

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS NA MANUFATURA DE INSETICIDAS

Diego Augusto de Jesus Pacheco¹
André Felipe Riegel²

Resumo

Muito se tem discutido a importância da qualidade para o sucesso das organizações. A elaboração deste trabalho analisa como a ferramenta Controle Estatístico de Processos (CEP) pode ser utilizada para solucionar problemas no processo de fabricação e auxiliar os seus gestores na tomada de decisão. O estudo foi realizado em uma empresa do ramo químico, localizada na cidade de Taquara, no Vale do Paranhana, Rio Grande do Sul - Brasil. O processo de fabricação no qual foi implantado o CEP é composto por uma envasadora de líquidos, onde ocorre o envase de garrafas plásticas de pet com 500 ml de inseticida repelente, analisando o peso líquido de cada garrafa, descontando a tara após o envase. A aplicação proposta seguiu as seguintes etapas: (i) definição das cartas de controle; (ii) coleta de dados; (iii) construção das cartas de controle por variáveis média e amplitude; (iv) análise do processo. De acordo com os resultados obtidos, foi possível verificar que o processo segue um comportamento estável, estando dentro dos limites de especificação da empresa e do INMETRO.

Recebimento: 26/7/2015 - Aceite: 29/10/2015

¹ Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas. Professor e Coordenador do Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção e Transportes, UniRitter. diego_pacheco@uniritter.edu.br.

² Faculdades Integradas de Taquara - Faccat. Departamento de Gestão de Qualidade. andrieregell@hotmail.com.

Palavras-chave: Controle Estatístico de Processo; Indústria Química; Qualidade

APPLICATION ANALYSIS OF STATISTICAL PROCESS CONTROL IN MANUFACTURING OF PESTICIDES

Abstract

Much has been discussed the importance of quality to the success of organizations. The preparation of this work analyzes how the tool the Statistical Process Control (SPC) can be used to solve problems in the manufacturing process and assist managers in their decision making. The study was conducted at a company in the chemical sector, located in Taquara, in the Valley of Paranhana, Rio Grande do Sul - Brazil. The manufacturing process where the zip code was implemented filler comprises a liquid, which occurs filling plastic bottles with 500 ml of pet repellent insecticide, analyzing the net weight of each bottle by deducting the tare after filling. The proposed application followed the following steps: (i) definition of control charts; (ii) data collection; (iii) construction of control charts for average and variable amplitude; (iv) analysis of the process. According to the results it observed that the process follows a stable behavior, be within the specification limits of the company and INMETRO.

Keywords: Statistical Process Control; Chemical Industry; Quality

Introdução

Com o mercado cada vez mais aberto, há acirrada concorrência, e organizações que almejam o sucesso precisam ser competitivas para garantir sua sobrevivência e, para isso, necessitam cada vez mais agregar qualidade aos seus produtos com custos reduzidos. Moretti (2003) cita que a qualidade deve fazer parte do sistema vivo da organização e que a atitude de qualidade não deve ser vinculada somente a produtos físicos tangíveis, mas também a serviços intangíveis que acompanham ou podem acompanhar o produto físico. Juran (1987) destaca aquela que talvez seja a mais genérica, ampla e universal definição sobre qualidade, indicando que a qualidade adequada só é alcançada quando um produto é perfeitamente orientado as suas condições de uso. Segundo Deming (1992), a melhoria da qualidade aumenta a produtividade.

A indústria química, compreendida como atividade industrial, praticamente só começou a existir no século XIX. Seu grande desenvolvimento e sucesso tem como base dois pontos: a descoberta de novos produtos e de materiais (em ensaios dentro dos laboratórios) e a sua transposição para a escala industrial. Nos últimos anos, a indústria química mundial vem passando por diversas transformações, motivadas principalmente pela globalização, concentração, a especialização e a descentralização geográfica. Esses fatores vêm ao longo dos tempos contribuindo para as suas transformações.

Processos produtivos e desempenho de equipamentos são de suma importância nas indústrias. Já que produzir cada vez mais em menor tempo, tendo alta qualidade no produto final e ao mesmo tempo maximizando os recursos disponíveis passou a ser não só uma vantagem competitiva, mas sim, uma questão de sobrevivência para as empresas (ROLDAN *et al.*, 2013).

De acordo com dados divulgados pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), em fevereiro de 2015, a produção industrial brasileira apresentou queda de 3,2% em 2014 (pior resultado desde 2009). De acordo com levantamento da Abiquim, 448 produtos deixaram de ser fabricados no Brasil desde 1990. Isso resultou na paralisação de 1.710 linhas de produção. Em 1990, a participação dos produtos importados no consumo brasileiro era somente 7%, hoje é de 30%, sendo o setor químico o segundo em importância na formação do PIB Industrial.

Deming (1990) afirma que a constante busca e aperfeiçoamento da qualidade iniciam uma reação em cadeia que leva naturalmente a um incremento em produtividade e redução de custos. Presumindo-se que quando um processo conceber produtos com aproveitamento em qualidade próximo a 100%, todos os esforços empregados serão válidos, não havendo

necessidade de retrabalho, desperdício de mão de obra ou tempo - máquina. Com o resultado final desta reação em cadeia, há possibilidades maiores de captação de mercado. Segundo Feigenbaum (1983), qualidade é o grau no qual um produto é conforme ao seu desenho ou especificação, ou seja, o compromisso com a excelência. Taguchi (1986) diz que a qualidade consiste em minimizar as perdas causadas pelo produto a longo prazo não apenas ao cliente, mas à sociedade. Isto pode ser alcançado através do atingimento do alvo com a menor variabilidade.

O estudo foi realizado numa indústria de manuseio, beneficiamento, desenvolvimento e comercialização de produtos químicos para uso agrícola, veterinário e doméstico, que está no mercado desde 1952, tendo o desenvolvimento deste trabalho principal justificativa pela carência quanto a ferramentas e técnicas estatísticas que permitam tomar decisões devidamente embasadas. Pouco se tem publicado sobre aplicações industriais de controle estatístico de processo; para processos químicos, estas são ainda mais raras. Segundo Bartmann (1986), o CEP surge como uma ferramenta indispensável para a consolidação da empresa no cenário mundial.

A proposta deste estudo é utilizar ferramentas do CEP para análise de envase de repelente líquido de uso doméstico em uma indústria química situada no Rio Grande do Sul, verificando a capacidade do processo realizado, com o objetivo de melhorar seu desempenho. O artigo está organizado conforme segue: a seção dois apresenta o referencial teórico, a seção três os procedimentos metodológicos, a seção quatro os resultados, a seção cinco a análise e discussão dos resultados e a seção seis a conclusão.

Referencial teórico

Controle Estatístico de Processos

O Controle Estatístico de Processos (CEP) é uma ferramenta da qualidade utilizada nos processos produtivos (e de serviços) com o objetivo de fornecer informações para um diagnóstico mais eficaz na prevenção e detecção de defeitos/problemas nos processos avaliados e, conseqüentemente, auxiliando no aumento da produtividade e resultados da empresa, evitando desperdícios de matéria prima, insumos, produtos, etc. Na visão de Montgomery (2004), o objetivo primário é a redução sistemática da variabilidade nas características-chave do produto, fornecendo as ferramentas necessárias para avaliação e melhoria de processos, produtos e serviços de forma abrangente. O Controle Estatístico de Processo abrange a coleta, a análise e a interpretação de dados com a finalidade de resolver um problema particular (PARANTHAMAN, 1990).

O controle estatístico do processo (CEP) é uma técnica de avaliação da qualidade. Segundo Kume (1993), este sistema foi proposto inicialmente por Walter Shewhart como uma ferramenta para auxiliar na eliminação de variações anormais em processos pela diferenciação de causas comuns das causas aleatórias (especiais). De acordo com Davis (2001, p.155), Shewhart desenvolveu os fundamentos do controle estatístico atual.

Conforme Ramos (1997), são definidos os seguintes conceitos para as causas de variação nos processos: i) causas especiais ou aleatórias: as causas especiais, esporádicas ou aleatórias são fatores geradores de variações que afetam o comportamento do processo de maneira imprevisível, não sendo possível obter-se um padrão. A causa esporádica diferencia-se da causa comum pelo fato de produzir resultados totalmente discrepantes em relação aos demais valores. Exemplos de causas especiais são: desregulagem ocasional da máquina, um lote de matéria-prima com problema, quebra de uma ferramenta e outras; ii) causas comuns: uma causa comum é definida como uma fonte de variação que afeta a todos os valores individuais do processo. É resultante de diversas origens, sem que nenhuma tenha predominância sobre a outra. Um processo é dito sob controle, ou estatisticamente estável, quando somente causas comuns estiverem presentes.

O CEP aplica técnicas estatísticas em meios produtivos, em que é possível identificar e reduzir a variabilidade de um processo que se deseja monitorar, resultando na melhoria da qualidade dentro de seus limites de controle, determinados por projeto ou exigências de clientes. A qualidade é antagônica à variabilidade, pois, para sua obtenção, é necessário reduzir a variabilidade das características de qualidade do produto e, para tanto, pode-se recorrer à utilização de técnicas de controle estatístico da qualidade (MONTGOMERY, 2004). Pode-se afirmar que o principal objetivo do CEP é possibilitar o controle em tempo real, feito pelo próprio operador, aumentando o seu comprometimento com a qualidade do que está sendo produzido (PAESES, 1998). De acordo com Martins (2007), “é possível afirmar que todas as visões de qualidade indicam que o foco está direcionado principalmente à satisfação dos clientes e mercados e, consecutivamente, à melhora dos resultados empresariais”.

Paladini (2002) menciona que a avaliação da qualidade sempre teve um espaço no gerenciamento das organizações, de modo a obter um ambiente competitivo para desenvolver estratégias que viabilizem o processo de avaliação. Segundo Indezeichak (2005), “o gerenciamento da qualidade dos produtos e serviços, estabelece um aumento da competitividade da empresa, com foco na melhoria de produto e processos visando satisfazer os clientes”.

Cartas de Controle e análise de capacidade de processos

A carta de controle é um tipo de gráfico muito utilizado para o acompanhamento de um processo, possui a vantagem de ser um controle feito pelo operador da máquina em estudo, reforçando seu compromisso com a qualidade do produto e comprometimento, o que é fundamental quando se trata de melhoria de processos. O uso das cartas de controle oferece diversas vantagens como ferramenta de controle da qualidade: é relativamente simples de ser elaborada, podendo ficar a cargo do próprio operador de um equipamento ou executor de um serviço; permite um ajuste contínuo do processo, mantendo-o sob controle; oferece uma visão gráfica do andamento do processo e permite avaliar a sua capacidade. Além disso, o seu custo é geralmente inferior ao de uma inspeção por amostragem executada no produto acabado (IRWIN, 1965).

Segundo Reid e Sanders (2005), “[...] os gráficos de controle são uma das ferramentas de uso mais comum no controle estatístico de processos. Podem ser utilizados para medir qualquer característica de um produto”. Diz-se que o processo está sob controle, quando está somente sujeito à ação das causas aleatórias (comuns). Quando além das causas aleatórias estiverem presentes causas especiais, ele está fora de controle. Quando o processo está fora de controle, alguma ação corretiva é necessária (COSTA; EPPRECHT; CARPINETTI, 2005). É importante destacar que um gráfico de controle não permite a identificação de quais são as causas especiais de variação que estão atuando em um processo fora de controle estatístico, mas ele processa e dispõe informações que podem ser utilizadas na identificação destas causas (WERKEMA, 1995).

Um processo é considerado capaz quando, além de estar sob controle, atende às especificações do cliente. A análise da capacidade do processo é um procedimento para avaliar a condição de um processo em atender às especificações de determinada característica do produto. Implica na análise da estabilidade e variabilidade do processo, bem como o exame de sua posição relativa aos limites e centro do campo de tolerância da característica de interesse. Sendo assim, o estudo da capacidade do processo visa determinar o comportamento do processo.

Montgomery (2004) cita as principais utilizações da análise de capacidade, isto é, predizer até que ponto o processo manterá as tolerâncias, auxiliar os elaboradores/planejadores do produto na seleção ou modificação de um processo, especificar exigências de desempenho para um equipamento novo, planejar a sequência de processos de produção quando há um efeito interativo de processo sobre as tolerâncias e reduzir a variabilidade de um processo de fabricação.

O índice Cp é encontrado pela razão entre a amplitude de especificação e a variação natural do processo. Se o valor encontrado for maior que 1, o processo é capaz de se manter dentro da faixa de especificação (SLACK, 1996, p. 564).

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} \quad (1)$$

Onde LIE e LSE são os limites de especificação e σ é a variância natural do processo. Conforme Montgomery (2003, p. 375) se a variância (σ) for desconhecida, deve-se estimá-la como a amplitude média (\bar{R}) dividida pelo seu fator de correção (d_2).

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (2)$$

Para o índice Cpk, considere-se um processo de usinagem que possui uma faixa de especificação entre 0,4mm e 0,8mm, sendo que o valor ideal é 0,6mm. O processo se mantém apresentando valores entre 0,5mm e 0,8mm. Trata-se de um processo estável, dentro dos limites de especificação e supostamente dentro dos limites de controle, mas a média de 0,65mm está deslocada em relação ao valor alvo. Conforme Ramos (2002, p. 89), o índice Cpk informa a dimensão do deslocamento da média em relação aos limites de especificação. Este índice é definido como o menor valor entre os índices Cpi e Cps.

Se Cpk for superior a 1, o processo é capaz. Se for igual ao índice Cp, o processo tem sua média centrada sobre o valor ideal de especificação. Valores entre 1 e 0 já indicam a fabricação de produtos não-conformes. E valores negativos indicam que a média do processo está fora de um dos limites (WERKEMA, 2006).

$$C_{pk} = \min[C_{pi}; C_{ps}] \quad (3)$$

$$C_{pi} = \frac{\bar{x} - LIE}{3\sigma} \quad (4)$$

$$C_{ps} = \frac{\bar{x} - LSE}{3\sigma} \quad (5)$$

Onde \bar{X} a média das médias das amostras, LIE e LSE são os limites de especificação, σ é a variância natural do processo que, se for desconhecida, estima-se conforme a equação de variância da amostra (S^2):

$$(s^2) = \Sigma [(x_i - \bar{x})^2] / n - 1$$

(6)

Onde:

s^2 : Variância

Σ : Somatória, ou seja, a soma de todos os termos da equação após o sinal de somatória.

x_i : Observação da amostra.

\bar{x} : A média.

n : O tamanho da amostra.

Procedimentos metodológicos

O estudo foi realizado em uma empresa do ramo químico, localizada na cidade de Taquara, no Vale do Paranhana, Rio Grande do Sul - Brasil. Trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos nesse processo. O objetivo é exploratório, e foi realizada uma pesquisa bibliográfica a partir de materiais já publicados, constituídos de artigos, livros e material disponibilizado na Internet e, por fim, sendo realizado o estudo de caso em que foi feita a análise da quantidade de líquido envasado utilizando a abordagem quantitativa.

Esta organização possui atualmente 83 funcionários, dos quais 72 colaboradores atuam na área produtiva, 3 em setores de suporte e 8 na administração. A atividade principal da empresa é a fabricação de inseticidas domésticos. O processo de fabricação em que será implantado o CEP é composto por uma envasadora de líquidos chamada de multiação total. Nesta linha, ocorre o envase de garrafas plásticas de PET, com 500 mL de inseticida repelente. O estudo foi direcionado à análise do peso líquido de cada garrafa, descontada a tara após o envase.

O método de trabalho adotado seguiu as seguintes etapas: definição das cartas de controle; coleta de dados; construção das cartas de controle por variáveis médias e amplitude; análise do processo. A característica de qualidade principal definida pela empresa é a quantidade de produto envasado em cada garrafa. Isto porque existe uma legislação nacional fiscalizada pelo INMETRO, segundo a qual, se o peso estiver abaixo do estabelecido pelo fabricante, isso pode resultar em multas para a empresa. Além disso, se as garrafas estiverem cheias acima do estabelecido pela

empresa, haverá perdas financeiras, pois a margem de lucro deste produto é relativamente pequena.

Análise e discussão dos resultados

O estudo teve início com uma pesquisa bibliográfica, a partir de material já publicados, sendo realizado o estudo de caso, em que foi definido, junto com o setor de engenharia de produção da empresa, que se iria analisar o comportamento da máquina envasadora de líquidos (Figura 1) que possui seis bicos injetores. O bico injetor a ser analisado, no caso, foi o nº 1 dos 06 bicos injetores no total. Posteriormente, foram coletadas as amostras na sistemática de 36 amostras de $n=3$, sendo 108 garrafas analisadas no dia 11/06, das 13h01min às 15h55min. Para cada garrafa, foi descontada a tara em uma balança de precisão marca Urano, de três casas após a vírgula, aferida pelo INMETRO, com temperatura de 22°.

Figura 1: Bicos injetores de coleta

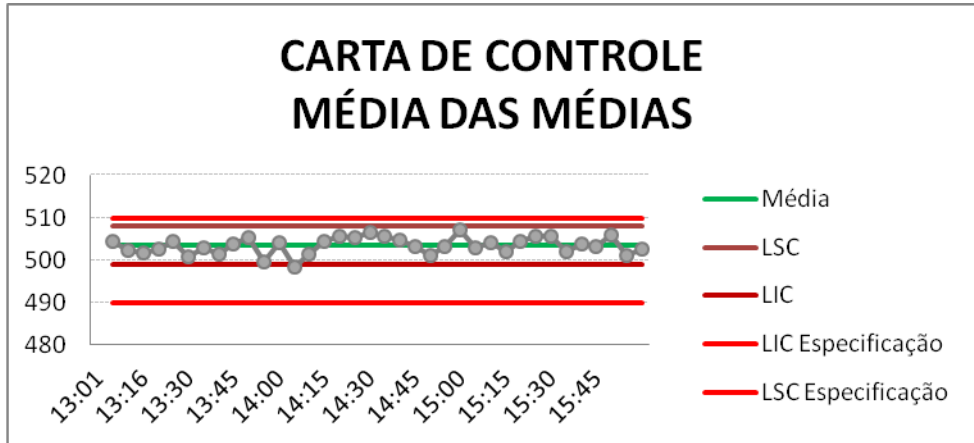


Tabela 1: Dados coletados para o estudo

HORÁRIO	AMOSTRA n=3		
	FRASCO 1	FRASCO 2	FRASCO 3
13:01	502	506	505
13:06	502	505	500
13:11	502	499	504
13:16	501	502	505
13:21	507	501	505
13:26	502	499	501
13:30	506	501	502
13:35	505	498	501
13:40	500	509	502
13:45	507	507	502
13:50	496	501	502
13:55	506	506	500
14:00	498	500	497
14:05	502	500	502
14:10	504	503	506
14:15	506	505	506
14:20	502	507	507
14:25	507	507	506
14:30	506	506	505
14:35	502	505	507
14:40	501	504	505
14:45	496	505	502
14:50	503	506	501
14:55	506	508	507
15:00	503	504	502
15:05	505	503	504
15:10	501	497	508
15:15	502	507	504
15:20	507	505	505
15:25	507	506	504
15:30	493	507	506
15:35	505	502	504
15:40	501	505	504
15:45	505	506	507
15:50	502	502	499
15:55	503	502	503

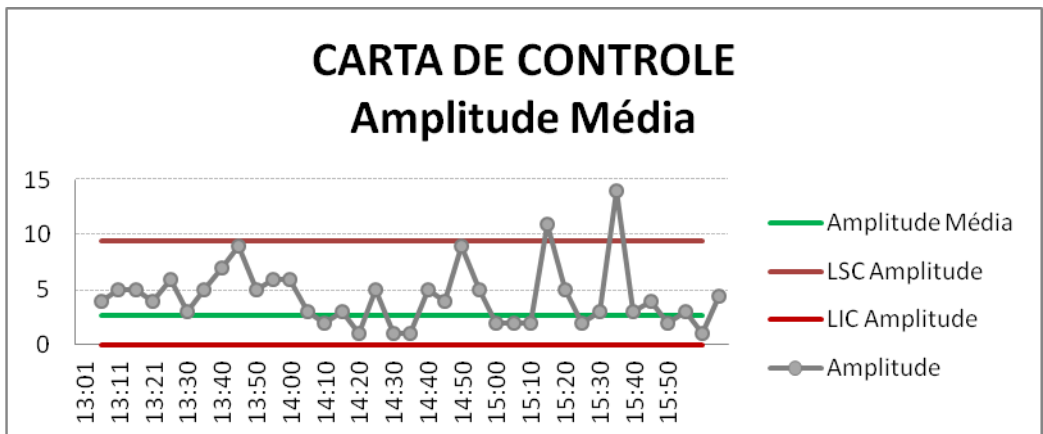
De posse dos dados, esses foram lançados no Excel. Foram gerados os gráficos de controle para valor individual e amplitude móvel, apresentando os seguintes resultados, conforme demonstra a Figura 2:

Figura 2: Carta de controle das médias



Nota-se que na carta de médias, existe uma causa especial, que está entre 14h00min até 14h50min, que são seis pontos consecutivos em linha ascendente. Mas nenhum ponto saiu do limite de especificação.

Figura 3: Carta de controle das amplitudes



Nota-se que, no gráfico da amplitude, em dois pontos o LSC foi rompido. A partir destes dois requisitos, foram calculados os índices C_p e C_{pk} , conforme as equações a seguir (MONTGOMERY, 2004):

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} \quad C_p = \frac{510 - 503,4}{6 \times 1,553} = 2,15$$

$$Cpk = \min \left(\frac{LSE - \mu}{3\sigma} \quad \frac{\mu - LIE}{3\sigma} \right)$$
$$Cpk = LSE \left(\frac{510 - 503,4}{3 \times 1,553} \right) = 1,42$$

De acordo com os resultados obtidos ($C_p=2,15$ e $C_{pK}= 1,42$) foi possível afirmar que o processo é capaz. Foram respeitadas as características de qualidade da empresa e do INMETRO, produzindo todos os produtos com qualidade.

A partir dos resultados encontrados, foi possível verificar que o processo é estável e dá a garantia de que o produto será produzido conforme as especificações mínimas de 490 mL e máximas de 510 mL que a empresa estabelece. A proposta inicial do estudo era utilizar a ferramenta CEP para verificar a capacidade do processo realizado com o objetivo de melhorar seu desempenho.

Os resultados foram positivos, porque nenhuma amostra esteve fora dos limites de especificação pré-determinados pela empresa, obedecendo às regras de qualidade exigidas pelo INMETRO. A experiência adquirida neste estudo foi de que os produtos produzidos neste equipamento podem ser comercializados. Caso haja uma fiscalização pelos órgãos competentes, a empresa não irá receber autuações.

A envasadora possui um sistema mecânico de regulação, e é difícil acertar o alvo com precisão, diferentemente de máquinas mais modernas com regulação digital. Outro ponto é a alta rotatividade de funcionários no setor, que chega a quase 6% ao mês, resultando, conseqüentemente, em poucos operadores capacitados.

Como uma ferramenta de Gestão da Qualidade, o CEP deve ser aplicado continuamente. No momento da análise, as variáveis envolvidas colaboraram para um desenvolvimento estável do processo. Porém, nada garante que estas assim continuarão, podendo haver de um dia a outro, diferenças de temperatura ambiente, formulação do líquido repelente ou a médio e longo prazo, desgaste do equipamento.

Por estas razões, recomenda-se o monitoramento periódico do processo através do CEP, possibilitando a percepção e o conhecimento de todas as fontes potenciais de variabilidade e de como lidar com estas, além de até mesmo permitir o estreitamento dos limites de controle. Sugere-se, para próximos estudos futuros, que os outros 5 bicos de envase também tenham seu comportamento examinado. Além disso, podem ser fornecidos aos seus colaboradores treinamentos focados no assunto, estimulando a

todos a adotar um olhar mais crítico e voltado para a detecção de potenciais melhorias.

Considerações finais

Este artigo apresentou a aplicação do Controle Estatístico de Processos (CEP) em uma Indústria do setor Químico, localizada em Taquara, Rio Grande do Sul. Julgando de extrema importância a aplicação de ferramentas para controle da qualidade, a aplicação do CEP, proposta neste estudo, seguiu as seguintes etapas: definição das cartas de controle; coleta de dados; construção das cartas de controle por variáveis médias e amplitude; e análise do processo.

A análise foi feita em um processo de envase de garrafas PET de inseticida líquido, com capacidade para 500 mL, sendo seu foco um dos 6 bicos envasadores do produto. Os dados utilizados para este fim foram coletados no dia 11/06/2015, num total de 108 garrafas analisadas em um intervalo de 5 min.

Conclui-se que a implantação e uso de ferramentas como o CEP é primordial. O presente estudo possui relevância pelo fato de que atesta que o processo é estável dentro dos limites de especificação da empresa e do INMETRO, mas possui uma ocorrência de causa especial em um período da análise, sendo que a média de enchimento (503,4mL) está um pouco acima do alvo (500 mL).

Referências

BRITO, A; PONTES, DANIEL. **A evolução da Indústria Química**. São Paulo: Metalivros, 1996.

BAPTISTA, N. **Introdução ao Estudo de Controle Estatístico de Processo - CEP**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996.

BARTMANN, F.C. **Idéias Básicas sobre Controle Estatístico da Qualidade**. VII Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística. Campinas, SP, 1986.

COSTA, A.F.B ; EPPRECHT E.K ; CARPINETTI, L. C.R. **Controle estatístico de qualidade**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2005.

DEMING, W.E. **As chaves da excelência**. São Paulo: Makron, McGraw- Hill, 1992.

DEMING, William Edwards. **Qualidade: a revolução da administração**. Trad. Clave Comunicações. Rio de Janeiro: Marques- Saraiva, 1990.

DAVIS, M.M., AQUILANO N.J., CHASE R.B. **Fundamentos da Administração da Produção**. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2001.

FEIGENBAUM, A. V. Total quality-control. **Harvard business review**, v. 34, n. 6, p. 93-101, 1983.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . Disponível em:http://saladeimprensa.ibge.gov.br/pt/noticias?view=noticia&id=1&idnoticia=28_19&busca=1&t=producao-industrial-cai-2-8-dezembro-fecha-2014-3. Acesso em 22 Jun 2015.

INDEZEICHAK, V. **Análise do controle estatístico da produção para empresa de pequeno porte: um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Departamento de Pesquisa e Pós-Graduação. Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2005.

IRWIN, R. D. (1965) - **Quality Control and Industrial Statistics**. Library of Congress. Homewood, Illinois.

KUME, Hitoshi. **Métodos Estatísticos para melhoria da Qualidade**. 11. ed. São Paulo: Gente, 1993.

MARTINS, M.E.A. **Aplicação da ferramenta controle estatístico de processo em uma indústria de embalagens**. Monografia (Pós-Graduação em Gestão Industrial) - Gerência de Pesquisa e Pós-Graduação. Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2007.

MONTGOMERY, D.C.; RUNGER, G.C. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2003, 463 p.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

MORETTI, S.; TREICHEL, A. **Qualidade de vida no trabalho x autorealização humana**. Revista Leonardo pós-Órgão de Divulgação Científica e Cultural do ICPG, Blumenau, 1,3, 2003.

PAESES, C, CATEN, C, RIBEIRO, J.L. **Aplicação da análise de variância na implementação do CEP**. In: XVII ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1998, Niterói. Anais (em CD ROM).

PALADINI, E.P. **Avaliação estratégica da qualidade**. São Paulo: Atlas, 2002.

PANASSOL, M. **Indústria Química no Brasil**, 2013.

PARANTHAMAN D. **Controle de qualidade**. São Paulo: McGrawHill Ltda., 1990.

RAMOS, Alberto Wunderley. **Controle Estatístico de Processo**. In: CONTADOR, José Celso et al. *Gestão de Operações: A Engenharia de Produção a serviço da modernização da empresa*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1997.

REID, R. Dan; SANDERS, Nara R. **Gestão de operações**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2005.

RIBEIRO, J.L.D.; CATEN, C.T. **Controle Estatístico do Processo: Série monográfica Qualidade**. Porto Alegre: FEENG/UFRGS, 2003.

ROLDAN *et al.* **Inovação em serviços: análise do caso de uma empresa de médio porte no nordeste brasileiro**. *Revista Gestão Industrial*, v 09, n. 01, p 01-23, 2013.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1996.

TAGUCHI, G. **Introduction to quality engineering: designing quality into products and processes**. 1986.

WERKEMA, C. **Ferramentas Estatísticas Básicas para Gerenciamento de Processo**. 7. ed. Belo Horizonte: Werkema, 2006.