

CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO (CEP)

Camila Silva de ALMEIDA¹
João Domingos RODRIGUES¹
Luísa Cristina Rocha BARBOSA¹
Rogerio Soares SOUZA¹

Magali Rodrigues MALDONADO²

Resumo

A elaboração deste trabalho vem mostrar como a ferramenta CEP pode ser utilizada para solucionar problemas no processo de fabricação e auxiliar os gestores na tomada de decisão, contribuindo assim para diminuição do desperdício de matéria prima e o melhor aproveitamento do insumo, garantindo a qualidade do produto, buscando aumento de lucratividade. O objetivo é apresentar a ferramenta CEP e sua aplicação dentro dos processos produtivos da indústria, de forma a auxiliar o controle diário do processo e ampliar o conhecimento já existente dentro da mesma.

Palavras-Chave: Controle Estatístico do Processo, Qualidade, Ferramentas.

Introdução

A qualidade está presente na realidade das indústrias atualmente mais do que nunca. Partindo do princípio de que qualidade seja atender e superar a expectativa do consumidor, a empresa que apresentar melhor performance nesse quesito será a de maior sucesso no mercado. Para auxiliar os gestores dentro dessas indústrias, o Controle Estatístico do Processo (CEP) chega como uma ferramenta desenvolvida a partir dos anos 1920 que contribui na aplicação de técnicas para viabilizar e padronizar a qualidade, dessa forma detectar defeitos nos produtos finais do processo industrial. Ferramenta que ganhou força posteriormente à percepção de que era melhor e menos dispendioso descobrir de onde e de qual etapa vinham os erros ao invés de apenas eliminar o produto defeituoso no final do processo. Essa mentalidade veio criando força principalmente após a Segunda Guerra Mundial e perdura até os tempos atuais com o desenvolvimento de cada vez mais alternativas para garantir a qualidade do que se produz.

¹ Graduandos CEUNSP, curso Gestão da Qualidade, Turma 2011.

² Professora CEUNSP, Itu/SP. Orientadora TCC.

Controle Estatístico do Processo (CEP)

O Controle Estatístico do Processo possibilita padronizar o processo produtivo para que não ocorram desperdícios, por haver muita variabilidade em cada processo de fabricação dos produtos, utilizando esta ferramenta é possível controlar e evitar que os produtos se tornem “sucatas” ou que ocorram retrabalhos; mostra as diretrizes para resolução de problemas ocorridos durante a fabricação e também como se deve agir, assim possibilitando tomar atitudes econômicas e eficazes. O objetivo do controle estatístico é fazer com que o processo produtivo seja realizado de forma eficaz, reduzindo custos, aumentando a qualidade, a produtividade e competitividade da empresa no mercado.

Para uma melhor análise de dados é necessário conhecer bem o processo produtivo, o comportamento do processo, suas variáveis e problemas para tomar as ações necessárias. O controle estatístico tem como base inicial a coleta de dados seguindo com outras ferramentas utilizadas pela qualidade. Através dessa coleta é possível realizar uma análise criteriosa sobre o que foi encontrado.

O Controle Estatístico do Processo surgiu em meados da década de 1920 como gráficos de controle realizados por Walter Shewhart. Após 1944, a Europa e o Japão começaram a utilizar o CEP devido à produção em grande escala, sendo uma ferramenta eficiente, segura e prática para detectar os problemas ocorridos no processo produtivo.

Segundo Machado (2010), um problema que o procedimento de Shewhart não considerou é que ele não determina a magnitude da alteração no processo, sendo incapaz de rapidamente encontrar grandes mudanças dentro de pequenas amostras. Sabendo a abrangência da alteração é possível ajustar o procedimento a esse contexto. Essas dificuldades foram trabalhadas por estatísticos como Dudding, Jennett e Grant entre 1940 e 1950.

Shewhart realizou contribuições para os métodos estatísticos, falando sobre a necessidade de definições operacionais e especificações nos relatórios de pesquisa. Características dos dados (comum, azul, homem, mulher, por exemplo.) não podem comunicar de forma apropriada, a menos que estejam em termos estatísticos.

Segundo Machado (2010, p.81),

As características não possuem um valor verdadeiro por si só. Shewhart também acreditava que na apresentação de resultados de pesquisas os dados apresentados deveriam apresentar toda a evidência. Parâmetros estatísticos tais como média e variância deveriam somente ser utilizadas se eles conduzissem de volta aos mesmos resultados.

Shewhart criou o controle estatístico do processo propondo a utilização de seu gráfico de controle para análise de dados resultantes da inspeção na empresa de telefonia Bell Telephone Laboratories, um método para análise e ajuste da variação em função do tempo.

Segundo Machado (2010), Shewhart constatou que um processo pode ser descrito em função de duas características: sua centralização e sua dispersão.

Aplicações do Controle Estatístico do Processo

No Brasil, o CEP vem sendo implantado em um número cada vez maior de empresas. Várias indústrias, tais como as montadoras de veículos, utilizam a ferramenta em suas matrizes e em outras fábricas no exterior, sendo sua eficácia comprovada no monitoramento e redução de problemas.

Contudo, ainda há muito por fazer em razão da potencialidade do CEP não ter sido totalmente explorada. Novas aplicações aparecem diariamente, demonstrando a sua versatilidade e importância no aumento da competitividade. (RAMOS, 2000)

Segundo Ramos (2000), o sistema é conduzido simultaneamente com o processo produtivo (Controle do Processo) ao invés da inspeção após a produção, em que ocorre a separação dos produtos conformes e não conformes (Controle do Produto).

De acordo com Machado (2010), para obter uma pesquisa sobre a distribuição de peso de lote sem ser necessário analisar peça a peça, é escolhido um número de amostras e com base nesses dados pode ser gerada a análise do conjunto completo do lote.

Cartas de Controle

De acordo com Vieira (1999), as cartas de controle são dispositivos práticos de informação sobre o comportamento do processo produtivo ao longo do tempo (processo). Pode se ter uma descrição mais clara segundo Marshall *et all* (2011), que define carta controle como uma espécie de gráfico que acompanha a variabilidade de um processo auxiliando na identificação das causas comuns e aleatórias. As cartas de controle possuem dois objetivos principais: verificar se o processo está sob controle e verificar se ele permanece sob controle. Essa carta funciona como um diagnóstico do processo produtivo caracterizando assim um instrumento simples, porém eficaz, para separar as causas especiais das comuns.

Para Machado (2010), as cartas de controle são divididas em três etapas: **Coleta de dados**, deve-se ter o maior cuidado na coleta dos dados, para isso é preciso verificar se todas as instruções estão sendo seguidas corretamente; verificar o processo de medição, procurando uniformizá-lo entre os vários processos; verificar se não existe perigo de mistura de peças de

dois processos diferentes. Os dados devem ser coletados corretamente para evitar tomadas de decisões erradas. **Controle**, calcular os limites de controle a partir dos dados do processo, usando fórmulas simples; **Capacidade**, quantificar as causas comuns da variação e corrigi-las com ações no sistema.

Segundo Vieira (1999), as cartas de controle trazem benefícios para o processo: permite que o mesmo atinja melhor qualidade, menor custo unitário, maior capacidade de produzir, fornece uma linguagem comum na análise do desempenho do processo, como também proporciona a integração no trabalho conjunto entre as pessoas e auxilia na solução de vários problemas associados a qualquer processo repetitivo.

Tipos de Carta de Controle

Machado (2010) descreve que apesar de já existirem *softwares* em controle estatístico da qualidade que calculam automaticamente pelo sistema os dados utilizados nas cartas, não se pode deixar de citar os tipos principais de cartas de controle e suas características.

De acordo com Machado (2010, p.112) existem diversos tipos de cartas e são basicamente divididas em duas categorias:

As cartas de controle para dados contínuos (atributos), por exemplo, diâmetro, largura nomeadas como Média e amplitude; Média e desvio-padrão; Mediana e amplitude; Individuais e amplitude móvel. E numa segunda categoria as cartas de controle para dados discretos (variáveis), como por exemplo, número de defeitos, número de erros e essas cartas têm os nomes de: Carta np para medições que representam quantidades de peças defeituosas; Carta p para, edições percentuais de peças defeituosas; Carta c para quantidade de defeitos e Carta u para, medir fração de defeitos.

Os gráficos \bar{X} e R (média e amplitude) são implementados simultaneamente, pois as funções se complementam. O objetivo é controlar a variabilidade do processo e detectar qualquer mudança que aconteça. Um processo pode sair de controle por alterações no seu nível ou na sua dispersão. As mudanças no nível (média) e dispersão (variabilidade) do processo podem ser consequências de causas especiais (como por exemplo, falha humana) ou causas comuns (como falha de equipamento), gerando defeitos. (MACHADO, 2010)

Duas situações em que esses gráficos são tipicamente aplicáveis: quando os defeitos estão distribuídos num fluxo mais ou menos contínuo de algum produto onde se poderia definir o número médio de defeitos; ou ainda, quando defeitos de diferentes tipos e origens podem ser encontrados na unidade amostral. Frequentemente o número de unidades que compõem os subgrupos é variável e é para esses casos onde estamos interessados em controlar os defeitos por unidade, será utilizado o gráfico para taxa de defeitos por unidade.

Os dados apontados nos gráficos utilizados para controle são a estruturação de uma análise criteriosa e decisiva para auxiliar os gestores na tomada de decisões.

O controle estatístico do processo como pode se perceber é utilizado nas empresas para medir capacidade e estabilidade de seu processo produtivo com o objetivo de fabricar com qualidade, melhorá-lo e controlá-lo, buscando o erro zero, sem gerar refugos ou retrabalhos, evitando perdas em qualquer nível para a empresa.

Implantação do CEP em empresa de Sistemas de Transmissão

Fundada em 1915, a empresa estudada desenvolvia inicialmente componentes para a Indústria Aeronáutica alemã. Em 1918, o fundador teve seu primeiro contato com o Brasil, o que resultou mais tarde em 1985 na inauguração da primeira planta fora da Alemanha localizada em São Caetano do Sul – SP. Até então servia o mercado automobilístico brasileiro, e a partir de 1972 entra no segmento de reversores marítimos tornando-se líder de mercado. Já em 1974, começa a produzir caixas de direção hidráulica para veículos comerciais como ônibus e caminhões tornando-se referência e ampliando consideravelmente sua fatia de mercado.

Em 1980 foi inaugurada a planta de Sorocaba (objeto deste estudo). A partir de 1997, com todas as operações centralizadas já contava com mais de 678 mil metros quadrados, tornando-se a partir de então a sede da empresa na América do Sul. Em 1999, com a visão do futuro, em integrar novas tecnologias aos sistemas de direção existentes, foram firmadas parcerias com outras empresas que uniram suas experiências e conhecimento para produzirem, juntas, sistemas elétricos de direção para todos os segmentos do mercado automobilístico.

Em 2008 completaram 50 anos da fundação no Brasil, que segue investindo em inovação para todos os setores automotivos da América do Sul, dando continuidade à trajetória de crescimento, dinamismo e orientação para o futuro.

Este estudo tem como ponto de partida o ano de 1998 quando o crescimento passou por breve momento de desaceleração.

Situação Inicial

A inserção do CEP na empresa teve início em 1998, com os primeiros estudos sobre as ferramentas e seus procedimentos para sua devida implantação. Com a eficiência e vantagens avaliadas, logo no ano seguinte, em 1999, a implantação da nova versão já estava em fase de

testes sendo aplicado no processo de usinagem em que o método vinha sendo praticado de forma diferente.

Motivos para Implantar o CEP

A empresa começou a implantar esse monitoramento nos processos de usinagem, pois ocorriam frequentes reclamações por parte dos clientes externos e internos.

A seguir descrição da situação que culminou na utilização do CEP.

A linha de montagem tinha um alto índice de refugos gerados pelas peças que vinham da usinagem para a montagem. Essas peças não conformes travavam durante a montagem, às vezes causando ruídos em excesso e por fim resultando na interdição das caixas de câmbio já prontas em tal linha. Essas caixas de câmbio num primeiro momento iam para o setor de conserto, que em seguida eram desmontadas e assim acabavam por gerar refugos, já que há componentes da caixa de câmbio que não têm como desmontar e utilizar novamente. Nessa ação de desmontagem tentando recuperar a peça, certos itens danificavam, como por exemplo: bucha, anel de segurança, rolamento, trava da engrenagem, pino guia e sensores.

Essas peças quando não conformes, geravam vários custos para a empresa. O setor de garantia já não suportava tal demanda de reclamações provenientes dos clientes externos (montadoras e concessionárias); reclamações essas geradas pelos defeitos que surgiam nos produtos finais, como travamento do câmbio durante uma troca de marcha no caminhão ou carro; excesso de ruído nos veículos devido à caixa de câmbio contendo itens irregulares; menor tempo de vida útil das caixas de câmbio devido o desgaste prematuro dos componentes.

Mediante essa situação, os recursos financeiros usados para resolver esses problemas aumentavam a cada mês; os gestores da produção não tinham argumentos suficientes para justificar tantos gastos e o retrabalho, e por isso vários superiores eram demitidos constantemente. A marca da empresa estava começando a perder sua “fatia” de mercado contribuindo para que seus clientes importantes procurassem satisfação com empresas concorrentes.

Foi então que durante uma reunião com a matriz na Alemanha, foi sugerida a implantação do Controle Estatístico do Processo (CEP), sugestão dada por um dos diretores da planta do interior de São Paulo - Brasil. Eles argumentaram que, com essa ferramenta de monitoramento dos processos de usinagem, conseguiriam diminuir os altos gastos da empresa para resolver problemas de fabricação dos produtos e recuperariam a confiabilidade de forma aumentada, agregando alto conceito de qualidade da marca no mercado.

Com várias pesquisas de mercado, demonstrando uma significativa queda nas vendas dos produtos, a diretoria da Matriz aprovou a implantação do projeto e liberou a verba necessária para a sua execução na planta do Interior de São Paulo.

Primeiros Passos para Implantação

Em 1998, foi reunida uma equipe para executar o projeto de implantação do CEP. Essa equipe ficou conhecida como Time de Monitoramento Estatístico (TME).

Primeiro foi implantado nos processos de usinagem mais críticos de onde se originavam as reclamações. Os processos de usinagem sofreram uma mudança drástica, com a implantação do controle estatístico, introduzindo a carta CEP para os operadores preencherem durante as atividades executadas.

Evidente que anteriormente a essas mudanças, todos os operadores receberam um treinamento introdutório e motivacional sobre a nova ferramenta de monitoramento e análise de processo.

Nesse treinamento foram apresentados os ganhos que a empresa teria com a implantação do sistema e também foram expostas as ferramentas que a partir de então fariam parte do cotidiano das linhas.

A implantação da nova técnica de monitoramento foi difícil, por conta da resistência dos operadores em aplicá-la. Eles a consideraram mais trabalhosa por gerar aumento de tempo no preenchimento da carta CEP.

Foi uma fase de adaptação superada com treinamentos intensivos e a aceitação dos operadores foi concluída conforme estabelecido no projeto.

Evolução do CEP na Empresa

Entre 1998 e 2001, utilizou-se o modelo de carta elaborado pelo programa Excel, oferecendo informações conforme procedimento descrito: gráficos CEP - *software* Excel; impressão dos gráficos – Excel; distribuição para postos de trabalho; operadora coleta amostra / medição e preenchimento das planilhas, digitação preparação e análise.

Em 2002 e 2003 houve uma evolução no mercado de sistemas e durante esses dois anos o CEP foi aplicado através do *software* Datapec com as seguintes etapas: impressão da planilha no Datapec; distribuição para postos de controle; operador anota as medições nas planilhas; recolhimento das planilhas; *scanner* das planilhas via Datapec; ajuste e correção; preparação e análise.

Já em 2004, houve nova mudança para um *software* mais completo, a coleta de dados via *interface* passou a ser automática com a utilização do *software* Procella: montagem do plano de controle; Procella – medição automática; verificação e análise identificadas pela sigla QS START.

Em 2011, foi ainda mais rápida e precisa a coleta automática de dados: instrumentos de medição conectados diretamente ao computador; medição feita diretamente pelas máquinas para não sofrer alteração por meio dos operadores, garantindo confiabilidade na coleta de dados.

Entre 2004 e 2009, o *software* Procella coletava os dados e os armazenava no próprio computador do posto de trabalho. Os inspetores de qualidade recolhiam esses discos de memória com as informações, em seguida essas informações eram passadas para um Computador Central de onde eram analisadas pelo profissional responsável por tal e ação e por fim emitia os relatórios.

Nos anos de 2009 e 2010, houve a aquisição de um novo *software*: o Monitoring Q-QIS para fazer o monitoramento do processo em tempo real.

Para complementar o *software* de monitoramento, entre 2010 e 2011 a empresa adquiriu o programa Reporting System M-QIS para analisar as informações e gerar os relatórios em tempo real, dessa forma eliminando os trabalhos dos analistas já que deixaram de existir as pilhas de relatórios.

Em 2011, houve a junção dos três sistemas: o Procella, no chão de fábrica armazenava as informações e enviava um relatório dessas informações em tempo real para um banco de dados, conectando a outro computador com o *software* Mornitoryng Q-Qis que fazia o monitoramento em tempo real e outro computador com o *software* Reporting System M-QIS que gerava os relatórios. Com essa junção ficaram extintas as tarefas de monitoramento e análise dos analistas da qualidade, tornando responsabilidade desses profissionais da qualidade o poder decisório com base nos relatórios gerados pelos sistemas.

Realização do Controle Estatístico na Empresa

Primeiramente a empresa implantou o processo estatístico pelo *software* Procella em que os operadores coletavam as amostras durante o processo de usinagem, faziam as medições especificadas pela engenharia e lançavam no sistema que automaticamente gerava os gráficos de controle na *interface* do programa. Através desse gráfico o operador monitorava o andamento do processo que estava sendo executado.

O gráfico de controle mostra os Limites Inferiores de Controle (LIC) e os Limites Superior de Controle (LSC).

Se as amostras coletadas estiverem não conformes de acordo com o especificado, o sistema emite uma mensagem alertando o operador do ocorrido e um laudo com as possíveis causas das não conformidades e parada automática da máquina, deixando de produzir peças com as características fora do especificado. Em seguida o operador faz os ajustes necessários e religa a máquina para voltar a fazer o processo de usinagem. Frequentemente a causa é apenas a ferramenta que molda a peça e que está gasta.

Essas informações geradas através do sistema ficavam armazenadas no computador do posto de trabalho, e semanalmente um inspetor de qualidade lançava no Banco de Dados Central, em que os analistas acessavam e estudavam, elaborando os relatórios sobre o processo semanalmente, para só então enviarem ao supervisor do setor.

A empresa possui muitos processos com várias características controladas pelos operadores (uma faixa de 5.800 características), cada uma com um controle específico que o *software* faz. Esse trabalho antes era feito pelo operador que tinha que coletar a amostra, fazer as medições especificadas e preencher a carta CEP, calcular a média das medidas encontradas e traçar o gráfico de controle, demandando uma quantidade enorme de tempo. Já o sistema Procela faz esse trabalho em segundos, basto introduzir as medidas encontradas e a característica controlada na *interface* do programa e ele automaticamente calcula e gera os gráficos na tela do monitor para o operador visualizar e controlar.

Anteriormente sem o *software* de controle das características das peças usinadas (altura, diâmetro, estrias, largura), as cartas CEP se amontoavam na sala da TME para análise. Atualmente após a compra desse programa, as informações são armazenadas na memória do computador do posto de serviço e lançada no banco de dados para análise posterior. Por serem muitas a informações a analisar e criar relatórios começou-se a aprimorar o sistema. Agora todos os postos de trabalho que contém Procella são unidos por um sistema mestre que envia as informações de cada máquina para o banco de dados. E na sala da TME, o *software* Monitoring Q-QIS faz o acompanhamento dos percursos em tempo real e já são gerados relatórios por outro *software* Reporting System M-QIS semanal, quinzenal e mensalmente.

Esses relatórios de índice são enviados aos gestores do setor de produção para acompanhamento. Se um determinado processo de usinagem tiver um índice de capacidade (Cpk) maior que 1,33 e um índice de capacidade (CP) inferior que 1,33 por três meses consecutivos significa que está instável. Então o gestor poderá mudar a frequência da coleta

de dados. Sendo de 9/7/5 e 3 amostras coletadas por horas de acordo com as Instruções de Trabalho da Qualidade Assegurada (ITQA) da empresa.

Inicialmente o processo começa a ser controlado 100% (cem por cento). Todas as peças feitas são medidas e os valores são lançados no sistema que gera os gráficos de controle. Se esse processo fica estável 3 (três) meses consecutivos, o gestor da produção muda-o por amostragem; inicialmente 9 (nove) amostras por hora (a cada 1 hora são coletados 9 (nove) amostras consecutivas e feitas as medições e lançados no sistema que gera os gráficos de controle).

Se o processo continua estável por mais 3 (três) meses consecutivos, muda-se a frequência de coleta das amostragem para 7 (sete) amostras por hora. E assim continuamente, alterando-se a frequência de coleta das amostras, dependendo da forma que o processo se comporta. Se esse processo fica instável, muda-se a frequência de coleta de dados para 100% (cem por cento) reiniciando o processo conforme a ITQA da empresa.

Informações gerais de controle da empresa: máquinas no chão de fábrica = 330; máquinas controladas com CEP = 110; máquinas controladas com Proceta (coleta automática tempo) = 108; números de produtos fabricados = 2100 e números de características controladas = 5.800.

Considerações Finais

O Controle Estatístico de Processo veio para ficar na cultura de empresas que apreciam ter alto grau de competitividade no mercado. Essa nova cultura voltada para a qualidade como satisfação, conquista e fidelização de clientes, estimula os empreendimentos nas elaborações de cada vez mais alternativas para o sucesso.

Pôde ser observado que a empresa pesquisada demonstrou flexibilidade necessária para lidar com as oscilações da qualidade do seu produto e conseguiu contorná-lo com treinamento e investimento em tecnologia e inovação para aplicação da qualidade em seu processo produtivo.

“Fazer o melhor que puder sempre” e o mais rápido possível pode ser a nova lei para maioria das organizações, porque todas precisam manter e aumentar sua “fatia” de mercado. Uma demanda com expectativas mais exigentes e informação para comparar com uma infinidade de itens, tem consciência crescente de seus direitos e se prepara para exercê-los através do poder de decisão pela compra ou não. Nesse contexto, as organizações que se preparam para a diversidade e contam com profissionais dispostos a lidar com inovação, têm grandes chances de se manter por mais tempo no mercado.

Referências

ABRANTES, José. **Gestão da Qualidade**. Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

MARSHALL JUNIOR, Isnard *et tal.* **Gestão da Qualidade**. 10. ed. São Paulo: FGV, 2011.

MACHADO, José Fernando; **Método Estatístico: Gestão de Qualidade para Melhoria Contínua**. São Paulo: Saraiva 2010.

PALLADINI, Edson Pacheco; *et tal.* **Gestão da Qualidade, Teoria e Casos**. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2005.

PRAZERES, Paulo Mundin. **Dicionário de Termos da Qualidade**. São Paulo: Atlas, 1996.

RAMOS, A. W. **Controle Estatístico de Processos (CEP) para Processos Contínuos e em Bateladas**. São Paulo: Edgard Blucher, 2000.

VIEIRA, Sonia; **Estatística para a qualidade: como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços**. Rio de Janeiro: Campus 1999.