

Aplicação de ferramentas de controle estatístico de processos no processo de fabricação de frascos plásticos: Um estudo de caso em uma indústria de embalagens localizada no oeste do Paraná

Application of statistical process control tools in the plastic bottle manufacturing process: A case study in a packaging industry located in western

Barbara Fragoso

ba_fragoso@hotmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil

José Airton Azevedo dos Santos

airton@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil

RESUMO

Atualmente as empresas, em um mercado muito disputado, tem como meta produzir produtos com alta qualidade a um custo competitivo. Para atingir esta meta estão cada vez mais aplicando métodos e ferramentas da qualidade. Neste contexto, este trabalho tem por objetivo empregar ferramentas de controle estatístico de processos (CEP) na análise de um processo de fabricação de frascos plásticos de 100 mililitros em uma indústria de embalagens localizada no oeste do Paraná. Verificou-se que o índice de capacidade C_{pk} , está abaixo de um, o que classifica o processo como incapaz. Portanto, o processo produtivo não é capaz de produzir todos os frascos dentro das expectativas dos clientes, mesmo quando está sob controle estatístico.

PALAVRAS-CHAVE: Capacidade de processo. Gráficos de Controle. Controle Estatístico de Processos.

ABSTRACT

Nowadays companies, in a very disputed market, have as goal to produce products with high quality at a competitive cost. To achieve this goal they are increasingly applying methods and quality tools. In this context, the objective of this work is to use statistical process control (CEP) tools in the analysis of a process of manufacturing plastic bottles of 100 milliliters in a packaging industry located in western Paraná. It has been found that the capacity index C_{pk} , is below one, which classifies the process as incapable. Therefore, the production process is not able to produce all bottles within the expectations of customers, even when it is under statistical control.

KEYWORDS: Process capability. Control charts. Statistical process control.

Recebido: 23 ago. 2018.

Aprovado: 04 out. 2018.

Direito autorial:

Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

Atualmente, as empresas têm buscado vencer a concorrência melhorando a qualidade de seus produtos e o desempenho de seus processos. Assim, para manter a competitividade, as organizações aplicam diferentes práticas de gestão que, se utilizadas com critérios rigorosos e métodos disciplinados, possibilitam a superação dos concorrentes, em função da oferta de produtos e serviços de melhor qualidade (LINDERMAN et al., 2003).

Segundo Costa (2010) o controle estatístico de processo (CEP) é uma ferramenta que traz junto consigo uma série de outras ferramentas da qualidade como: o fluxograma para o mapeamento e entendimento do processo, histograma, diagrama de causa e efeito, gráfico de Pareto que auxilia na identificação de fontes de causas especiais e os gráficos de controle que permitem a visibilidade de pontos fora do padrão desejado.

Dentro deste contexto, este trabalho tem por objetivo empregar ferramentas de controle estatístico de processos, tais como índice de capacidade de processo e aplicação da carta de controle, na análise de um processo de fabricação de embalagens em uma indústria localizada no Estado do Paraná.

MATERIAIS E MÉTODOS

A empresa em estudo é uma indústria situada no oeste do Paraná que atua a mais de 10 anos no mercado de embalagens, buscando desenvolver produtos com agilidade e alto padrão de qualidade.

Dentre os frascos produzidos na unidade industrial em estudo (Figura 1), foi escolhido a produção de frascos de 100 mililitros. O critério de escolha do produto baseou-se no frasco mais vendido pela empresa e realizou o acompanhamento de um dia de produção. Foram estudados os dados de 80 amostras e o controle do processo é efetuado pelo controle do peso, altura total, diâmetro interno, altura do gargalo, diâmetro da rosca e diâmetro da trava. Como ferramenta para o tratamento dos dados foi utilizado o pacote computacional Minitab, onde foram construídas e analisadas cartas de controle e a capacidade do processo. Também se determinou o tamanho amostral com base na estimativa da média populacional.

PROCESSO DE FABRICAÇÃO

A primeira etapa para iniciar o processo de fabricação de frascos plásticos é a chegada da matéria prima (Polietileno de alta densidade, Pigmento branco, etc). Em seguida esta matéria prima é pesada e enviada na quantidade correta para um misturador, esse processo leva 20 minutos. O material é armazenado em bombonas e levado para a máquina sopradora, onde a mistura é moída e transportada através de um cilindro por uma rosca, sendo fundida pelo calor fornecido por resistências elétricas fixadas na parte externa do cilindro.

Ao passar pela matriz extrusora (Equipamento semelhante a um moedor de carne, utilizado na extrusão de plásticos), o material toma a forma de uma mangueira chamada parison (Pré-Forma). Com isso o molde se fecha sobre o

parison, que é cortado por uma lâmina antes que o bico de ar seja introduzido no parison soprando-o para que tome a forma do molde. Após o período de resfriamento, o molde abre e ejeta os frascos. Em seguida, os frascos são encaminhados para uma esteira onde se verifica as especificações dos mesmos. Se estiverem conformes são etiquetados, colocados em caixas e armazenados, caso contrário são colocados em bombonas e redirecionados ao final da linha de produção.

TAMANHO DA AMOSTRA

A fórmula para cálculo do tamanho da amostra é dada por:

$$N = \left(\frac{Z_{\alpha/2} \sigma}{E} \right)^2 \quad (1)$$

Onde: n = Número de indivíduos na amostra; $Z_{\alpha/2}$ = Valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado; σ = Desvio-padrão populacional da variável estudada; E = Margem de erro ou erro máximo de estimativa. Identifica a diferença máxima entre a média amostral e a verdadeira média populacional.

Os valores de confiança mais utilizados e os valores de Z correspondentes podem ser encontrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores críticos associados ao grau de confiança na amostra

Grau de confiança	α	Valor Crítico $Z_{\alpha/2}$
90%	0,10	1,645
95%	0,05	1,960
99%	0,01	2,575

Fonte: Montgomery (2001)

CARTAS DE CONTROLE

Na estratégia do CEP, processos são controlados efetuando-se medições de variáveis de interesse em pontos espaçados no tempo e registrando os resultados em cartas de controle. As cartas de controle são as ferramentas principais utilizadas no controle estatístico de processo e têm como objetivo detectar desvios de parâmetros representativos do processo, reduzindo a quantidade de produtos fora de especificações e os custos de produção. Sua utilização pressupõe que o processo seja estatisticamente estável, isto é, não haja presença de causas especiais de variação ou, ainda e de outra forma, que as sucessivas amostragens representem um conjunto de valores independentes ou não correlacionados. Este pressuposto quase sempre não é atendido e muitas vezes leva à utilização das cartas de controle com limites inadequados e com a frequente ocorrência de alarmes (pontos fora ou próximos aos limites da carta) sem que, necessariamente, representem a presença de uma causa especial (JURAN, 1992; MONTEGOMERY, 2001).

CAPACIDADE DO PROCESSO

Verificada a estabilidade do processo, pode-se quantificar sua capacidade empregando os índices de capacidade (BOTHE, 1997). Basicamente, o estudo da capacidade visa verificar se o processo consegue atender às especificações, ou não (RAMOS, 2003).

Um processo mesmo com variabilidade controlada e previsível pode produzir itens defeituosos. Conseqüentemente, não é suficiente colocar o processo sobre controle e dizer que o processo é capaz de atender as especificações do cliente (ALENCAR et al., 2007).

A verificação da capacidade do processo em atender com segurança as especificações é demonstrada pelo cálculo do parâmetro Cpk definido pelas equações:

$$CpL = \frac{(\mu - LTS)}{3\sigma}, \quad CpU = \frac{(LTI - \mu)}{3\sigma}, \quad Cpk = MI(CpL, CpU) \quad (2)$$

Onde: LTS = Limite de tolerância superior; LTI = Limite de tolerância inferior; μ = Média do processo e σ = Desvio padrão estimado.

O Índice Cpk avalia a distância da média do processo aos limites da especificação, tomando aquela que for menor, e, portanto, mais crítica em termos de chances de serem produzidos itens fora de especificação. Se $Cpk > 1$ temos um processo capaz. Alguns autores utilizam $Cpk > 1,33$ ou $1,67$ assumindo uma margem de segurança para o processo ser considerado adequado (MONTGOMERY, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a realização da análise estatística, este trabalho cumpriu as seguintes etapas: 1. Coleta de dados; 2. Interpretação da estabilidade do processo; 3. Interpretação da capacidade do processo.

COLETA DE DADOS

Nesta etapa, foi coletado os dados durante 24 horas, sendo que o tamanho definido da amostra é de $n=8$ e frequência de 2 horas. As amostras foram coletadas antes da passagem pela esteira e logo em seguida realizou-se a pesagem e registro na planilha.

Para a identificação do número ideal de amostras, realizou-se o somatório de cada característica dos frascos sem distinção de horário e colaborador responsável pelo controle. O grau de confiança adotado 95%, $Z=1,96$, e ainda calculou-se o desvio padrão e a média de cada componente.

$$NA = \left[\frac{100 \cdot 1,96 \cdot 0,139}{5 \cdot 14,005} \right]^2 = 0,1513685 \quad (3)$$

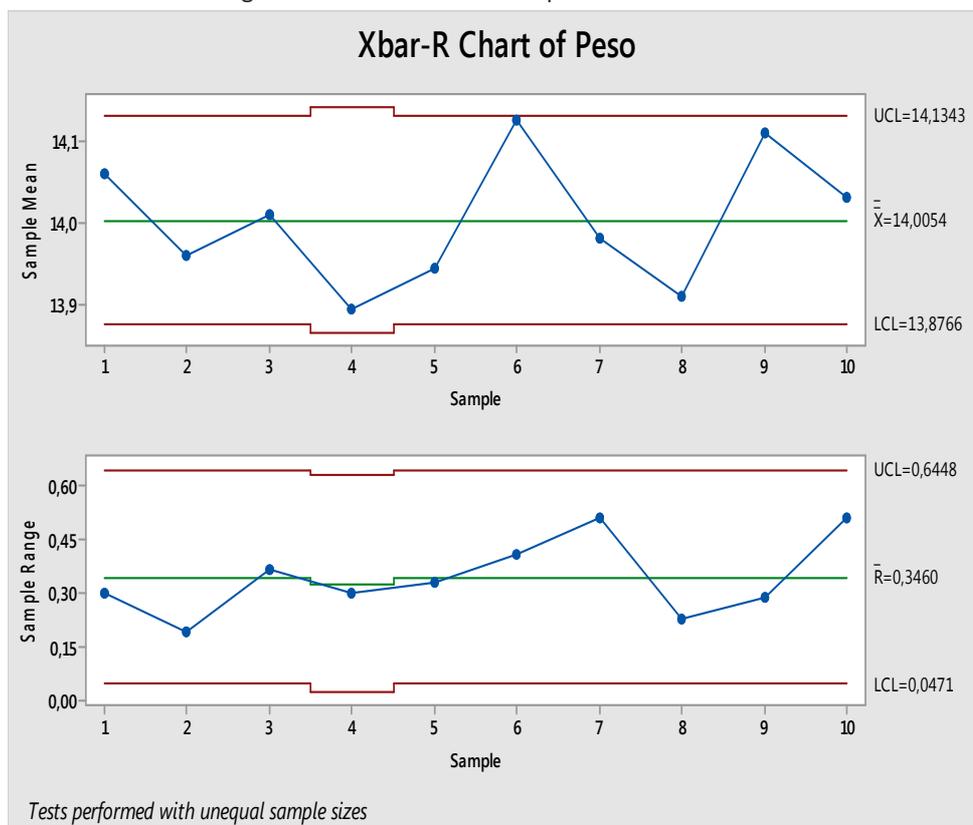
Ao realizar o cálculo da amostragem, nota-se que não são necessárias 8 amostras a cada 2 horas, mas somente 1. Isso ocorreu porque o processo está

com pouca 11 variabilidade, o que facilita a fabricação de frascos considerados ideais/padrão (com as medidas estipuladas pela empresa).

INTERPRETAÇÃO DA ESTABILIDADE DO PROCESSO

Para prosseguir com o acompanhamento do processo fez-se necessário a aplicação de gráficos de controle para poder verificar se o processo está sob controle, isto é, isento de causas especiais. Na Figura 2 utilizou-se os gráficos de X e R (Média e Amplitude).

Figura 2 - Gráfico de controle para a variável Peso



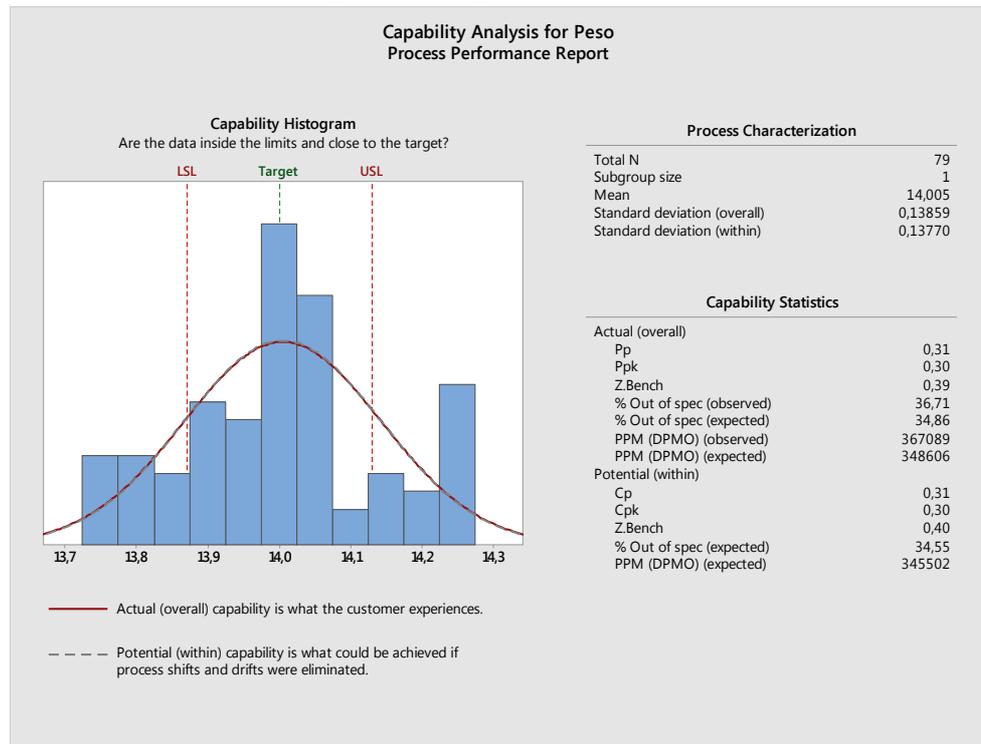
Fonte: Autoria própria (2018).

Nota-se, por meio dos resultados apresentados na figura, que todos os pontos estão dentro dos limites de controle e distribuídos ao redor da média pretendida, tornando o processo estável, pois nenhum subgrupo está fora de controle no gráfico. O limite superior alcançou o valor de 14,1343g e o limite inferior 13,8766g.

INTERPRETAÇÃO DA CAPACIDADE DO PROCESSO

Verificada a estabilidade do processo quantificou-se sua capacidade usando o índice Cpk. A empresa, segundo o Departamento de Engenharia, tem um valor alvo, para os frascos plásticos, de 14g com uma variação de 0,3g. Na Figura 3 apresentam-se o histograma e o índice de capacidade.

Figura 3 - Histograma e índice Cpk



Fonte: Autoria própria (2018).

Na Figura 3, é possível observar que o processo não é capaz, segundo o cálculo do Cpk, pois seu valor calculado ficou abaixo de 1,33.

CONCLUSÃO

Observou-se, por meio dos resultados obtidos do software MINITAB, que as amostras, coletadas na empresa, encontravam-se entre os limites superior e inferior de controle. Portanto, não apresentavam causas especiais. Observou-se, também, que os dados coletados na empresa seguiam uma distribuição normal, condição necessária para o estudo de capacidade do processo.

Pela análise dos resultados de capacidade percebeu-se que o processo produtivo não é capaz de produzir todos os frascos dentro das expectativas dos clientes, mesmo quando está sob controle estatístico.

Finalizando, pode-se afirmar que para o processo de produção em estudo, o controle estatístico de processo é uma ferramenta simples em sua aplicação, capaz de facilitar a compreensão do processo e permitir muitas vezes várias ações de controle pelos colaboradores da empresa.

REFERÊNCIAS

BOTHE D. R. **Measuring process capability**. New York: McGraw-Hill; 1997. p.38, 265, 270. 13



COSTA, A. F. B.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L. C. R. **Controle estatístico de qualidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 334 p., 2010.

JURAN J. M. **A qualidade desde o projeto**. São Paulo: Pioneira, p.285, 1992.

KUME H. **Métodos estatísticos para melhoria da qualidade**. São Paulo: Ed. Gente; p.98-148, 1993.

LACHMAN L, LIEBERMAN H. Á, KANING J. L. **Teoria e prática na indústria farmacêutica**. Lisboa: Fundação Coloutre Gulbekian, 2001. p.1379-88.

LINDERMAN, K.; SCHROEDER, R. G.; ZAHEER, S.; CHOO, A. S. Six Sigma: a goal-theoretic perspective. *Journal of Operations Management*, v. 3, n. 21, p. 193-203, 2003.

MONTGOMERY, D. C. **Introduction to statistical quality control**. 4ª Ed. New York: John Wiley, 2001.

VIEIRA FILHO, G. **Gestão da qualidade total: uma abordagem prática**. São Paulo: Alínea, 2003.

RAMOS E. M. L. S. **Aperfeiçoamento e desenvolvimento de ferramentas do controle estatístico de qualidade - utilizando quartiz para estimar o desvio padrão**. [Tese] Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2003.

WERKEMA M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG; v.2, p.197 -284, 1995.

VIEIRA FILHO, G. **Gestão da qualidade total: uma abordagem prática**. São Paulo: Alínea, 2003.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Fundação Araucária, a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira e meu professor orientador José Airton Azevedo dos Santos por contribuírem para a realização do presente trabalho.