



**Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA
Curso de Engenharia Automotiva**

**PROPOSTA DE ANÁLISE DE PROPOSTAS DE
IMPLEMENTAÇÃO DE CONTROLE ESTATÍSTICO DE
PROCESSOS: UM ESTUDO DE CASO**

**Autor: Luiz Felipe Silva Brandão
Orientadoras: Dra. Maria de Fátima Souza e Silva**

**Brasília, DF
2015**



LUIZ FELIPE SILVA BRANDÃO

**PROPOSTA DE ANÁLISE DE PROPOSTAS DE IMPLEMENTAÇÃO DE
CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS: UM ESTUDO DE CASO**

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia Automotiva da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Automotiva.

Orientadores: Dra. Maria de Fátima Souza e Silva

**Brasília, DF
2015**

CIP – Catalogação Internacional da Publicação*

Brandão, Luiz Felipe Silva.

Proposta de Análise de Propostas de Implementação de Controle Estatístico de Processos: Um estudo de caso. / Luiz Felipe Silva Brandão. Brasília: UnB, 2015.70 p.: il.; 29,5 cm

Monografia (Graduação) – Universidade de Brasília Faculdade do Gama, Brasília, 2014. Orientação: Maria de Fátima Souza e Silva

1. Controle de Qualidade. 2. Controle Estatístico de Processo. 3. Análise de Propostas de Implementação do CEP. Souza e Silva, Maria de Fátima. Proposta de Análise de Propostas de Implementação de Controle Estatístico de Processos: Um estudo de caso

CDU Classificação



**PROPOSTA DE ANÁLISE DE PROPOSTAS DE IMPLEMENTAÇÃO DE
CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS: UM ESTUDO DE CASO**

Luiz Felipe Silva Brandão

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Automotiva da Faculdade UnB Gama - FGA, da Universidade de Brasília, em 10 de dezembro de 2015, apresentada e aprovada pela banca examinadora abaixo assinada:

Profª. Dra. Maria de Fátima Souza e Silva, UnB/ FGA
Orientadora

Prof. Evandro Leonardo Silva Teixeira, UnB/ FGA
Membro Convidado

Prof. Rhander Viana, UnB/ FGA
Membro Convidado

Brasília, DF
2015

Esse trabalho é dedicado à Deus, aos meus pais, Elpídio e Liberta, que lutaram pela minha educação e me dão todo apoio até hoje; à minha madrinha que sempre acreditou nos meus estudos, aos meus irmãos, Carlos Eduardo e Hélio Henrique; à minha namorada Thaisa e aos Amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha Orientadora Dra. Maria de Fátima Souza e Silva pela dedicação, orientação e auxílio durante a realização deste trabalho.

Os agradecimentos se estendem ao Gerente do departamento da qualidade da empresa estudada, por sua colaboração e disponibilidade de atendimento em todos os momentos.

Agradeço também ao colaborador da empresa destinado a prestar as informações necessárias para realizar este trabalho, pelo seu atendimento, esclarecimentos e apoio

RESUMO

Em um cenário de crescente competição entre as empresas do setor automotivo e aumento dos consumidores com relação à qualidade, evidenciou que as utilizações de técnicas estatísticas relacionadas aos processos produtivos tornaram-se fatores importantes para o sucesso das cadeias produtivas. Dentro deste conceito buscou-se, nesta pesquisa, analisar a implementação de Processos de Controle Estatístico de Processo (CEP). Para alcançar este objetivo realizou-se um estudo de caso baseado em instrumentos de pesquisa que relacionam e esclarecem os diferentes estágios existentes a um desenvolvimento destes processos em três técnicas de pesquisa: questionário, entrevista e observação direta. Os resultados mostram as limitações e possibilidades do processo de implantação do CEP adotado na empresa estudada.

Palavras-chave: Controle de Qualidade. Controle Estatístico de Processo. Análise da Implementação do CEP.

ABSTRACT

In an increasingly competitive scenario among companies in the automotive sector and increased consumer in terms of quality, it showed that the use of statistical techniques related to production processes have become important factors for the success of the productive chains. Within this concept, we sought in this research, analyze the implementation process of Statistical Process Control (SPC). To accomplish this we carried out a case study based on research instruments relating and clarify the different stages to an existing development processes in these three research techniques: questionnaire, interview and direct observation. The results show the limitations and possibilities of the CEP implementation process adopted in the studied company.

Keywords: Quality control. Statistical Process Control. SPC Implementation Analysis

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Espiral do Progresso na Qualidade.....	15
Figura 2 – Representação Gráfica de Processos Sob e Fora de Controle.....	24
Figura 3 – Gráfico de Controle Genérico para o Monitoramento de um Processo	25
Figura 4 - Estratégias para Melhoria do CEP.....	26
Figura 5 - Representação de Cp	28
Figura 6 – Relação da variabilidade do processo em relação à média com os limites de especificação e a média	29
Figura 7 - Critérios clássicos para a Classificação de Pesquisa	35
Figura 8 - Fluxograma detalhado da Metodologia Adotada no Trabalho.....	36
Figura 9 - Carta CEP Utilizada na Empresa.....	46

SUMÁRIO	
AGRADECIMENTOS	6
RESUMO	7
ABSTRACT	8
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	9
SUMÁRIO	10
1. INTRODUÇÃO	11
1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	11
1.2. OBJETIVOS.....	12
1.2.1. Objetivo Geral	12
1.2.2. Objetivos Específicos	12
1.3. JUSTIFICATIVA/MOTIVAÇÃO	12
1.4. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	13
2. ESTRUTURA TEÓRICA	14
2.1 CONCEITO DE QUALIDADE	14
2.2 A IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE	16
2.3 CONTROLE ESTATÍSTICO DA QUALIDADE	19
2.4 CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO	19
2.5 FUNDAMENTOS DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS	22
2.5.1. Gráfico (Cartas) de Controle de Processo	22
2.5.2. Capacidade de Processos	26
2.5.3. Índice de capacidade de um Processo.....	27
2.6 IMPLANTAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS.....	31
2.7 VANTAGENS DE UMA IMPLANTAÇÃO CORRETA DO CEP	32
3. METODOLOGIA	34
3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA	34
3.2 DESCRIÇÃO DA EMPRESA	38
3.3 MÉTODOS E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	38
3.3.1. Questionário	38
3.3.2. Entrevista	39
3.3.3. Observação Direta	40
4. PRODUTO RESULTANTE DA PESQUISA: DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DO PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO DO CEP (PICEP)	41
4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	41
4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS COM OS INSTRUMENTOS DE PESQUISA	43
4.2.1. Análise realizada a partir do questionário e da entrevista	43
4.4.2. Análise dos fatores críticos do PICEP	44
5. OS INSTRUMENTOS DE PESQUISA: ELABORAÇÃO, APLICAÇÃO E POTENCIALIDADE DAS ANÁLISES DELES DECORRENTES	50
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS	53
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXOS	58

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os métodos estatísticos não são recentes, seus conceitos foram difundidos desde a Revolução Industrial, com a introdução do termo controle de qualidade. Logo, a partir da Segunda Guerra Mundial, quando o exército americano exigiu a adoção do Controle Estatístico da Qualidade para reduzir o número de peças defeituosas fabricadas pela indústria bélica, que a questão envolvendo controle estatístico e qualidade teve um enorme desenvolvimento.

A teoria original do Controle Estatístico de Processo (CEP) sofreu grande impulso como o sucesso que os japoneses tiveram seguindo os conceitos introduzidos por Deming e Juran no Japão. O estudo relacionado ao CEP também se expandiu em procedimentos para aumentar sua eficiência, impulsionada pelo trabalho de dois japoneses, Taguchi e Ishikawa (Galuch, 2002).

As empresas brasileiras viviam um cenário antes década de 1990 em que ainda não se preocupava com a competitividade industrial, logo nesta época começaram a enfrentar a competição de produtos importados, desenvolvidos e produzidos então em quantidades que invadiram no mercado brasileiro. Para tanto se fez necessário então buscar ideias e recursos para continuar a sobreviver, criando condições necessárias para que houvesse um despertar por parte das empresas, e de seus executivos, em relação à qualidade (Juran, 1997). Assim, o mesmo autor conclui que a garantia da qualidade dos produtos é essencial para que se estabeleça uma relação de confiança entre o produtor e o consumidor. Esta garantia é alcançada através das atividades geradoras de evidências objetivas que procuram resguardar o consumidor contra possíveis falhas no produto que gerem a má qualidade.

Campos (1989) destaca que a tendência de uma economia mundial mais integrada e competitiva tem forçado as empresas a desenvolverem estratégias para projetar rapidamente produtos inovadores e com qualidade, maximizando os recursos da empresa ao produzi-los. Este modelo não se aplica às empresas que visam o mercado global, mas por todas as empresas que buscam uma vantagem competitiva no mercado onde atua.

Sob este aspecto, o Controle Estatístico de Processo (CEP), apresenta-se como uma ferramenta capaz de possibilitar o monitoramento do processo para as variáveis de controle definidas, de forma que gráficos de controle auxiliam na visualização do comportamento do processo.

Nos sistemas de gerenciamento da qualidade necessários à garantia da qualidade, são definidas técnicas que visam a obtenção e manutenção da qualidade de um produto ou serviço, identificando e eliminando as causas de possíveis problemas relacionados à qualidade. Técnicas estas enunciadoras do controle da qualidade de um produto ou serviço (Oakland, 1994).

No entanto o emprego do CEP permite avaliar o processo garantindo maior confiabilidade no produto final obtido, além de possibilitar o melhoramento do processo, uma vez que os problemas identificados geram planos de ações que visam eliminar ou reduzir causas importantes de variabilidade no processo.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo relacionar e caracterizar o processo de implementação do controle estatístico de processo utilizando para validar tais características um estudo de caso em uma montadora de automóveis.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Identificar e analisar os principais indicadores envolvidos no CEP relacionados à implementação metodológica na empresa.
- Identificar as vantagens e desvantagens decorrentes da implementação de um CEP.
- Identificar a percepção dos líderes envolvidos no processo em termos de eficiência e resultados obtidos.

1.3. JUSTIFICATIVA/MOTIVAÇÃO

De acordo com Oliveira (2004), a garantia da qualidade se dá pela utilização dos princípios de gestão, aperfeiçoamento contínuo, desenvolvimento de recursos humanos e assistência técnica. Logo é necessário um processo produtivo controlado, um quadro pessoal qualificado, existência de um sistema de informação eficiente e a adoção de procedimentos que minimizem eventual impacto indesejado para a imagem da empresa, seja consequente de problemas ocorridos do produto provenientes de determinado processo.

Devido ao aumento da competitividade no setor produtivo, a melhoria contínua do processo só pode ser alcançada a partir do instante em que se tenta implantar

novos procedimentos, novas metodologias, novas ferramentas programas como a utilização do CEP. Neste contexto, o trabalho torna-se importante à medida que se busca fornecer subsídios que avaliam a aplicação de técnicas para a melhoria continua.

1.4. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho é estruturado da seguinte forma: o Capítulo 1 é dedicado a uma breve introdução sobre a origem e histórico do CEP relacionado às necessidades de melhorias nos processos de produção. Apresentam-se os objetivos bem como uma justificativa para a realização deste trabalho.

O Capítulo 2 traz uma revisão bibliográfica sobre os fundamentos da qualidade, iniciando pelo conceito e importância da qualidade seguido da caracterização do Controle Estatístico da Qualidade e Processo. Por fim são considerados modelos relevantes do CEP já implementados como também as vantagens de uma implementação correta.

O Capítulo 3 é dedicado à descrição completa da metodologia adotada para a realização deste trabalho, acompanhado da caracterização da empresa e os instrumentos de pesquisas que serão utilizados.

O Capítulo 4 inicia com a apresentação no qual a empresa é solicitada a participar do trabalho e num segundo momento os resultados são expostos e discutidos.

O Capítulo 5 levanta os aspectos relacionados à elaboração, aplicação e potencialidade dos instrumentos de pesquisa adotados neste estudo.

No Capítulo 6 são apresentadas as considerações finais do desenvolvimento deste trabalho, assim como algumas limitações e recomendações para trabalhos futuros.

Além dos cinco capítulos acima descritos, o estudo conta ainda com as Referências Bibliográficas, base para todo o material citado no trabalho e do Anexo contendo a carta de requerimento enviada à empresa, o Questionário, a Entrevista e suas referidas observações.

2. ESTRUTURA TEÓRICA

Este Capítulo é dedicado ao histórico e à revisão bibliográfica, considerando os conceitos, definições, importância e vantagens da Qualidade, Controle Estatístico de Qualidade e Controle Estatístico de Processos. São apresentadas as ferramentas estatísticas para o CEP aliado ao estudo da capacidade de processos, que podem ser utilizadas para identificar e analisar a variabilidade presente em processos produtivos.

2.1 CONCEITO DE QUALIDADE

Este capítulo tem a finalidade de verificar os estudos relevantes no processo da garantia da qualidade de produtos aplicado em indústrias. Muitos destes apresentam uma certa uniformidade em suas referências bibliográficas, sendo assim foram identificados os temas mais importantes para fase de estruturação de uma análise de implementação de um controle estatístico de processo, com base nos textos mais citados por estes autores.

Assim como o CEP a Qualidade também apresenta certa uniformidade em sua abordagem, na bibliografia. Quanto ao seu conceito, como pode ser visto abaixo,

- i. “Qualidade é a perseguição às necessidades dos clientes e homogeneidade dos resultados do processo” ou ainda “atender e, se possível, exceder as expectativas do consumidor” DEMING (1990);
- ii. Para CROSBY (1984), “Qualidade é a conformidade do produto às suas especificações”;
- iii. “Qualidade é o conjunto de características incorporadas ao produto através do projeto e manufatura que determinam o grau de satisfação do cliente” FEIGENBAUM (1986);
- iv. “Qualidade possui uma componente espacial, a multiplicidade de itens e um componente temporal, as alterações conceituais ao longo do tempo (processo evolutivo)”, PALADINI (2000);
- v. Para TAGUCHI (1999), a produção, o uso e o descarte de um produto sempre acarretam prejuízos ou perdas para a sociedade; quanto menor for o prejuízo, melhor será a qualidade do produto;

- vi. Para a norma NBR ISO 8402, qualidade é a totalidade de propriedades e características de um produto ou serviço, que confere sua habilidade em satisfazer necessidades explícitas ou implícitas.
- vii. Para a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2000), a qualidade é definida como grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz um requisito, ou seja, a qualidade é o grau com que uma propriedade diferenciadora atende uma necessidade ou expectativa que é expressa, geralmente de forma implícita ou obrigatória.

Segundo JURAN (1997) a qualidade possui vários significados, no entanto dois deles são predominantes:

- A qualidade consiste nas características do produto que vão ao encontro das necessidades dos clientes e dessa forma proporcionam a satisfação em relação ao produto; e
- A qualidade é a ausência de falhas.

JURAN (1997) retrata que a função da qualidade surge do fato da qualidade do produto ser resultado do trabalho de todos os departamentos presentes ao longo da espiral que pode ser vista na Figura (1), os quais devem desempenhar seus trabalhos o mais correto possível.

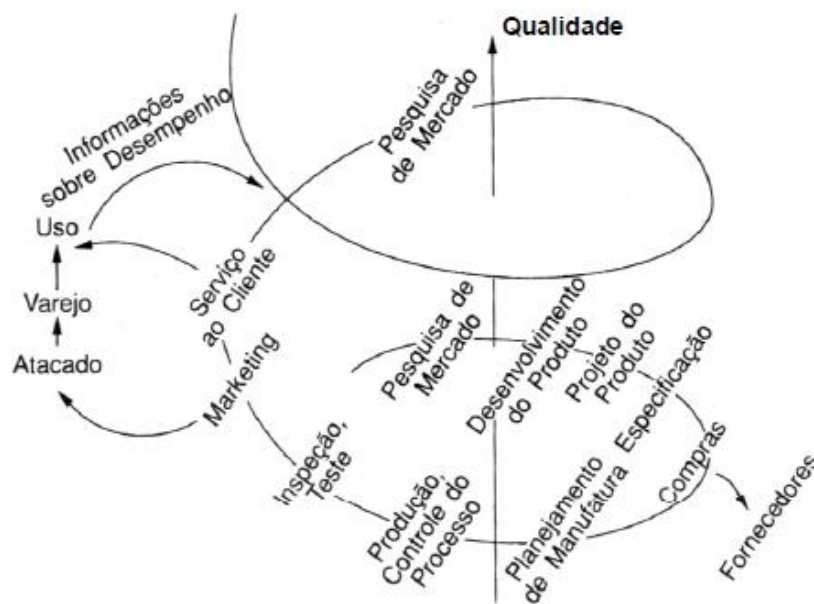


Figura 1 - Espiral do Progresso na Qualidade
Fonte: Juran, 1997

A representação da espiral ilustra que a procura da qualidade sobre um produto é constante e ininterrupta, caracterizando um processo de melhoria contínua. Percebe-se que as necessidades dos clientes finais só podem ser perfeitamente atendidas se o resultado do trabalho de cada departamento que compõem as funções demonstradas atender as necessidades dos seus clientes internos, formando-se uma rede de atividades para obtenção da qualidade, que no seu conjunto são chamadas de Função Qualidade (JURAN, 1997).

2.2 A IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE

Já é bastante divulgado na bibliografia sobre qualidade, sua importância e o fato de que os problemas a ela relacionados vem desde o início da história da humanidade. Garvin (2002) aponta que já no final do século XVIII e princípio do século XIX ela já era uma preocupação dos artesãos.

Quanto a sua importância para levar uma empresa ao sucesso, ao crescimento e uma melhor posição de competitividade no mercado, foi evidenciada por Montgomery (2004), esclarecendo o papel da qualidade para retorno de investimentos. Ela se originou da ideia de controle baseado na inspeção e atividades de contagem. Mas seu início ocorreu efetivamente após a implementação do Taylorismo, no final do século XIX.

Dois autores, como já é bastante sabido, Frederick W. Taylor e Radford validaram o cargo de inspetor da qualidade segundo Theodósio (2000). Henry Ford foi o pioneiro no sentido de alcançar uniformidade e mesmo nível de qualidade em todos os produtos decorrentes de uma determinada linha de montagem, conforme informam Klug; Marshall (2003).

Com o passar do tempo, como afirma Martins (2011) fazer, inspecionar, aceitar ou rejeitar passaria a não ser mais aplicado. Surge assim, um gerenciamento da produção mais eficiente e econômico, sendo possível fazer o certo, já nas primeiras unidades produtivas, segundo o autor.

Em 1946, Deming ao assumir a presidência da ASQC – (*American Society for Quality Control*), dedica-se à disseminação do conceito da Qualidade (Klug e Marshall, 2003). Desta forma, a qualidade foi tomando forma diante das transformações tecnológicas industriais incluindo conceitos, habilidades e criando ferramentas, técnicas estatísticas e gerenciais segundo Martins (2001). Em paralelo, o movimento o movimento em busca da inexistência de defeitos relacionado às teorias de

motivação e a necessidade de autonomia para os colaboradores, faz parte do foco estratégico que a qualidade vivencia nesta era atual.

Para ilustrar, é interessante a narrativa de Hoffman e Kaplinsky (1988) a respeito dos acordos com mais de um fornecedor por tipo de componente que faziam as montadoras norte-americanas e europeias no modelo fordista para precaverem-se de interrupções no fornecimento. Com a difusão do modelo de produção japonês a relação entre montadoras e autopeças têm mudado, tornando-se mais próxima e de maior confiança. Certos fornecedores passam a participar no desenvolvimento dos produtos das montadoras e a fornecer em *just-in-time* e em muitas vezes já trabalham com fornecimento exclusivo. Além do preço, as montadoras têm considerado também a competência em manufatura e engenharia e incentivado a adoção das técnicas de controle organizacionais.

A qualidade tornou-se cada vez mais um componente importante no processo de produção. Os mesmos autores estudaram a reestruturação da indústria automobilística mundial diante do avanço japonês através de pesquisas nas maiores montadoras japonesas, norte-americanas e europeias. Segundo eles, embora estejam enfrentando dificuldades para introduzir os novos métodos, todas as montadoras fizeram da melhoria na qualidade um fator central na resposta competitiva ao Japão e procuraram envolver seus fornecedores neste esforço.

A abertura das importações de veículos acabados e o acirramento da competitividade internacional vêm aumentando o interesse das empresas brasileiras em inovarem-se. Além da adoção de métodos relacionados ao controle da qualidade tem se generalizado a exigência pelos clientes da certificação por normas internacionais, com destaque para as da série ISO 9000.

De acordo com Gomes (2005), a aplicação de técnicas e ferramentas adequadas, e a utilização dos conceitos da qualidade facilitam a tomada de decisão e, conseqüentemente, encaminham ao aumento da produtividade de maneira simples, rápida e eficaz contribuindo para o aperfeiçoamento do processo.

Demming (1990) formulou uma das mais interessantes abordagens relacionadas ao poder dos métodos estatísticos e também da importância da qualidade para aumentar a competitividade de seus produtos. O autor acreditava que a responsabilidade primária pela Qualidade reside na administração da organização: *“a maioria das oportunidades para melhorar a qualidade requerem decisivas ações administrativas”*. De acordo com essa fundamentação Deming enunciou seus famosos 14 pontos, onde são enfatizados a importância da mudança do foco administrativo

para a melhoria da Qualidade, do papel da administração na condução desta mudança, envolvendo-se de fato, e da importância de um enfoque sistêmico para a organização.

- i. “Criar e publicar a todos os funcionários uma declaração dos objetivos e propósitos da empresa. A gerência deverá demonstrar constantemente o seu comprometimento para com essa declaração.
- ii. Aprender a nova filosofia.
- iii. Entender o propósito da inspeção para o melhoramento do processo e a redução de custos.
- iv. Suspender a prática de aprovar compras apenas na base do preço.
- v. Aperfeiçoar sempre e constantemente o sistema de produção e serviço.
- vi. Instituir o treinamento.
- vii. Criar e instituir lideranças.
- viii. Eliminar o medo. Criar confiança. Criar um clima para inovação.
- ix. Otimizar os esforços grupais das áreas de assessoria em relação à consecução dos objetivos e propósitos organizacionais.
- x. Eliminar a exortação para a força de trabalho.
- xi. a) Eliminar as cotas numéricas para a produção. Aprender e instituir métodos de melhoramento. b) Eliminar o gerenciamento por objetivos. Aprender capacidades do processo e como melhorá-los.
- xii. Remover as barreiras que roubam às pessoas seu direito de se orgulhar do trabalho realizado.
- xiii. Encorajar a educação e o auto-desenvolvimento de todos.
- xiv. Trabalhar para realizar a transformação”. CARAVANTES *et al.* (2005)

Mesmo que existam diferenças com relação a conceito e filosofias, há praticamente uma unanimidade em relação um ponto: a responsabilidade pela obtenção, manutenção e melhoria da qualidade é de todos os indivíduos de determinada organização.

A qualidade por sua, abrangência, permite uma diversidade enorme de métodos e modelos para sua avaliação. Apesar da necessidade de se criar metodologias ou usarem determinadas ferramentas, existem alguns princípios básicos que servem para orientar a evolução da qualidade. Toda avaliação da qualidade centra-se em primeiro lugar na satisfação do cliente, após vem à avaliação do processo produtivo e por último vem a avaliação do suporte ao processo, o qual tem efeito indireto à produção (Galuch 2002).

2.3 CONTROLE ESTATÍSTICO DA QUALIDADE

O trabalho de Western (1956) complementa que o controle estatístico da qualidade pode ser visto como uma forma de estudo das características de um processo, uma vez que dados são trabalhados a fim de se manterem em limites desejados. Por se tratar de um ramo do controle de qualidade o CEQ procura monitorar o processo e agir sobre ele de maneira que o resultado contribua para atingir os padrões necessários previstos de adequação ao uso. Logo os problemas serão rastreados, identificados e eliminados de um processo, de modo que ele continue a produzir produtos com qualidade aceitável.

No estudo de Woodall e Montgomery (1999), assim como em outro trabalho (Reis, 2001); observa que o CEQ é um ramo da Estatística Industrial, compondo-se basicamente de quatro áreas: 1) Aceitação por amostragem; 2) Planejamento de experimentos; 3) Estudo da Capacidade de processos; 4) Controle estatístico de processo – CEP.

Para o estudo do CEP StatSoft (1995) envolve basicamente as seguintes etapas: o desenvolvimento, a interpretação dos resultados de gráficos de controle de processos, a utilização de técnicas para identificação de causas de problemas e oportunidades de melhoria da qualidade. Tendo em vista a utilização do CEP o referido autor afirma a possibilidade de monitorar de forma contínua do processo, permitindo assim uma ação imediata à medida que determinado problema é detectado, enquadrando-se na filosofia que preconiza a construção da qualidade dentro do processo e a prevenção de problemas

2.4 CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO

A preocupação com o Controle Estatístico de Processo – (CEP), no intuito e ampliar o controle de qualidade moderno começou com Walter Shewhart, em 1924, na Companhia Telefônica Bell nos Estados Unidos onde a primeira carta de controle foi elaborada com a finalidade racional de controle e monitoração de um processo.

Paranthaman (1990) ressalta que Shewhart desenvolveu em seu trabalho um sistema que permitiu determinar se a variabilidade de um processo era realmente aleatória ou devia-se a causas especiais onde já no decorrer da década de 1930, começaram a colocar em prática alguns conceitos básicos em Estatística e Metodologia Científica. No entanto comportamento dos processos pode então ser revelado por meio de gráficos desses parâmetros em decorrência do tempo, dado este fato o CEP consiste na quantificação de qualquer variação nas características que se

restringem à qualidade, através da amostragem do resultado e de sua estimativa da distribuição estatística em um determinado processo.

Embora muitos autores definam o CEP apenas como a aplicação de métodos e procedimentos estatísticos em relação a um processo e a um certo conjunto de padrões, o Instituto Brasileiro de Qualidade Nuclear o CEP refere-se ao CEP de forma mais ampla. Ou seja, um método de monitoramento, controle e melhoria de processos mediante análise estatística feito com a finalidade de identificar e eliminar as causas especiais de variação e outras condições operacionais anormais, colocando então o processo sob controle estatístico.

A fim de verificar a evolução do CEP, Bueno (2004), garante que após vários trabalhos históricos, sabe-se hoje que os métodos do CEP podem ser vistos em diversos setores industriais, como farmacêuticos, alimentícios, militares, agrícolas e peças garantindo vantagens competitivas tanto em empresas de pequeno, médio ou grande porte.

Segundo De Vries; Reneau (2010), a utilização desta técnica de controle maximiza a produtividade, reduz sistematicamente a variabilidade nas características na qualidade do produto ou do processo, além de reduzir os custos e a necessidade de grandes inspeções no processo final de produção.

A Ford nos EUA na década de 1980, foi uma das principais desenvolvedoras do CEP em suas plantas, tanto que seu uso extensivo permitiu a eliminação de toda a inspeção final em algumas de suas plantas. Como afirmativa Hoffman e Kaplinsky (1988), a ênfase e procura de uma melhor gestão da qualidade e a grande utilização do *just-in-time* provocou um aumento de produtividade de 35% entre 1982 e 1984.

No estudo de Miranda (1994) o CEP é referenciado como um registro das variações existentes em qualquer que seja o processo, identificando os desvios de desempenho para previamente atacá-los, mantendo as atividades estabilizadas conforme a capacidade do processo. Logo o controle estatístico procura gerar um processo produtivo eficaz, reduzindo custos, aumentando a qualidade e a produtividade tornando uma determinada empresa mais preparada no mercado.

Aliado a este objetivo e para a implementação do CEP, os parâmetros que compõem a qualidade de certa atividade ou produto são estimados com base em amostras estabelecidas de itens do próprio processo produtivo (Mingoti; Fidelis, 2001).

Com base em estudos de ordem estatística, Sommer (2000) afirma que todas as tendências para as variações significativas em um processo são avaliadas de forma

preventiva com o auxílio do CEP a fim de comparar continuamente os resultados encontrados em um processo com um padrão.

Na intenção de implementar o CEP, Toledo (1997) destaca uma sequência de quatro etapas fundamentais: 1) definição de um padrão a ser atingido; 2) inspeção; diagnóstico das não conformidades; 3) identificação das causas das não conformidades/defeitos; 4) ação corretiva para eliminação das causas e a atualização dos padrões seja de processo ou produto. Como resultado de seu trabalho este autor afirma que além de uma ferramenta estatística de auxílio e controle da qualidade, o CEP é visto como uma filosofia de gerenciamento e um conjunto de técnicas originárias da Estatística e da Engenharia de Produção, no qual procuram garantir o equilíbrio e a melhoria contínua em um determinado processo de produção.

As participações da qualidade relacionada aos resultados de produção são vistas não apenas em ter melhores processos, mas também em custos menores. Sendo assim Samohyl (2005) garante que a ideia principal do CEP é que melhores processos de produção com menos variabilidade propiciam níveis melhores de qualidade nos resultados de produção logo a diminuição dos custos pode ser vista por meio das razões: inspeção do processo por amostragem e a redução de produtos defeituosos.

Com o objetivo de estudar o CEP no monitoramento de variações e atributos de processos industriais, Singh e Gilbreath (2002) comprovaram que o projeto e a utilização de sistema de controle de processo multivariável, caracterizado por uma interface gráfica com o usuário é benéfico tanto para os operadores de linha de produção quanto para o corpo administrativo da empresa.

Segundo Galbinski (2001), a norma ISO 11462:2001 publicada no quinto mês de 2001 refere ao CEP como uma aplicação à qualidade. Em decorrência deste fato, passou a se considerar como premissa para esta normatização, que não havia, até então, um bom guia para implementação e uso deste.

Assim, a utilização das técnicas estatísticas como o CEP é conhecida por longos anos, porém foram impulsionadas após os anos 80, quando passou a ser cada vez mais utilizadas e consolidadas (Galuch, 2002).

Para implantação e monitoramento da qualidade várias técnicas que facilitam a aplicação de conceitos de gerenciamento da qualidade, na prática, foram desenvolvidas e utilizadas em conjunto com algumas ferramentas de coleta e apresentação de informações. O uso destas ferramentas objetiva proporcionar uma

metodologia para pesquisa e coleta de informações agregando e apresentando as informações de forma simples e estruturada.

2.5 FUNDAMENTOS DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS

De acordo com Ishikawa (1985), o CEP é composto principalmente de sete ferramentas que estas somadas em uma implementação resolvem mais de 90% dos problemas de qualidade em qualquer tipo de organização, seja ela industrial, comercial, de prestação de serviços ou pesquisas:

- i. Histograma
- ii. Folhas de Controle
- iii. Gráfico de Pareto
- iv. Diagrama de causa e efeito
- v. Diagrama de Concentração de Defeito
- vi. Diagrama de Dispersão
- vii. Gráfico de Controle

Logo, o monitoramento de um determinado processo é feito com base estatística, por meio de uma análise descritiva fundamentada em técnicas gráficas que permitem a partir de uma análise visual, identificar algum padrão regular ou algum modelo para o processo. Em estudo, Alves (2003) afirma que a análise descritiva se baseia em estimativas de medidas de variabilidade e posições tais como média, desvio padrão e até mesmo o modelo de distribuição normal como é o caso das cartas de controle.

De acordo com Werkema (1995), dentre as ferramentas do CEP citadas, as cartas de controle se destacam e são as mais usadas quando se trata do monitoramento de processos. No entanto a análise destas cartas é feita por meio de padrões da natureza da variabilidade no processo, focalizando a dimensão do tempo de produção, por isso a seguir discute-se estas cartas na perspectiva dos conceitos estatísticos.

2.5.1. Gráfico (Cartas) de Controle de Processo

O CEP emprega as cartas de controle para monitorar e acompanhar o processo. De acordo com Cortivo (2005), o objetivo das cartas de controle é possibilitar avaliação do processo e identificar as causas especiais de variação. Para Montgomery (2004), as cartas de controle têm suas vantagens e pelo menos cinco boas razões para ter se tornado popular:

- i. O gráfico de controle é uma técnica comprovada para a melhoria da produtividade, reduzindo sucatas e retrabalho e, conseqüentemente, aumento de produtividade e baixo custo do produto;
- ii. São eficazes na prevenção de defeitos, pois, com o processo sob controle, a organização produz certo da primeira vez;
- iii. Com os gráficos de controle, o operador intervém sobre o processo com a certeza, de um fundamento teórico e provável, de que o processo está fora de controle, ou seja, “se não está quebrado, não conserte”;
- iv. Fornecem informações de diagnóstico. Para um operador ou engenheiro experiente, pode-se tirar, por meio dos pontos do gráfico de controle uma possível mudança no processo que melhore seu desempenho;
- v. Fornecem informações sobre a capacidade do processo, informam os valores dos seus parâmetros mais importantes e também a estabilidade ao longo do tempo, permitindo que se estime a capacidade do processo em atender às especificações dos clientes;

Segundo Galuch (2002), no papel de ferramenta para o CEP, as cartas de controle têm a função de monitorar de forma contínua determinadas características de qualidade, julgadas importantes ao produto ou processo. Estas sinalizam indícios da existência de um evento não aleatório interferindo nos sistemas, que estes eventos, então, são retirados para segurar menor variabilidade e maior qualidade, conseqüentemente (Kourti, Lee, Macgregor, 1996).

De acordo com Silva (1999) no momento da análise das cartas de controle é importante verificar a estabilidade do processo e a homogeneidade do produto. Estas cartas são constituídas num sistema de coordenadas cartesianas, onde o eixo da ordenada é representado pelas medidas feitas de uma determinada característica do produto e o eixo da abscissa representado pelos subgrupos.

Uma carta de controle típica consiste em uma linha central, que representa o valor médio da qualidade esperada em um estado de controle acompanhado e um par de limites de controle localizado, um abaixo e outro acima da linha central. Estes limites são definidos em termos de desvios padrões entre os quais se os pontos amostrais estiverem dentro dos limites de controle, o processo é considerado controlado. Entretanto, se os pontos estiverem fora do limite superior de controle (LSC) e limite inferior de controle (LIC) o processo indica estar fora de controle. A Figura (2) ilustra em um mesmo gráfico a situação de um mesmo processo em controle e fora de controle (Kume, 1993; Vieira, 1999).

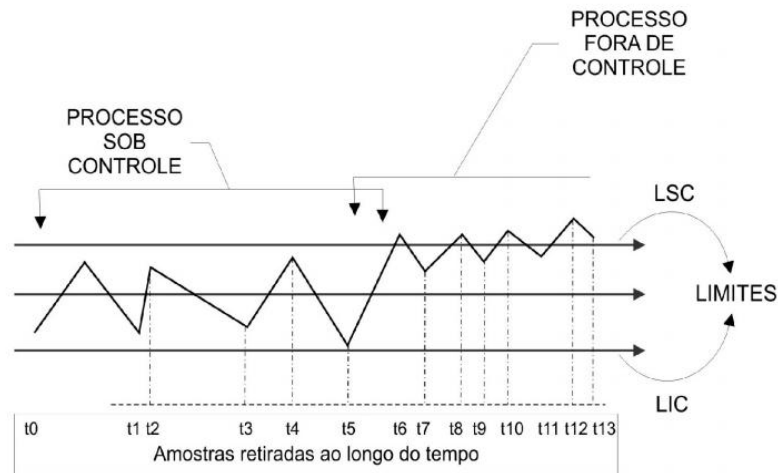


Figura 2 – Representação Gráfica de Processos Sob e Fora de Controle.
Fonte: Vieira, 1999.

A base da estatística proposta para o CEP por Shewart (1931) se baseia principalmente nos limites de controle para uma estatística W qualquer, com distribuição normal, é calculada então a partir dos valores amostrais, e que tenha média (μ_w) e desvio padrão (s_w) conhecidos, tendo então uma probabilidade próxima a um de estar no intervalo de $\mu_w \pm 3s_w$. Portanto para a representação dos limites tem-se:

O limite superior de controle (expressão 1) é:

$$LSC = \mu_w + 3s_w \quad (1)$$

A Linha central (expressão 2) é:

$$LC = \mu_w \quad (2)$$

O limite inferior de controle (expressão 3) é representado então por:

$$LIC = \mu_w - 3s_w \quad (3)$$

A Figura (3) representa um modelo genérico de um gráfico de controle para o monitoramento de um processo produtivo.

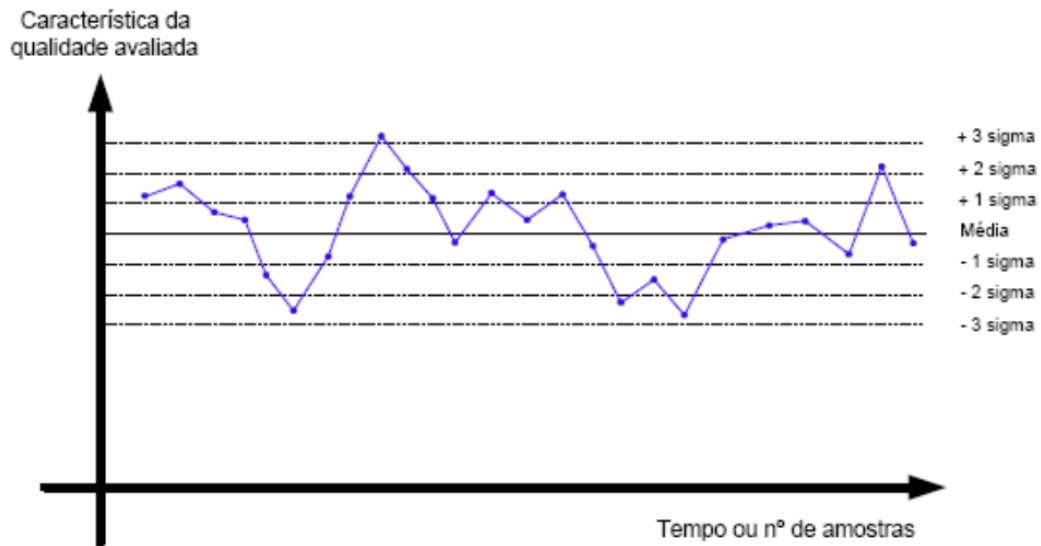


Figura 3 – Gráfico de Controle Genérico para o Monitoramento de um Processo
Fonte: Veit, 2003

Conhecido a forma das cartas de controle Ishikawa (1990) afirma a existência de dois diferentes tipos de ser cartas, as cartas por atributos e cartas de controle por variáveis. Esta diferenciação ocorre de acordo com o tipo de característica de qualidade por elas monitoradas. As cartas de controle por atributos são utilizadas em meios onde não são atribuídos valores de forma direta, diferentemente das cartas por variáveis que compõem algum determinado tipo de escala.

A Figura (4) permite identificar as etapas envolvidas na operacionalização do CEP. Dentre este controle para a aplicação de um CEP, se inicia basicamente pela coleta dos dados obtidos pelos respectivos responsáveis, dando continuidade ao papel exercido pela qualidade. Nas tomadas de decisões necessárias, é importante conhecer a fundo o processo produtivo, o comportamento do processo, suas variáveis e problemas diante de uma melhor análise de dados. A utilização de informações oriundas das cartas de controle na tomada de decisão sobre ações de melhoria é evidenciada na figura (4), possibilitando uma análise mais rígida com relação ao processo.

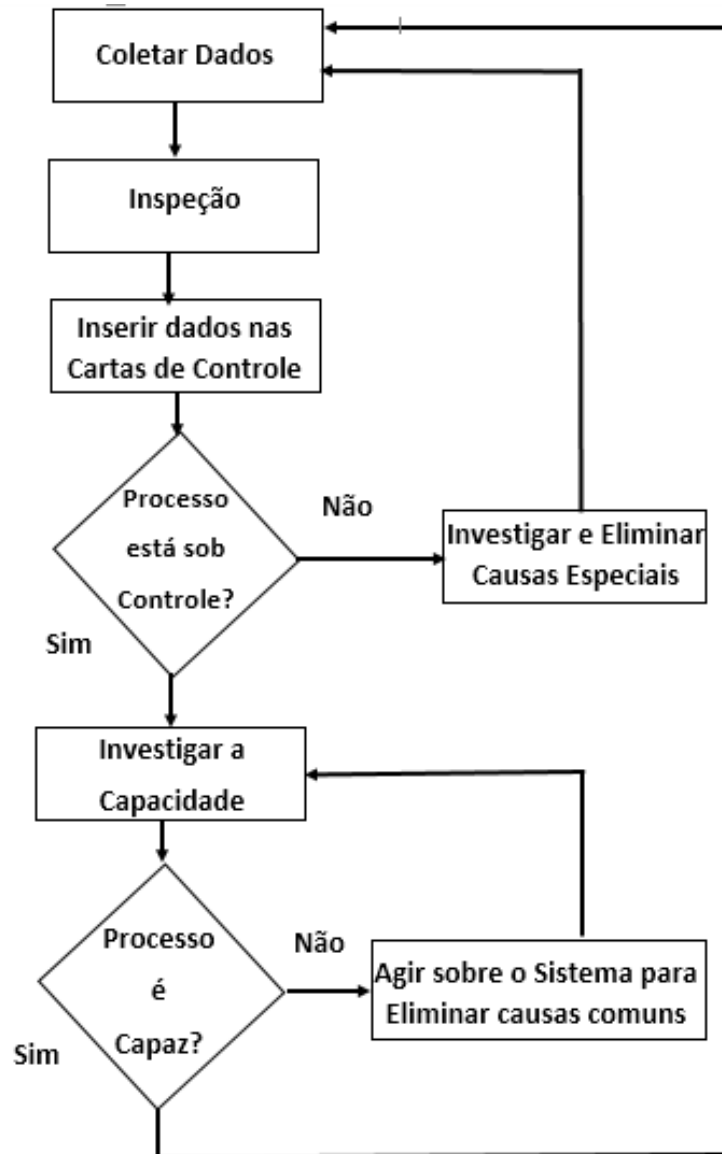


Figura 4 - Estratégias para Melhoria do CEP.
Fonte: Adaptada de Ribeiro e Caten (1998)

De acordo com Keller (2002), uma vez que as cartas de controle com limites pré-determinados são criadas, sabe-se então que os limites foram calculados em função de dados anteriores, obtidos de um processo sabidamente sob controle estatístico. Logo, alerta-se para que sejam evitadas nos cálculos de limite de controle amostras pequenas ou relativas a um período curto de tempo.

2.5.2. Capacidade de Processos

Como passo inicial de uma análise de capacidade Pires (2000), requer primeiramente a interpretação da distribuição da variável a ser monitorada e seja estimada a média e a variabilidade dos valores individuais, para, então determinar os limites naturais do processo.

Os autores Gonzalez e Werner (2009), conhecidos em trabalhos voltados ao CEP afirmaram que mesmo processo dito controlado também apresenta itens defeituosos. Sendo assim, a avaliação de um processo é fundamental para que o mesmo atenda às especificações desejadas. Uma maneira desta avaliação constitui na análise da capacidade do processo que é medida através da relação entre a variabilidade natural do processo em relação à variabilidade que é permitida a este processo, dada pelos limites de especificação.

Quanto à classificação da capacidade de um processo Sommer (2000) envolve a comparação dos limites naturais do processo com os limites especificados, sendo assim classificado o processo quanto a sua capacidade em: Processo capaz e Processo Incapaz.

Conhecendo a classificação quanto ao processo Keller (2001) afirma que apenas processos estáveis devem ter sua capacidade do processo avaliada. Para ele se o processo não apresenta estabilidade, possui então comportamento imprevisível, não havendo sentido a sua avaliação.

O aumento da capacidade de um processo ocorre devido aos estudos feitos em aprofundamento para cada causa especial tornando em pratica a maior vantagem com relação à utilização do CEP onde se torna capaz de quantificar a variabilidade do mesmo Alonso (2005).

De acordo com Bomfim *et al.* (2008), a análise da capacidade do processo consiste em verificar se um processo sob controle atende às especificações e caso não atenda, estimar a porcentagem de produtos fora de especificações que ele produz. Limites estes de especificações que são delimitados por gestores da produção e produtos. Logo, quando o processo é acompanhado dos gráficos de controle, comparam-se os valores das médias das amostras com os limites de tolerância natural de controle em até 6 desvios. Para análise da capacidade do processo avaliam-se então o comportamento da população dos elementos produzidos por este processo.

2.5.3. Índice de capacidade de um Processo

Os índices de capacidade do processo são conhecidos por representarem indiretamente de forma adimensionais o quanto o processo atende as devidas especificações. Segundo Costa *et al.* (2005) dentre os principais índices os mais utilizados em processos técnicos são C_p , coeficiente de capacidade potencial do processo e o C_{pk} , o coeficiente de capacidade efetiva do processo.

O índice Cp remete à razão entre a dispersão permitida e a dispersão real. A dispersão permitida ou de especificação é a diferença entre o limite superior de especificação e limite inferior de especificação (LSE – LIE). A dispersão real ou natural é determinada pelos dados do processo e pode ser calculada multiplicando o desvio padrão por seis (6σ) Figura (5). Este é utilizado quando se torna possível assumir que o processo está centrado no valor médio, uma vez que o cálculo do Cp leva em conta apenas as especificações do processo e sua variabilidade (Pierozan, 2001). A expressão (4) que define este índice é:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} \quad (4)$$

Onde:

LSE = Limite Superior de Especificação

LIE = Limite Inferior de Especificação

σ = Desvio Padrão do Processo

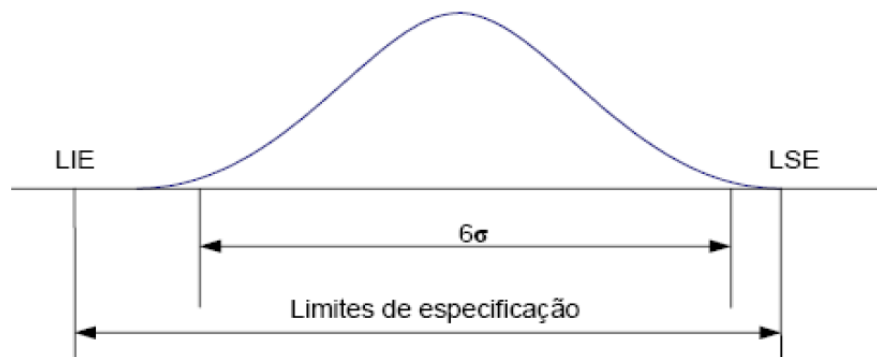


Figura 5 - Representação de Cp
Fonte: Miranda, 1994

Para Montgomery (2004), quando o valor encontrado para o Cp for menor que 1,0 diz um processo ser potencialmente incapaz ou não capaz de atender as exigências das especificações. Quando o referencial for o índice Cp e este tiver o valor encontrado maior que 1,33 o processo é considerado como potencialmente capaz.

O índice Cpk, bastante utilizado nos estudos do CEP avalia a capacidade efetiva de um processo verificando o valor da média do processo (μ) e a variação entre a linha central com os limites de especificações. Soares (2001), argumenta que para a sua formulação faz-se necessário um procedimento de dois passos, considerando a primeira situação de especificação unilateral, isto é, onde somente um limite de

especificação é dado. Relacionando as dispersões natural e permitida do processo, dois novos índices são obtidos e dados por (5) e (6).

$$C_{p_s} = \frac{LSE - \mu}{3\sigma} \quad (5)$$

Onde

Em (2) o C_{p_s} compara a variação 3σ com o limite superior de especificação e a média (μ) do processo.

$$C_{p_i} = \frac{\mu - LIE}{3\sigma} \quad (6)$$

O C_{p_i} mostrado em (3) faz comparação entre o 3σ e o limite de especificação inferior e a média.

Logo, o C_{p_k} considera se o processo está com uma dada dispersão e a média atende as especificações levando em conta a centralização do processo, definido-o como o mínimo entre C_{p_s} e C_{p_i} conforme Figura (6).

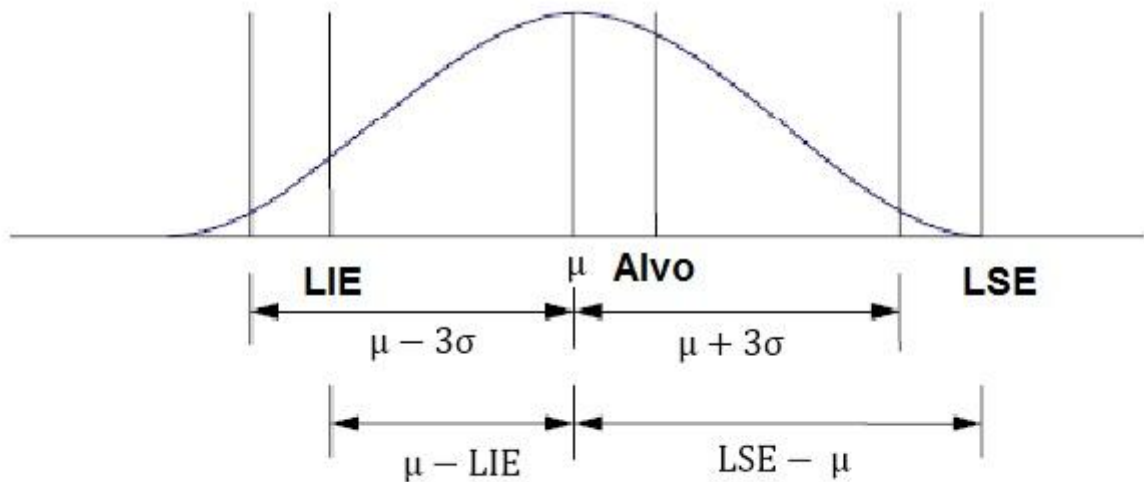


Figura 6 – Relação da variabilidade do processo em relação à média com os limites de especificação e a média
Fonte: Miranda, 1994.

Assim:

$$C_{p_k} = \text{Min}(C_{p_s}, C_{p_i}) = \text{Min}\left\{\frac{LSE - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LIE}{3\sigma}\right\} \quad (7)$$

A Tabela (1) mostra, em resumo, os possíveis valores dos C_{p_k} e a respectiva classificação em relação à capacidade do processo.

Tabela 1 - Classificação do Processo e Interpretação com Respeito a sua Capacidade

Cpk	Interpretação da Confiabilidade	Ações a praticar	Relação do Valor Nominal linha central do processo
$Cpk \geq 2.0$	ALTAMENTE CONFIÁVEL Processo Excelente	Operadores com perfeito controle do processo.	Processo Centrado $Cp = Cpk$ Processo fora de alvo $Cpk \neq Cp$
$1,33 \leq Cpk \leq 2.0$	RELATIVAMENTE CONFIÁVEL Processo Capaz	Há necessidade dos Operadores monitorar para evitar deteriorização.	Processo Centrado $Cp = Cpk$ Processo fora de alvo $Cpk \neq Cp$
$1,00 \leq Cpk \leq 1,3$	POUCO CONFIÁVEL Processo Relativamente Incapaz	Necessário controle contínuo pelos operadores.	Processo fora de alvo, mas dentro dos limites de Especialização
$0 \leq Cpk < 1$	Processo Incapaz PODE TER PRODUÇÃO DEFEITUOSA	Necessário controle de 100% da produção pelos operadores.	Linha central do processo dentro ou coincidindo com um dos limites de Especificação (pode-se ter até 50% de produção acima ou abaixo dos limites de Especificação) $Cpk < Cp$
$Cpk < 0$	NÃO TEM CONDIÇÕES DE MANTER AS ESPECIFICAÇÕES Processo Totalmente Incapaz	Necessário controle de 100% da produção pelos operadores.	Linha central do processo fora dos limites de Especificação $Cpk < Cp$ 50 a 100% da produção fora dos limites de especificação $Cpk < -1$

Fonte: Bueno, 2004.

Os valores descritos na Tabela (1) garantem que para um processo ser considerado excelente, o ideal é que o valor do índice Cpk seja maior que dois e pode-se dizer que os operadores tem controle do processo; outra situação para este índice é no momento em que o valor do Cpk está entre o intervalo de um virgula três e dois. Nesta representação o processo é considerado capaz e os operadores tem que monitorar o processo para evitar a deterioração; à medida que os valores para este determinado índice diminuem o processo vai se tornando incapaz exigindo maiores atenções por parte dos operadores da produção.

Os índices podem ser relacionados com o intuito de saber a centralização relativa aos limites de especificações inferiores e superiores. Sendo o C_p maior que o C_{pk} , o processo tende a uma descentralização, tendo o C_p igual ao C_{pk} , tem se um processo centrado.

2.6 IMPLANTAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS

Segundo Hradesky (1989), para que o sucesso na implantação de programas de controle estatístico seja alcançado, é necessário: 1) cultura estatística da organização para aprender a executar processos e resolver problemas; 2) seguir uma abordagem sistemática da equipe e 3) adequada postura dos facilitadores para a sua implantação. Para tanto, o entendimento das vantagens e o envolvimento de toda a equipe na implantação do CEP é fundamental. Com base nestas características o autor afirma que para ter sucesso na implantação, existe a dependência de 10% do conhecimento estatístico e 90% de ações gerenciais.

Schissatti (1998) resumiu algumas abordagens para a implementação do CEP, as quais são divididas em etapas, e cada etapa em quatro partes: título, descrição (resumo do procedimento), responsável e ferramentas (principais técnicas estatísticas e/ou outros meios utilizados para execução da etapa). O Quadro 1, mostra de forma resumida, algumas das principais técnicas conhecidas de implementação do CEP.

Quadro 1 – Formas de Abordagens para implantação do CEP

Abordagem	Etapas
Motorola (Seis Sigma)	Priorizar oportunidades → Selecionar equipe → Descrever processo Análise do Sistema de medição → Identificar etapas críticas → Verificar pontos críticos → Avaliar capacidade dos processos → Implementar controle → Monitorar processo → Reduzir custos.
Breyfogle III	Educar em técnicas estatísticas → Identificar processos chaves → Definir tolerâncias → Planejar cartas de controle → Implementar CEP → Avaliar a capacidade do processo → Transferir responsabilidade.
Montgomery	Selecionar carta de controle → Definir características de controle → Melhorar processo → Definir sistema de coleta de dados
Owen	Obter compromisso → Estabelecer política → Indicar facilitador → Definir treinamento → Treinar gerentes e supervisores → Informar sindicatos → Obter compromisso dos sindicatos → Informar operadores → Envolver fornecedores → Coletar dados → Planejar ações de melhora → Rever processos de avaliação → Estruturar administração do CEP → Treinar operadores → Implementar cartas de controle → Melhorar os processos

Fonte: Cortivo, 2005.

Observa-se que entre as abordagens apresentadas no Quadro 1, a de Owen é a mais contemporânea uma vez que a maioria das ações se referem às estratégias políticas de disseminação de conhecimento, apontando a necessidade de envolvimento da alta administração, dos colaboradores, sindicatos e fornecedores e a necessidade de preparar a empresa para eventuais mudanças decorrentes da implantação do CEP.

2.7 VANTAGENS DE UMA IMPLANTAÇÃO CORRETA DO CEP

Segundo Soares (2001), o custo implantação é alvo comum e de fortes críticas em cargos de alta gerência, sobretudo são muitas as resistências às mudanças que procuram melhorias da qualidade, por acharem que os mesmos são caros. Neste sentido Deming (1992) apresenta um modelo que se opõe à visão tradicional, mostrando que os custos totais na qualidade podem ser reduzidos através da melhoria dos processos, através da diminuição de defeitos produzidos e custos de prevenção e de inspeção, ou seja, um processo de alta qualidade é menos custoso do que um de baixa qualidade.

O trabalho de Soares (2001) objetiva identificar as principais vantagens da implantação de um programa de qualidade, sendo conduzido pelo Controle Estatístico de Processo:

- Melhoria da qualidade, melhor conhecimento do processo e onde introduzir melhorias;
- Aumento da produtividade sob ótimas condições de trabalho;
- Redução do custo por unidade;
- Redução no refugo/retrabalho;
- Redução dos gargalos de produção;
- Avaliação científica das tolerâncias, ações baseadas em fatos e não em suposições;
- Baixo número de reclamações de consumidores.

Segundo Soares (2001) reconhecer a necessidade da empresa em procurar conhecer suas capacidades e limites as fazem mais propícias ao mercado que tem se tornado cada vez mais competitivo. Em consequência a adoção de uma abordagem flexível de programas relacionados à qualidade possibilita superar as diferenças culturais entre organizações facilitando a adaptação à cultura e demais peculiaridades de cada organização, setor ou indivíduo.

Como muitos trabalhos dedicam ênfase na descrição do fluxo lógico de realização de determinado processo, descrição das etapas, atividades de maneira mais geral, ferramentas e estrutura organizacional, neste optou por uma abordagem de concepção de gestão do CEP implantado em uma indústria a partir de elementos críticos e fundamentais relacionados à análise de diagnóstico, similar ao trabalho desenvolvido por Alliprandini; Toledo (2003). O modelo proposto pelos autores busca esclarecer as relações existentes entre os diferentes estágios do processo de desenvolvimento de produto e algumas dimensões importantes para a gestão desse processo. As dimensões de atividades e tarefas consideradas como relevantes para a gestão de processos são: organização e liderança, tomada de decisão, indicadores de desempenho, integração, habilidades e gestão do conhecimento. Todas elas podem ser consideradas relativas a busca de um alinhamento estratégico da empresa em relação à implantação do processo de desenvolvimento de produtos. Tais dimensões serão adotadas neste estudo de forma a complementar a análise com ele pretendida.

Na etapa de revisão bibliográfica deste estudo identificou-se a existência de um número expressivo de pesquisas abordando o processo de implementação do CEP. Observa-se o esforço de adequar as orientações genéricas à realidade de cada empresa. Entretanto, não se identificou trabalhos que apontam a síntese de todas estas iniciativas. No próximo capítulo, ao apresentar-se os instrumentos de coleta de dados para a pesquisa, neles são apontados os pontos que se considerou chave na caracterização do processo de implementação do CEP, estabelecendo assim, uma das contribuições pretendidas com o estudo.

3. METODOLOGIA

Este Capítulo apresenta os procedimentos metodológicos utilizados para o alcance dos objetivos propostos nesta pesquisa. São definidos os itens que caracterizam a pesquisa realizada, descrição da empresa, as técnicas e métodos utilizados, o universo investigado e algumas considerações do estudo de caso como os procedimentos de coleta (aplicação de questionário e entrevista).

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Segundo Richardson (2008), a diferenciação entre método e metodologia fica evidenciada quando se recorre ao significado da palavra método, derivada do grego, *méthodos*, isto é, caminho ou maneira de se chegar a determinado fim ou objetivo. Enquanto que, metodologia, também se originou do grego *méthodos* acrescido de *logos*, significando os procedimentos e regras utilizadas por determinado método, ou seja, a metodologia são as regras estabelecidas para o método científico.

Cooper e Schindler (2003) apud Corrêa (2009) citam que a metodologia não aparece no processo de investigação científica como solução geral, mas como uma forma de expediente de questionamento mais criativo e que permite a seleção de opções mais seguras. A metodologia de uma pesquisa depende essencialmente da sua natureza e de seu objetivo.

A fim de classificar o presente trabalho sob os diferentes estudos e definir a metodologia mais adequada, utilizou-se os critérios clássicos propostos por Rui (2002), com pequenas alterações estruturando-o de forma simples e abrangente. Por meio dessa classificação é possível verificar as características predominantes da pesquisa e, então identificar uma forma adequada, isto é, um método de pesquisa, para conduzir o estudo. A Figura (7) mostra a classificação de uma pesquisa podendo ser feita segundo quatro critérios: natureza, objetivos, método, e técnicas utilizadas.

Como se pode observar:

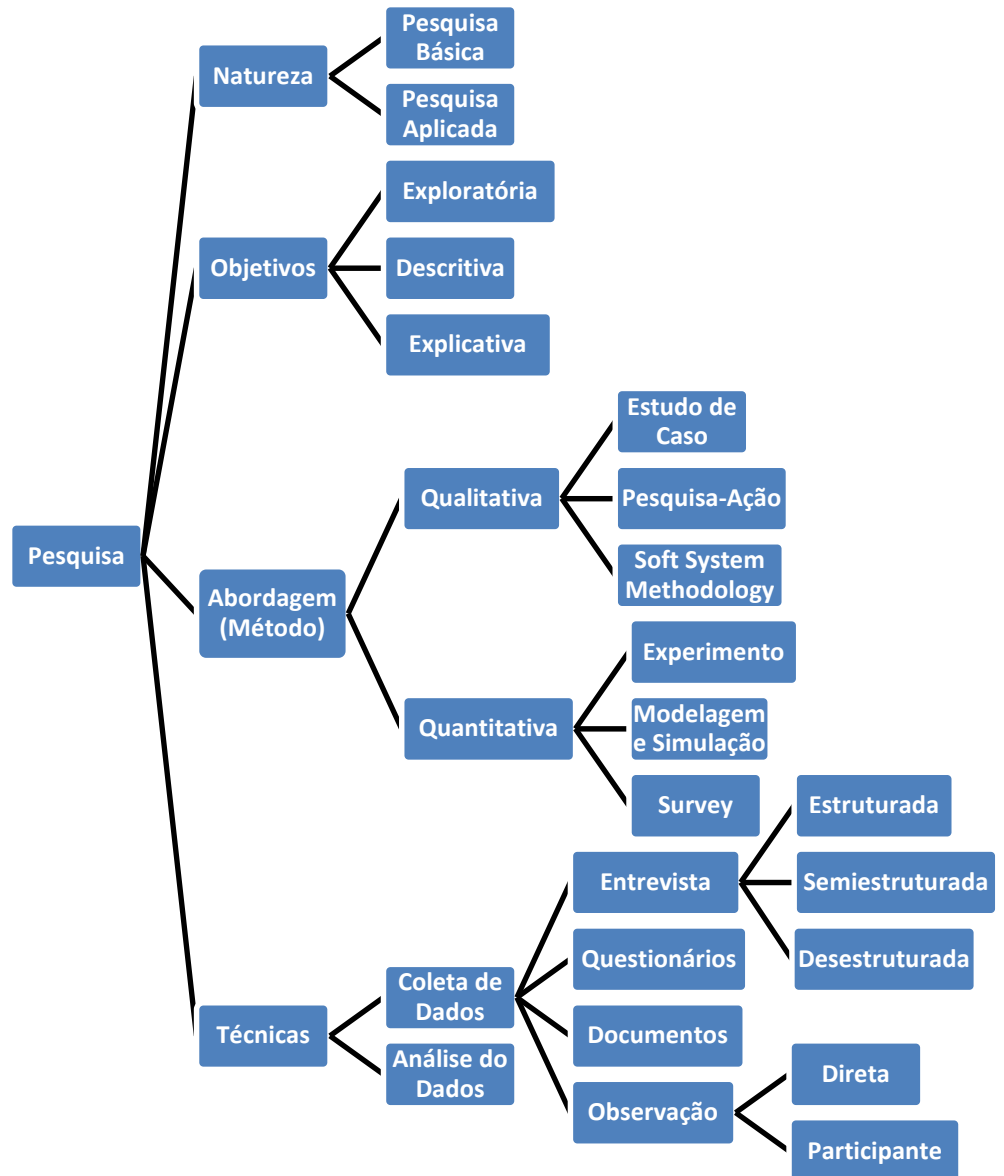


Figura 7 - Critérios clássicos para a Classificação de Pesquisa
Fonte: Adaptado de Rui (2002).

De acordo com as classificações determinadas acima, verifica-se que o presente trabalho tem sua metodologia de desenvolvimento fundamentada em um estudo de caso, por permitir avaliar características de eventos específicos, sob abordagem qualitativa.

O fluxograma da Figura (8) apresenta, de forma resumida a metodologia adotada no presente trabalho.

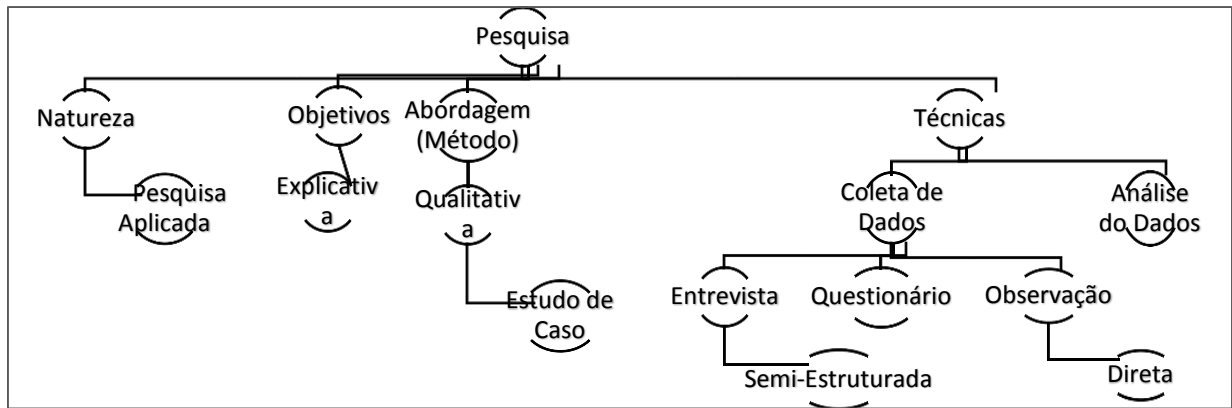


Figura 8 - Fluxograma detalhado da Metodologia Adotada no Trabalho
 Fonte: Autor

Em relação à sua natureza, a pesquisa realizada neste trabalho se classifica como aplicada, visto que não se pretendeu elaboração de teorias ou leis, preocupando-se mais com a aplicação imediata numa realidade circunstancial. Segundo Gil (1999), este tipo de pesquisa visa gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos.

No que diz respeito aos objetivos, a pesquisa tem caráter exploratório e explicativo, pois busca justificativa para a ocorrência de eventos que já são conhecidos. No caso o objetivo é validar instrumentos de pesquisa para diagnóstico e análise de avaliação de processos de implementação do Controle Estatístico de Processos.

A abordagem do problema utilizada para a realização deste trabalho é de base qualitativa, pois explora as características dos indivíduos e cenários que não podem ser facilmente descritos numericamente. As abordagens de pesquisa orientam o processo de investigação, estabelecendo formas de aproximação e de focalização do problema ou fenômeno de interesse com base nos procedimentos. O dado é frequentemente discursivo e é coletado pela observação, descrição e gravação (Berto e Nakano, 2000).

De acordo com os mesmos autores referidos anteriormente, desde os anos 70, as pesquisas de natureza qualitativa vêm sendo bastante aplicadas. Ao contrário da abordagem quantitativa, a qualitativa busca aproximar a teoria e os fatos através da descrição e interpretação de episódios isolados ou únicos, privilegiando o método indutivo, ou seja, o conhecimento das relações entre contexto e ação. Além disso, busca enfatizar a perspectiva da pessoa que está sendo investigada.

Segundo André (2005), a utilização do estudo de caso como técnica metodológica possibilita o fornecimento de uma visão profunda e ao mesmo tempo ampla e integrada de uma unidade, composta de múltiplas variáveis.

Para obtenção dos dados necessários para a elaboração dos instrumentos de análise de processos de implantação de Controles Estatísticos de Processos, no presente trabalho foi realizada uma observação direta que, posteriormente, com o apoio da bibliografia sobre o tema deu origem ao questionário e a entrevista semiestruturada. Ambos os instrumentos foram aplicados para identificar sua adequação na análise pretendida.

Segundo Cervo e Bervian (2002), o questionário refere-se a um meio de obter respostas às questões por uma fórmula que o próprio informante preenche. Nele podem conter perguntas abertas e/ou fechadas. As perguntas abertas possibilitam respostas mais ricas e variadas e as fechadas maior facilidade na tabulação e análise dos dados.

Moreira e Caleffe (2006) adicionam que ao usar a entrevista semiestruturada, é possível exercer certo tipo de controle sobre a conversação, embora se permita ao entrevistado alguma liberdade, oferecendo também uma oportunidade para esclarecer qualquer tipo de resposta quando for necessário.

Para Marconi e Lakatos (2001), a observação também é considerada uma coleta de dados para conseguir informações sob determinados aspectos da realidade, pois auxilia o pesquisador a identificar e obter provas a respeito de objetos sobre os quais os indivíduos não tem consciência, mas que orientam seu comportamento. Na observação direta, o observador envolve-se com o grupo passando a fazer parte do objeto de pesquisa, devido ao fato de ter um contato mais direto com a realidade.

No entanto, a utilização do estudo de caso como procedimento de pesquisa qualitativa contribui com o conhecimento que se tem dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais, políticos e de grupo (Yin, 2005). No caso desta pesquisa o objetivo é sistematizar os aspectos relevantes do processo de implementação de CEP em indústrias, aplicando os instrumentos de pesquisa elaborados em uma montadora de automóveis.

3.2 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A empresa foco deste estudo ocupa uma área total de 1,5 milhão de metros quadrados no Centro-Oeste brasileiro, posição geográfica privilegiada e estratégica tanto para o escoamento da produção em território nacional quanto para o desenvolvimento de uma enorme e emergente cadeia produtiva. Esta unidade industrial foi inaugurada em 2007, resultado de um investimento inicial de R\$ 1,2 bilhão.

No último trimestre de 2013 a fábrica, que produzia três modelos de veículos, passou por um novo ciclo de investimento e com o aporte de mais R\$ 600 milhões, aperfeiçoou suas linhas de montagens assegurando um ganho na produtividade e modernização para a produção de um SUV de grande aceitação no mercado brasileiro.

Na linha de produção são 540 itens testados, para um total de 100% da produtividade, até que o veículo chegue ao distribuidor são mais 205 minutos dedicados a testes com mais 110 pontos verificados na inspeção final, garantindo segurança e satisfação ao consumidor. Desde a inauguração ao primeiro semestre de 2015, 230 mil veículos partiram da fábrica para todo o Brasil.

3.3 MÉTODOS E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Os instrumentos de coleta de dados elaborados pretendiam proporcionar uma interação efetiva entre o pesquisador, o informante e a pesquisa realizada. Dentro das evidências metodológicas relacionadas ao questionário, Silva e Mendes (2000), os definem como uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito pelo informante. Logo, ele deve ser objetivo, limitado em extensão e estar acompanhado de instruções. As instruções devem esclarecer o propósito de sua aplicação, ressaltar a importância da colaboração do informante e facilitar o preenchimento. As perguntas podem ser abertas, fechadas e/ou de múltiplas escolhas.

3.3.1. Questionário

O questionário elaborado neste trabalho contendo a síntese dos modelos de processos de implementação de CEP foi estruturado a partir do exposto na literatura do CEP, sendo o mesmo constituído de vinte e três questões, que podem ser analisadas no Anexo I. Entre elas, algumas abertas e outras fechadas. Essas perguntas foram desenvolvidas baseadas nos objetivos da pesquisa e delimitadas

pelo universo do referencial teórico estudado. As respostas foram tabuladas manualmente pelo pesquisador, haja vista ao volume não tão extenso das mesmas. Ressalta-se ainda, que as perguntas foram elaboradas com o propósito de facilitar a compreensão do entrevistado. A estrutura deste instrumento se dividi em 4 partes, sendo a primeira relativa à identificação do entrevistado seguido da estrutura do processo implantado acompanhado de sua concepção, limitações e potencialidades encontradas.

3.3.2. Entrevista

De acordo com Gil (1999), a entrevista é uma das principais técnicas de coleta de dados sendo bastante adequada para a obtenção de informações acerca do que as pessoas sabem, creem, esperam, desejam, assim como suas razões para cada resposta.

O autor ainda apresenta algumas vantagens na utilização da técnica de entrevista, tais como maior abrangência, eficiência, na obtenção dos dados, classificação e quantificação. Além disto, se comparada com os questionários a técnica não restringe aspectos culturais do entrevistado, viabiliza um maior número de respostas, oferecendo uma maior flexibilidade onde o entrevistador é capaz de captar outros tipos de comunicação não verbal.

A entrevista semiestruturada, Anexo III, foi escolhida devido a sua fluidez de informações, pois durante a sua aplicação foi possível obter informações mais completas, além de uma maior compreensão sobre o CEP implementado na fábrica. Apesar de não possuir um roteiro totalmente fechado mantém seus objetivos de buscar informações mais detalhadas referentes à implementação do CEP em questão e da opinião do entrevistado sobre o processo empregado na sua implantação.

À medida que o questionário e a entrevista foram respondidos, procedeu-se uma análise preliminar, a fim de sua pertinência. Quando necessário, algumas explicações foram solicitadas e algumas complementações foram realizadas.

A aplicação do questionário e a entrevista foram realizadas com horário e data definidos antes, via e-mail. Uma única pessoa participou das duas fases, as quais quando de sua aplicação esteve disponibilizada uma sala de reuniões localizada nas dependências da fábrica. Tiveram em média a duração de 15 e 90 minutos, respectivamente a aplicação do questionário e da entrevista. Houve tempo suficiente. A entrevista durou um tempo maior devido uma maior participação do entrevistado com relação aos assuntos apontados.

3.3.3. Observação Direta

O estudo de caso foi feito na própria empresa onde o autor realizou seu estágio supervisionado, logo a observação direta pode ser feita tanto para o objetivo do estágio como para delinear o pré-projeto desta pesquisa. Por ter feito o estágio de seis meses no prédio de montagem, o entrevistador tinha todo o conhecimento das fases e etapas da produção e vivenciou a situação da empresa ainda sem o CEP, assim como acompanhou as suas fases iniciais. O autor adquiriu conhecimento da unidade fabril a iniciar da estruturação da carroceria, pintura, isolamento, montagem e inspeção da qualidade.

A utilização da observação direta permitiu de modo especial que o pesquisador identificasse os problemas a partir de vários ângulos, tendo a variedade de papéis dentro da situação de pesquisa.

A partir do planejamento dos instrumentos de pesquisa listados acima, organizou-se uma estrutura para apresentação e análise dos resultados com eles obtidos, a qual é apresentada no próximo capítulo.

4. PRODUTO RESULTANTE DA PESQUISA: DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DO PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO DO CEP (PICEP)

Neste Capítulo é feita a exposição da abordagem do autor com relação à empresa em que se realizou o estudo, como também a análise e apresentação dos resultados obtidos durante a aplicação do questionário seguido da entrevista.

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O departamento responsável pela implementação do CEP na empresa avaliada é o da Qualidade Assegurada, no qual destinou um de seus colaboradores para a participação do trabalho. Esta comunicação ocorreu inicialmente através de requerimento particular destinado ao gerente do departamento em estudo da empresa, apresentado no Anexo IV. Desta forma em nome da Universidade de Brasília, orientador/aluno esclareceu o referido trabalho, seus procedimentos de coleta de dados e as reais condições de divulgação dos resultados. A intenção do estudo é todo ele científico, quando necessário exemplificar determinada situação, a privacidade da empresa e de seus prepostos serão asseguradas, uma vez que a denominação será substituída de forma aleatória.

Como descrição das atividades necessárias na fábrica, no próprio documento foi exemplificada as duas etapas necessárias no que diz respeito à participação do colaborador destinado ao trabalho, sendo elas:

- i. Aplicação de um questionário referente à implantação do programa na empresa;
- ii. Entrevista para maiores informações referente aos benefícios, ferramentas, vantagens, desvantagens, barreiras e considerações finais encontradas no decorrer dos trabalhos realizados na planta.

Após a aplicação dos mesmos, a análise foi realizada a partir da compilação dos resultados obtidos em um texto relativo ao questionário que se encontra no Anexo II.

Os resultados da entrevista foram apresentados no Anexo III. A estrutura da entrevista foi elaborada de forma que facilitasse a análise. Desta forma foram consideradas no instrumento de pesquisa três etapas, Planejamento da Implementação, Metodologia Estatística e Gerenciamento do Processo. A primeira

com oito itens, a segunda com seis e a terceira com cinco. Cada item e seus desmembramentos também podem ser vistos no Anexo III.

Os resultados da observação direta foram elaborados inicialmente um relatório como uma exigência acadêmica para cumprimento do estágio supervisionado. Neste relatório foi elaborada uma descrição do processo produtivo da empresa que sintetiza o conhecimento adquirido durante o estágio.

Com o apoio da Estrutura Teórica da pesquisa apresentada no capítulo 2, tendo como abordagem inicial a relação da qualidade com o CEP, posteriormente o histórico do CEP, e na sequência as ferramentas utilizadas para implantá-lo, o processo de implantação, descrição de suas vantagens e os processos de sua implementação. Estas abordagens, na sua totalidade, respondem as perguntas do tipo onde, quando e quem, relativas ao processo de implementação de um CEP. Buscando verificar se os instrumentos de pesquisa dariam respostas relativas a aspectos críticos associados ao como e porque estruturar nas empresas um processo de implementação do CEP foram adotados na análise, também os aspectos críticos considerados pelos autores Alliprandini; Toledo (2003). Estes fatores foram considerados como avaliadores dos instrumentos de pesquisa elaborados uma vez que possibilitariam uma complementação da análise, elevando-a para o âmbito tático/estratégico¹. Como já apontado, estes fatores foram: organização e liderança, tomada de decisão, indicadores de desempenho, integração, habilidades e gestão do conhecimento.

Desta forma, neste capítulo apresenta-se as duas análises realizadas. A primeira decorrente dos dados relativos, respectivamente, ao questionário e à entrevista. A segunda visa observar o alcance dos instrumentos de pesquisa utilizados para a análise de aspectos críticos do processo de implementação de CEP.

¹ Em processos de gestão a divisão das ações em estratégico, tático e operacional é bastante utilizado. Segundo Resende (2008), refere-se à ação estratégico como o monitoramento e avaliação do processo de administração estratégica, realizado pela alta administração. Tático são questões relativas aos aspectos intermediários e ao envolvimento do corpo gestor na implementação do planejamento. Já o controle operacional trata da avaliação e monitoramento do processo de administração estratégica, visando garantir o funcionamento cotidiano do planejamento, ou seja, controle dos processos seguido de resultados técnicos.

4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS COM OS INSTRUMENTOS DE PESQUISA

4.2.1. Análise realizada a partir do questionário e da entrevista

É importante ressaltar, que o objetivo do presente estudo é exatamente identificar as limitações e possibilidades dos instrumentos de pesquisa elaborados. Com relação ao questionário, com os dados obtidos, foi possível apontar os seguintes aspectos críticos, tomando como referência os autores Owen, Motorola, Breyfogle e Montgomery.

Quanto à sequência de etapas de implementação do CEP foi possível identificar que a empresa não seguiu nenhum dos quatro modelos propostos pelos autores citados no Quadro 2, embora, aspectos de todas elas foram identificadas com a realização do questionário. Assim, se identificou a necessidade da empresa em implementar o CEP e uma preocupação desta não só na perspectiva de certificação, mas em resolver por exemplo o problema da quantidade de 100% dos processos serem inspecionados. Também identifica-se uma explicitação do comprometimento da alta direção da fábrica e a tomada de decisão a respeito de algumas providencias necessárias à sua implantação como é o caso de contratação de empresa de consultoria e providências com treinamento da equipe.

Observa-se, entretanto, que o investimento neste processo de treinamento talvez não tenha sido corretamente dimensionado, o que talvez tenha contribuído na dificuldade de estruturação técnica do sistema. Também a forma de coleta de dados, nesta fase inicial, aponta alguma fragilidade, já que estes são coletados manualmente e manuseados de forma não totalmente segura ainda que a empresa tenha investido na compra de sistemas computacionais específicos para o objetivo de implementação do CEP.

O questionário possibilitou também identificar que a empresa não possuía previamente uma cultura estatística, por assim dizer. Desta forma, talvez tenha ocorrido uma sobrecarga de atividades operacionais do processo de implementação do CEP nos colaboradores treinados, o que justifica em parte as dificuldades estratégicas e táticas observadas através dos outros instrumentos de pesquisa, quais sejam, a entrevista e a observação direta.

Ainda que foram evidenciadas limitações no PICEP, também foi possível identificar pontos positivos. Entre eles o entrevistado citou o alcance de um melhor padrão de qualidade implicando maior satisfação do cliente e diminuição de

retrabalhos e desperdícios. Observa-se que neste ponto, houve em paralelo ao esforço de implementação do CEP o esforço de implementação de um Programa de Gestão da Qualidade (PGQ). Neste contexto, duas observações podem ser feitas: a) a implementação do CEP fortaleceu o PGQ; b) o PGP fortaleceu o CEP, porém como o conhecimento necessário para implantá-lo é menos técnico, ele se sobrepôs ao processo de implementação do CEP. Estas duas observações reforçam o que foi identificado pela observação direta, quanto a uma maior atenção por parte da empresa em buscar a diferenciação entre o PIPGQ e PICEP, pois este segundo tem maior potencial para a tomada de decisão segura do número de itens inspecionados na linha de montagem.

Quanto o momento atual de implementação do CEP na empresa, em que há perspectiva de instalação de novas cartas de controle para diferentes processos de montagem, preparação de treinamento, reuniões do comitê e a aquisição de programas computacionais mais objetivos e completos propõe-se a inserção das sugestões estabelecidas a partir da aplicação dos instrumentos de pesquisa utilizados nesta pesquisa, as quais se resumem, principalmente, na consideração da análise apresentada acima realizada a partir do contato com um colaborador da empresa.

4.4.2. Análise dos fatores críticos do PICEP

Esta análise foi realizada com base na entrevista. A relação entre a organização e a liderança demonstrou uma uniformidade com relação as ideias, uma vez que o grupo de estudo do CEP ainda é pequeno na empresa. Ainda que exista um presidente do comitê, não se percebeu uma posição de hierarquia bem definida de comando e controle. Dentro da organização estudada outros analistas/supervisores apresentaram poderes de identificação e comunicação similares. Poderia-se pensar que se o papel de liderança fosse assumido por um único líder, esta teria uma dedicação à equipe, com objetivos claros e estratégias mais adequadas. Por outro lado, na perspectiva de uma visão mais moderna de gestão, poderia-se considerar, que talvez o papel de quem exerce a liderança do processo de implementação do CEP não seria tanto centralizar as atribuições do exercício desta função em todas as unidades de produção da empresa, mas exercer uma função política de disseminar a organização do processo, isto é, na perspectiva de Owen, já apontada: obter compromisso, estabelecer política, indicar facilitadores, definir treinamento, treinar gerentes e supervisores, informar sindicatos, obter compromisso dos sindicatos, informar operadores, envolver fornecedores, coletar dados, planejar ações de

melhoria, rever processos de avaliação, implementar cartas de controle e melhorar processos.

À medida que o fator liderança possa ser formalmente distribuído, com técnicas adequadas ao compartilhamento de responsabilidades, o desenvolvimento do CEP será ajustado com a realidade, possibilitando uma visão mais condizente, e os outros colaboradores poderão se sentir cada vez mais conscientes e motivados. Esta análise parece ser apropriada, tendo em vista, que a equipe do CEP, hoje na empresa, é multifuncional para vários projetos iniciados. Desta forma, compartilhar a liderança pode ser uma forma de enfrentar a oscilação acarretando uma diferenciação de alto e baixo empenho no desenvolvimento do líder uma vez que cada fase, exige uma liderança.

Considerando as boas práticas de tomadas de decisões em implementar o CEP, a equipe definida tem uma capacidade de mão de obra limitada, composta inicialmente por quatorze pessoas com conhecimentos privilegiados de CEP, as quais difundem para mais de 1.200 colaboradores em seu quadro de funcionários da montadora. Observa-se então que a empresa se preocupou em treinar gerentes e supervisores, entretanto, talvez uma medida a ser tomada pelo orientador dos líderes seria o de criar uma estratégia para que estes treinassem as equipes que lideram.

O processo de decisão deve estar articulado como uma estratégia e ambiente em que a empresa se encontra, logo notou-se que os objetivos estratégicos do CEP são limitados, fazendo com que o fator de crescimento, inovação, diversificação e decisões de gestão não são alcançados a contento. Mais uma vez, parece que uma estratégia mais próxima do que foi apontado por Owen se faz necessária.

A empresa utiliza os indicadores de capacidade e desempenho com base nos dados disponíveis da principal montadora da marca, planta esta de maior fluxo de produção, porém os indicadores e metas tem objetivos periódicos diferentes pois os volumes de produção são distintos para cada fabricante. Assim torna-se delicado tratar os dados relacionados à estatística uma vez que todos os termos ligados ao conceito de estatística como média e desvios não seguem o mesmo direcionamento.

Mais uma vez, em termos de aspectos críticos, o ajuste dos indicadores e metas para a realidade da fábrica participante parece ser evidente, pois tendo um processo centralizado e vinculado com base nos dados estatísticos referentes ao fluxo real de produção da fábrica considerada, os andamentos dos processos serão mais positivos evitando implicações indesejadas para o dia-a-dia da empresa, como o retrabalho e adequações que atrapalhem os prazos, expectativas e velocidade dos processos.

A importância da análise crítica relacionada a integração e comunicação do CEP, é vista como um ponto crítico na empresa, pois os assuntos são tratados e expostas quinzenalmente por meio de reuniões exclusivas da qualidade e quando há trocas de informações com relação a outros departamentos elas são ainda mais simplificadas. Este aspecto também revela que o CEP está sendo visto na empresa, não como um processo diferenciado da função qualidade. Talvez seria indicado, que a empresa dedicasse um esforço em fazer esta diferenciação para conseguir estabelecer metas mais claras de sua integração no Sistema de Gestão da Qualidade como um todo.

Talvez não tenha sido definido o correspondente da fase de comunicação voltado ao CEP na empresa, de maneira que havendo preocupação com o treinamento dos gerentes e supervisores para este objetivo, diferenciando as informações relativas ao CEP, seria uma medida de elevada importância para o funcionamento de todo o processo e do fluxo de comunicação interna, favorecendo a agilidade de informação e a otimização de recursos.

A relação do CEP com os outros setores se dá ainda por meio da carta dos limites como é chamada, Figura (9), porém esta é bem simplificada.

<QA> CONTROLE DE TORQUE VEÍCULO "A"														
No	ESTAÇÃO	BOLT & NUT	APS	ITEM	LIE (Nm)	LSE (Nm)	μ	σ	LIC >LIE	LSC <LSE	CP 1,33	CPK 1,66		
1				Parafuso A										
2				Parafuso B										
3				Parafuso C										

Figura 9 - Carta CEP Utilizada na Empresa
Fonte: Própria Montadora

Nesta imagem verifica-se na segunda coluna a identificação da estação de trabalho que se refere o documento-fim do estudo, seguido do tipo do parafuso ou porca que será analisado, completando a descrição da operação a APS (suporte ao processo de montagem) é sugerida uma vez que ocorrendo qualquer dúvida quanto ao intervalo de torque ou mesmo o modelo da peça, estas pastas de suportes estão sempre disponíveis em cada estação de montagem. Em seguida se nomeia o elemento e seus limites disponíveis conforme o seu fabricante. Os outros dados são relacionados ao trabalho estatístico que farão parte da análise desta carta.

Neste ponto ressalta-se que as cartas de controle não são aplicadas em todas as estações de trabalho de todos os processos que compõem a montagem do produto final. No caso do torque, por ser uma operação estratégica tanto para a qualidade deste produto como para o desempenho de seu processo produtivo, foi elaborado o modelo de carta de controle. Entretanto, trata-se de uma ação quase que pontual, o que revela que o processo não tem uma abordagem sistêmica como se poderia esperar.

A colaboração e disseminação das informações entre os participantes da empresa, tornou um item crítico exposto na entrevista, haja visto que existe uma falta de disseminação da equipe da qualidade quanto ao restante da fábrica em expor a real política de controle de recursos, práticas e objetivos que a empresa pretende implantar voltada ao CEP.

Relacionado às habilidades que se fazem primordiais ao processo de implementação do CEP, o entrevistado citou as habilidades técnicas e organizacionais já realizadas na empresa. Na fase de implementação do CEP, as habilidades organizacionais referentes à comunicação, criatividade, capacidade de aprendizado e confiabilidade assume relevância, uma vez que os colaboradores necessitam interagir uns aos outros.

O entrevistado mostrou clareza da importância das habilidades que nomeia como sendo organizacionais. Entretanto, parece uma vez mais, que não há diferenciação entre o que é organizacional e o que é político ou comportamental. Neste estudo, a partir dos itens propostos por Owen no seu modelo, optou-se por denominar estes aspectos como políticos, ainda que se sabe da conotação negativa que esta palavra possui no ambiente técnico e organizacional em nosso país.

Já na coleta dos dados, as habilidades técnicas se destacaram, uma vez que no momento de interação com os problemas, os profissionais necessitam ter o conhecimento em fontes de informações, capacidade de pensar estrategicamente, capacidade de coleta dos dados, além do conhecimento das ferramentas com as quais irão transformá-los em informação. Em compensação, na fase de análise, as habilidades relacionadas à capacidade de análise se destacaram devido à exigência de criatividade e perspicácia, tornando necessário que os analistas/supervisores aprofundassem de forma sagaz e compreensiva os dados e informações coletadas.

Neste ponto, ficou clara que habilidades relativas as análises críticas e gestão do conhecimento são importantes para o processo de aprendizagem organizacional. Ao se procurar observar o melhor desempenho da implementação do CEP, identificou-

se neste estudo que o setor da qualidade apresenta limitações em explorar devidamente o potencial já reconhecido do CEP quando há promover este processo no interior das empresas. Provavelmente isto ocorre, pela atitude dos gestores em limitarem à rotina operacional impedindo desta forma o pensamento estratégico bem estruturado, ou, numa perspectiva de responder mais claramente as indagações de como e porque implementar um CEP na empresa. Como resposta, para a primeira indagação poderia-se considerar como sendo: através de uma diferenciação explícita entre o processo de implementação do CEP e o processo de gestão da Qualidade, já que o primeiro é parte do segundo, mas precisa ser diferenciado para obter seus resultados. Quanto à resposta à segunda indagação, uma resposta possível seria considerar as vantagens apontadas por Soares (2001) apresentadas no item 2.7 deste estudo, isto é:

- Melhoria da qualidade, melhor conhecimento do processo e onde introduzir melhorias;
- Aumento da produtividade sob ótimas condições de trabalho;
- Redução do custo por unidade;
- Redução no refugo/retrabalho;
- Redução dos gargalos de produção;
- Avaliação Científica das tolerâncias, ações baseadas em fatos e não em suposições;
- Baixo número de reclamações de consumidores.

Ressalta-se que a perspectiva aqui, não é exclusivamente com a comprovação destas melhorias em termos de dados quantitativos, mas principalmente, na sua consideração na perspectiva de gestão do conhecimento no âmbito da empresa.

Voltado a uma boa prática relacionado ao uso da gestão do conhecimento, observou que é uma necessidade por parte da montadora em compor um estruturado sistema de implantação do CEP, para que possa apresentar a efetividade que se deseja. Dessa forma, todos os detalhes já apontados para o CEP podem ajudar a melhorar o desempenho desse processo sejam por meio de: mais trabalhos em equipe, aquisição de novas tecnologias da informação, treinamento específico, criação de bases de conhecimento, um mapeamento de competências e seu devido relacionamento com as atividades do CEP e a consideração de um processo de distribuição de liderança na perspectiva de compartilhamento de responsabilidades, conforme foi apontado no início deste texto.

Neste contexto, alguns aspectos críticos associados a estas questões podem ser sintetizados em questionamentos, tais como: Onde é possível capturar os conhecimentos necessários para uma nova implementação? Quais são os conhecimentos necessários para o projeto? Como está o conhecimento disponível internamente em relação ao conhecimento necessário?

No aspecto estratégico, a empresa apresenta pontos que contribuem para a criação de valor percebido pelo cliente, tal como o leque de oferta de serviços disponíveis ao cliente em uma mesma estrutura. Mas para que este ponto se torne favorável é preciso que exista um plano estratégico definido, contemplando todas as áreas, sendo realizado através do modelo participativo, elaborado do nível operacional ao estratégico. O objetivo é direcionar todos os esforços em sentido único, previamente estabelecido e conhecido por todos da estrutura organizacional.

5. OS INSTRUMENTOS DE PESQUISA: ELABORAÇÃO, APLICAÇÃO E POTENCIALIDADE DAS ANÁLISES DELES DECORRENTES

Neste Capítulo são levantados os aspectos relacionados às características e potencialidades dos instrumentos de pesquisa utilizados.

Como exposto na introdução deste estudo, seu objetivo é relacionar e caracterizar o processo de implementação de CEP através de um estudo de caso, realizado com este objetivo. No início da pesquisa tratou-se de situar o CEP no contexto do CEQ como sendo aquele uma das áreas deste. Seu desenvolvimento efetivo ocorreu durante a Segunda Guerra Mundial.

Também foi abordada a sua importância no sentido de substituir inspeções, ilustrando-se com o caso da Ford nos EUA, chegando a eliminar todos os postos de retrabalho em uma das plantas desta empresa. Em alguns casos, ele é visto como uma filosofia de gerenciamento. Apesar destas vantagens todas, apenas em 2001 foi elaborada a Norma ISO 11462 que guia a sua implementação e uso.

Esta Norma foi publicada considerando o CEP como uma aplicação à qualidade. Entretanto, a Qualidade pode ser implementada a partir de técnicas e ferramentas que não necessariamente recorram a um controle quantitativo rigoroso. Como exposto anteriormente, as ferramentas de Qualidade proporcionam uma metodologia para pesquisa e coleta de informações agregando e apresentando as informações de forma simples e estruturada. O CEP já exige o conhecimento de conceitos matemáticos como média, desvio padrão e modelos de distribuição, além de que, a segurança dos dados é fundamental. No item 2.5 os fundamentos do CEP foram apresentados de forma a dar uma ideia do rigor teórico e metodológico a ele associado.

Visando maior aprofundamento no tema, passou-se a buscar na bibliografia aspectos relacionados ao processo de implementação do CEP até identificar-se que segundo Hradesky (1989) existe a dependência de 10% do conhecimento estatístico e 90% de ações gerenciais no processo de sua implementação.

Além desta observação, identificou-se vários estudos nas bases de dados pesquisadas sobre a implementação de CEP. Chamou a atenção que todos se dedicam a apresentar estudos de caso que relatam o processo de implementação. Neste momento que se passou a considerar a possibilidade de sistematizar um procedimento de análise destes processos de implementação. Para tanto, o primeiro passo foi identificar como a bibliografia apresentava as etapas destes processos. De

forma resumida, no Quadro 1 foram apresentadas as etapas propostas pelos autores mais citados nos estudos pesquisados. Finalizando a pesquisa sobre o CEP apontou-se sua relevância financeira que sumariamente já foi enfatizada em dois pontos dos capítulos precedentes.

Pelo exposto, considerou-se válida a questão de pesquisa que orientasse o estudo para o desenvolvimento de análises de diagnósticos tal como fizeram Alliprandini; Toledo (2003) para o Processo de Desenvolvimento de Produtos Industriais. Desta forma, os Instrumentos de Pesquisa foram elaborados com base na observação das etapas de implementação de um CEP apontadas no Quadro 1 e nas dimensões críticas apontadas pelos autores citados, quais sejam: organização e liderança, tomada de decisão, indicadores de desempenho, integração, habilidades e gestão do conhecimento.

Quanto ao formato, pode-se avaliar o questionário, como apresentando as características recomendadas na bibliografia, quais sejam: ser objetivo, limitado em extensão e suficientemente autoexplicativo, facilitada a colaboração e de fácil preenchimento. Quanto ao preenchimento, ressalta-se que este é facilitado pelo uso de aplicativos que transcrevem instantaneamente a fala para textos.

As partes previstas para comporem o questionário se mostraram apropriadas para coletar os dados necessários tanto para a elaboração de um diagnóstico como de sua análise. O tempo gasto na sua aplicação também foi bastante apropriado, tendo em vista, que hoje, esta é uma variável bastante importante no cotidiano das empresas.

Com relação à potencialidade de análise possível de ser realizada a partir dos dados levantados, observou-se que o mesmo possibilita tanto uma análise de caráter mais operacional respondendo tanto questionamentos sobre quando, onde, quem como uma análise mais tático/estratégica envolvendo questionamento sobre quanto, como e porquê. Assim, obteve-se informações sobre a sequência das etapas de implementação do CEP, a descrição das razões para implantá-los, o grau de comprometimento da alta direção e as estratégias efetiva adotadas para sua implementação. Também foram levantados aspectos sobre investimento em treinamento, a segurança no processo de coleta de dados devido principalmente ao baixo investimento na compra de sistemas robustos e na capacitação de seus funcionários. Também foram identificados aspectos relacionados à cultura da empresa e seus efeitos sobre os membros da equipe responsável pelo processo de implementação. Inclusive questões teóricas envolvidas na definição do conceito do

CEP como a pouca diferenciação entre o CEP e o PGQ. Por fim o questionário possibilitou a análise das perspectivas do PICEP, mostrando que a empresa realiza uma auto avaliação contínua do desenvolvimento de seu CEP.

Quanto a análise proporcionada pela entrevista, se observa que da mesma forma, os aspectos operacionais, táticos e estratégicos puderam ser avaliados.

Estes dois instrumentos sistematizam e compilam os principais aspectos que possibilitam o diagnóstico e análise do PICEP. No caso específico deste estudo, como havia sido realizado o estágio nas dependências da empresa, este serviu de observação direta, principalmente no que diz respeito à caracterização da fábrica e de sua linha de produção. Entretanto, o questionário e a entrevista seriam suficientes para realizar uma análise dos fatores críticos do PICEP, considerados no âmbito deste estudo já citadas acima.

De qualquer forma, caso não seja possível realizar uma observação direta tal como foi para o caso onde se aplicou os instrumentos de pesquisa, a caracterização da empresa e de seu processo produtivo podem ser incorporados nos instrumentos de pesquisa.

Por último vale ressaltar, que além do potencial das ferramentas para a coleta de informações pertinentes à realização de um diagnóstico e sua análise, a aplicação dos instrumentos possibilitou um cruzamento de dados, ou na linguagem empregada em estudos de caso, uma triangulação das informações. Esta possibilidade garante mais segurança ao produto resultante da aplicação dos instrumentos de pesquisa, qual seja, exatamente, o diagnóstico e sua análise.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Neste Capítulo são feitas as considerações finais do estudo da avaliação do CEP implementado. São apresentados também as limitações do estudo e sugestões para trabalhos futuros.

De acordo com a revisão bibliográfica, a temática do CEP é tratada como uma ferramenta primordial para desenvolvimentos de processos. Logo a análise do bom emprego desta ferramenta facilita a uma visão ampliada do processo e chama a atenção para aspectos que não são facilmente observáveis pelos responsáveis por sua implementação nas empresas.

Os instrumentos propostos neste estudo para a análise do processo de implementação do CEP nas empresas podem ser utilizados para ensino e treinamento, pois aborda tópicos que podem ser discutidos em qualquer tipo de contexto de desenvolvimento de processos. Assim, estes instrumentos de pesquisa apresentam um modelo conceitual para a condução de uma investigação do tipo pesquisa de campo ou mesmo para a construção de uma pesquisa-ação em caso de uma aplicação específica.

Na análise dos resultados obtidos com os instrumentos no contexto da empresa ficou evidenciada a necessidade e a importância do diálogo entre mais funcionários e principalmente entre setores para troca de informações, tendo um melhor e maior conhecimento do CEP difundido pela fábrica. Esta evidencia ficou mais explícita ao se considerar os fatores críticos para o processo de implementação do CEP. Neste contexto, os instrumentos propostos neste estudo podem contribuir em alcançar este objetivo.

Como produto da pesquisa considera-se que a análise realizada pode contribuir para o melhor aproveitamento dos esforços em curso e planejado pela empresa no que se refere ao CEP, principalmente, no que diz respeito à adoção de medidas de gestão mais contemporâneas como a diferenciação entre o Processo de Gestão de Qualidade e o Processo de Implementação do CEP, além de maior atenção aos fatores críticos deste último como enfatizado no item que apresenta a análise dos mesmos no contexto da empresa. Com estas medidas, talvez a empresa possa ter mais segurança no investimento de seus recursos para a implementação do programa e enfrentar as limitações de ordem cultural, as quais não estão bem difundida e consolidada nos níveis hierárquicos de sua organização, uma vez que tanto a bibliografia como os dados coletados apontam que o aspecto que importa não é

apenas o conhecimento matemáticos em si, mas a atitude dos indivíduos no sentido de querer aplicá-la.

Nesta mesma linha, a falta de credibilidade e comprometimento dos envolvidos no novo sistema de trabalho e o medo da mudança também foram ressaltados como obstáculos ao bom desempenho do CEP na empresa. Desde o início da implementação até os dias atuais, se passaram mais de dois anos, apenas um treinamento foi ministrado aos colaboradores da unidade com o tema do CEP. Sendo assim estes impedimentos podem ser removidos com treinamentos, orientações, palestras e campanhas de conscientizações mais frequentes.

Como limitação da pesquisa e ao mesmo tempo possibilidades de estudos futuros relativos ao tema aqui estudado recomenda-se o aprimoramento dos instrumentos de pesquisa utilizados para emprego em sistemas computacionais amigáveis e, em paralelo a sua aplicação em outros contextos industriais, de modo a poder-se obter mais informações relevantes a respeito deste importante instrumento de aprimoramento dos processos produtivos em termos econômicos, sociais e ambientais tanto no âmbito interno da empresa como no âmbito da sociedade como um todo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alliprandini, D.H.; Toledo, J.C.; Modelo para gestão do processo de desenvolvimento de produtos: uma proposta baseada em dimensões críticas. In: IV Cong. Bras. Gestão e Desenvolvimento de Produtos, 2003.
- Alonso, I. M.T.; Controle estatístico de processo: o caso da produção da vacina contra *hæmophilus influenza* tipo B, Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Imunobiológicos), Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2005.
- Alves, E. P.; Como lidar com a característica de baixo volume de produção e alto mix de produtos no controle estatístico de processos Dissertação (Mestrado) Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2003.
- André, M. E. D. A.; Estudo de caso em pesquisa e avaliação educacional. 1ª ed. Brasília: Líber Livro Editora, 2005.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 8402. Gestão da Qualidade e garantia da Qualidade-terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 9001. Sistema da qualidade – Modelo para garantia da qualidade em projetos, desenvolvimento, produção, instalação e serviços associados. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.
- Berto, R. M. V; Nakano, D. N.; A produção científica nos anuais do encontro nacional de engenharia de produção: um levantamento de métodos e tipos de pesquisa. XIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, 1999.
- Bueno, M. R.; Controle estatístico do processo: Um estudo de caso em uma empresa da área de eletrodomésticos. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- Campos, V. F.; Gerência da qualidade total: estratégia para aumentar a competitividade da empresa brasileira. Belo Horizonte, Fundação Cristiano Ottoni, 1989.
- Caravantes, G. R.; Panno, C. C.; Kloeckner, M. C.; Administração: teorias e processo. São Paulo: Pearson, 2005.
- Cervo, A. L.; Bervian, P. A.; Metodologia científica. 5ª ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.
- Corrêa, M. D.; Relação entre o Nível de Divulgação Ambiental e o Desempenho Ambiental das Empresas Componentes do Índice BOVESPA. Dissertação Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2009.
- Cortivo, Z. D.; Aplicação do Controle Estatístico de Processo em sequências curtas de produção e análise estatística de processo através do planejamento econômico. Dissertação, Curitiba. Universidade Federal do Paraná; 2005
- Costa, A. F. B.; Epprecht, E. K.; Carpinetti, L. C. R.; Controle Estatístico de Qualidade. São Paulo: Atlas, 2005.
- Crosby, P.B.; Qualidade é Investimento. José Olympio, Rio de Janeiro, 1984.
- Davis, M.M.; Aquilano, N. J.; Chase R. B.; Fundamentos da Administração da Produção. 3ª Edição. Porto Alegre, Bookman Editora, 2001.
- Deming, W. E.; Qualidade: a revolução da administração. Rio de Janeiro: Editora Marques-Saraiva, 1990.
- Feigenbaum, A.V.; Total quality control, 3ª ed. New York: Mc Graw-Hill, 1986.
- Galbinski, J.; As novidades do mundo da qualidade. Revista Banas Qualidade, 2001.
- Galuch, L.; Modelo para implementação das ferramentas básicas do controle estatístico do processo-CEP em pequenas empresas manufatureiras, 2002. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, GIL, A. C. Métodos e Técnica, 2002.

- Garvin, D. A.; Gerenciando a Qualidade: a visão estratégica e competitiva. Rio de Janeiro, Qualitymark, 2002.
- Gil, A. C., Métodos e técnicas de pesquisa Social. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- Gomes, J.A.; Proposta metodológica para avaliação de colhedoras de batata (*Solanum tuberosum* L.) com base em parâmetros de qualidade. Tese (Doutorado em Máquinas Agrícolas) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- Gonzalez, P. U.; Werner, L. Comparação dos índices de capacidade do processo para distribuições não-normais. *Gestão e Produção*, São Carlos, Brasil. v. 16, 2009.
- Hoffman, K. and R. Kaplinsky, Driving Force: the Global Restructuring of Technology, Labor and Investment in the Automobile and Components Industries, Boulder, Colo.: Westview Press, 1988.
- Hradesky, J. L.; Aperfeiçoamento da qualidade e da produtividade, Guia prático para implementação do controle estatístico de processo – CEP, Trad. Maria Cláudia de Oliveira Santos, Rev. Técnica José Carlos de Castro Waeny, São Paulo: Mc Graw-Hill, 1989.
- Ishikawa, K.; Controle de Qualidade Total à maneira japonesa. Editora Campus, 1990.
- Juran, J. M.; Planejando para a Qualidade. São Paulo: Pioneira, 1997.
- Keller, A.P.; The relationship between process capability studies and process control limits, 2001.
- Klug, M.; Marshall, I.; Viterbo, E., Gestão da qualidade. São Paulo, 2003.
- Kourti, T.; Lee, J.; Macgregor, J. F.; Experiences with industrial applications of projection methods for multivariate statistical process control. *Computers and Chemical Engineering*, v. 20, 1996.
- Kume H.; Métodos estatísticos para melhoria da qualidade. São Paulo: Ed. Gente; 1993.
- Lakatos, E. M.; MARCONI, M. A.; Fundamentos metodologia científica. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- Mignoti, S.A.; Fidelis, M.T.; Aplicando a geoestatística no controle estatístico de processo. *Revista Produto & Produção*, Porto Alegre, v.5, n.2, 2001.
- Miranda, R. L.; Qualidade Total. São Paulo: Makron Books, 1994.
- Montgomery, D. C.; Introdução ao controle estatístico da qualidade. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.
- Moreira, H.; Caleffe L.G.; Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador. Rio de Janeiro: DP&A, 2006.
- Nomelini, Q. S. S.; Padrões de não-aleatoriedade no Controle estatístico de processo. Lavras: Dissertação Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Estatística e Experimentação Agropecuária. Universidade Federal de Lavras, 2007.
- Oakland, J.; Gerenciamento da qualidade total. São Paulo: Nobel, 1994.
- Oliveira, O. J., Gestão da qualidade: tópicos avançados. São Paulo: Pioneira Thomson, 2004.
- Paladini, E. P.; Gestão da qualidade: teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2000.
- Paranthaman D.; Controle de qualidade. São Paulo: McGrawHill Ltda; 1990.
- Pierozan, L.; Estabilização de Processos: Um estudo de caso no setor de pintura automotiva. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Porto Alegre. 2001.
- Pires, V.; Implantação do Controle Estatístico de Processos em uma empresa de manufatura de óleo de arroz. Dissertação do curso de mestrado em Engenharia de Produção. UFRGS, 2000.
- Reis, M. M.; Um modelo para o ensino do controle estatístico da qualidade. Tese Doutorado em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), 2001.

- Ribeiro, J. L.; Caten, C. T.; Controle estatístico do processo. Porto Alegre: Editora da UFRGS, Apostila do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 1998.
- Richardson, R. J.; Pesquisa Social: métodos e técnicas, São Paulo: Atlas, 2008.
- Ruy, M.; Aprendizagem organizacional no processo de desenvolvimento de produtos: estudo exploratório em três empresas manufatureiras... Dissertação Mestrado em Engenharia de Produção. Departamento de Engenharia de Produção. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.
- Samohyl, R. W.; Gestão da Qualidade. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- Schissatti, M.; Uma metodologia de implantação de cartas de Shewhart para o controle estatístico de processos. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC, 1998.
- Shewhart, W. A.; Economic Control Quality of Manufacturing Product. New York: Van Nostrand, 1931.
- Silva L.S.C.V. Aplicação do controle estatístico de processos na indústria de laticínios Lacatoplasa: um estudo de caso. [Dissertação]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 1999.
- Silva, E. L.; Meneses, E. M; Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2000.
- Singh, R.; Gilbreath G.; "A Real Time Information System for Multivariate statistical process control", International Journal of Production Economics, Vol. 75, 2002.
- Siqueira, L.G.P.; Controle Estatístico do Processo. São Paulo. Pioneira,. 1. ed., 1997.
- Soares, M.V.P.P.G.; Aplicação do controle estatístico de processo em indústria de bebidas: um estudo de caso. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- Sommer, W. A.; Avaliação da qualidade. Apostila da disciplina de Avaliação da Qualidade. Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.
- Statsoft, Statistica for Windows, version 5.0. Copyright Statsoft. 1995.
- Taguchi, T.; Elsayed, E. A.; Hsiang, T. C.; Engenharia da qualidade em sistemas de produção. São Paulo: McGraw-Hill, 1990.
- Theodósio, R. S.; Estratégia Administrativa: Visão da qualidade total. Programa de Pós Graduação de Engenharia de Produção, 2004.
- Toledo, J. C.; Alliprandini, D. E.; Controle estatístico da qualidade. Apostila CEP/UFSCAR. São Paulo. 2004.
- Veit, E.; O Controle Estatístico de Processos na Indústria de Cabinagem de Veículos: Um Estudo de Caso. Florianópolis: UFSC, 2003. Dissertação Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- Vieira, S.; Estatística para a qualidade: como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços. Rio de Janeiro: Elsevier, 1999.
- Vries, A. R. K.; Application of statisitcal process control charts applied to monitor changes in animal production systems. Journal of Animal Science, 2010.
- Werekema, M. C. C.; Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos. 1ª ed. Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.
- Yin, R. K. estudo de caso: Planejamento e métodos. 3ª ed., Porto Alegre. Bookman, 2005.

ANEXOS

ANEXO I – QUESTIONÁRIO SOBRE O CEP NA EMPRESA

Identificação do Entrevistado	<p>1. Qual setor trabalha atualmente na empresa? _____</p> <p>2. Qual seu cargo atual? _____</p> <p>3. Há quanto tempo trabalha na empresa? _____</p> <p>4. Quando (mês/ano) a empresa decidiu implementar o CEP? _____</p>
Estrutura do Processo	<p>5. Por que a empresa decidiu implementar o CEP? <input type="checkbox"/> Exigência de cliente <input type="checkbox"/> Para obter algum certificado de Qualidade <input type="checkbox"/> Outra _____</p> <p>6. A implantação está sendo feita por empresa especializada ou equipe interna da empresa? _____</p> <p>7. A empresa está comprometida com algum organismo de certificação ou de defesa do consumidor para implantar o CEP?</p> <p>8. Que técnicas do CEP estão sendo usadas? <input type="checkbox"/> Cartas de Controle <input type="checkbox"/> Estudos de Capabilidade <input type="checkbox"/> Inspeção por Amostragem <input type="checkbox"/> Planejamento de Experimentos <input type="checkbox"/> Outras _____</p> <p>9. No desenvolvimento do CEP, quantas/quais cartas foram implantadas e contribuíram para a estabilidade do processo ? _____</p> <p>10. Estas cartas ainda estão em uso? _____</p> <p>11. Como a informação é coletada e como é apresentada? <input type="checkbox"/> Usando um sistema computadorizado – apresentada na tela de um computador <input type="checkbox"/> Manualmente pelos operadores – apresentada usando um display manual <input type="checkbox"/> Outro _____</p> <p>12. Houve algumas mudanças na estrutura da empresa devido à implementação do CEP? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Pequenas mudanças <input type="checkbox"/> Grandes mudanças</p> <p>13. Quais foram as necessidades de treinamento geradas pela implementação do CEP? <input type="checkbox"/> Apenas os conceitos do CEP <input type="checkbox"/> CEP e Estatística <input type="checkbox"/> CEP e informática <input type="checkbox"/> CEP, Estatística e informática <input type="checkbox"/> Outras _____</p> <p>14. Que tipos de empregados receberam o treinamento? Quantas pessoas? <input type="checkbox"/> Operadores ___ <input type="checkbox"/> Técnicos ___ <input type="checkbox"/> Analistas ___ <input type="checkbox"/> Supervisores ___ <input type="checkbox"/> Gerentes ___ <input type="checkbox"/> Engenheiros ___ <input type="checkbox"/> Outros ___</p>
Formação	<p>15. Quais foram os métodos de treinamento utilizados? <input type="checkbox"/> Treinamento por consultoria externa <input type="checkbox"/> Treinamento por pessoal da empresa <input type="checkbox"/> Treinamento durante a própria operação <input type="checkbox"/> outro _____</p> <p>16. Qual foi a freqüência e duração do treinamento? _____</p> <p>17. Quais abordagens foram usadas para apresentar os conceitos de CEP e de Estatística? <input type="checkbox"/> Palestras <input type="checkbox"/> Vídeos <input type="checkbox"/> Aulas práticas <input type="checkbox"/> Treinamento baseado em computador <input type="checkbox"/> Outro _____</p> <p>18. Que conhecimento prévio os funcionários deveriam ter (identifique pelas letras a,b,c,d,e,f,g)? a) Operários b) Técnicos c) Analistas d) Supervisores e) Gerentes f) Engenheiros g) outros _____ Sem conhecimento prévio em estatística _____ Sem conhecimento prévio de informática _____</p>

Conhecimento básico de estatística (média, variância, histogramas) _____
Informática básica (sistema operacional, processador de texto, planilha) _____
Outro _____

Limitações e
Potencialidades

19. Sua empresa teve problemas ao implementar o CEP?

- Atitudes dos treinandos Material usada no treinamento
 Equipamento usado na implementação do CEP Mudanças estruturais devido ao CEP
 Outros _____

20. Quais são os benefícios percebidos da utilização do CEP?

- Padrão de Qualidade atingido Maior satisfação do cliente Outros _____

21. O CEP substituiu alguma outra iniciativa de melhoria da qualidade?

- Não Sim, Qual: _____

22. No momento, em que fase se encontra o processo de Implementação na empresa?

23. Na concepção da Empresa, qual o foco principal do CEP, estratégia ou estatística?

ANEXO II – DADOS OBTIDOS COM O QUESTIONÁRIO

Quanto à análise qualitativa decorrente do questionário, esta ocorreu após a realização da observação direta. O referido questionário encontra no Anexo I, foi aplicado junto a um analista de processos da qualidade da empresa. Em um total de vinte e três perguntas tanto abertas quanto fechadas, esta etapa teve a duração de quinze minutos.

A primeira parte deste questionário foi destinada a identificação do respondente. Este iniciou seus trabalhos na empresa há exatos dois anos, período no qual também iniciou o processo de implementação do Controle Estatístico de Processos.

A segunda parte do questionário busca o entendimento da estruturação do processo proposto pela empresa para a implementação de um CEP. A necessidade da implementação do CEP nasceu na exigência de garantir melhoria no processo de produção e não apenas em obter algum certificado de Qualidade, uma vez que a empresa já é certificada pela ISO 9001/2008.

A ideia da implantação da fermenta partiu inicialmente da presidência da fábrica, definida em uma reunião com os principais membros da qualidade. Posteriormente a empresa SETEC foi contatada e em seguida contratada para a apresentação e execução de curso para outros colaboradores. Empresa esta, fundada em 1994, hoje consagrada como um dos maiores grupos de consultoria, treinamentos e auditoria da América Latina. O curso teve duração de 40 horas com a finalidade de conscientizar o operador de que o CEP é uma ferramenta poderosa no seu processo de trabalho e que o sucesso na aplicação depende do operador.

Quanto às técnicas do CEP na empresa, as respostas apontam para uma utilização, às vezes até superficial, das cartas de controle, estudos de capacidade, inspeção por amostragem, planejamento de experimentos e uma planilha feita exclusivamente na fábrica, chamada de planilha de CEP, que auxilia no momento das coletas e tabulação dos dados que serão analisados.

As informações e dados coletados são primeiramente anotados manualmente por operadores da linha de produção, depois transcritas pelos menores aprendizes para programas computacionais e daí então tratados e apresentados em *Minitab*, *Action*. (*Softwares* específico para tratamento de dados) além do Excel.

No que diz respeito às mudanças estruturais necessárias devido à implantação do CEP não houve significativas alterações visíveis, pode-se dizer que apenas

mudanças de pequeno porte, sendo a mais marcante a aquisição de ferramentas mais atualizadas com maior precisão e marcadores digitais no intuito de gerarem melhores precisões nas medições.

A terceira parte do questionário possibilita conhecer a formação estrutural, voltado as seis questões que caracterizavam determinados treinamentos quando estes são realizados. Durante a realização do curso o informante apontou que se fez necessário priorizar os conteúdos envolvidos no CEP, isto é, estatística e informática. Informou também, que foi o primeiro contato para todos os participantes com a plataforma digital Minitab. Dentre os participantes do curso, estiveram presentes quatorze pessoas, dentre elas três supervisores da qualidade, quatro analistas e sete técnicos também do departamento da qualidade.

As abordagens tratadas no curso foram todas de responsabilidades da consultoria contratada por meio de palestras, aulas práticas e treinamentos baseados em computadores. As únicas exigências prévias necessárias para os colaboradores participarem do curso foram: conhecimento básico de estatística e informática básica.

A última parte do questionário, exemplificou cinco questões que buscam o melhor desempenho relacionado os indicadores das potencialidades e limitações. Ao pautar os problemas encontrados ao implementar o CEP na empresa foram apontadas apenas questões pessoais relacionadas à resistência por parte dos funcionários que devido a uma mudança de hábito e rotina impuseram uma barreira, além de uma falta de iniciativa dos próprios colaboradores. Eles consideraram a nova técnica mais trabalhosa, por gerar um aumento de tempo no preenchimento da carta do CEP.

Dentre os principais benefícios percebidos da utilização do CEP destacou-se um melhor padrão de qualidade atingido, uma maior satisfação do cliente e em consequência um controle de processo mais eficiente com menores gastos relacionado aos retrabalhos e desperdícios. O CEP não substituiu nenhuma iniciativa relacionada à melhoria da qualidade, apenas acrescentou e propõe em um futuro próximo mudar a maneira de inspeção da qualidade que hoje a fábrica inspeciona 100% da linha de montagem.

Em uma visão geral, o processo de implementação na empresa encontra-se na fase de propor novas cartas de controle para diferentes processos de montagens, preparação de treinamentos, reuniões do comitê e a preocupação com a aquisição de programas computacionais mais objetivos e mais completos. Importante ressaltar, que o respondente enfatizou como resultado geral, previsto como foco principal do CEP

na concepção da empresa é sua dimensão estratégica, voltada ao mercado, e não na forma exclusivamente estatística de melhores números ou índices.

ANEXO III – ENTREVISTA: PARTE I

Avaliação da Implementação		
PLANEJAMENTO DA IMPLEMENTAÇÃO	1.1 Relevância ao Definir uma Implantação	() Escopo do Projeto () Objetivo () Áreas com Problemas () Custos de Implementação
		() Cronograma () Resultados Esperados () Outros _____
	1.2 Base em Algum Sistema Integrado de Qualidade	Estrutura segue algum sistema de Gestão: _____
	1.3 Seleção dos Processos	Prioridade nas causas de variações de () Causas Comuns ou () Causas Especiais
	1.4 Seleção dos Caractísticos da Qualidade	Ferramentas Utilizadas para Processos em Desenvolvimento:
		Ferramentas Utilizadas para Processos Implantados: _____
	1.5 Identificação de Competências	CEP Operacional: _____
		CEP Gerencial: _____
	1.6 Estruturas Administrativas	Cargos e Funções, Responsáveis: _____
		Definição de Prioridades () Sim () Não
		Comitês () Sim () Não
	1.7 Treinamento	Direcionamento: () Geral () Hierárquico
		Ligação com o Programa de Implantação: () Todos () Realmente os que estão envolvidos
		Treinamento no Posto de Trabalho: () Sim () Não
		Avaliação: () Sim () Não - Testes: () Teóricos () Práticos - Níveis Hierárquicos:
		Lista de Presença () Sim () Não
	1.8 Relação (Plano) da Comunicação entre Setores Voltada à Implementação	() Prioriza às Expectativas
		() Abordagem Qualitativa (Dificuldades/Vantagens/Desvantagens)
() Centralizada nos Resultados		

Respostas Obtidas com a Entrevista - Parte 1	
Etapa 1: Planejamento da Implementação	1.1 Obs1: A real necessidade de definir uma implantação do CEP se baseia principalmente às áreas que tem apresentado problemas.
	1.1 Obs2: Com uma menor relevância todas as outras sugestões de uma forma ou de outra são também levadas em considerações.
	1.2 Obs1: O sistema de gestão da qualidade da fábrica é particular, no entanto usa a Norma ISO 9001 como referência para medições e equipamentos.
	1.3 Obs1: No momento os trabalhos com CEP se atentam apenas aos de causas do tipo comum, pois são mais fáceis de serem controlados.
	1.4 Obs1: Para processos em desenvolvimento as ferramentas, FMEA e MASP auxiliam os trabalhos do CEP e para processos implantados utilizam o Gráfico de Pareto e FMEA.
	1.5 Obs1: A mando da gerência, tanto os acontecimentos rotineiros (CEP Operacional) quanto as tomadas de decisões (CEP Gerencial) são de competências dos analistas avaliarem.
	1.6 Obs1: Os cargos que mais se dedicam ao CEP são os Técnicos, Analistas e Supervisores.
	1.6 Obs2: Quanto às definições de prioridades ainda não são bem definidas.
	1.6 Obs3: A fábrica recentemente montou um comitê de controle de processos no qual o entrevistado é o presidente.
	1.7 Obs1: O treinamento que ocorreu teve um direcionamento geral, porém só para membros da qualidade.
	1.7 Obs2: No momento a qualidade é multiplicadora do CEP, mas concentra a implementação basicamente em seu setor.
	1.7 Obs3: Os principais treinamentos feitos até o momento em postos de trabalhos são relacionados ao teórico e prático da ferramenta computacional.
	1.7 Obs4: Ao final do curso oferecido pela SETEC houve uma avaliação em nível teórico, além de uma lista de presença para confirmação da participante no curso.
	1.8 Obs1: Objetivo centrado na resolução dos problemas com enfoque nos resultados.

ANEXO III – ENTREVISTA: PARTE 2

METODOLOGIA ESTATÍSTICA	2.1 Elaboração do Mapa de Processo () Sim () Não, Ferramenta: _____		
	2.2 Padronização das Tarefas Operacionais	Identificação das Tarefas Operacionais () Sim () Não, Responsável: _____	
		Identificação das Tarefas Críticas () Sim () Não, Responsável: _____	
		Confecção dos Procedimentos Operacionais Padrões(POP) () Sim () Não, Responsável: _____	
		Treinamento da Mão-de-Obra () Sim () Não, Responsável: _____	
		Revisão Contínua do POP () Sim () Não, Responsável: _____	
	2.3 Análise Qualitativa dos Dados e Organização das Amostras	Avaliação dos Sistemas de Medição	Avaliação da Capacidade dos Sistemas de Medição () Sim () Não
			Calibração () Sim () Não
			Resolução () Sim () Não
			Tempo de Resposta em Tomadas de Decisões () Sim () Não
			Treinamento () Sim () Não
		Exemplos de Aparelhos/Ferramentas de Medições: _____	
		Métodos de Coletas de Dados	() Sim () Não, Exemplos: _____
	São Testados Anteriormente () Sim () Não		
	Registro dos Dados	() Sim () Não, Como: _____	
	Responsáveis: () Coleta: _____ () Digitação: _____ () Monitoramento: _____		
	2.4 Avaliação da Estabilidade do Processo	Tipos de Inspeção	() 100% () Inspeção por Amostragem () Inspeção Sensorial () Outra:
			Elaboração do Plano de Amostragem () Sim () Não
Avaliação de Erros no Sistema de Inspeção () Sim () Não			
Período (quantidade de amostras) de Coleta dos Dados () Sim () Não, Média:			
Critério Utilizado para Definição da Frequência de Monitoramento:			
Responsável pelo Cálculo dos Limites de Controle:			
Elaboração de Relatórios de Acompanhamento () Sim () Não, Periodicidade: _____			
Grau de Preocupação com as Não Conformidades:			

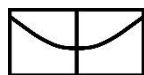
Respostas Obtidas com a Entrevista - Parte 2	
Etapa 2: Metodologia Estatística	2.1 Obs1: Para o mapeamento de um processo a principal ferramenta utilizada é a espinha de peixe.
	2.2 Obs1: As descrições das tarefas operacionais e críticas são de responsabilidades dos analistas, mas na primeira quem cumpre são técnicos e operadores, já na segunda, em algum determinado erro um líder imediato também toma frente.
	2.2 Obs2: Os Procedimentos Operacionais Padrões (POP), são bastante utilizados na fábrica onde os analistas são quem os fazem e revisam quando precisam ou ocorre a mudança de algum determinado processo.
	2.3 Obs1: A capacidade dos sistemas de são garantidas devido ao fato de todos equipamentos serem referencias do mercado.
	2.3 Obs2: Devido a quantidade dos aparelhos de medições serem de bastante importância, estes são calibrados e controlados por empresas terceirizadas alocadas na própria fábrica.
	2.3 Obs3: Várias são as resoluções encontradas devido ao fato de terem diversos tipos de torquímetros, relógios comparadores, paquímetros, micrômetros, manômetros, dentre outros.
	2.3 Obs4: As coletas de dados são feitas praticamente de forma manual por inspetores e colaboradores. Já os registros são feitos inicialmente por menores aprendizes e estagiários seguindo a análise para técnicos, analistas e supervisores.
	2.4 Obs1: No processo de inspeção 100% da produção é avaliada, não havendo até então um plano de amostragem diferenciado.
	2.4 Obs2: O sistema de inspeção segue de forma inicial a tendência de um plano de análises dos sistemas de medição (MSA).
	2.4 Obs3: Para o período/quantidade de amostras coletadas não se pode afirmar um valor pois é relativo ao tipo de processo a ser escolhido. A frequência de monitoramento segue de acordo com a condição de estabilidade de determinado processo.
	2.4 Obs4: Uma vez que a fábrica estudada, apenas monta o carro, os limites de controle são fornecidos pelos fabricantes das peças.
	2.4 Obs5: Os relatórios de acompanhamento são feitos de acordo com a aplicações, não havendo uma periodicidade certa.
	2.4 Obs6: O departamento da qualidade tem uma altíssima preocupação com relação com as não conformidades, chegando a expor o lema de "erro zero admissível".

ANEXO III – ENTREVISTA: RESTANTE PARTE 2 MAIS A PARTE 3

Avaliação da Implementação				
METODOLOGIA ESTATÍSTICA	2.5 Avaliação da Capacidade de Processos	Procedimento Geral para a Avaliação da Capacidade		
		Avaliação da Capacidade da Máquina () Sim () Não		
		Análise Gráfica da Capacidade (Histogramas) () Sim () Não		
		Índices de Capacidade	Índice de Capacidade Potencial do Processo (Cp) () Utiliza () Não	
			Índice de Desempenho do Processo (Cpk) () Utiliza () Não	
			() Outros:	
		Responsável pelo Estudo de Capacidade:		
	Uso de Algum Software () Sim () Não			
	Qual:			
	2.6 Seleção do Recurso Estatístico para o Controle do Processo	Cartas por Variáveis (Quantitativo)	Média e Amplitude () Utilizada () Não Utilizada	
			Média e Desvio-Padrão () Utilizada () Não Utilizada	
			Mediana e Amplitude () Utilizada () Não Utilizada	
			X individual e R () Utilizada () Não Utilizada	
		Cartas por Atributos (Qualitativo)	Proporção de Defeituosos () Utilizada () Não Utilizada	
			Número Total de Defeituosos () Utilizada () Não Utilizada	
			Número de Defeitos na Amostra () Utilizada () Não Utilizada	
Defeitos por Unidade () Utilizada () Não Utilizada				
Outros Modelos de Carta de Controle:				
Análise das Cartas: () Sim () Não, Responsáveis: _____				
GERENCIAMENTO DO PROCESSO	3.1 Estratégias/Ferramenta Para Manter o Desempenho do CEP: _____			
	3.2 Mapeamento e Representação Gráfica dos Processos () Sim () Não			
	3.3 Plano de Melhorias () Sim () Não			
	3.4 Relatório de Desempenho () Sim () Não			
	3.5 Acompanhamento dos índices de Desempenho: () Utilização () Disponibilidade () Apresentação Geral			

Respostas Obtidas com a Entrevista Restante Parte 2 mais a Parte 3	
Etapa 2: Metodologia Estatística (Continuação)	2.5 Obs1: A verificação da estabilidade do processo e normalidade estão relacionados ao referencial teórico do fabricante.
	2.5 Obs2: A capacidade de avaliação da máquina busca isolar todas as fontes de causas de variações que não são oriundas da mesma, sejam elas da matéria-prima ou mesmo dos operadores, tarefa que em determinados casos é difícil de ser observada.
	2.5 Obs3: As capacidade de processos são apresentadas em formas de histogramas.
	2.5 Obs4: Os índices Cp e Cpk ainda são os únicos estudados até o momento e são estes tabulados e tratados por meio de plataformas computacionais como o Excel, Action e Minitab.
	2.5 Obs5: Por serem mais informativas e exigirem um menor número de amostra, as únicas cartas testadas pelo comitê e até então mais utilizadas são as de: Média, Amplitude e Desvio-Padrão.
Etapa 3: Gerenciamento do Processo	3.1 Obs1: Foram citados o PDCA, MASP, FEMEA, plano de ação, reuniões, empenho do comitê e o comprometimento dos colaboradores.
	3.2 Obs1: O mapeamento dos processos ainda é pontual, uma vez que apenas a qualidade usa da aplicabilidade e entedimento do CEP na fábrica.
	3.3 e 3.4 Obs1: Os encontros do comitê do CEP ocorrem duas vezes ao mês, logo algumas melhorias de processos são apresentadas nestas reuniões, não sendo totalmente estruturadas na forma de um relatório de desempenho.
	3.5 Obs1: Tendo em vista um estudo que visa uma melhoria de processos feitos em outros setores, não se teve claro a real necessidade por parte do entrevistado em utilizar, dispor e apresentar de forma geral os índices de desempenho aos outros setores, tão qual o resto da montadora.

ANEXO IV – REQUERIMENTO DE PARTICIPAÇÃO DA EMPRESA

**Universidade de Brasília**

Universidade de Brasília – Faculdade Gama
Área Especial de Indústria – Setor Leste
72.444-240 – Gama – Distrito Federal

Instrumento Particular de Requerimento

Brasília, 2 de outubro de 2015.

Ao Senhor,
XXXXXXXXXXXXX
Cargo: Gerente de Qualidade Assegurada na XXXXXXXXX
Endereço: XXXXXX

Assunto: Trabalho Tecnocientífico.

Prezado Senhor

Tenho a honra de informar que a EMPRESA foi selecionada e está sendo convidada para participar do trabalho tecnocientífico de um estudo de caso referente a implantação de um modelo de avaliação do método de implementação do Controle Estatístico de Processo em uma montadora de automóveis.

O benefício relacionado à participação da Empresa será de aumentar o conhecimento científico no campo da engenharia automotiva para o desenvolvimento de novas tecnologias nesta área, além de contribuir na formação do aluno Luiz Felipe Silva Brandão, no qual fez estágio na empresa, a garantir o título de bacharel em Engenharia Automotiva pela Universidade de Brasília.

Para tanto, o procedimento será realizado em duas partes - aplicação de um questionário referente a implantação do programa na empresa seguido de uma entrevista para maiores informações referentes aos benefícios, ferramentas, vantagens, desvantagens, barreiras e considerações finais encontradas no decorrer dos trabalhos realizados na planta.

A participação da Empresa é anônima e confidencial, ou seja, em nenhum momento será divulgada a Denominação da Empresa e/ou de seus prepostos. Quando for necessário exemplificar determinada situação, a privacidade da Empresa e de seus prepostos serão asseguradas, uma vez que a Denominação será substituída de forma aleatória (Empresa X) – aplica-se este método também aos prepostos.

Logo, requeremos a participação e autorização da empresa para contribuir com o trabalho tecnocientífico da implantação de um modelo de avaliação do método de implementação do Controle Estatístico de Processo em uma montadora de automóveis.

Respeitosamente,

Luiz Felipe Silva Brandão

Prof.^a Dr.^a Maria de Fátima Sousa e Silva

