PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO (CEP) EM UMA INDÚSTRIA DE PRÉ- MOLDADOS.

Alyson da Luz Pereira Rodrigues (PITÁGORAS)
alisonluz93@outlook.com
JOSE RIBAMAR SANTOS MORAES FILHO (PITÁGORAS)
ribbamarmoraes@hotmail.com

Para manter qualidade e competitividade, empresas têm utilizado práticas de controle nos produtos e processos a fim de garantir que os mesmos cheguem aos clientes com as especificações desejadas. O presente artigo teve como objetivo realizaar um estudo de caso em uma indústria de pré-moldados, localizada em São Luís - Maranhão, aplicando conceitos básicos de Controle Estatístico de Processo (CEP). No cômputo geral, este artigo consiste em descrever as soluções para as dificuldades encontradas no gerenciamento da implementação do CEP na empresa analisada, de forma a auxiliar em implantações similares, visando identificar particularidades e características do processo, assim como oportunidades de melhorias úteis aos operadores e responsáveis pelo monitoramento do processo na empresa ou mesmo para outras pessoas que trabalhem e lidem com processos similares.

Palavras-chave: CEP, pré-moldados, processo

1. Introdução

Segundo SERRA (2005), não se pode precisar a data em que começou a pré-moldagem. O próprio nascimento do concreto armado ocorreu com a pré-moldagem de elementos, fora do local de seu uso. Sendo assim, pode-se afirmar que a pré-moldagem começou com a invenção do concreto armado.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em sua Norma Brasileira NBR 9062/1985 define os elementos pré-moldados como peças executadas industrialmente, mesmo em instalações temporárias em canteiros de obras, sob condições rigorosas de controle de qualidade.

Para auxiliar os gestores dentro dessas indústrias, o Controle Estatístico do Processo (CEP) chega como uma ferramenta desenvolvida a partir de 1920, contribuindo na aplicação de técnicas para viabilizar e padronizar a qualidade, dessa forma detectar defeitos nos produtos finais do processo industrial.

Neste contexto, o presente artigo enfatiza aspectos gerenciais do processo de implantação do Controle Estatístico de Processos (CEP) em uma empresa de produção de pré-moldados, localizada em São Luís – MA, cujo objetivo é descrever as soluções para as dificuldades encontradas, de forma a auxiliar também em implantações similares.

2. Referencial Teórico

2.1 Controle estatístico do processo (CEP)

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.

Qualquer processo de produção, independente de quão bem projetado ou mantido ele seja, sempre estará sujeito a uma variabilidade natural ou inerente, que é resultado do efeito

cumulativo de muitas causas pequenas e inevitáveis, chamadas de causas comuns (MONTGOMERY, 2004).

Ainda segundo Montgomery (2004), a aplicação do Controle Estatístico do Processo em uma empresa trará a estabilidade do processo e a redução de variabilidade. Não satisfaz apenas cumprir as exigências, quanto maior a redução da variabilidade do processo, melhor será o desempenho do produto e melhoraria da imagem com relação a concorrência de mercado.

A ideia principal do CEP é melhorar os processos de produção com menos variabilidade proporcionando níveis melhores de qualidade nos resultados da produção. É muito comum nas fábricas que processos industriais não sejam otimizados no sentido de serem caracterizados por altos níveis de eficiência, no entanto, dentro do CEP existem ferramentas para monitorar o processo e, portanto, melhorá-lo (PALADINI, 2002).

2.2 Aspectos gerencias do CEP

Montgomery (2004) assegura que o compromisso e envolvimento da gerência com o processo de melhoria da qualidade é o componente mais vital para a o sucesso do controle estatístico de um processo. Dessa forma, a gerência torna-se uma função modelo em relação aos demais na organização. Portanto é imprescindível uma abordagem em grupo para que as melhorias do processo sejam difundidas por toda a empresa.

De acordo com Hradesky (1989), para que o Controle Estatístico de Processos seja eficaz, são necessários 10% de ação estatística e 90% de ação administrativa. Este controle eficaz contém 5 ingredientes principais:

- Técnicas estatísticas
- Técnicas de solução de problemas
- Liderança e atitudes para aperfeiçoamento da produtividade da qualidade
- Planejamento da qualidade
- Método sistemático, que atua como catalisador.

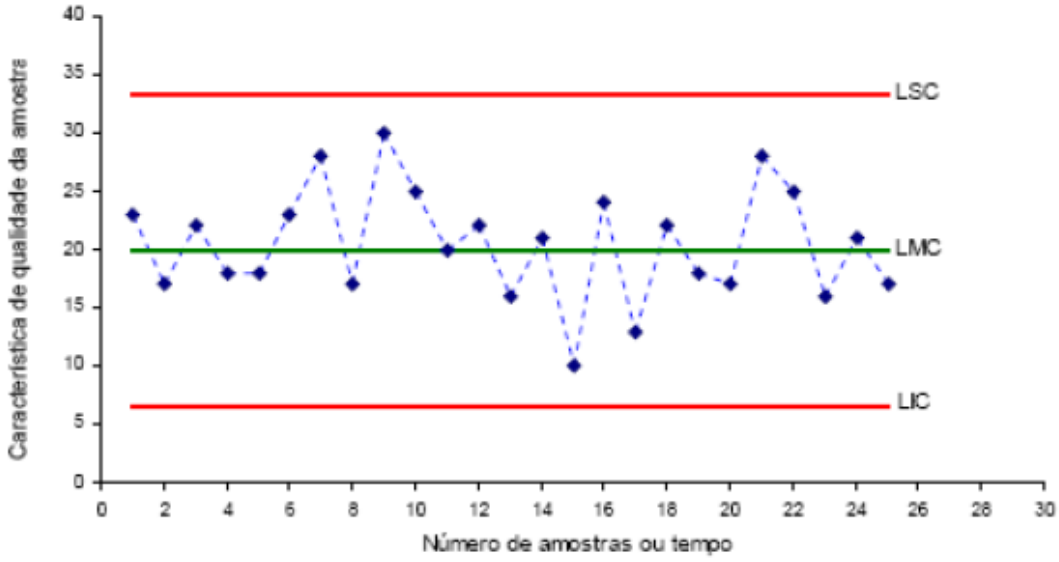
A implementação do CEP se dá por vários motivos, principais originários por falhas constantes em processos, redução do desperdício, exigências de mercado, oportunidades de melhorias para obter melhorias na produção.

2.3 Gráficos de Controle

Existem dois tipos básicos de cartas de controle de qualidade: as cartas baseadas em variáveis e as cartas baseadas em atributos. As cartas por atributos referem-se a situações que podem ser traduzidas por um sistema binário do tipo <<0>> ou <<1>>, em que cada amostra inspecionada é testada para determinar se está ou não conforme com os requisitos. Os controles de atributos são aqueles que se baseiam na verificação da presença ou ausência de um atributo, ou seja, quando as medidas representadas no gráfico resultam de contagens do número de itens do produto que apresentam uma característica particular de interesse (atributo). Alguns exemplos são os gráficos de controle para o número de peças cujos diâmetros não satisfazem às especificações – peças defeituosas – (WERKEMA, 1995, *apud* PINTO *et al.*, 2003).

Já as cartas por variáveis, segundo Alves (2003), baseiam-se nas características cujo resultado está associado a algum tipo de medição, como, por exemplo, velocidade, tempo, comprimento, resistência, entre outros. Os controles de variáveis são aqueles que se baseiam em medidas das características de qualidade (CARNEIRO NETO, 2003), ou seja, quando a característica da qualidade é expressa por um número em uma escala contínua de medidas. Segue abaixo um exemplo de gráfico de controle típico representado na figura 1.

Figura 1 – Exemplo de um Gráfico de Controle típico



Fonte: ALVEZ (2003).

3. Estudo de Caso

3.1 Descrição da empresa

A empresa estudada teve origem em 1981 iniciou no ramo de pré-moldados de concreto na Cidade de São Luís no Estado do Maranhão. Desde essa época, vem consolidando sua posição como uma das maiores indústrias de pré-moldados de concreto da região nordeste. Esta vem atuando há 34 anos no mercado e iniciaram suas atividades mediante a fabricação e comercialização de tubos de pré-moldado. Atualmente passou por um processo de ampliação fabril para melhoria dos seus processos de produção.

Nestes últimos anos investiu-se em vários equipamentos, como máquina de corte e dobra de ferro, central de concreto e atualmente produz além de postes para rede elétrica e tubos para águas pluviais, meios-fios, peças para construções de engenharia em geral, estruturas completas para linha de transmissão e subestações, galpões em concreto armado e uma gama de produtos empregados nos mais diversos ramos de atividades.

3.2 Descrição do produto

Os postes de concreto armado são projetados para atender esforços provenientes de sua utilização, esforços de vento, esforços de manuseio e esforços de montagem. Os postes devem atender as especificações técnicas de cada cliente e as normas técnicas que visam estabelecer critérios admissíveis.

Dentre os tipos de postes, destacam-se os postes de seção duplo T (DT). Existem várias seções de postes DT, os mais utilizados são: tipo D ou leves com carga nominal(CN) de 250 kg e do tipo B com carga nominal (CN) de até 4000 kg.

No que se refere à normatização que abrange a fabricação dos produtos, enumera-se:

1. NBR 8451: postes de concreto armado para redes de distribuição de energia elétrica (especificação).

2. NBR 8452: postes de concreto armado para redes de distribuição de energia elétrica (padronização).

3. NBR 6118: cálculo e execução de obras de concreto armado. -NBR 9062 - cálculo execução de pré-fabricados de concreto.

3.3 Descrições do processo

A empresa possui um variado portfólio de produtos, porém escolheu-se trabalhar nesta pesquisa com postes. O processo se inicia com a ordem de produção liberada e, então, se inicia a fabricação das armações de ferro. Toda a armadura de postes é gabaritada para garantir o correto posicionamento e utilizados espaçadores de argamassa ou plástico para garantir o recobrimento necessário. A montagem da armadura no molde é manual e acompanhada pelo supervisor.

O recebimento do cimento é feito de forma direta, ou seja, o caminhão já abastece diretamente o granel (depósito do cimento). Após o abastecimento, é feita a mistura da brita 0 (malha de 12 mm), brita 1(malha de 24 mm), areia grossa, cimento e água de forma automática, a essa mistura dá-se o nome de traço. E então o material dos silos (areia, brita) é transportado por correias até o misturador.

O processo de usinagem do concreto é dosado em central (misturado em equipamento estacionário) e controlado por um operador que ativa os comandos da receita correta do material de acordo com o produto a ser produzido. A central de concreto possui capacidade interna de 1m³ de concreto. O tempo de operação do processo de mistura é em média de 2,5 minutos por traço. Segue abaixo a figura 2 representando a central de usinagem de concreto.

Figura 2 – Central de usinagem do concreto.

Após a mistura, o material é transportado de modo convencional, isto é, por meio de carrinhos de mão. Em seguida realiza-se o enchimento e compactação das formas para concluir o processo de concretagem do produto, em seguida é feito o acabamento e secagem dos postes nas formas e por fim o produto é removido através de ponte rolante.

Enchimento Secagem Estocagem

O controle do concreto no seu estado fresco é de vital importância para garantir suas propriedades no estado endurecido. De acordo com a NBR 12655 (1996) deve-se realizar o ensaio de abatimento do tronco de cone (*slump test*) para a aceitação do concreto fresco, de forma que atenda as especificações de projeto e execução da estrutura.

No Brasil este ensaio é regulamentado pela NBR NM67 (1998) – Determinação da Consistência pelo Abatimento do Tronco de Cone. Basicamente consiste no preenchimento de um tronco de cone em três camadas de igual altura, sendo em cada camada dados 25 golpes com uma haste padrão. O valor do abatimento é a medida do adensamento do concreto logo após a retirada do molde cônico.

A aceitação ou não dos resultados obtidos no ensaio de abatimento do tronco de cone deve obedecer aos critérios da Tabela 1.

Tabela 1 – Especificações para realização do Slump Test.

Abatimento especificado (mm)	Tolerância (mm)

10 a 90	10
100 a 150	20
>160	30

Fonte: NBR NM67 (1998)

No caso da empresa estudada, como se trata de produção de poste , foram feitos testes in loco para identificar o melhor nível de FAC (fator água cimento). Portanto, o nível mais adequado encontra-se no intervalo de 10 a 90 (mm), mais especificamente entre 60 e 80 (mm) de FAC. A figura abaixo descreve a realização do slump test (Figura 4):

Figura 3 – Realização do Slump Test

De acordo coma NBR NM67 (1998) o mesmo deve ser realizado na empresa quatro vezes por dia. A coleta do material é feita pelo operador que realiza a coleta do concreto, em seguida faz o abatimento e anotações para enviar essas informações ao supervisor de campo. Portanto, o *slump test* foi uma das tarefas propostas para aplicação dos gráficos de controle.

4. Metodologia

No contexto dos objetivos do presente artigo, desenvolveu-se de forma exploratória e qualitativa, na qual há aprimoramentos de ideias ou a descoberta de uma nova visão para o problema. A pesquisa assume a forma bibliográfica ou estudo de caso (MARCONI E LAKATOS,2010).

Conforme Gil (2002), no delineamento da pesquisa o procedimento adotado para a coleta de dados pode ser através de papéis, descrito através de pesquisa bibliográfica e pesquisa documental; e através de coleta de dados que são fornecidos por pessoas, os quais são o levantamento e o estudo de caso.

A primeira parte do estudo constituiu na realização de uma pesquisa bibliográfica, no qual foram abordados assuntos relacionados ao tema pesquisado além de outros aspectos que devem ser considerados na implementação do CEP. Segue abaixo o Quadro 1 representando as diferentes abordagens de implantação do CEP.

Quadro 1 – Diferentes abordagens de implantação de CEP

Etapas	Abordagem Motorola	Abordagem Breyfogle	Abordagem Montgomery	Abordagem Owen
1	Priorizar oportunidades de melhoria	Fornecer educação em metodologias estatísticas	Escolher a carta de controle apropriada	Obter compromisso
2	Selecionar o time de trabalho	Identificar e otimizar processos chaves e parâmetros de produto	Determinar quais característicos devem ser controlados e onde as cartas de controle devem ser implantadas.	Formular uma política
3	Descrever o processo total	Definir tolerâncias dos parâmetros chaves	Executar ações para promover a melhoria dos processos	Indicar um facilitador
4	Analisar a performance do(s) sistema(s) de medição	Planejar a construção de cartas de controle, estabelecer limites de controle e planejar a avaliação dos índices de estabilidade	Selecionar sistemas de coleta de dados e *softwares* computacionais	Definir uma estratégia de treinamento
5	Identificar e descrever as etapas críticas do processo /produtos críticos	Implementar controle estatístico de processos e um sistema gerencial que garanta a melhoria		Treinar gerentes e supervisores
6	Isolar e verificar os processos críticos	Avaliar a capacidade de processos		Informar aos sindicatos
7	Estudar a capacidade dos processos	Transferir a responsabilidade pela melhoria contínua para a manufatura		Obter compromisso dos sindicatos
8	Implementar condições ótimas de operação e métodos de controle			Informar os operadores
9	Monitorar processo			Envolver fornecedores

10	Reduzir causas comuns de variação			Coletar dados
11				Planejar um plano de ação para os sinais de falta de controle
12				Rever os processos de avaliação da qualidade
13				Estruturar a administração do CEP
14				Treinar os operadores
15				Implementar as cartas de controle
16				Melhorar os processos

Fonte: Adaptado de SCHISSATTI (1998).

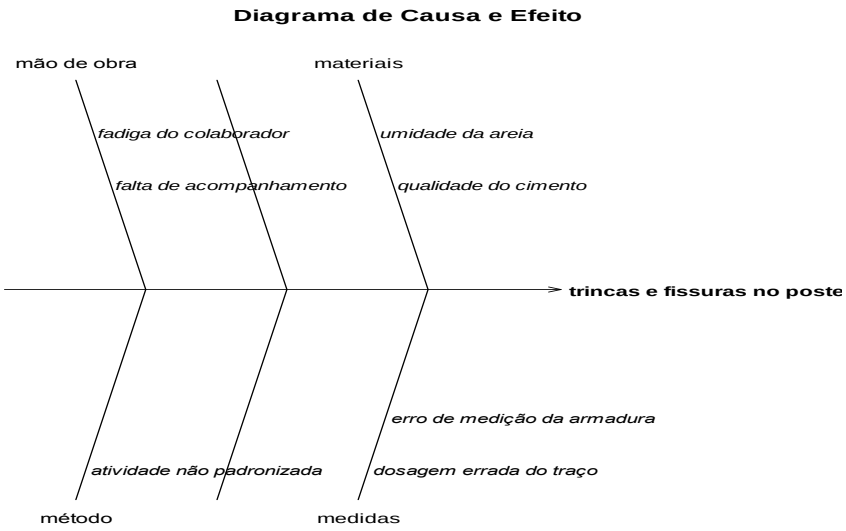
Coletou-se as amostras diárias dos testes *slump* realizados e calculados em uma planilha as médias e amplitudes para elaboração das cartas de controle por variável tipo Xbar e R. O tamanho da amostra foi de 22 que corresponde à quantidade de dias úteis de realização do teste. Usou-se a extensão do software *excel action* para criação e modificação das cartas de controle.

5. Resultados e discussões

Diante do processo exposto, nota-se a ausência do CEP, pois o processo de fabricação de postes não apresenta um controle eficaz, alicerçando-se principalmente na experiência acumulada ao longo do tempo pelos responsáveis pela fabricação. Corroborando com as ideias propostas pelos autores vistos anteriormente, desenvolveu-se as seguintes etapas na implementação do CEP:

Etapa 1: Análise preliminar do processo – Nesta etapa, pretende-se identificas as especificações críticas do processo, indicando quais especificações devem ser priorizadas. Dentro desta análise preliminar, duas ferramentas estatísticas tornam-se indispensáveis: o Diagrama de Pareto e o Diagrama de Causa e Efeito (Figura 5).

Figura 4– Diagrama de Causa e Efeito.

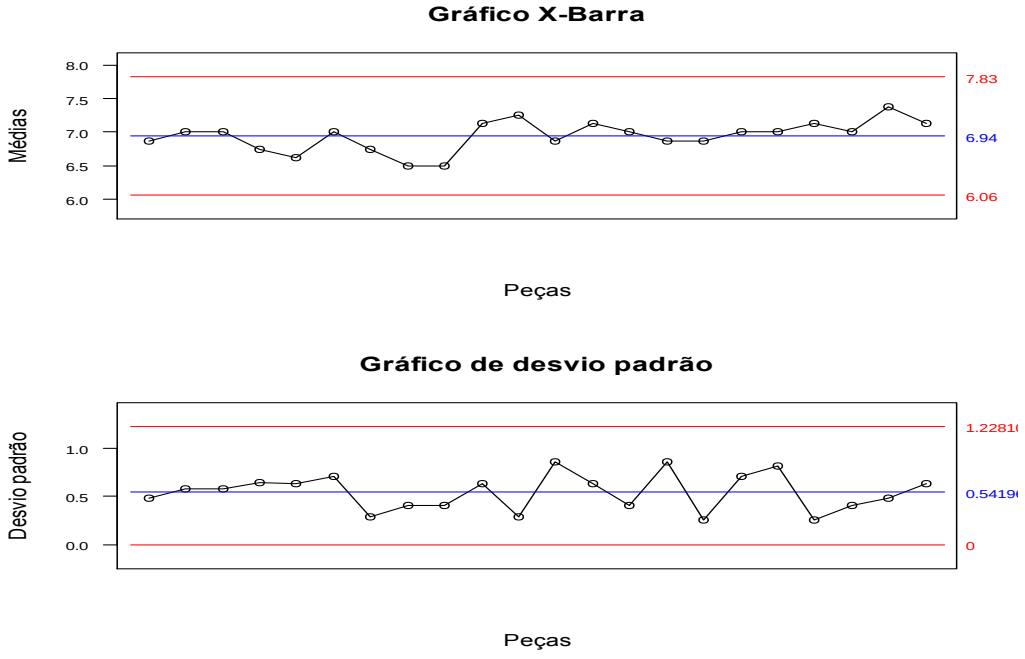


Fonte: Os autores (2016)

Etapa 2: Treinamento de Funcionários – Antes da primeira coleta de dados na linha de produção devem ser realizados treinamentos específicos para os operadores que participariam do monitoramento do CEP. Estes treinamentos serão realizados individualmente, e além de reforçar os objetivos gerais do CEP tinham também o objetivo de solucionar algumas dúvidas dos operadores quanto aos procedimentos de preenchimento das cartas de controle. Para complementar este treinamento, procedeu-se a elaboração de cartazes para a operacionalização do CEP, alertando sobre os cuidados na coleta, preenchimento das cartas e cálculos a serem realizados.

Etapa 3: Definir sistema de medição dos dados – Nessa etapa foi definido o sistema de controle a ser utilizado, isto é,planejar a construção dos gráficos de controle, estabelecer limites de controle e planejar a avaliação dos índices de estabilidade em tabelas no excel. O funcionário do setor de qualidade, por obrigatoriedade, ficou responsável pela elaboração e manutenção das cartas de controle dos processos da empresa. Objetivando detectar possíveis mudanças na estabilidade do processo e testes de análises foram primeiramente construídos gráficos de controle para análise diária do *slump test*. A figura 6 abaixo representa o gráfico de controle realizado para controle do FAC(fator água/cimento).

Figura 5– Gráfico para controle do FAC.



Fonte: Os autores (2016)

Etapa 4: Análise dos problemas – Através da utilização do diagrama de causa e efeito, é realizado a análise para identificar e corrigir distúrbios no processo que afetam diretamente na qualidade final do produto.

Etapa 5: Análise da estabilidade do processo – Avaliar se o processo mantém uma estabilidade e caso isso não ocorra identificar as causas e propor a solução. Diante da análise dos gráficos de controle que serão elaborados na etapa anterior, parte-se para a tomada de decisão atuando com ferramentas de melhoria contínua diretamente no processo. É fundamental manter sob controle tanto o desempenho médio como a variabilidade do processo.

Etapa 6: Matriz de ações corretivas e preventivas- Pretende-se listar as não conformidades do processo, ou seja, atuar nas causas identificadas de forma corretiva e preventiva, com a criação de matrizes específicas para atuar na variabilidade dos processos.

Etapa 7: Procedimento para controle do processo- Nesta etapa, pretende-se criar os documentos dos métodos e técnicas que serão padronizados no processo, ou seja, elaboração de planos de ação, e relatórios para análise e ocorrência de falhas nos postes.

5. 1 Conclusão

Com as mudanças proposta pelo CEP, é preciso obter como resultado a resolução de problemas de qualidade ou de produtividade que estejam ocasionando custo desnecessário para empresa. O objetivo da implementação do CEP é fazer com que a empresa executa o processo e de forma sistêmica na busca da solução de seus problemas.

Portanto, a ferramenta CEP tem a possibilidade de ser adaptada de acordo com as necessidades de cada empresa e, assim, ser utilizada de forma singular, levando-se em consideração as características e o ramo de atuação de cada organização.

REFERÊNCIAS

ALVES. C.C. **Gráficos de Controle CUSUM**: um enfoque dinâmico para a análise estatística de processos. 2003. Dissertação (Especialização). Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 6118. **Projeto e execução de obras de concreto armado**. Rio de janeiro: ABNT, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9062: **Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado**. Rio de Janeiro, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM67: **Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.** Rio de Janeiro, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8452: **Postes de concreto armado para redes de distribuição de energia elétrica (padronização)**. Rio de Janeiro, 1998.

CARNEIRO NETO W. **Controle estatístico de processo CEP** [CDROM]. Recife: Upe-Poli; 2003.

GIL, A.C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HRADESKY, JOHN L., Aperfeiçoamento da qualidade e da produtividade. **Guia prático para implementação do controle estatístico de processo** – CEP. São Paulo: Mc Graw-Hill, 1989.

KAUARK, F. da S.; MANHÃES, F.C; MEDEIROS, C.H**. Metodologia da Pesquisa:** Um guia prático. Itabuna, Bahia. Via Litterarum: 2010.

MONTGOMERY, D. C. **Introduction to Statistical Quality Control**. John Wiley &Sons, Inc., New York, 1997.

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

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

PINTO, TJA; KENEKO, TM; OHARA, MT. **Controle biológico de qualidade de produtos farmacêuticos, correlatos e cosméticos**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2003.

SCHISSATTI, M.L. **Uma metodologia de implantação de cartas de Shewarth para o controle de processos**. Florianópolis. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). UFSC,1998.

SERRA, S. M. B; FERREIRA, M. de A.; PIGOZZO, B. N. **Evolução dos pré fabricados de concreto**. São Carlos: EESC-USP, 2005.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos**. Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte: 1995.