendo não ser generalizado para outras situações. Além disso, a implementação das recomendações propostas requer recursos e comprometimento por parte da organização.

Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se a realização de um estudo mais abrangente que inclua a análise de outros setores interligados ao processo estudado, investigando as possíveis interações. Além disso, a avaliação dos resultados das contramedidas implementadas ao longo do tempo, conclui sobre a eficácia das ações propostas.

Referências

AZEVEDO, Bárbara. **CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE PRODUÇÃO DE BANDEJAS DE OVOS**. Disponível em: http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/11759/2/GP_COEME_2017_2_01.pdf. Acesso em: 13 jun. 2023.

LIMA, A.A.N. et al. **Aplicação do controle estatístico de processo na indústria farmacêutica.** Disponível em: <https://rcfba.fcfar.unesp.br/index.php/ojs/article/view/545/543>. Acesso em: 13 jun. 2023.

LIMA, Leduar. **UTILIZAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO (CEP) PARA OTIMIZAR E VALIDAR O PROCESSO NA PRODUÇÃO DE FORMAS FARMACÊUTICAS SÓLIDAS (COMPRIMIDOS).** Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/3573/1/arquivo6269_1.pdf. Acesso em: 14 jun. 2023.

MARTINS, Roberto. **CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO.** Disponível em: https://www.dcce.ibilce.unesp.br/~adriana/ceq/Material%20de%20aula/Ap_CEP*.pdf. Acesso em: 5 jun. 2023.

MELO, Karine. **UTILIZAÇÃO DAS CARTAS DE CONTROLE DE MÉDIA PARA AVALIAÇÃO DE PESO EM SORVETES.** Disponível em: <https://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/8930/material/TCC-Karine%20UTILIZA%C3%87%C3%83O%20DAS%20CARTAS%20DE%20CONTROLE%20DE%20M%C3%89DIA%20PARA%20AVALIA%C3%87%C3%83O%20DE%20PESO%20EM%20SORVETES.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2023.

MONTGOMERY, Douglas C. **Introduction To Statistical Quality Control.** 6 ed. John Wiley & Sons, 2009. ISBN 978-0-470-16992-6.

OCS CHECKWEIGHERS GmbH. **Manual de Instruções Balança de Controlo EC-M-HD.** Tradução H&B, 2010. 23 p.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção – operações industriais e de serviços.** UNICENP, 2007.

ROCHA, H. S.; CAMARGO, A. P.; MARQUES, P. A. A.; PERBONI, A.; LAVANHOLI, R.; FRIZZONE, J. A. **Estabilidade e índice de capacidade para processo de medição de perda de carga.** Internacional Meeting. Fortaleza – CE, Brasil, 2014. Anais... II Inovagri Internacional Meeting. Fortaleza-CE, Brasil, 2014.

RUSSO, S. L. **Gráficos de Controle para Variáveis não-conformes Autocorrelacionadas.** Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/84244/187107.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 13 jun. 2023.

SILVA, Aline et al. **APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO EM UMA EMPRESA DO SETOR DE BEBIDAS.** Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/1012/o/APLICA%C3%87%C3%83O_DE_FERRAMENTAS_DO_CONTROLE_ESTAT%C3%8DSTICO_DE_PROCESSO_EM_UMA_EMPRESA_DO_SETOR_DE_BEBIDAS.pdf?1536010816. Acesso em: 4 jun. 2023.