

## **CEP – CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO PARA GERENCIAMENTO DE NÍVEIS DE ESTOQUE**

Henrique Martins Guimarães (UEMG) henriquemartins\_g@hotmail.com

Bruno Martins Moreira (UEMG) bmmoreira@gmail.com

Flávia Gontijo Cunha (UEMG) flaviagontijo.c@gmail.com

Kenia Mayara Cintra (UEMG) keniacintra@gmail.com

### **Resumo**

O objetivo deste artigo é realizar a aplicação da ferramenta CEP (Controle Estatístico de Processo), no gerenciamento dos níveis de estoque em um armazém de Manutenção Reparo e Operação – MRO, com a finalidade de verificar variabilidade da demanda de solicitação de ativos para aplicação em equipamentos. O estudo de caso compreendeu revisão bibliográfica bem como levantamento de dados por meio de relatório de movimentações de materiais. Os dados coletados e sua análise identificaram que a variabilidade da demanda é constante, pois as quantidades solicitadas flutuam durante o próprio dia, havendo a necessidade de requisitar mais de uma vez a mesma peça, o que provoca um atraso na liberação do equipamento pela manutenção. Além de ser verificada a ocorrência de causas especiais que necessitam ser analisadas para garantir a estabilidade, e melhoria contínua do processo.

**Palavras-Chaves:** Controle Estatístico de Processo (CEP), Gerenciamento níveis de estoque; Manutenção Reparo e Operação (MRO); Variabilidade da demanda.

## **1. Introdução**

Com intuito de alcançar processos cada vez mais estáveis, padronizados e reduzir seus custos, as empresas buscam cada vez mais alternativas e ferramentas de controle que possibilitem tornarem-se mais competitivas no mercado.

Os estoques surgem como possibilidade de atender de forma mais rápida as necessidades da empresa, mas este requer atenção e o máximo de controle devido ao alto custo agregado que é gerado e ao risco de desvios de demanda por intermédio dos clientes internos, que muitas das vezes requisita materiais sem a devida necessidade de aplicação.

Os estoques são materiais e suprimentos que a empresa mantém, seja este para vender ou para fornecer insumos ou suprimentos para o processo de produção. Pelo fato da demanda não poder ser prevista com exatidão, não é econômico e nem prático operar sem possuir estoques.

O mesmo deve ser monitorado em seus níveis de consumo, para que este não seja excedente de modo a acarretar custos desnecessários à empresa. Sendo que o estoque é responsável por cerca de 20% a 60% do ativo da empresa, em um balanço patrimonial.

Um estudo de monitoramento dos níveis de estoque para uma empresa do setor Ferroviário é fundamental para melhorar os níveis de estoque, reduzir custo e tornar mais eficiente o atendimento das demandas da manutenção.

Com o monitoramento dos níveis de materiais necessários para reparação dos ativos, a empresa obterá um aumento do controle de seus níveis demandados, bem como uma redução de estoques alocados na área de manutenção, contribuindo assim no relacionamento de atendimento entre armazém/ manutenção.

## **2. Referencial teórico**

### **2.1 Gestão de estoque**

O estoque desde que seja gerenciado de forma eficiente, com níveis de ressurgimento adequado para a quantidade demanda, torna-se um atrativo para as empresas devido à criticidade na aplicação destes itens em seu processo.

Para Campos (2013) o gerenciar é “O ato de buscar as causas da impossibilidade de atingir uma meta, estabelecer contramedidas, montar um plano de ação, executar e padronizar em

caso de sucesso; somente aquilo que é medido é gerenciado, o que não é medido está à deriva”.

Segundo Tadeu (org. 2015) a gestão de estoques de peças de reposição (MRO) e materiais auxiliares à produção é essencial para a maioria das grandes empresas, dado o valor significativo desses itens mantidos em estoque para garantir um nível de serviço adequado aos clientes internos. Diferentemente dos estoques de produtos acabados, semiacabados e insumos, que são direcionados pelos processos de produção e demandas dos clientes, as peças de reposição e os materiais de consumo são mantidos em estoque para suportar operações de manutenção e proteger contra falhas nos equipamentos. A maioria desses itens é estratégica para a operação e a falta deles causa um impacto direto no processo produtivo. Ainda sobre a gestão de estoques, Medeiros et al (2011) afirmam que o desconhecimento de técnicas de gestão de estoques implica na falta de materiais para produção, atraso de pedidos e consequentemente insatisfação dos clientes.

Para efetuar-se um gerenciamento efetivo dos estoques é necessário um embasamento histórico de seu consumo, para que o mesmo possa ser definido qual a periodicidade na necessidade de aplicação e bem como seus níveis de solicitação. De forma que a qualidade tem papel importante nesta análise devido as suas ferramentas de controle e monitoramento de processos, dentre elas o Controle Estatístico de Processo (CEP).

## **2.1 Controle estatístico do processo**

Bezerra (2011) enfatiza que a engenharia da qualidade surge para buscar a garantia dessa qualidade. O controle estático do processo (CEP) dá o suporte técnico necessário para a satisfação do cliente.

Para Montgomery (2015), o gráfico de controle é uma das técnicas principais do Controle Estatístico do Processo (CEP). Este gráfico plota as médias das medidas de uma característica de qualidade em amostras do processo *versus* tempo (ou número de amostras). O Gráfico tem uma linha central (LC) ou (LM) limite médio e limites superior (LSC) e inferior de controle (LIC). A linha central representa onde essa característica do processo deveria estar se não estivessem presentes fontes de variabilidade. Os limites de controle são determinados a partir de algumas considerações estatísticas.

Ainda para Montgomery (2015), o gráfico de controle é uma técnica de monitoramento do processo muito útil; quando fontes não usuais, de variabilidade estão presentes, as médias

amostrais serão plotadas fora dos limites de controle. Isto é um sinal da necessidade de alguma investigação do processo e de que alguma ação corretiva deve ser tomada para a remoção dessas fontes não usuais de variabilidade. O uso sistemático do gráfico de controle é um excelente modo de reduzir a variabilidade.

### **3. Metodologia**

O presente trabalho consiste no estudo das solicitações de materiais efetuados pelos clientes internos em uma oficina de manutenção de ativos ferroviários, que aplicam os materiais na manutenção destes equipamentos, de modo a avaliar a periodicidade e os níveis de demanda. Foram mapeadas todas as solicitações em um histórico de um ano, e o mesmo foi direcionado para os itens com maior valor agregado, devido à criticidade. Foi efetuada a extração de um relatório do sistema ORACLE, com as informações das ordens internas solicitadas, que nesta foi possível verificar o dia da entrega, o dia da baixa no centro de custo, bem como o local que foi entregue.

As informações foram organizadas por cliente atendido, de modo a efetuar uma estratificação dos dados e classificar qual cliente será estudado primeiro. Para saber em qual cliente iniciará o controle estatístico do processo, pensou-se no cliente que se tem o maior número de solicitações de peças ao armazém.

As informações referentes aos itens, como custo unitário e criticidade na aplicação, foram levantadas a partir dos conhecimentos técnicos da área operacional de manutenção. Assim os itens com maior valor agregado acumulado, iniciará o estudo do controle estatístico de processo.

Sobre as quantidades solicitadas tem-se a necessidade de efetuar o cálculo do desvio padrão do total da amostragem, de modo a identificar a dispersão existente em relação à média, de modo que se o desvio for um valor baixo, os valores estão próximos da média, caso estejam distantes da média, o desvio padrão será alto.

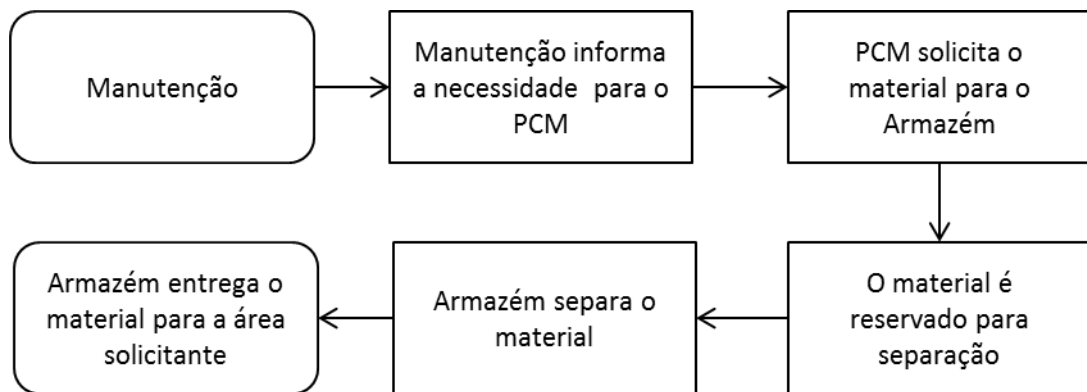
As médias das quantidades solicitadas também foram calculadas, que juntamente com a quantidade de solicitações completaram as informações para o cálculo do CEP (Controle Estatístico do Processo), sendo definidos os limites inferiores de controle (LIC) e os limites superiores de controle (LSC). Após a coleta de todas as informações pertinentes, os mesmos foram reportados para uma planilha eletrônica, de forma a facilitar e automatizar a mensuração deste indicador. O gráfico de controle evidenciou os pontos onde o mesmo encontra-se como desvio no processo, caso estes estejam fora dos limites determinados para

controle, ações deverão ser tomadas para entender a causa raiz da ocorrência, se o mesmo encontrar-se com os pontos inseridos entre os limites de especificação, intende-se que o processo encontra-se estável, porém é necessário o acompanhamento com uma periodicidade determinada pela supervisão.

#### 4. Atividades desenvolvidas

O processo em estudo é referente a solicitações de materiais da área de manutenção para o armazém. Os materiais solicitados são aplicados na reparação das locomotivas, as mesmas recebem manutenções preventivas e corretivas quando necessário. Geralmente todo dia de manhã há uma rota, onde um colaborador da manutenção verifica quais peças serão trocadas, de modo a efetuar a liberação da locomotiva. O fluxo do setor pode ser descrito a seguir:

Fluxograma 1 - Processo atendimento



Assim a manutenção após efetuar a rota e constatar que não há este material em seu Kanban o colaborador informa ao PCM (Programação e Controle da Manutenção), a sua necessidade de materiais para efetuar a manutenção na locomotiva.

O PCM envia uma solicitação via sistema (ORACLE), para o armazém, está peça tendo em estoque, o mesmo é reservado para separação. O armazém separa o material solicitado pela área, e já encaminha para rota de entrega, onde o material é depositado na baía de recebimento do cliente.

O gargalo evidenciado encontra-se no momento em que o colaborador evidencia a quantidade necessária para efetuar a manutenção da locomotiva e confere em seu Kanban se há a peça ou não, e solicita ao PCM. Sendo que este poderia estar solicitando uma quantidade que não atenderia completamente a demanda do dia, já que podem surgir novas demandas do mesmo material. Assim foi elaborada uma forma de padronizar os níveis de solicitação de peças ao armazém e atender a uma demanda de dois dias.

Foi desenvolvida uma planilha eletrônica Microsoft Excel que irá consolidar os dados referentes aos relatórios extraídos do sistema. Nesta planilha efetuou-se o filtro de um dos itens informado pela manutenção como sendo crítico para o processo e o mesmo tem-se uma alto nível de solicitações ao armazém.

A base de dados da amostra é de julho de 2015 ate agosto de 2016, sendo contempladas todas as solicitações do item 111111, já entregue pelo armazém para a área solicitada.

Utilizou-se a seguinte fórmula, segundo Montgomery (2015), para se calcular os limites de controle do CEP, com adaptação na constante, com valor de 3 para 4.

$$\text{LSC: } \mu + 4. \sigma / \sqrt{n}$$

$$\text{LIC: } \mu - 4. \sigma / \sqrt{n}$$

Onde:

$\mu$  = média da população de valores da variável

$\sigma$  = desvio padrão da população de valores da variável

$n$  = tamanho da amostra

No problema em questão a média da população considerou como sendo a média de toda a quantidade solicitada de materiais do código 111111, já o desvio padrão calculou-se com base também nas quantidades de solicitações do material. Para o tamanho da amostra foi considerado a número de solicitações feitas ao armazém.

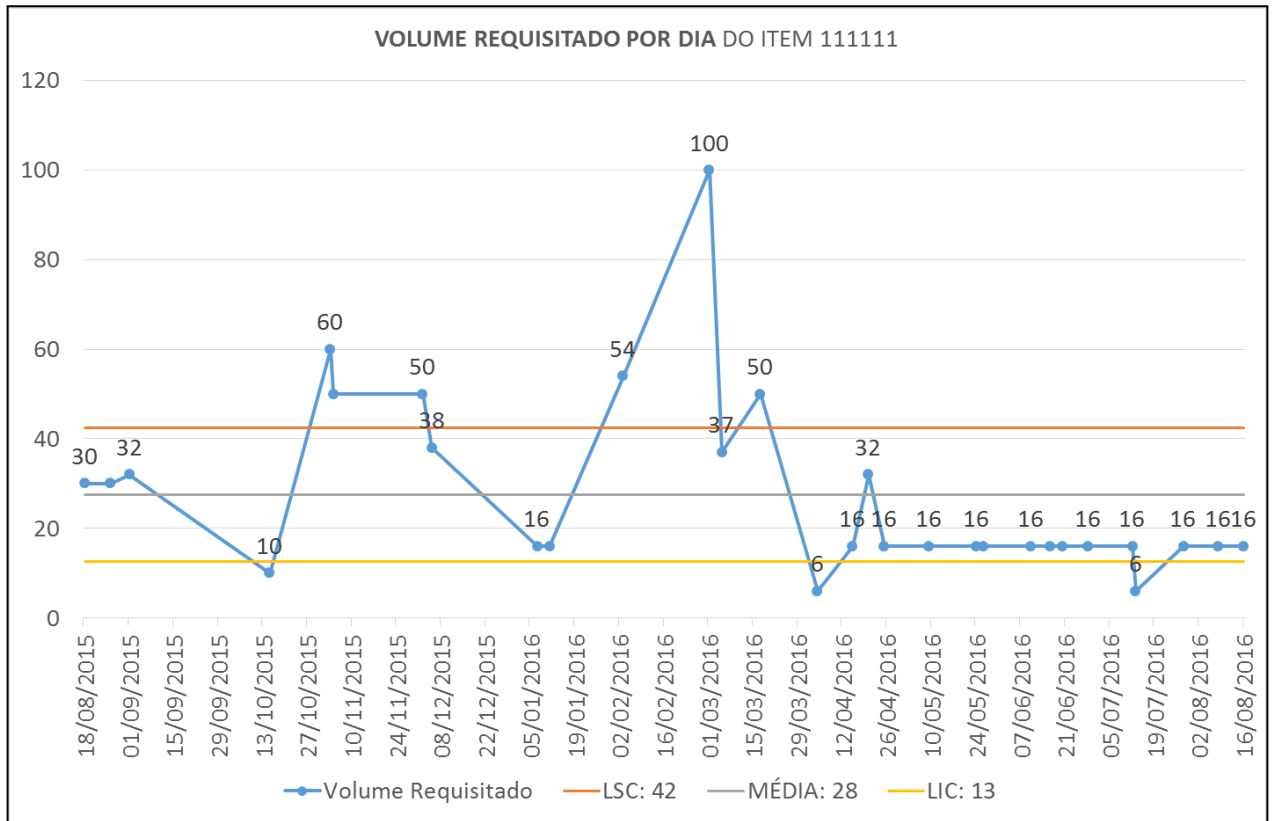
Para facilitar o processamento dos dados as informações foram dispostas segundo a figura a seguir:

Figura 2 - Mensuração de dados

			DADOS		
			Média	28	
			Desvio padrão	20	
			Contagem	30	
Volume REQUISITADO POR DIA item 111111			CEP		
Data	Solicitações	Volume Requisitado	LSC: 42	MÉDIA: 28	LIC: 13
18/08/2015	1	30	42	28	13
26/08/2015	1	30	42	28	13
01/09/2015	2	32	42	28	13
15/10/2015	1	10	42	28	13
03/11/2015	4	60	42	28	13
04/11/2015	1	50	42	28	13
02/12/2015	1	50	42	28	13
05/12/2015	3	38	42	28	13
07/01/2016	1	16	42	28	13
11/01/2016	1	16	42	28	13
03/02/2016	4	54	42	28	13
01/03/2016	1	100	42	28	13
05/03/2016	4	37	42	28	13
17/03/2016	1	50	42	28	13
04/04/2016	1	6	42	28	13
15/04/2016	1	16	42	28	13
20/04/2016	1	32	42	28	13
25/04/2016	1	16	42	28	13
09/05/2016	1	16	42	28	13
24/05/2016	1	16	42	28	13
26/05/2016	1	16	42	28	13
10/06/2016	1	16	42	28	13
16/06/2016	1	16	42	28	13
20/06/2016	1	16	42	28	13
28/06/2016	1	16	42	28	13
12/07/2016	1	16	42	28	13
13/07/2016	1	6	42	28	13
28/07/2016	1	16	42	28	13
08/08/2016	1	16	42	28	13
16/08/2016	1	16	42	28	13

Para melhor visualização o gráfico a seguir demonstra o resultado obtido com a mensuração dos dados do CEP.

Figura 2 – Gráfico CEP



O gráfico representa claramente quais são as quantidades solicitadas que encontra-se dentro dos limites superiores e inferiores de controle.

Neste item verifica-se uma maior padronização a partir do dia 12/04/2016, devido ao planejamento da manutenção em requisitar os materiais de acordo com a demanda de aplicação nos equipamentos para reparação. A quantidade solicitada é de 16 peças, com uma variação praticamente semanal deste item. Dessa forma definiu-se que para este item o seu nível mínimo de solicitações semanalmente será de 16 unidades e o máximo de 32. Assim a área de manutenção irá solicitar a quantidade mínima no momento da rota em que for evidenciado que o nível do Kanban estiver no mínimo de solicitação.

Verifica-se que nos pontos que ultrapassam o LSC os requisitantes de materiais não havia uma quantidade mínima para solicitar ao armazém, o pedido era realizado de forma esporádica, o que acarretava em estoque paralelo em sua área, assim prejudicava gestão econômica para projeção dos custos de manutenção.



Na ocorrência de 6 unidades fora do limite inferior de controle, verificou-se que houve uma necessidade extra, devido a entrada de demanda na manutenção para efetuar a liberação do equipamento.

Através do estudo realizado evidenciou-se um gargalo no que diz respeito ao acompanhamento e definição dos níveis de solicitações de materiais feitos pela manutenção ao armazém. Assim viu-se necessário efetuar o levantamento dos dados referentes a estas solicitações. Algumas ações foram essenciais para chegar à solução do problema em questão, dentre elas o melhor entendimento da rotina da operação da manutenção, e a construção da sistemática da planilha para gerar os gráficos do CEP.

A proposta apresentada visa o acompanhamento periódico das solicitações feitas da área de manutenção para o armazém, de modo garantir uma periodicidade no atendimento, uma rotina mais organizada ao cliente interno, mais segurança para operação, redução de desperdícios de tempo no processo, bem como redução de custos, devido à disponibilidade de materiais na quantidade correta para a manutenção dos equipamentos.

## **5. Considerações finais**

O trabalho apresentado foi implantado e está em fase de monitoramento, dessa forma os níveis dos itens são verificados mensalmente para verificação das ocorrências que fogem aos limites de controle.

Com a implantação foi constatado que será possível implementar um indicador com uma periodicidade regular, para ter-se um acompanhamento dos níveis de controle, e o mais importante tratarem-se as ocorrências que extrapolem os limites determinados, devido aos parâmetros estabelecidos. Como próximos passos, após o amadurecimento da ferramenta e a constante tratativa dos desvios nos limites de controle para estabilização, será medido no processo a sua capacidade através do cálculo de  $C_p$  e  $C_{pk}$ .

## REFERÊNCIAS

BEZERRA, R. A.; QUEIROZ, V. T. M.; SILVA, A. B. Aplicação do Controle Estatístico de Processo no atendimento de telemarketing. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 31., 2011, Belo Horizonte. **Anais...** . Belo Horizonte: ENEGEP, 2011.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da Rotina do trabalho do dia a dia**. 9. ed. Nova Lima: Falconi Editora, 2013.

COSTA NETO, Pedro Luiz de Oliveira. **Administração com Qualidade**. São Paulo: Blucher, 2010.

MEDEIROS, C. P.; SILVA, M. V. L.; FREIRE, A. Sistemas e técnicas de movimentação e armazenagem de materiais: um enfoque no arranjo de layout de estoque aplicado a uma montadora de computadores. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 31., 2011, Belo Horizonte. **Anais...** . Belo Horizonte: ENEGEP, 2011.

MONTGOMERY, Douglas C.. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**. 4. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2015.

TADEU, Hugo Ferreira Braga. **Gestão de Estoques: Fundamentos, modelos matemáticos e melhores práticas aplicadas**. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

TRANSPORTES, Ministério dos. **Transporte Ferroviário**. Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br/transporte-ferroviario.html>>. Acesso em: 01 novembro 2016.