

Vol 5 Issue 10 July 2016

ISSN No : 2249-894X

*Monthly Multidisciplinary
Research Journal*

*Review Of
Research Journal*

Chief Editors

Ashok Yakkaldevi
A R Burla College, India

Ecaterina Patrascu
Spiru Haret University, Bucharest

Kamani Perera
Regional Centre For Strategic Studies,
Sri Lanka

Review Of Research Journal is a multidisciplinary research journal, published monthly in English, Hindi & Marathi Language. All research papers submitted to the journal will be double - blind peer reviewed referred by members of the editorial Board readers will include investigator in universities, research institutes government and industry with research interest in the general subjects.

Regional Editor

Manichander Thammishetty
Ph.d Research Scholar, Faculty of Education IASE, Osmania University, Hyderabad.

Advisory Board

Kamani Perera Regional Centre For Strategic Studies, Sri Lanka	Delia Serbescu Spiru Haret University, Bucharest, Romania	Mabel Miao Center for China and Globalization, China
Ecaterina Patrascu Spiru Haret University, Bucharest	Xiaohua Yang University of San Francisco, San Francisco	Ruth Wolf University Walla, Israel
Fabricio Moraes de Almeida Federal University of Rondonia, Brazil	Karina Xavier Massachusetts Institute of Technology (MIT), USA	Jie Hao University of Sydney, Australia
Anna Maria Constantinovici AL. I. Cuza University, Romania	May Hongmei Gao Kennesaw State University, USA	Pei-Shan Kao Andrea University of Essex, United Kingdom
Romona Mihaila Spiru Haret University, Romania	Marc Fetscherin Rollins College, USA	Loredana Bosca Spiru Haret University, Romania
	Liu Chen Beijing Foreign Studies University, China	Ilie Pinteau Spiru Haret University, Romania
Mahdi Moharrampour Islamic Azad University buinzahra Branch, Qazvin, Iran	Nimita Khanna Director, Isara Institute of Management, New Delhi	Govind P. Shinde Bharati Vidyapeeth School of Distance Education Center, Navi Mumbai
Titus Pop PhD, Partium Christian University, Oradea, Romania	Salve R. N. Department of Sociology, Shivaji University, Kolhapur	Sonal Singh Vikram University, Ujjain
J. K. VIJAYAKUMAR King Abdullah University of Science & Technology, Saudi Arabia.	P. Malyadri Government Degree College, Tandur, A.P.	Jayashree Patil-Dake MBA Department of Badruka College Commerce and Arts Post Graduate Centre (BCCAPGC), Kachiguda, Hyderabad
George - Calin SERITAN Postdoctoral Researcher Faculty of Philosophy and Socio-Political Sciences Al. I. Cuza University, Iasi	S. D. Sindkhedkar PSGVP Mandal's Arts, Science and Commerce College, Shahada [M.S.]	Maj. Dr. S. Bakhtiar Choudhary Director, Hyderabad AP India.
REZA KAFIPOUR Shiraz University of Medical Sciences Shiraz, Iran	Anurag Misra DBS College, Kanpur	AR. SARAVANAKUMARALAGAPPA UNIVERSITY, KARAIKUDI, TN
Rajendra Shendge Director, B.C.U.D. Solapur University, Solapur	C. D. Balaji Panimalar Engineering College, Chennai	V.MAHALAKSHMI Dean, Panimalar Engineering College
	Bhavana vivek patole PhD, Elphinstone college mumbai-32	S.KANNAN Ph.D , Annamalai University
	Awadhesh Kumar Shirotriya Secretary, Play India Play (Trust), Meerut (U.P.)	Kanwar Dinesh Singh Dept.English, Government Postgraduate College , solan

More.....



Review Of Research



STATISTICAL PROCESS CONTROL ANALYZES (SPC) USED IN MOBILE AMPLITUDE VARIABLE: A CASE STUDY ABOUT A MACHINE INDUSTRY FROM INDUSTRIAL POLE OF MANAUS (PIM), STATE OF AMAZONAS, BRAZIL
(Utilização do Controle Estatístico do Processo Aplicado em Variáveis de Amplitude Móvel: Um Estudo de Caso de uma Indústria de Usinagem no Polo Industrial de Manaus)

Wivian Brandão De Melo Garcia¹ and Dr. Cláudio Dantas Frota²

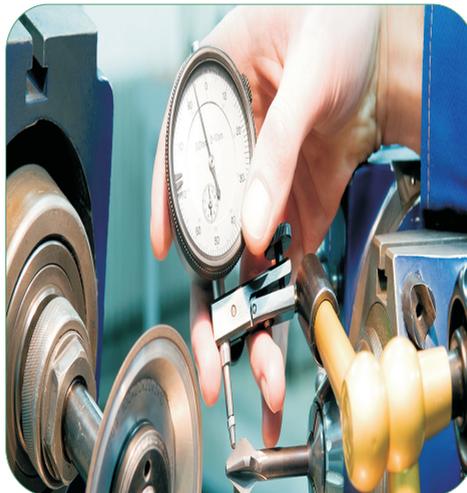
¹Master degree Student in Manufacturing Engineering by Federal University of Amazonas - UFAM (Brazil). Professor at North's University Centre - UNINORTE / Laureat International Universities.

² Adjunct professor IV at Federal University of Amazonas - UFAM (Brazil).

Professor and Researcher of Master degree program of Manufacturing Engineering at UFAM (Brazil)

ABSTRACT

The statistical process control analyzes (SPC) and its control charts are basic requirements for verification of the reliability and variability of the industrial production process, however unfortunately many organizations limit their use mere bureaucracy just to service quality audits . Soon the aim of this study was to



develop a systematic methodology for the implementation of SPC charts, showing its importance to the pursuit of quality of the final product and perform a case study on a parts manufacturing industry in serial precision machining located in the Industrial Pole of Manaus (PIM). More precisely, the study was based on the

application of the concepts of Statistical Process Control to assess and establish improvements in production capacity. Using Mobile Amplitude chart is the most appropriate tool to analyze the stability of the process of our object of study. This article is limited to make interpretations and constructions of SPC charts using Excel software added to Action to the data provided by the company and propose improvements in the process in order to make it more stable and capable. The results show that the process emits statistical signals to one to take corrective action that may be ignored

KEYWORDS: *Statistical Process Control, Control Charts Moving Range variables, Quality.*

RESUMO

As análises do controle estatístico do processo (CEP) e suas cartas de controle são requisitos básicos para verificação da confiabilidade e da variabilidade do processo produtivo industrial, no entanto infelizmente muitas organizações limitam sua utilização a mera burocracia, tão somente para atendimento de auditorias de qualidade. Logo o objetivo desse estudo foi desenvolver uma metodologia sistemática para implantação de cartas de CEP, mostrando sua importância para a busca da qualidade do seu produto final além de realizar um estudo de caso em uma Indústria de fabricação de peças em usinagem seriada de precisão, localizada no Polo Industrial de Manaus (PIM). De forma mais precisa, o estudo foi baseado na aplicação dos conceitos de Controle Estatístico de Processo a fim de avaliar e estabelecer melhorias na capacidade de produção. A utilização do gráfico de Amplitude Móvel é a ferramenta mais adequada para analisar a estabilidade do processo de nosso objeto de estudo. Este artigo limita-se a realizar as interpretações e construções das cartas de CEP, utilizando o software Excel adicionado ao Action com os dados fornecidos pela empresa e propor melhoria em seu processo com objetivo de torná-lo mais estável e capaz. Os resultados obtidos revelam que o processo emite sinais estatísticos para que se tome uma ação corretiva que poderão ser ignorados pela não utilização adequada da ferramenta proposta.

Palavras-chave: Controle Estatístico de Processo, Cartas de Controle Variáveis de Amplitude Móvel, Qualidade.

1. INTRODUÇÃO

No processo de controle, os dados coletados rotineiramente são usados e essa informação é utilizada de uma forma prática para os funcionários, engenheiros e gerentes para trabalhar na melhoria de processos. Um dos procedimentos aplicados, neste tipo de confirmação é o gráfico de controle (VAUGHN, 1990). Segundo Zvirtes, L; Chiavenato (2006), o CEP é uma técnica estatística aplicada à produção que permite a redução sistemática da variabilidade nas características da qualidade de interesse, contribuindo para a melhoria da qualidade intrínseca, da produtividade, da confiabilidade e do custo do que está sendo produzido. Ferreira et al., (2008), reforça a preocupação de estabilidade do processo e acrescenta a importância de realizar uma análise da capacidade do processo, ou seja, sua capacidade de produzir itens que cumpram com as especificações do produto. No Polo Industrial de Manaus (PIM) é comum os exemplos de empresas que utilizam as cartas de CEP para controlar e monitorar seus processos nos mais diversos segmentos industriais. Porém infelizmente, apesar de na atualidade o processo ser facilitado por vários softwares específicos para tal controle, inúmeros são os exemplos de organizações, que na prática limitam sua utilização a mera burocracia tão somente para atendimento de auditorias de qualidade e satisfação de auditores e/ou departamento de qualidade. Pode-se observar diversos erros básicos, principalmente no que tange ao tipo de controle, tipo de carta, planejamento das mesmas e das ações que deveriam ser tomadas e que passam despercebidos, deixando os processos totalmente a deriva, com atuação de causas especiais e comuns se revezando em função do tempo.

O que percebemos é que os processos saem do controle e retornam ao estado controlado sem que nenhum benefício retorne à organização. O que deveria ser o start para melhoria dos processos não cumpre sua finalidade por falta de perícia ou de conhecimento dos seus gestores e analistas. O objetivo principal, deste trabalho, é, a partir de um ensaio teórico, apresentar uma revisão de conceitos

que permitam apresentar a correta utilização da ferramenta Carta de Controle para variáveis de amplitude móvel, na implantação do CEP, na busca de explicitar o raciocínio e as ações necessárias para controlar os processos estatisticamente através de um estudo de caso em uma Indústria de fabricação de peças em usinagem seriada de precisão, localizada no Polo Industrial de Manaus (PIM), usando o software Action. Acredita-se que, a partir da elaboração do presente artigo, seja possível fornecer embasamento para outros profissionais e empresas que tenham interesse na utilização de Carta de Controle para implantação e manutenção do CEP.

2. REVISÃO DA LITERATURA

As literaturas disponíveis do assunto objeto desta pesquisa trazem informações importantes relacionados ao tema da pesquisa, com uma abrangência em que fica claro a estrutura de conhecimento necessária para implantação da ferramenta em estudo. Para tanto, é fundamental a compreensão do sistema de controle de processo, da variabilidade e suas causas, dos tipos de gráficos existentes e das técnicas para construção e interpretação do mesmo.

2.1 Controle Estatístico do Processo (CEP)

O manual de CEP da FORD MOTOR de Sistema de Gestão da Qualidade para o setor Automotivo QS9000, define que o CEP é um tipo de sistema que apresenta feedback, onde os processos e os clientes realimentam o processo. Entende-se como processo, a combinação como um todo dos fornecedores, produtores, pessoas, equipamentos, materiais de entrada, métodos e ambientes que trabalham juntos para produzir um resultado. Nesse contexto, Santos et al. (2009) afirma que o CEP é extremamente útil, já que tem uma poderosa coleção de ferramentas para a coleta, análise e interpretação de dados, com o objetivo de melhorar a qualidade através da eliminação de causas especiais de variação, podendo ser utilizado para a maioria dos processos.

2.2 Variabilidade do Processo

Segundo Siqueira (1997) “a Variação decorre de uma lei da natureza que afirma não existirem dois seres exatamente iguais”. Da mesma forma ele afirma que não existem dois objetos fabricados exatamente iguais. O manual de referência da QS 9000 de Controle Estatístico de Processo da edição americana de 1992, afirma que dois produtos ou características nunca são exatamente iguais, porque qualquer processo contém muitas fontes de variabilidade. As diferenças entre produtos podem ser grandes, ou elas podem ser imensamente pequenas, mas elas estão sempre presentes. Como exemplo cita a peça produzida pela manhã diferirá da produzida a noite. Portanto, podemos afirmar que sempre existirão diferenças entre um mesmo produto ou entre um produto e outro, o que é considerado de variação, variabilidade ou dispersão. O que precisa ficar claro é o tipo e a relevância desta variação, se ela poderá influir benéficamente ou adversamente no processo que gerará o resultado desejado.

2.2.1 Causas da Variabilidade do Processo

Werkema (1995), afirma que “existem apenas duas causas de variação de um processo que são: causas comuns ou aleatórias e causas especiais”. As causas comuns ou aleatórias referem-se aos fatores de variação que são inerentes ao processo, ou seja, fazem parte do processo, não havendo meios ou tecnologias disponíveis para eliminá-las – é a chamada variação natural do processo. Normalmente, espera-se que somente causas comuns de variação estejam presentes no processo, pois assim ele se manterá numa faixa estável, a faixa característica do processo, e poderemos afirmar que o processo em análise encontra-se sob controle estatístico. As causas especiais, em contrapartida são as

que não fazem parte do processo, surgem esporadicamente devido a fatores de variação que não são esperados deslocando os níveis de qualidade. O surgimento deste tipo de variação torna o processo instável e imprevisível, por isso, este tipo de causa deverá ser identificado o mais rápido possível. Caso a causa da variação seja benéfica ela deverá ser incorporada ao processo e no caso de ser adversa ela deverá ser eliminada e medidas deverão ser tomadas a fim de evitar a reincidência desta causa. A aplicação do gráfico de controle servirá para estudar e monitorar qual o tipo de variação está atuando no processo.

2.3. Gráficos de Controle (Cartas de CEP)

As cartas de CEP são ferramentas construídas a partir de cálculos estatísticos, que representam o comportamento de um determinado processo. Segundo Vera do Carmo C. de Vargas, Luís Felipe Dias Lopes, (2004). “um dos instrumentos que formam um conjunto de ferramentas de qualidade é o gráfico de controle. Os gráficos de controle são instrumentos eficientes para a verificação de alterações ou variações nos processos”. O que nos permite distinguir qual o tipo de variação que esta atuando no processo num determinado período. Isto caracterizará se o processo estará ou não sob controle estatístico.

2.3.1 Tipos de gráficos de Controle

São conhecidos dois tipos de gráficos de controle para monitoração da variabilidade de processos industriais e/ou serviços:

- + Gráfico de controle para Variáveis – quando a característica da qualidade ou as medições disponíveis de um processo são apresentadas numa escala contínua de valores. Por exemplo: diâmetro de peças, distância do vidro à máscara de um CRT, reações químicas, explosão na câmara do motor de uma motocicleta, concentrado de refrigerantes, tempo para arrumar um quarto de hotel, etc.
- + Gráfico de controle para Atributos – Quando as medidas resultam de um atributo particular. Normalmente tem apenas dois valores (passa-não passa, conforme – não conforme, aprovado – reprovado, presente – ausente, etc.) Ex.: Manchas no visor/display do telefone celular y, escorrimento de tinta na pintura do tanque de combustível, etc.

2.3.1.1 Gráfico da Amplitude Móvel (AM)

Existem processos que apresentam características atípicas em relação aos processos onde aplicam-se os gráficos da amplitude R e o desvio padrão s. Isto normalmente ocorre em processos relativamente homogêneos (controlar o tratamento na água do Rio Negro para o consumo humano) por exemplo. Neste caso o processo será analisado baseando-se em leituras individuais. Este tipo de carta de controle é utilizado quando os subgrupos possuem apenas uma amostra, não sendo possível calcular a amplitude do subgrupo. Para Fogliatto et al. (2003), as cartas para valores individuais permitem monitorar dados contínuos, para os quais se dispõe de somente uma amostragem no espaço de tempo de referência. Ou seja, a amostra é composta por ‘n’ subgrupos com tamanho de amostra igual a 1. A variabilidade do processo, no caso de amostras individuais, é monitorada através da Carta para a Amplitude Móvel representado por AM. Acosta-Mejia e Pignatiello (2000) desenvolveram uma aproximação com base numa cadeia de Markov para o processo descrito por faixas de movimento. Uma vez que a carta é sintético baseado em subgrupos, a AM pode ser considerado para a realização do gráfico sintético para monitorar dispersão do processo sem subgrupo. Esta carta

não é tão sensível para detectar variações no processo sendo adequada apenas para esses casos com essas características, a menos que tenhamos um processo com uma estabilidade muito alta por qualquer razão, tais como processos tecnologicamente muito bons que trabalham com índices de capacidade Cp e Cpk acima dos 2,0. A aplicação do gráfico AM se justificaria pela redução do custo de controle e aumento da produtividade por se tratar de um gráfico mais simples. A aplicação desta carta também é conveniente para processo onde as inspeções são automatizadas e todas as unidades produzidas são avaliadas ou para processos cuja taxa de produção for baixa, não sendo possível acumular tamanhos superiores a uma unidade. O gráfico da amplitude móvel, como já mencionado, é representado pelas letras "AM" e será encontrado através da aplicação do conceito estatístico abaixo, considerando para este gráfico o tamanho da amostra n igual a um (n=1):

$$AM_i = [x_i - x_{i-1}]$$

A expressão para calcular os limites de controle para este gráfico é:

Gráfico AM :

$$LSC = D_4 \overline{AM} \quad LM = \overline{AM} \quad LIC = D_3 \overline{AM}$$

onde \overline{AM} , d_2 , D_3 e D_4 , é a amplitude móvel média, e d_2 , D_3 , D_4 , devem ser obtidos na tabela de constantes para gráfico de controle para $n = 2$, já que o gráfico é baseado em uma amplitude móvel de $n = 2$ observações. Deve-se tomar cuidado na interpretação das configurações no gráfico AM. As amplitudes móveis são correlacionadas, e esta correlação pode frequentemente levar ao aparecimento de configurações do tipo sequências ou periodicidade no gráfico AM, mesmo quando o processo está sob controle.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Segundo Silva & Menezes (2001), a pesquisa é classificada como aplicada, pois tem como objetivo gerar conhecimento para a aplicação prática, dirigidos a problemas específicos. É também descrita como pesquisa bibliográfica de acordo com Gil (2008) é desenvolvida com base em material já elaborado de livros e artigos científicos.

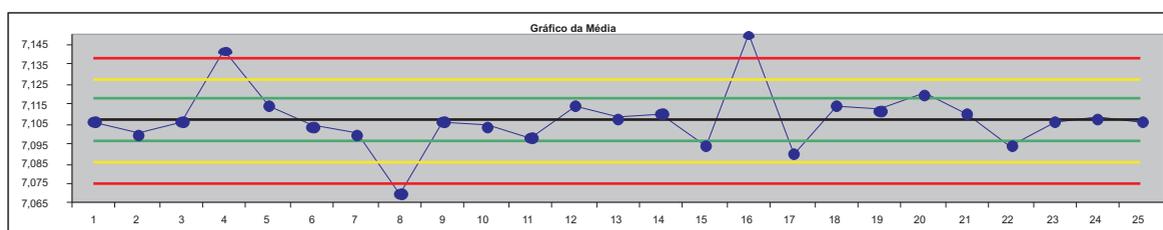
3.1 Interpretação das Cartas de CEP

Uma vez construída as cartas de CEP elas informam sobre como o processo se comporta durante um determinado período de tempo. Essas informações sobre a estabilidade do processo permite conhecer se o processo está sob controle ou fora de controle. Um processo estará 'fora de controle' se apresentar "pontos fora dos limites de controle". Como dito anteriormente, se algum ponto fora dos limites de controle ou qualquer outro padrão de não aleatoriedade for encontrado, causas especiais de variação podem estar presentes. Sabe-se que pontos além dos limites de controle são raros, então, presume-se que uma causa especial ocorreu devido à existência destes valores extremos. Estas causas deverão ser identificadas e corrigidas. Depois de corrigidas, novos limites devem ser calculados. Este processo deverá ser repetido até que nenhum padrão de não aleatoriedade seja encontrado. Neste momento, considera-se que o processo atingiu o estado de controle.

3.1.1 Pontos Fora dos Limites de Controle

Esta é a indicação mais evidente da falta de controle de um processo, a qual exige uma investigação imediata de causa de variação assinalável responsável pela sua ocorrência. As causas desta configuração, que deverão ser investigadas no processo, muitas vezes podem ser: Erros de registro dos dados de cálculo ou de medição, utilização de algum instrumento descalibrado, uma ação incorreta realizada por algum operador, defeito nos equipamentos, etc.

A figura 2 mostra o gráfico de um exemplo dos pontos fora dos Limites de Controle

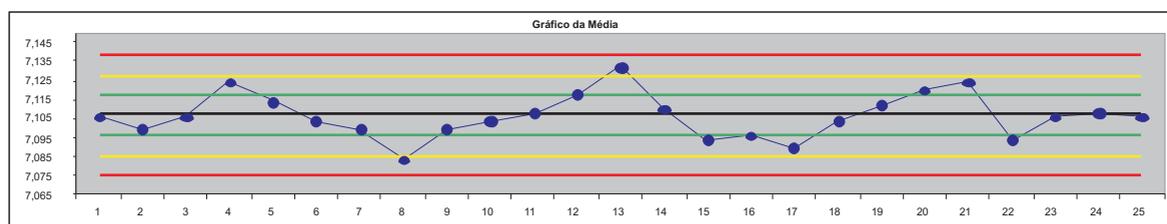


3.1.2 Configurações Especiais:

a) Periodicidade - A periodicidade está presente quando a curva traçada no gráfico de controle apresenta repetidamente uma tendência para cima e para baixo, em intervalos de tempo que tem aproximadamente a mesma amplitude.

Alguns exemplos de causas especiais que podem provocar o surgimento da periodicidade são: Mudanças sistemáticas nas condições ambientais, rotatividade regular de operadores ou máquinas, flutuação na voltagem ou na pressão, alguma variável de equipamentos usado na produção, alteração sazonais na qualidade da matéria-prima, entre outras.

A figura 3 mostra o gráfico de um exemplo desta configuração: (Periodicidade)

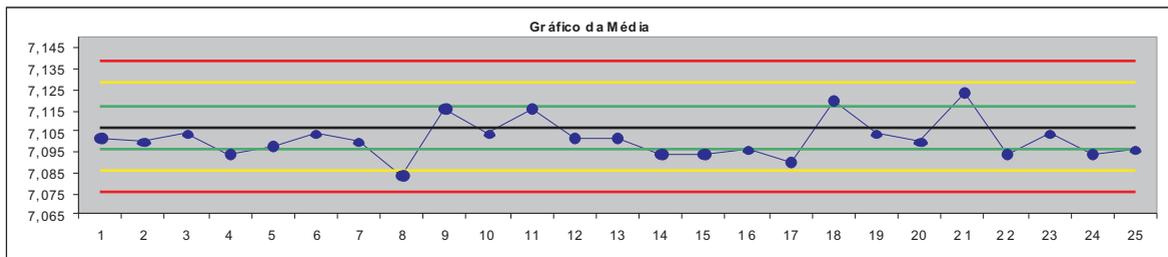


b) Sequência - Uma sequência é uma configuração em que vários pontos consecutivos do gráfico de controle aparecem em apenas um dos lados da linha média. O número de pontos nesta situação é denominado comprimento da sequência.

- + Uma sequência de sete ou mais pontos;
- + Uma sequência com mais de sete pontos, em que:
 - + Pelo menos 10 de 11 pontos consecutivos aparecem em um mesmo lado da linha média.
 - + Pelo menos 12 de 14 pontos consecutivos aparecem em um mesmo lado da linha média.
 - + Pelo menos 16 de 20 pontos consecutivos aparecem em um mesmo lado da linha média.

Uma sequência indica uma mudança no nível do processo. Estas mudanças podem resultar por exemplo: da introdução de novos operadores, de matérias-primas ou máquinas, de alterações no método de inspeção, de alterações nos padrões operacionais, de mudanças na habilidade, atenção ou motivação dos operadores, entre outros.

A figura 4 mostra o gráfico de um exemplo desta configuração: Sequência



c) Tendência - Uma tendência consiste num movimento contínuo dos pontos do gráfico de controle em uma direção (ascendente ou descendente).

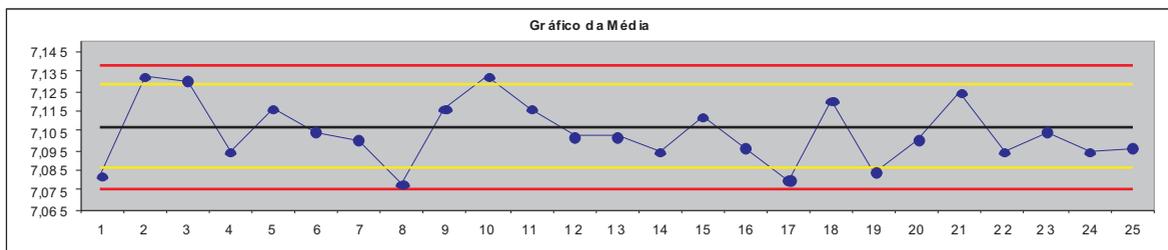
As tendências são geralmente provocadas por: Desgaste ou deterioração gradual de ferramentas ou de equipamentos, presença de supervisores, mudanças graduais nas condições ambientais (temperatura, pressão e umidade), resultado de sedimentação ou separação dos componentes de uma mistura, entre outras.

A figura 5 mostra o gráfico de um exemplo desta configuração: Tendência



d) Aproximação dos Limites de Controle - A aproximação dos limites de controle corresponde à ocorrência de dois de três pontos consecutivos fora dos limites 2σ (dois sigma do processo), apesar destes pontos ainda estarem dentro dos limites de controle 3σ . As causas desta configuração, que deverão ser investigadas no processo, muitas vezes podem ser: a existência de duas diferentes distribuições sobrepostas gerando o resultado do processo (duas máquinas que trabalham de maneira diferente, por exemplo), resultado do excesso de controle (super ajuste), quando os operadores fazem reajustes no processo muito frequentemente, respondendo às variações no resultado do processo que são provocadas por causa aleatórias, em lugares de responder apenas às variações resultantes da atuação especiais.

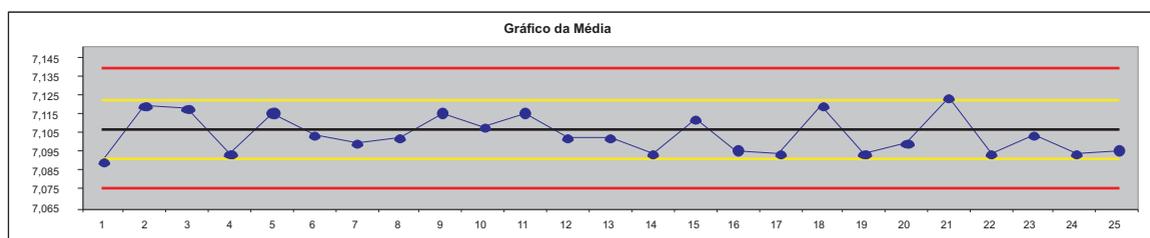
A figura 6 mostra o gráfico de um exemplo desta configuração: Aproximação dos Limites



e) Aproximação da Linha Média – Quando a maioria dos pontos grafados está distribuída muito próxima da linha média, dentro das linhas centrais $1,5\sigma$ e, portanto, apresentando uma variabilidade

menor do que a esperada. As causas desta configuração, que deverão ser investigadas no processo, podem ser: erros nos cálculos dos limites de controle ou de que os subgrupos racionais (amostras) foram formados de maneira inadequada. Portanto, a aproximação da linha média não significa um estado de controle, mas pode estar indicando a mistura de dados provenientes de populações distintas em um mesmo subgrupo, o que aumenta a largura dos limites de controle. Neste caso será necessário mudar o modo de formação dos subgrupos.

A figura 7 mostra um exemplo desta configuração: Aproximação da Linha Média



Por tanto, sendo conhecido os padrões de variação que evidenciam a falta de controle, as avaliações são feitas no gráfico original tentando achar pontos fora dos limites de controle e/ou alguma configuração especial. Caso seja encontrado, o processo analisado será dito 'fora de controle' e, não havendo nenhuma nem outra configuração, o processo será dito 'sob controle estatístico'.

3.2 Construção de Cartas de CEP

Werkema (1995) recomenda os seguintes passos para a construção de gráficos de controle para variáveis:

- + Escolher a característica da qualidade a ser controlada;
- + Coletar os dados a partir das amostras retiradas do processo;
- + Coletar m amostras (subgrupos racionais), cada uma contendo n observações da característica de interesse.
- + Calcular a média global (média das médias) ou média para o gráfico AM:

- Para o gráfico da amplitude móvel AM:
$$\overline{AM} = \sum_{i=1}^m AM_i$$

4.RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 1 – Coleta de dados

Número de Amostra i (subgrupos)	Valor da Amostra Xi	Valor da Amplitude Móvel AMi
1	5,29	
2	5,23	0,06
3	5,25	0,02
4	5,25	0
5	5,27	0,02
6	5,24	0,03
7	5,23	0,01
8	5,27	0,04
9	5,31	0,04
10	5,31	0
11	5,3	0,01
12	5,26	0,04
13	5,28	0,02
14	5,25	0,03
15	5,32	0,07
16	5,28	0,04
17	5,25	0,03
18	5,32	0,07
19	5,26	0,06
20	5,27	0,01
21	5,29	0,02
22	5,32	0,03
23	5,34	0,02
24	5,3	0,04
25	5,3	0
Médias	5,3	0,03

A partir dos dados coletados na tabela acima podemos observar que a média para o gráfico $\overline{AM} = 0,03$. O próximo passo será calcular os limites de controle para a amplitude móvel. Este cálculo refere-se à aplicação das fórmulas estabelecidas no item 3.2.1.1. Para o gráfico da amplitude móvel (AM) teremos:

$$LM_{AM} = \overline{AM} = \mathbf{0,03}$$

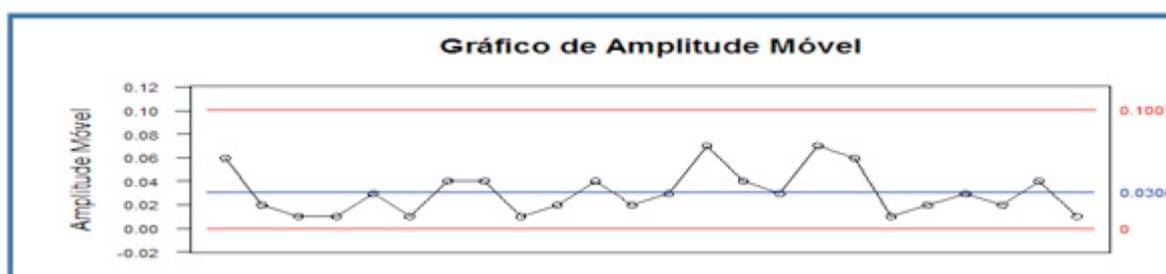
$$LSC_{AM} = D_4 \overline{AM} = 3,267 \times 0,03 = \mathbf{0,09801}.$$

$$LIC_{AM} = D_3 \overline{AM} = 0 \times 0,03 = \mathbf{0}.$$

Os valores de D_3, D_4, d_2 são constante tabeladas para construção de gráfico de controle apresentadas em função de $n=1$ amostra.

Realizado os cálculos dos limites de controle passaremos a construção dos gráficos da amplitude móvel, após conhecidos os limites de controle do gráfico da amplitude móvel, deveremos construir a escala do gráfico. Esta escala deverá ser de tal forma que permita verificar a configuração que representará a variação do processo em relação ao seu desvio padrão e permita observar o processo quanto a análise de sua estabilidade. Normalmente, quando utilizamos softwares específicos os cálculos e a escala do gráfico são feitos automaticamente.

A figura 8 mostra um exemplo do Gráfico de Amplitude Móvel



A linha contínua azul representa a média do processo e a vermelha o limite superior de controle (LSC) e o Limite Inferior de Controle (LIC). Note que abaixo da linha média observamos o limite inferior igual a 0 pois a constante de correção para cálculo dos limites de controle D_3 para $n = 2$ será 0 (zero). Portanto, o limite inferior de controle coincidirá com a linha do eixo dos subgrupos racionais. Ao final deste procedimento, estará concluída a fase de coleta de Dados do ciclo de implantação da carta de controle do processo, dando início a fase de avaliação dos gráficos de controle estatísticos.

4.1.1 Caracterização da Empresa

A empresa utilizada no estudo de caso é prestadora de serviços e fabricação de peças em usinagem seriada de precisão para as indústrias de duas rodas e eletro eletrônico. Localizada no Distrito Industrial de Manaus e implantada desde 26 de fevereiro de 1999 no Polo Industrial, a empresa vem contribuindo para o aumento da qualidade e produtividade dos produtos comercializados pela Zona Franca de Manaus. Seu parque industrial conta com máquinas à Comando Numérico Computadorizado (CNC) de última geração, furadeiras, rosqueadeiras, tornos manuais e automáticos. Contam também com profissionais devidamente treinados para operar esses equipamentos. Recentemente foi implantado seu sistema de gestão da qualidade, baseado na norma NBR ISO 9001 versão 2000, publicada em 17 de dezembro de 2000.

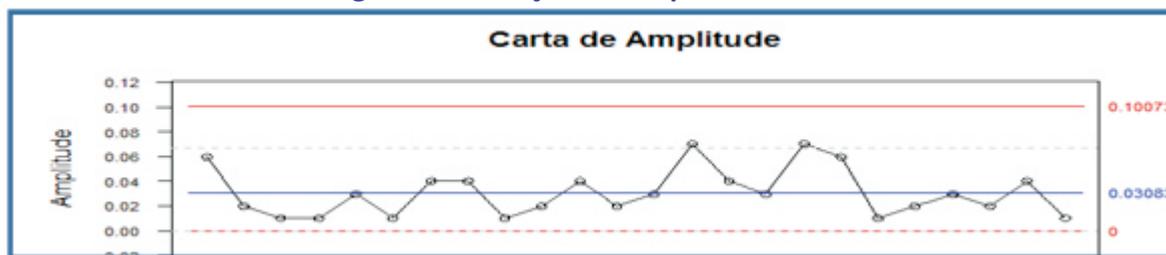
4.1.2 Análise dos Dados

Uma vez construídos os gráficos de controle estatístico da amplitude móvel iniciou-se a fase de análise dos gráficos de controle construídos para análise do processo, objetivando verificar se o mesmo encontrava-se em estado de controle estatístico ou não. Conforme afirmação feita no capítulo anterior, para fazer a avaliação do processo foi necessário estar provido dos conhecimentos pertinentes a esta avaliação, na verdade precisou conhecer as configurações que caracterizam um processo fora de controle estatístico e procurou-se na configuração que representa a variação do processo nos gráficos respectivamente. Como também foi informado na fase de execução do projeto de implantação das cartas de CEP, iniciou-se a análise apenas do gráfico da amplitude móvel AM para caso o mesmo esteja sob controle estatístico, pode-se analisar o gráfico da média .

a) Análise do gráfico da Amplitude Móvel AM

Para efetuar a análise do processo representado pelo gráfico das medidas individuais, foi feito o transporte do referido gráfico da figura 9, que pode ser observado abaixo.

Figura 9. Avaliação da Amplitude Móvel



O quadro 1 auxiliou na análise do processo de forma lógica.

Quadro 1 – Interpretação do gráfico da Figura 9.

Característica que indicam um estado FORA DE CONTROLE	Avaliação	Estado de controle estatístico	Ação
Pontos fora dos limites	3.1.1.	Sob Controle	Nenhuma
Periodicidade	3.1.2. a)	Sob Controle	Nenhuma
Sequência	3.1.2. b)	Sob Controle	Nenhuma
Tendência	3.1.2. c)	Sob Controle	Nenhuma
Aprox. dos Limites de Controle	3.1.2. d)	Sob Controle	Nenhuma
Aprox. da Linha Média	3.1.2. e)	Sob Controle	Nenhuma

Conforme análise do processo representado pela amplitude móvel AM, pôde-se verificar que não há evidência de configurações especiais e/ou de que haja pontos fora dos limites de controle. Logo pôde-se afirmar que em relação à amplitude móvel o processo encontrou-se ‘Sob Controle Estatístico’, e portanto, apenas causas comuns de variação estão presentes no processo analisado.

5. CONCLUSÕES

Este artigo abordou o processo de implantação do CEP no Polo Industrial de Manaus (PIM), com o objetivo de avaliar o processo de produção com o uso correto das ferramentas estatísticas. Um estudo de caso foi realizado em uma Indústria de Usinagem, onde possibilitou mostrar através de dados cedidos pela mesma a importância da interpretação do gráfico de controle, além de aplicar e obter neste estudo resultados que mostraram que os gráficos de controle para variáveis de amplitude móvel são as melhores ferramentas de avaliação quando se trabalha com dados que apresentam uma certa correlação. Apenas causas comuns de variação estavam presentes no processo analisado. Por isso, considero extremamente necessário que todos os projetos internos ou externos à organização, estejam devidamente integrados e alinhados com as políticas e os objetivos estratégicos e operacionais das mesmas para que se tome ações de acordo com o resultado encontrado. É importante reforçar a implantação do CEP na indústria, de forma a garantir produtos com qualidade assegurada não somente no produto final mas durante todo o processo, pois dessa forma a empresa pode reduzir bastante os custos de produção do retrabalho bem como a de se ter produtos reprovados e devolvidos pelos seus clientes, assim o projeto será parte da organização e não uma parte isolada que será engolida pela descrença de sua serventia.

A presente pesquisa desenvolveu uma sistemática para implantação de cartas para

controlarem os processos organizacionais, a qual espero ter contribuído de alguma forma, na orientação adequada sobre a ferramenta (cartas de CEP) aplicadas principalmente a variáveis de Amplitude Móvel. Considera-se ter alertado e orientado os profissionais que fazem (ou farão) uso da ferramenta em seus processos, para a importância do planejamento na implantação das cartas de controle e, principalmente, na forma sistemática de interpretar as configurações que demonstram o comportamento do processo, para que providências possam ser tomadas.

6. REFERÊNCIAS

- 1.ACOSTA-MEJIA, Cesar A.; PIGNATIELLO, JOSEPHJ. JR.. (2000, ASQ) Instituto Tecnológico Autonomo de Mexico, Mexico D.F.; Florida State University, Florida A&M University, Tallahassee, FL.
- 2.CARMO C. de VARGAS, DIAS LOPES E MENDONÇA SOUZA. Comparative study of the performance of the CuSum and EWMA Control Charts, 2004.
- 3.FERREIRA, P. O; MEDEIROS, P. G; OLIVEIRA, L. M. Utilização do controle estatístico do processo para o monitoramento do peso médio de cápsulas de tuberculostáticos: um estudo de caso. In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável. Anais. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2008.
- 4.FOGLIATTO, F. S. et al. Procedimento de monitoramento do desempenho de equipes de eletricitistas e do custo de atividades em redes de transmissão elétrica através de cartas de controle estatístico de processo. In. XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de out de 2003.
- 5.GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. Ed. Atlas, São Paulo, 2008. p.175
- 6.QS 9000 – Manual de Referência. 1ª Edição. Fundamentos de Controle Estatístico do Processo (CEP). Chrysler Corporation, Ford Motor Company e General Motors Corporation, 1995 (Tradução IQA – Instituto da Qualidade Automotiva, 1997).
- 7.P. Cirne Consultoria. Apostila do curso de Planejamento de Sistema de Gestão da Qualidade (NBR ISO 9001 versão 2000) e Mapeamento de Processo. São Paulo, 2001.
- 8.SANTOS, A. et al. A importância dos gráficos de controle para monitorar a qualidade dos processos industriais: estudo de caso numa indústria metalúrgica. In: XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção A Engenharia de Produção e o desenvolvimento Sustentável: Integrando Tecnologia e Gestão. Anais. Salvador, BA, Brasil, 06 a 09 de outubro de 2009.
- 9.SILVIA, E. L; Menezes, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 3ª. Edição.UFSC. Florianópolis, 2001. p.121
- 10.SIQUEIRA, Luiz Gustavo Primo. Controle Estatístico do Processo. Equipe Grifo. São Paulo: Pioneira, 1997.
- 11.VAUGHN, R. C. (1990). Quality assurance: Iowa State University Press.
- 12.WERKEMA, Maria Cristina Catarino. Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos. Volume 2. Fundação Christiano Ottoni, 1995.
- 13.WERKEMA, Maria Cristina Catarino. As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos. Volume 1. Fundação Christiano Ottoni, 1995.
- 14.ZVIRTES, L.; CHIAVENATO, P. Implantação do controle estatístico do processo em uma indústria de bebidas destiladas. In: XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais. Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 de Outubro de 2006.



Wivian Brandão De Melo Garcia

Master degree Student in Manufacturing Engineering by Federal University of Amazonas - UFAM (Brazil). Professor at North's University Centre - UNINORTE / Laureat International Universities.



Dr. Cláudio Dantas Frota

Adjunct professor IV at Federal University of Amazonas - UFAM (Brazil). Professor and Researcher of Master degree program of Manufacturing Engineering at UFAM (Brazil)

Publish Research Article

International Level Multidisciplinary Research Journal

For All Subjects

Dear Sir/Mam,

We invite unpublished Research Paper, Summary of Research Project, Theses, Books and Books Review for publication, you will be pleased to know that our journals are

Associated and Indexed, India

- * Directory Of Research Journal Indexing
- * International Scientific Journal Consortium Scientific
- * OPEN J-GATE

Associated and Indexed, USA

- DOAJ
- EBSCO
- Crossref DOI
- Index Copernicus
- Publication Index
- Academic Journal Database
- Contemporary Research Index
- Academic Paper Database
- Digital Journals Database
- Current Index to Scholarly Journals
- Elite Scientific Journal Archive
- Directory Of Academic Resources
- Scholar Journal Index
- Recent Science Index
- Scientific Resources Database

Review Of Research Journal
258/34 Raviwar Peth Solapur-413005, Maharashtra
Contact-9595359435
E-Mail-ayisrj@yahoo.in/ayisrj2011@gmail.com
Website : www.ror.isrj.org