

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**MARCOS GONCHOREKI**

**CONTROLE ESTATÍSTICO DE MANUTENÇÃO.**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**PONTA GROSSA  
2014**

MARCOS GONCHOREKI

## **CONTROLE ESTATÍSTICO DE MANUTENÇÃO.**

Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito para a obtenção do título de Especialista em Engenharia de Produção.

Orientador: Profº Dr. Flavio Trojan.

PONTA GROSSA

2014

	Ministério da Educação <b>UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ</b> <b>CAMPUS PONTA GROSSA</b> Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação Curso de Especialização em Engenharia de Produção	
---	---	---

### **TERMO DE APROVAÇÃO**

Título da Monografia

### **CONTROLE ESTATÍSTICO DE MANUTENÇÃO**

Por

**Marcos Gonchoreki**

Esta monografia foi apresentada no dia 08 de março de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de ESPECIALISTA EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

**Prof. Dr. Antonio Carlos de Francisco**  
(UTFPR)

**Prof. Dr. Guataçara dos Santos Junior**  
(UTFPR)

**Prof. Dr. Flavio Trojan (UTFPR)**  
Orientador

Visto do Coordenador:

---

**Prof. Dr. Luís Mauricio Resende**  
Coordenador

UTFPR – Câmpus Ponta Grossa

### **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter proporcionado saúde e sabedoria para chegar a esta fase tão importante em minha vida.

Minha família por demonstrar paciência, compreensão, apoio, palavras amigas e o amor sem os quais não chegaria a este momento vitorioso principalmente minha esposa Angeli e meus filhos Leonardo e Eduardo.

Aos mestres que ao longo desta formação dividiram seus conhecimentos, juntando forças pelo saber repartindo os méritos de cada conquista. Em especial ao meu orientador Profº Dr. Flavio Trojan que acreditou e contribuiu para a formação deste trabalho.

## **RESUMO**

GONCHOREKI, Marcos. **Controle estatístico da manutenção**. 2014. 50 páginas. Monografia de Especialização em Engenharia de Produção - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2014.

Este trabalho visa demonstrar um levantamento bibliográfico de ferramentas e técnicas sistemáticas de planejamento de manutenção de veículos bem como uma abordagem das técnicas sistemáticas para o levantamento e controle de processos utilizando dentre as várias ferramentas disponíveis para este fim as técnicas de CEP (Controle Estatístico de Processo), Sugerindo como estudo de caso as possíveis intervenções a serem realizadas no processo, no intuito de melhorar o desempenho do departamento de manutenção, buscando melhorar os índices de disponibilidade dos veículos para o departamento de tráfego. Demonstrando um caso real de determinada empresa frotista, onde apesar de todo um procedimento implantado e maduro, é possível encontrar alguma falha e conseqüentemente o apontamento de melhoria neste processo.

Palavras chave: Planejamento e controle de manutenção; Gestão de manutenção; Controle de estoque;

## ABSTRACT

GONCHOREKI, Marcos. **Statistical control of maintenance**. 2014. 50 pages. Monograph Specialization in Production Engineering - Federal Technological University of Paraná. Ponta Grossa, 2014.

This paper demonstrates a bibliographical survey of tools and systematic planning techniques of vehicle maintenance as well as a systematic approach to techniques for the investigation and control of processes using among several tools available for this purpose the techniques of CEP (Statistical Process Control ), as a case study suggesting possible interventions to be undertaken in the process in order to improve the performance of the maintenance department, seeking to improve indexes of availability of vehicles for the traffic department. Demonstrating real case of determined company, where despite of whole a procedure deployed and mature can find failure and consequently the appointment of improvement in this process.

Keywords: Planning and control of maintenance; Maintenance management; Inventory control;

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Processo sob controle.....	26
Figura 2: Processo fora do controle.....	26
Figura 3: Diagrama de Pareto.....	27
Figura 4: Histograma.....	27
Figura 5: Processo sob controle.....	30
Figura 6: Processo fora do controle.....	31
Figura 7: Limites classificados em zonas.....	32
Figura 8: Fluxograma de construção de um Gráfico de Controle.....	33
Figura 9: Intervalo de confiança.....	37
Tabela 1: Dados de manutenção, quantidade de intervenções.....	37
Gráfico 1: Limites de controle, Quantidades de Revisões.....	38
Gráfico 2: Limites de controle, Quantidades de Vistorias.....	39
Gráfico 3: Limites de controle, Quantidades de Serviços.....	40
Tabela 2: Dados de manutenção, tempo de imobilização dos veículos.....	41
Gráfico 4: Limites de controle, Tempo de imobilização em Revisão.....	41
Gráfico 5: Limites de controle, Tempo de Imobilização em Vistoria.....	42
Gráfico 6: Limites de controle, Tempo de Imobilização em Serviço.....	43
Tabela 3: Tempo aguardando chegada de peças.....	44
Gráfico 7: Limites de controle, Tempo aguardando peças.....	44

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	9
1.1 PROBLEMA	10
1.2 OBJETIVOS	10
2.1 ADMINISTRAÇÃO DE OPERAÇÕES NA ORGANIZAÇÃO	11
2.2 QUALIDADE E CONFIABILIDADE	12
2.3 HABILIDADE MULTIDISCIPLINARES	13
2.4 USO DE SOFTWARE DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO	13
2.5 DEFINIÇÃO DE MANUTENÇÃO	14
<b>2.5.1 A Evolução da Manutenção</b>	14
<b>2.5.2 Tipos de Manutenção</b>	16
2.5.2.1 Manutenção Corretiva	16
2.5.2.2 Manutenção Preventiva	17
2.5.2.3 Manutenção Preditiva	18
2.5.2.4 Manutenção Detectiva	19
2.5.2.5 Engenharia da Manutenção	19
2.6 CUSTO COM MANUTENÇÃO	20
2.7 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO	20
2.8 CONTROLE DE ESTOQUES	21
2.9 CONTROLE ESTATÍSTICO	22
<b>2.9.1 Uso de planilhas eletrônicas</b>	24
<b>2.9.2 Dados Estatísticos</b>	24
2.9.2.1 Coleta Direta	25
2.9.2.2 Coleta Indireta	25
<b>2.9.3 Controle Estatístico de Processo (CEP)</b>	26
2.9.3.1 Cartas de Controle	30
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	35
<b>4 CONCLUSÃO</b> .....	46
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	48



## 1 INTRODUÇÃO

Na concepção de alguns gestores, o departamento de manutenção das empresas é um grande gerador de custos, pois existem gastos com peças, mão de obra e equipamentos parados deixando de trazer receitas para as empresas. Mas, ao analisar o contexto da produção, pode-se perceber que manutenção é algo estratégico e que é preciso quebrar alguns paradigmas e buscar uma mudança cultural. Com a ajuda de algumas ferramentas e um bom planejamento é possível perceber que a manutenção agrega valor imensurável, dependendo da área de atuação da empresa, na busca do cumprimento das metas das organizações sejam elas de grande ou pequeno porte. Isso também contribui para a prestação de serviços com melhor qualidade, além do aumento da produtividade.

Após análise em algumas informações de determinada empresa de transporte de pessoas e cargas foi constatado que o tempo de imobilização das veículos, para manutenção, é muito elevado ocasionando quebra de escala programada dos veículos onerando um alto índice de tempo de parada do veículo em manutenção, prejudicando os dados estatísticos da manutenção e a disponibilidade dos veículos.

No processo de manutenção existem variáveis que contribuem negativamente e aumentam os índices de tempo de imobilização, tais variáveis após identificadas podem ser controladas através do uso de ferramentas estatísticas.

Identificar quais os fatores que estão realmente contribuindo para o alto tempo de imobilização e se estes fatores podem ser controlados é uma tarefa minuciosa e isto tem vital importância para orientar os gestores de manutenção na tomada de decisões.

Segundo Krajewski (2009) os responsáveis pelas decisões que afetam o sucesso de uma organização são os gerentes operacionais.

Para Souza (2009), os índices de manutenção seguem padrões e conceitos de cada empresa e tratam aspectos importantes no processo de manutenção. Os índices estatísticos são formas de monitoramentos de um processo servindo como ferramenta de alinhamento de decisão servindo como orientativa para os gestores.

## 1.1 PROBLEMA

O departamento de manutenção enfrenta dificuldades em disponibilizar os veículos para o departamento de tráfego, devido a seu elevado índice de permanência dos veículos em manutenção, gerando desconforto entre os departamentos de manutenção e tráfego. Pois gera um efeito dominó afetando grande parte dos departamentos da empresa. Se um veículo de determinado padrão estiver em manutenção e o departamento não conseguir liberar o mesmo em tempo hábil para execução de viagem o departamento de tráfego precisa de um outro veículo para suprir a falta deste veículo. O que normalmente ocorre é que este veículo que irá suprir a falta do veículo que está em manutenção nem sempre possui as mesmas características, vindo a impactar no departamento comercial com reclamações de clientes, pois estes foram diretamente afetados com um veículo com padrão de conforto inferior ao veículo que está em manutenção e que as vezes não foi disponibilizado em tempo hábil por falta de planejamento de espaço físico, estoque de peças, gargalos no processo de manutenção e até mesmo com a preparação da mão de obra disponível para ser aplicada nestes veículos.

## 1.2 OBJETIVOS

Geral:

Identificar e planejar os fatores que interferem no tempo de imobilização dos veículos em manutenção tais como: Gargalos nos processos de manutenção, Mão de obra, Espaço físico e Estoque de peças, através de uma análise e controle estatístico das variáveis de manutenção.

Específicos:

- 1- Analisar os processos internos de recepção e limpeza dos veículos;
- 2- Analisar tempo de espera por falta de peças;
- 3- Demonstrar controles que auxiliem a gestão do departamento de manutenção na tomada de decisões.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 ADMINISTRAÇÃO DE OPERAÇÕES NA ORGANIZAÇÃO

Administração de Operações trabalha com processos, atividades fundamentais para atingir objetivos das organizações para produzir bens e serviços. De modo geral está em todas os departamentos de uma organização cada departamento se especializa por ter suas próprias áreas de conhecimento e habilidades, responsabilidades primordiais, processos e domínios de decisões. A coordenação interfuncional é essencial para determinar a necessidade de novos serviços e demanda pelos já existentes concentrando-se na satisfação do cliente, os gerentes devem reunir recursos humanos e de capital para atender tais demandas, devem conhecer as previsões de demanda para fazer o planejamento do ritmo produtivo e da capacidade de produção, conhecer a função financeira para entender seu desempenho atual e a avaliar o custo de mão de obra, os benefícios de novas tecnologias e as melhorias de qualidade. (KRAJEWSKI, et al 2009).

Os gestores da área devem ter conhecimento aprofundado do processo de sua área, porém não podem deixar de conhecer os demais processos da organização pois serão eles que ajudaram a determinar as diretrizes a serem delegadas aos colaboradores envolvidos no processo.

Segundo Vico (2001), devemos nos acostumar com as tendências, somos muito diferentes do que éramos a décadas atrás e devemos isto a mudanças que estamos empurrando a sociedade, no intuito de chegar ao desenvolvimento. Prever, organizar, comandar, coordenar e controlar são algumas das responsabilidades atribuídas aos administradores.

Para Gaither e Frazier (2002), uma melhor administração pode agregar valores a empresa melhorando sua competitividade e lucratividade a longo prazo, decisões operacionais erradas podem prejudicar a posição competitiva de uma empresa, no entanto, decisões certas aumentam a lucratividade e crescimento. Usar uma grande variedade de ferramentas pode ajudar o gestor na tomada de decisão.

Segundo Chiavenato (2007), o sucesso organizacional não é fruto exclusivo da sorte, mas de uma série infundável e articulada de decisões, ações,

aglutinação de recursos, competências e estratégias para alcançar resultados, destacando o controle operacional realizado sobre a execução das tarefas e operações desempenhadas por pessoal não administrativo da organização.

## 2.2 QUALIDADE E CONFIABILIDADE

O controle do processo é condição básica para a manutenção do processo, não existe uma definição única para qualidade, há quem defina como valor do bem ou do serviço significando o grau de satisfação do cliente. (COSTA, 2004).

A qualidade não é diretamente determinada pelas empresas e sim pelos clientes. A qualidade é a percepção do cliente do quanto determinado produto ou serviço atende as suas expectativas. (GAITHER e FRAZIER, 2002).

Frequentemente confundidos os conceitos são distintos, a principal diferença entre os conceitos é que confiabilidade incorpora a passagem do tempo é a probabilidade de um item deixar de desempenhar adequadamente o seu propósito enquanto que qualidade está associado a atributos de otimização para atender os desejos dos usuários. (FOGLIATTO e RIBEIRO, 2009)

No ponto de vista de Lafraia (2001), confiabilidade é um aspecto da incerteza da engenharia. Ao falarmos de qualidade, implicitamente estaremos falando de confiabilidade e não devemos falar destes como entes separados.

Infelizmente a maior parte dos esforços visando a confiabilidade esteve voltado para máquinas e seus componentes esquecendo-se que a falha humana pode chegar até a 90% das falhas em equipamentos deixando-se de reduzir até 50% a eficiência do sistema utilizado. A confiabilidade tem aumentado substancialmente, porém, somente na década de 70 começou a preocupação com a confiabilidade humana investindo em qualificação. (LAFRAIA 2001).

Confiabilidade é a probabilidade que um item possa desempenhar sua função requerida, por um intervalo de tempo estabelecido, sob condições definidas, de uso. É necessário que tal item exerça a função para a qual foi projetado e na medida do possível não quebre ou apresente falhas, (SOUZA, 2009).

Disponibilidade é a relação entre o tempo em que o equipamento ou instalação ficou disponível para produzir em relação ao tempo total.

### 2.3 HABILIDADE MULTIDISCIPLINARES

Algumas empresas utilizam a disponibilidade de seus operadores de processo para contribuir com o aperfeiçoamento da confiabilidade e manutenção, proporcionando treinamentos e motivação estabelecida por um sistema de rotação e desenvolvimento de habilidades multidisciplinares e conscientizando os operadores sobre as dificuldades dos equipamentos e a realização de pequenas tarefas de manutenção. Os trabalhadores mais jovens parecem ser mais decididos a aceitar tais aperfeiçoamentos de eficiência. (LAFRAIA 2001).

Fogliatto e Ribeiro(2009) quem mais conhece um equipamento são as pessoas que a utilizam e por isso estas pessoas estão em condições ideais para contribuir nos reparos e modificações visando melhorias de qualidade e produtividade.

### 2.4 USO DE SOFTWARE DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Para gerenciar adequadamente as diversas atividades da manutenção é imprescindível o uso de um software. (FOGLIATTO e RIBEIRO, 2009). Relatam ainda que o departamento de manutenção necessita de um software que atenda todas as suas necessidades e venha a auxiliar a gerencia na tomada de decisões por isso as entradas de dados tem que ser feita de forma correta tais como; falta de peças, aberturas de ordens de serviços, movimentações das tarefas/atividades a serem realizado pelos colaboradores, estes fatores permitiram o monitoramento do processo de manutenção e os cálculos de desempenho por colaborador e desempenho geral do departamento.

Para Souza, (2009) é uma ferramenta de apoio que ajuda no planejamento, controle, programação e análises da manutenção, proporcionando a

todo e qualquer momento o acesso a informações. Para isto seus módulos devem ser bem definidos na implantação, definindo os equipamentos, os recursos existentes na empresa, e tabelas necessárias a classificação dos serviços permitindo posteriormente extrair dados importantes que auxiliem na gestão da manutenção.

## 2.5 DEFINIÇÃO DE MANUTENÇÃO

É manter os equipamentos em funcionamento como foram projetados (FARIA, 1994).

Garantir a disponibilidade da função dos equipamentos de modo a atender a um processo de produção ou de serviço, com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados (KARDEC; NASCIF, 2003).

Medidas necessárias para a permanência ou conservação cuidados técnicos indispensáveis para o funcionamento, combinação de ações técnicas e administrativas, destinadas a recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar sua função requerida (MARTINI, 2005).

### 2.5.1 A Evolução da Manutenção

Nos últimos anos a manutenção tem passado por mais mudanças do que qualquer outra atividade. Nas empresas o homem de manutenção tem reagido rápido a estas mudanças, esta nova postura inclui uma crescente conscientização da importância de uma manutenção relacionada à qualidade garantindo à disponibilidade e confiabilidade do equipamento exigindo novas atitudes e habilidades das pessoas envolvidas com a manutenção em todos os níveis hierárquicos dentro das empresas (KARDEC; NASCIF, 2003).

Por muito tempo as indústrias funcionaram com o sistema de manutenção corretiva e acredita-se que boa parte delas vive na era do quebra e conserta ocorrendo grandes desperdícios. As organizações buscam cada vez mais ferramentas de gerenciamento que as auxiliem no gerenciamento e controle de seu

departamento de manutenção gerando maior competitividade através da qualidade, confiabilidade e produtividade. Também conhecido no passado como troca de peças, pouca técnica, improvisações e emergenciais as empresas investem na inovação para reverter esta cultura elevando o seu grau de confiabilidade reduzindo custos com parada e falta de planejamento. (SOUZA, 2009).

Kardec; Nascif (2003) descrevem que a partir dos anos 30 a manutenção pode ser dividida em 3 gerações, conforme segue:

- A primeira geração corresponde ao período antes da Segunda Guerra Mundial onde a manutenção era muito precária em caráter apenas corretiva, as indústrias eram poucas mecanizadas com equipamentos simples e na maioria das vezes superdimensionadas, havia apenas serviços de limpeza, lubrificação e de correção.
- A segunda geração está entre o período da Segunda Guerra e os anos 60. O período da Guerra aumentou a demanda de todo tipo de produto e diminuiu o contingente de mão de obra conseqüentemente houve um grande aumento da mecanização e da complexibilidade industrial. Neste momento em busca de maior produtividade percebe-se que a confiabilidade e disponibilidade são fatores necessários e que a indústria estava dependente do bom funcionamento de seu equipamento, levando a um novo conceito de manutenção, manutenção preventiva, e para controlar os elevados custos com esse tipo de manutenção surgem os sistemas de planejamento e controle de manutenção, utilizados até os dias de hoje.
- Com a terceira geração a partir da década de 70 acelerou-se o processo de mudança nas indústrias. O crescimento da automação e mecanização demonstra que a disponibilidade e confiabilidade são pontos chaves em setores distintos como saúde, processamento de dados, telecomunicação, gerenciamento de edificações. Nesta geração reforçou-se o conceito de manutenção preditiva.

## 2.5.2 Tipos de Manutenção

A manutenção divide-se em duas formas de manutenção a preventiva, preservar e manter, e a corretiva, restaurar e reestabelecer (MARTINI, 2005).

Existem maneiras diferentes de intervenção de manutenção em diversos tipos de equipamentos, essas intervenções caracterizam os vários tipos de manutenção existentes, das principais estão: (KARDEC; NASCIF, 2003).

### 2.5.2.1 Manutenção Corretiva

É a atuação para a correção da falha ou do desempenho menor que o esperado.

Ao realizar manutenção em um equipamento quebrado ou que não está com seu desempenho normal está trabalhando com manutenção corretiva, está por sua vez tem um alto custo, pois não foi planejada e todo o processo que depende do funcionamento de tal equipamento conseqüentemente está parado. Ou as conseqüências desta quebra podem ser de grande monta para o próprio equipamento vindo a danificar outras partes do mesmo (KARDEC; NASCIF, 2003).

São ações tomadas para retornar do estado falho para o estado operacional, (LAFRAIA, 2001).

Para Souza (2009), é o tipo de manutenção aplicada para manter em operação um equipamento quando surge uma falha no mesmo, permitindo a imediata retomada das operações dentro dos níveis de qualidade e segurança.

Segundo Cabral (2006), é conhecida como curativa, pois esta destina a reparar avarias e maus funcionamentos. O objetivo dos gestores é agregar este tipo de manutenção em proporções ideais e um padrão de desempenho a custos mínimos.

A opção por este tipo de manutenção deve levar em consideração fatores econômicos, acredita-se que é mais barato trocar determinado item do que fazer manutenção preventiva, porém, esta afirmação é mais complexa do que se imagina



e é preciso levar em consideração perdas com paradas neste caso sairá mais caro. (MARTINI, 2005).

#### 2.5.2.2 Manutenção Preventiva

É o tipo de manutenção que auxilia a manutenção corretiva através de técnica que envolve o conhecimento dos equipamentos, é preciso deixar bem claro que não convém pensar que é um conjunto de atividades que visa a troca de peças, as empresas devem definir seu sistema de manutenção preventiva com suas particularidades que visa uma inspeção de cada equipamento e implantação metodológica determinando o melhor momento para a troca de peças. Este sistema de manutenção preventiva deve inicialmente adotar planos de inspeções, lubrificação, calibração e limpeza e somente num último momento a adoção de um plano de troca de peças, uma vez que este representa o maior custo para este tipo de manutenção. (SOUZA, 2009).

Este tipo de manutenção é exatamente o inverso da manutenção corretiva, uma vez que ela visa o planejamento das paradas e evitar a quebra do equipamento antecipadamente. Este tipo de manutenção é realizado a intervalos pré determinados, esta periodicidade nem sempre é fornecida pelo fabricante ficando a cargo do setor de manutenção determiná-los de acordo com as condições operacionais as quais são submetidos cada equipamento (KARDEC; NASCIF, 2003).

Segundo Cabral (2006), garante o funcionamento seguro e eficiente do equipamento e se subdivide em preventiva sistemática e preventiva condicional, porém, é necessário saber como as avarias acontecem e conhecer os múltiplos mecanismos de ocorrências e, isto, não é tarefa fácil.

Manutenção preventiva procura manter a disponibilidade através da prevenção de falhas que pode ser por: limpeza, lubrificação, calibração, detecção de defeitos etc. (LAFRAIA, 2001).

É o coração das atividades de manutenção, deve ser atividade principal das empresas envolvendo operações sistemáticas tais como inspeções, reformas e trocas de peças. Do ponto de vista econômico este tipo de manutenção pode

parecer mais cara, porém analisando do ponto de vista de segurança e disponibilidade ela se torna muito mais barato, pois diminui os riscos de falhas e indisponibilidade do equipamento (MARTINI, 2005).

### 2.5.2.3 Manutenção Preditiva

Este tipo de manutenção visa principalmente o monitoramento das condições de confiabilidade e disponibilidade do equipamento. Vem sendo aprimorada com o conhecimento tecnológico e desenvolvimento de equipamentos para avaliação cada vez mais confiável dos sistemas operacionais em funcionamento e seus equipamentos.

Seu objetivo é prevenir falhas através de monitoramento, avaliar o estado do equipamento e prever o momento da falha, identificando as condições dos equipamentos e fornecendo ao operador dados que o oriente na tomada de decisões. De acordo com a degradação do equipamento o operador pode se preparar previamente para a parada e conserto do equipamento realizando desta forma uma manutenção corretiva planejada.

Para se aplicar este tipo de manutenção são necessárias algumas condições básicas:

- O equipamento deve permitir algum tipo de monitoramento;
- O equipamento deve merecer esse tipo de ação em função dos custos envolvidos;
- As falhas devem ser oriundas das causas que possam ser monitoradas e ter sua progressão monitorada;
- Seja estabelecido um programa de acompanhamento, análise e diagnóstico, sistematizado.

Esse tipo de manutenção é a que oferece melhores resultados, pois intervém o mínimo possível no equipamento (NEPOMUCENO, 1999).

Manutenção preditiva tem por finalidade estabelecer quais são os parâmetros que devem ser escolhidos em cada tipo de máquina ou equipamento, gerando informações sobre o estado mecânico de um determinado componente. A

análise destas informações permite que sejam tomadas providencias visando evitar estragos de monta ou mesmo situações catastróficas irreversíveis (NEPOMUCENO, 1999).

Para Souza 2009, tem a finalidade de acompanhar os parâmetros de funcionamento dos equipamentos e prever suas falhas buscando o melhor momento para aplicar manutenção, considerado também como uma evolução da manutenção preventiva.

Este tipo de manutenção permite a otimização da troca de peças pois permite conhecer o momento ideal para fazer intervenção de troca de peças, com base em parâmetros pré determinados. (MARTINI, 2005).

#### 2.5.2.4 Manutenção Detectiva

Este tipo de manutenção começou a aparecer na literatura na década de 90 sua principal característica é detectar falhas ocultas, não perceptíveis, para garantir a confiabilidade. Em sistemas complexos essas ações só devem ser levadas a efeito por pessoal da área de manutenção, com treinamento e habilidades para tal.

#### 2.5.2.5 Engenharia da Manutenção

Esta consiste em verificar a causa real, deixando de ficar consertando, realizando estudos e alterações de projetos, eliminando problemas crônicos, melhorando padrões e sistemáticas, desenvolvendo a manutenibilidade, interferindo tecnicamente (KARDEC; NASCIF, 2003).

Manutenibilidade é a característica de um equipamento ou instalação permitir com certa facilidade a intervenção para execução de serviços de manutenção (KARDEC; NASCIF, 2003).

## 2.6 CUSTO COM MANUTENÇÃO

Segundo Souza (2009), um dos principais desafios dos gerentes de manutenção é trabalhar com orçamentos apertados, uma boa avaliação dos custos das atividades de manutenção é de fundamental importância.

O bom planejamento e controle proporcionam diretrizes que visam aumentar a confiabilidade, melhorar a qualidade e diminuir os custos.

Um planejamento na manutenção e na lubrificação contribui para um aumento na vida útil de peças e conseqüentemente do equipamento.

Para Kardec; Nascif (2003) é fundamental que cada especialidade da manutenção faça um controle de custos. Em média os custos com manutenção representam 4,4% do faturamento das empresas.

Para Cabral (2006) os custos de manutenção mais interessantes para a gestão, que podem ajudar a melhor definir as políticas do departamento de manutenção é uma soma algébrica complexa que inclui os custos das perdas por paradas devido à falta de manutenção e com a manutenção de melhoria. Na impossibilidade de conseguir equacionar estes custos a de sempre agir com bom senso para introduzir melhorias de acordo com resultados obtidos através de experimentos e de dados históricos.

## 2.7 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO

Souza (2009), para facilitar o sucesso de manutenção complexa ou de grande duração é preciso o uso de metodologia mais efetiva, que auxiliará no planejamento, controle e programação destas atividades.

Para Slack (2002), qualquer operação requer planos e controles, mesmo que o grau de formalidade e os detalhes possam variar. Algumas operações têm um alto nível de imprevisibilidade, estas podem ser particularmente difíceis de planejar algumas são mais fáceis de controlar do que as outras. As operações que tem alto grau de contato com os consumidores são as que podem trazer um alto grau de

dificuldade em seu controle devido à natureza de suas operações e à variabilidade que eles possam impor as mesmas.

Segundo Slack (2002), a divisão entre controle e planejamento é difícil não sendo muito clara, nem na teoria e nem na prática.

- Planejamento: é o que se pretende que aconteça em determinado momento no futuro, porém este planejamento não garante que isso irá de fato se concretizar.
- Controle: é o processo de lidar com as variações. Essas variações podem indicar que o plano seja redefinido ou que sofra intervenções, em um curto espaço de tempo, para que se consiga chegar aos resultados planejados.

Para Toledo 1985, o planejamento é o passo seguinte após a identificação do problema e consiste em determinar o procedimento necessário para resolver este problema.

Para Chiavenato 2007, o controle é função administrativa que faz parte do processo, mede e avalia o desempenho em função de padrões. Assim o controle é um processo essencial que assegura a adequação do desempenho aos padrões desejados, se os resultados se afastam das normas prescritas, uma ação corretiva deverá ser tomada.

## 2.8 CONTROLE DE ESTOQUES

Esta função deve estar bem definida em uma empresa garantindo a aplicação de recursos minimizando o capital investido através do planejamento e controle de peças em estoque. Com as seguintes principais funções de, garantir o abastecimento de peças, neutralizar os efeitos de: atrasos no fornecimento, sazonalidades de estoque, riscos de dificuldades no fornecimento. Conseguir equilibrar os custos de estoque é um grande desafio aos gestores, pois quanto maior o estoque maior o custo, porém os custos devido à falta de peças são menores, (ROCHA, 2010).

Para Correa 2001, um dos principais conceitos dentro do escopo dos sistemas administrativos é o conceito de estoque. É um elemento gerencial

essencial para o gerenciamento de hoje e do futuro. No passado muitas empresas tiveram problemas sérios com a falta de estoque pois acharam que deveriam a todo custo reduzir a zero seus estoques, hoje entende-se que devemos ter sim estoque na medida certa, em quantidades estrategicamente calculadas para atender a demanda.

Correa descreve estoque como, acúmulo de recursos de materiais entre fases específicas de processo, proporcionando independências as fases do processo.

Quando falamos em gestão de estoques trata do planejamento, o controle e retroalimentação sobre o planejamento onde: Planejamento são os valores as datas de entrada e saída, a determinação dos pontos de pedidos; O controle são os registros dos dados correspondentes ao planejamento; Retroalimentação é a comparação entre os dados controlados com os dados planejados, objetivando apurar as causas. A curva ABC auxilia na definição do estoque com relação as suas prioridades sendo: Itens classe A de 15% a 20% do total de itens onde estes representam aproximadamente 80% do custo total do estoque, itens classe B de 35% a 40% do total de itens e representa de 10% a 15% do custo do estoque e itens classe C é representada por um grande número de itens os quais representam de 5% a 10% do custo total, (ROCHA, 2010).

## 2.9 CONTROLE ESTATÍSTICO

O início formal do controle estatístico de processo deu-se por volta de 1924, com o desenvolvimento e aplicação de gráficos de controle, os quais são extremamente simples de construir e utilizar facilitando o seu uso em uma infinidade de aplicações, se não for realizado um estudo aprofundado nas informações nele contidas não é possível transformar este tipo de gráfico em uma ferramenta efetiva para o monitoramento do processo, porém, a sua eficácia é medida pela rapidez que este dispositivo detecta alterações no processo. (COSTA, 2004).

Para Montgomery, estas características podem ser de diversos tipos: físicas, sensoriais ou de orientação temporal.

Segundo Levine (2005), os gerentes tem acesso cada vez mais à uma grande quantidade de informações onde o grande desafio é como usar estas informações para tomar as melhores decisões melhorando a qualidade dos serviços prestados. Os métodos estatísticos são comumente usados pelas áreas funcionais.

Para Toledo (1985), é cada vez mais frequente a utilização da estatística nos mais diversos ramos de atuação. Isto tem gerado duas atitudes entre os usuários sendo apreensão quanto à dificuldade de absorção e expectativa quanto à sua potencialidade como instrumento de resolução de problemas.

O controle estatístico é muito utilizado na melhoria dos processos, sendo possível promover, prevenções, aumento de produtividade e ajustes em um processo, mas por si só não traz garantia de qualidade dos serviços e sim mais uma ferramenta de gerenciamento mantendo melhores resultados e conseqüentemente maior qualidade para que isto ocorra é preciso ter um processo controlado mantendo parâmetros preestabelecidos por determinada organização, isto é para garantir que serviço atende as exigências dos consumidores é preciso que o processo ocorra em condições conhecidas e controladas, (MAICZUK; JUNIOR, 2013).

Para Alves, (2003) um diferencial para a empresa é a obtenção da qualidade desejada ou até mesmo a superação de uma meta, garantindo a permanência desta empresa no mercado, melhorando sua competitividade e seu crescimento econômico.

É importante ressaltar que um melhor controle ajuda na detecção de falhas no início ou no meio do processo de produção evitando um maior prejuízo se a falha for detectada apenas no final do processo ou pior se for detectada pelo cliente gerando uma perda de boa imagem da empresa a seus clientes, (MAGALHÃES, 2007).

Segundo Fonseca, (2010), Estatística é um conjunto de técnicas uteis para tomada de decisão sobre um processo, baseado na análise de um grupo de informações de determinada amostragem, desempenhando papel fundamental na melhoria do processo e da qualidade. Estes métodos se subdividem em Estatística Descritiva e Inferencial.

A estatística descritiva envolve a coleta, apresentação e caracterização de um conjunto de dados descrevendo as características desse conjunto; Na estatística inferencial com o uso deste método é possível a tomada de decisão com base somente nos resultados das amostras.

Teoria de hipóteses é uma afirmação sobre os parâmetros de probabilidade e a teoria da amostragem é uma abordagem clássica que representa uma visão objetiva de probabilidade na qual se baseia a tomada de decisão a partir da análise de dados disponíveis, determinando uma hipótese sendo ela aceita ou rejeitada.

### 2.9.1 Uso de planilhas eletrônicas

Permitem ao usuário inserir dados em papel computadorizados, formulários contendo linhas e colunas muito utilizados para o gerenciamento e análise de dados, as entradas destes dados podem ser tanto valores como formulas que manipulam estes dados inseridos podendo encorajar o mau uso pois alguns usuários se concentram em como fazer a inserção de dados nas planilhas e se esquecem de organizar tais planilhas tal atitude pode produzir informações inconsistentes e de difícil entendimento, (LEVINE, 2005).

### 2.9.2 Dados Estatísticos

Segundo Levine 2005, a obtenção de informações apropriadas é essencial a condução de negócios.

Para Zvirtes, as cartas de controle são desenvolvidas a partir de medições de determinada característica ou aspecto do processo, os dados de medição são coletados em amostras individuais de um fluxo do processo. As amostras são coletadas em subgrupos facilitando a identificação de falhas no processo, quando estas forem em números maiores de subgrupo. O tamanho do subgrupo deve permanecer constante mas pode haver situações em que o tamanho do subgrupo pode variar, outro fator é a frequência do subgrupo que são tomados sequencialmente com relação ao tempo sabendo que a meta é detectar mudanças no processo no decorrer do tempo, logo a frequência das coletas deve ser realizada de forma a eliminar as chances de mudanças no processo entre um subgrupo e



outro, geralmente 25 subgrupos e 100 ou mais leituras oferecem um bom teste para a estabilidade e dispersão do processo.

A coleta de dados se refere a obtenção, reunião e registro sistemático de dados, as empresas podem se fazer valer de várias fontes ao utilizar os dados estatísticos sendo entre eles determinação de lucros e perdas, Toledo 1985, classifica duas maneiras de coleta de dados sendo:

#### 2.9.2.1 Coleta Direta

Neste tipo de coleta é realizado pela própria empresa e pode ser classificada como coleta contínua, periódica e ou ocasional (Toledo, 1985):

- Coleta contínua, é quando os dados são coletados ininterruptamente, automaticamente em determinado período;
- Coleta periódica, é quando os dados são coletados em períodos curtos, determinados, de tempo em tempos;
- Coleta ocasional, é quando os dados foram colhidos esporadicamente, atendendo uma emergência.

#### 2.9.2.2 Coleta Indireta

Este tipo de dados é conseguida a partir dos dados da coleta direta ou através do conhecimento de outros fenômenos e podem ser classificados como coletas por analogia, por proporcionalização, por indícios ou por avaliação, (Toledo, 1985):

- Por analogia, é quando o conhecimento de um fenômeno é induzido a partir de outro com relações de casualidade;
- Por proporcionalização, é quando o conhecimento de um fato se induz das condições quantitativas de uma parte dele;

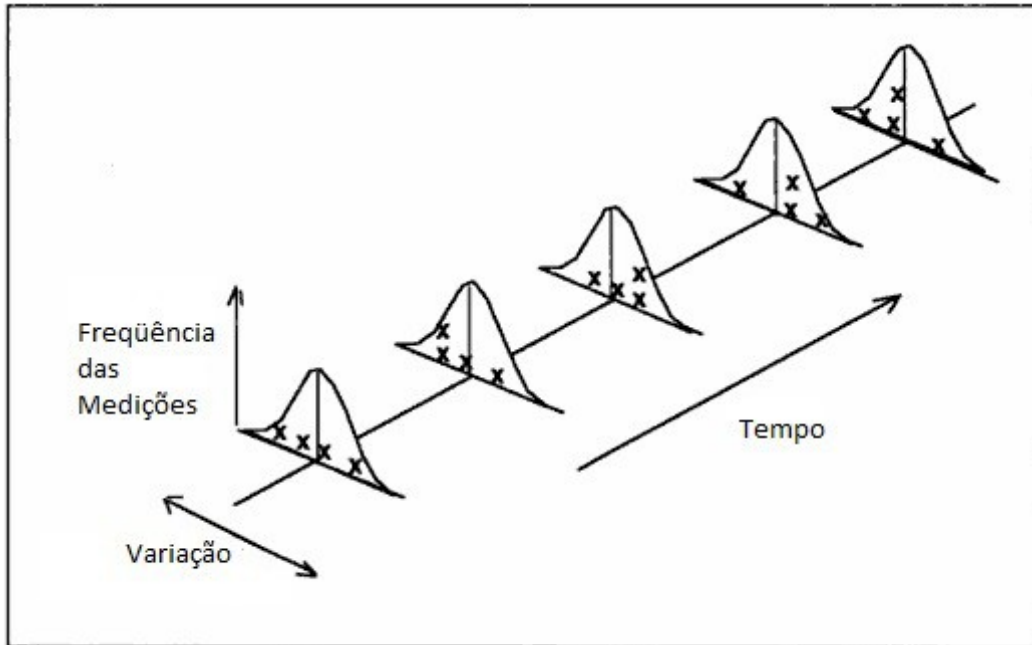
- Por indícios, é quando são escolhidos fenômenos sintomáticos para discutir um aspecto geral;
- Por avaliação, é quando através de informações fidedignas ou estimativas cadastrais, se presume o estado quantitativo de um fenômeno.

### 2.9.3 Controle Estatístico de Processo (CEP)

Para Levine, (2000) Estatística é um valor calculado para descrever uma característica de qualidade, servindo de base para a tomada de uma decisão através de dados. Fonseca, CEP é uma ferramenta que usa a estatística para gerenciar os processos e promover continuamente a melhoria de qualidade, através da redução da variabilidade dos parâmetros de controle.

Para Montgomery, (2004) a qualidade é inversamente proporcional a variabilidade, quanto menor a variabilidade maior é a qualidade dos processos.

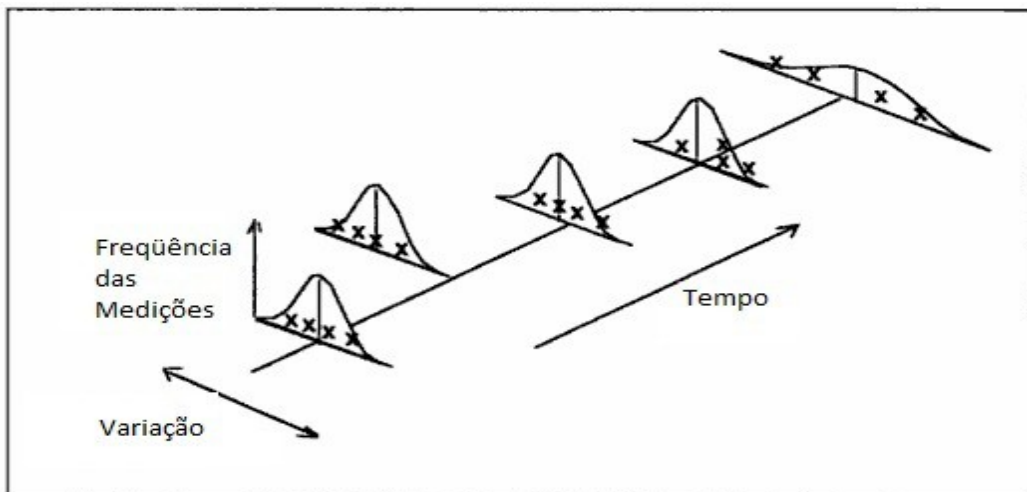
A variação total de um processo é a variação devido as causas aleatórias, causas comuns, mais variação devido as causas atribuíveis, causas especiais, Florac (1999). Onde as causas comuns é um processo estável e ocorrem dentro de um intervalo previsível é uma variação conhecida, isto é, é um processo sob controle, conforme figura 1, e são inevitáveis, são inerentes ao processo devido as interações de pessoas, equipamentos, processo, métodos e insumos.



**Figura 1: Processo sob controle.**

Fonte: Florac (1999)

As causas especiais deve-se a eventos que não fazem parte do processo as amostras variam sem limites conhecidos o processo é tido com instável, conforme figura 2, ou seja sem controle, providencias devem ser tomadas para eliminar futuras ocorrências, PMI (2009).

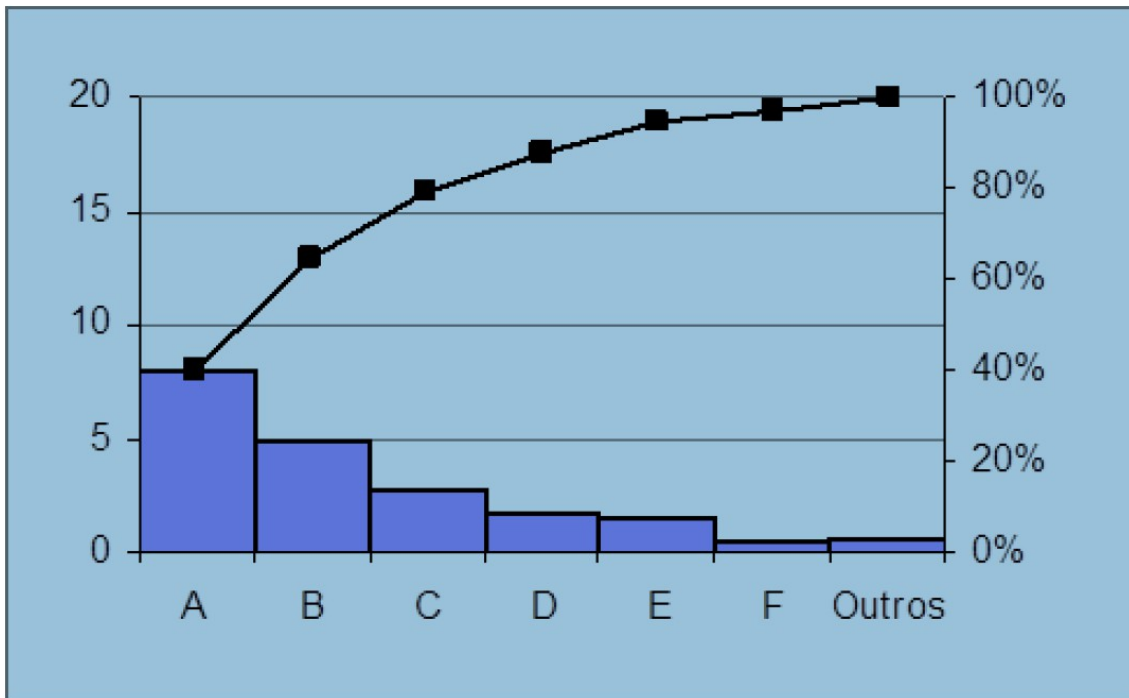


**Figura 2: Processo fora do controle.**

Fonte: Florac (1999).

Além das cartas existem outras ferramentas que apoiam a aplicação do CEP, tais como Histograma, Gráfico de Pareto e Diagrama de dispersão.

Os gráficos de controle definem os limites que demonstram a variabilidade do processo. Onde qualquer ponto do gráfico fora dos limites é considerado uma falha de causa especial que deve receber uma ação de correção, SILVA et al. A figura 3 demonstra um exemplo de um diagrama de pareto esta ferramenta auxilia o CEP sendo utilizado para identificar uma falha e priorizar uma ação em pontos de maior necessidade.

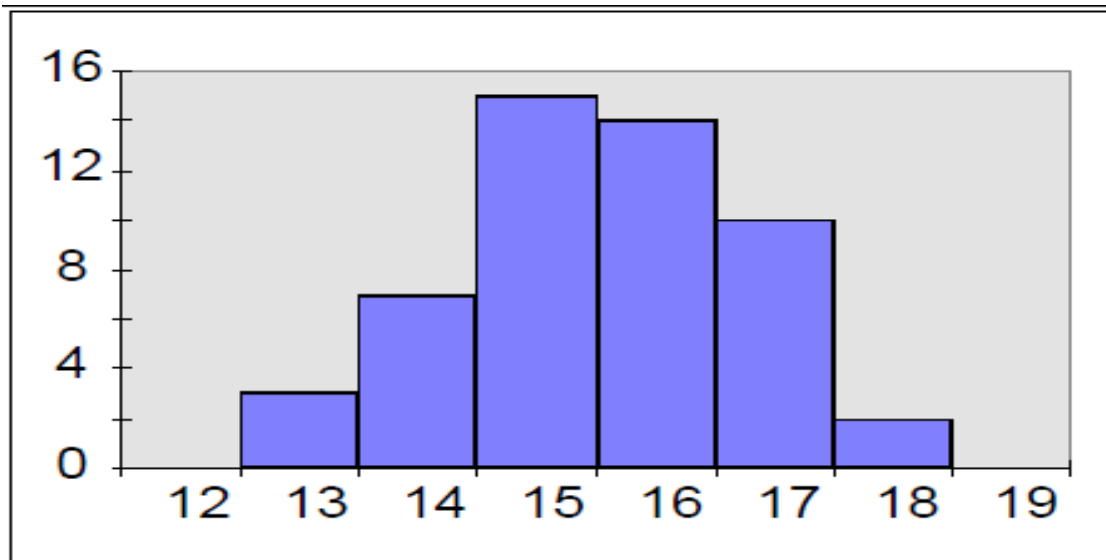


**Figura 3: Diagrama de Pareto.**

Fonte: Ribeiro (2012)

Na figura 4 temos exemplo de um Histograma, este gráfico de colunas permite visualizar a distribuição dos dados do processo indicando se o mesmo está

atendendo às especificações.



**Figura 4: Histograma.**  
Fonte: Ribeiro (2012)

Segundo Ribeiro (2012), CEP é uma técnica estatística aplicada a produção que permite a redução sistemática da variabilidade nas características da qualidade, contribuindo para a melhoria da qualidade de um processo ou de um produto. Define ainda como um sistema de inspeção por amostragem, operando ao longo do processo, identificando causas que podem vir a prejudicar a qualidade do produto manufaturado. Fornecendo uma radiografia do processo permitindo a tomada de ações durante o processo visando eliminar as causas que estão tornando o sistema instável.

Segundo Magalhães, 2007, o CEP auxilia na percepção e detecção de anomalias no processo ajudando a tomada de possíveis medidas que tragam benefício para agregar a qualidade do produto final, distinguindo as causas especiais da variabilidade do processo que ocorrem esporadicamente de causas comuns de variabilidade. Mas não é apenas um detector de problemas e sim uma ferramenta importante para o aperfeiçoamento contínuo do processo e tem sido muito utilizado na indústria.

Alves, 2003, classifica como subgrupo racionais as amostras dos produtos quando estes estão com o seu processo sob controle e em condições de operação uniforme. Com o CEP é possível verificar a estabilidade do processo, podendo perceber a capacidade de atender as especificações do mercado sendo esta capacidade um parâmetro exigido por diversos clientes na aquisição da produção.

Segundo Zvirtes, é necessário definir os subgrupos racionais para que as cartas de controle sejam efetivas, um grupo racional é aquele onde as amostras selecionadas são escolhidas de modo a minimizar as chances de que ocorra uma variação devido a causas especiais.

Ramos, (2002) destaca que a velocidade na detecção de variações no processo é característica importante, que possibilita a tomada de ações corretivas para o processo, isto depende diretamente do conhecimento sobre os processos que determinará o intervalo das amostras de cada subgrupo racional, uma alta probabilidade na detecção de anomalias e também é importante baixos índices de falsos positivos isto é detecção de problemas que na verdade não existem.

Um dos objetivos do CEP é possibilitar um controle eficaz da qualidade, tal controle é feito pelo próprio operador em tempo real. Aumentando o comprometimento do operador com a qualidade do que está sendo produzido liberando a gerencia para as tarefas de melhoria. Possibilita ainda o monitoramento das características, assegurando que elas irão se manter dentro de determinados limites permitindo a detecção de defeitos, ressaltando a importância de detectar os defeitos o mais cedo possível, pois impede a produção de produto defeituoso, RIBEIRO (2012), objetiva ainda aumentar a capacidade dos processos, reduzindo refugo e retrabalho, consequentemente reduzindo o custo com produtos de má qualidade.

#### 2.9.3.1 Cartas de Controle

O controle da qualidade iniciou na década de 20, como resultado de avanços na tecnologia de medição e da aplicação industrial das cartas de controle.

Em 1931 Shewhart publicou uma técnica que visa a construção de cartas de controle para variáveis e atributos onde são levados em consideração a informação relativa ao último ponto coletado, tais cartas, segundo (MONTGOMERY, 2004) visam demonstrar os limites de controle dentro dos quais apresentam as variações ocorridas aleatoriamente no processo, onde os pontos fora destes limites indicam a possibilidade de causas especiais que interferem no processo.

A segunda guerra mundial foi decisiva para a aplicação do controle de qualidade e da estatística moderna. Após a guerra foi a vez do Japão adotar o controle estatístico, seguindo os padrões americanos, em 1954 os japoneses começaram a perceber que o controle da qualidade dependia muito de fatores humanos e culturais desenvolvem então o método japonês para o controle da qualidade envolvendo todos os setores e funcionários da empresa que muito contribuiu para fabricar produtos de melhor qualidade, (RIBEIRO, 2012).

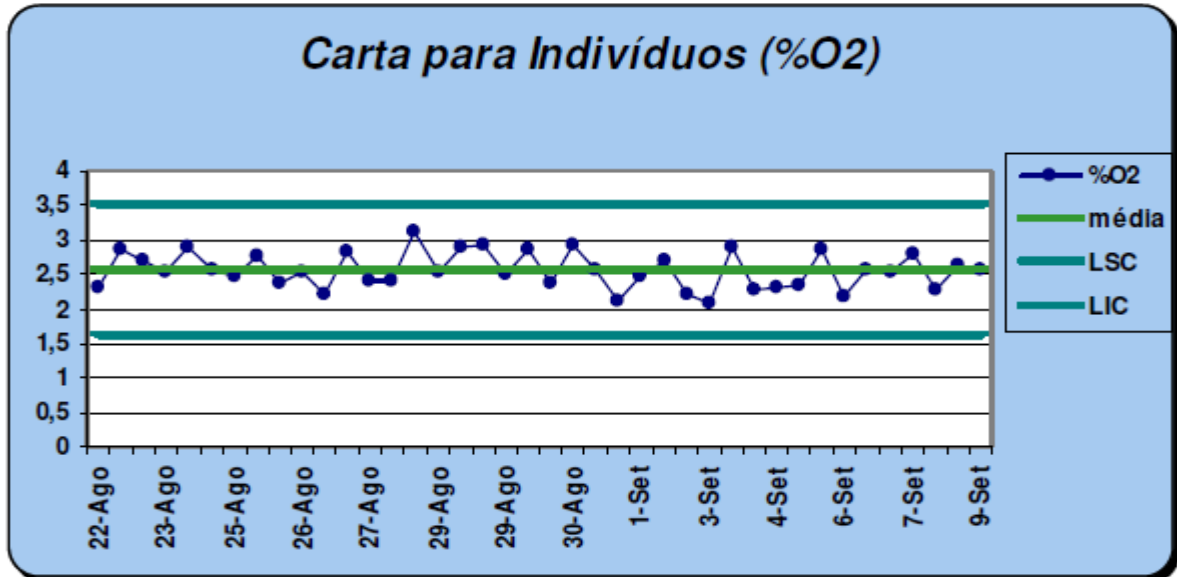
Vários países perceberam as vantagens do controle da qualidade e começaram a fazer adaptações para as suas situação específica.

Para a determinação dos limites é considerado o tamanho de amostra  $n$ , preestabelecido sendo inspecionado a cada intervalo de tempo, tal amostra deve constituir um subgrupo racional, esta técnica não detecta pequenas mudanças no processo. Por isso foram criadas novas técnicas, gráfico de CUSUM e gráfico EWMA, que conseguem detectar estas mudanças na média do processo inferiores a  $1,5 k$ , sendo  $k$  o desvio padrão da variável. (MAGALHÃES, 2007).

Para Tubino, as cartas de controle são gráficos de acompanhamento com linhas de limite superior (LSC) e inferior (LIC) com valores estatisticamente determinados ao lado de uma linha média do processo e tem aplicação para verificar quanto de variabilidade do processo é devido a variação aleatória e quanto é devido a causas comuns, ações individuais, a fim de se determinar se o processo está sob controle estatístico. As figuras 5 e 6 mostram resultados de cartas de controle com valores sob controle e valores sem controle, respectivamente.

Ainda segundo Tubino, existem dois tipos de cartas de controle, as variáveis grandezas quantificáveis como massa, resistência a compressão e por atributo aprovado ou reprovado.

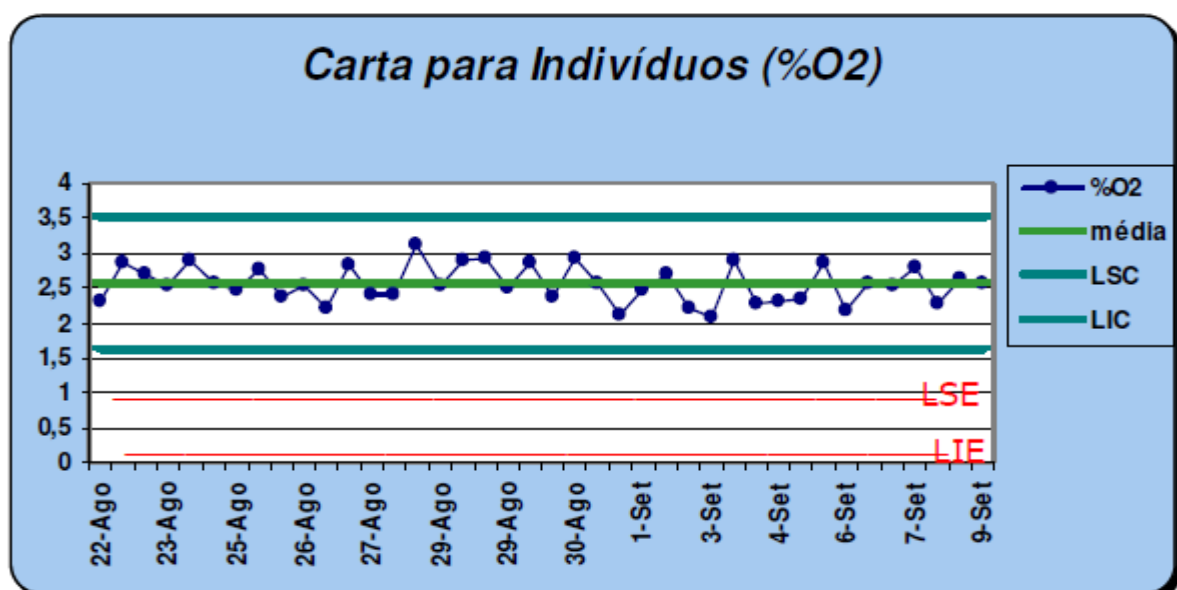
As cartas de controle são importantes para observar a variabilidade de determinada característica do processo, detectar as causas que geram instabilidade, prevenir as causas da instabilidade.



**Figura 5: Processo sob controle.**

Fonte: Tubino (2013).

Um processo está sob controle estatístico quando as causas assinaláveis de variação não existem ou foram eliminadas e sua variabilidade é devido exclusivamente as causas comuns.



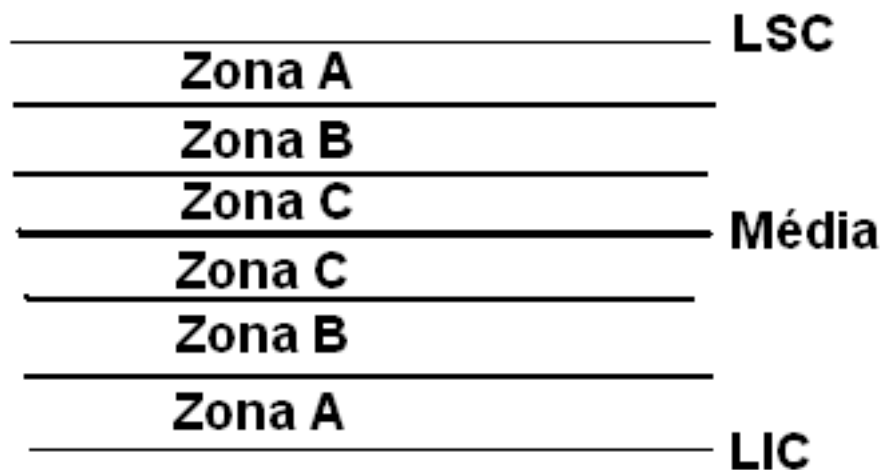
**Figura 6: Processo fora do controle.**

Fonte: Tubino (2013).



Um processo é tido como fora de controle quando um ou mais pontos caem fora dos limites. Quando os limites estiverem classificados em zonas e, figura 7:

- Houver dois pontos, em três sucessivos, de um mesmo lado da linha central, na zona A ou acima desta;
- Houver quatro pontos, em cinco sucessivos, de um mesmo lado da linha central, na zona B ou acima desta;
- Houver nove pontos sucessivos de um mesmo lado da linha central;
- Houver seis pontos consecutivos, ascendentes ou descendentes;
- Houver quatorze pontos em uma serie, alternando para cima e para baixo;
- Houver quinze pontos em uma série, dentro da zona C (acima ou abaixo da linha central).



**Figura 7: Limites classificados em zonas.**  
Fonte: Tubino (2013).

Em qualquer uma destas situações ações deveram ser tomadas para reestabelecer o controle do processo.

Segundo Zvirtes, não existe uma única maneira, aprovada, para exibir as cartas de controle, entretanto deve-se ter sempre em mente os motivos pelos quais as cartas de controle são utilizadas, por isto, os elementos para uma carta de controle devem conter:

- Escala apropriada;
- Linha LSC e LIC;
- Linha central;

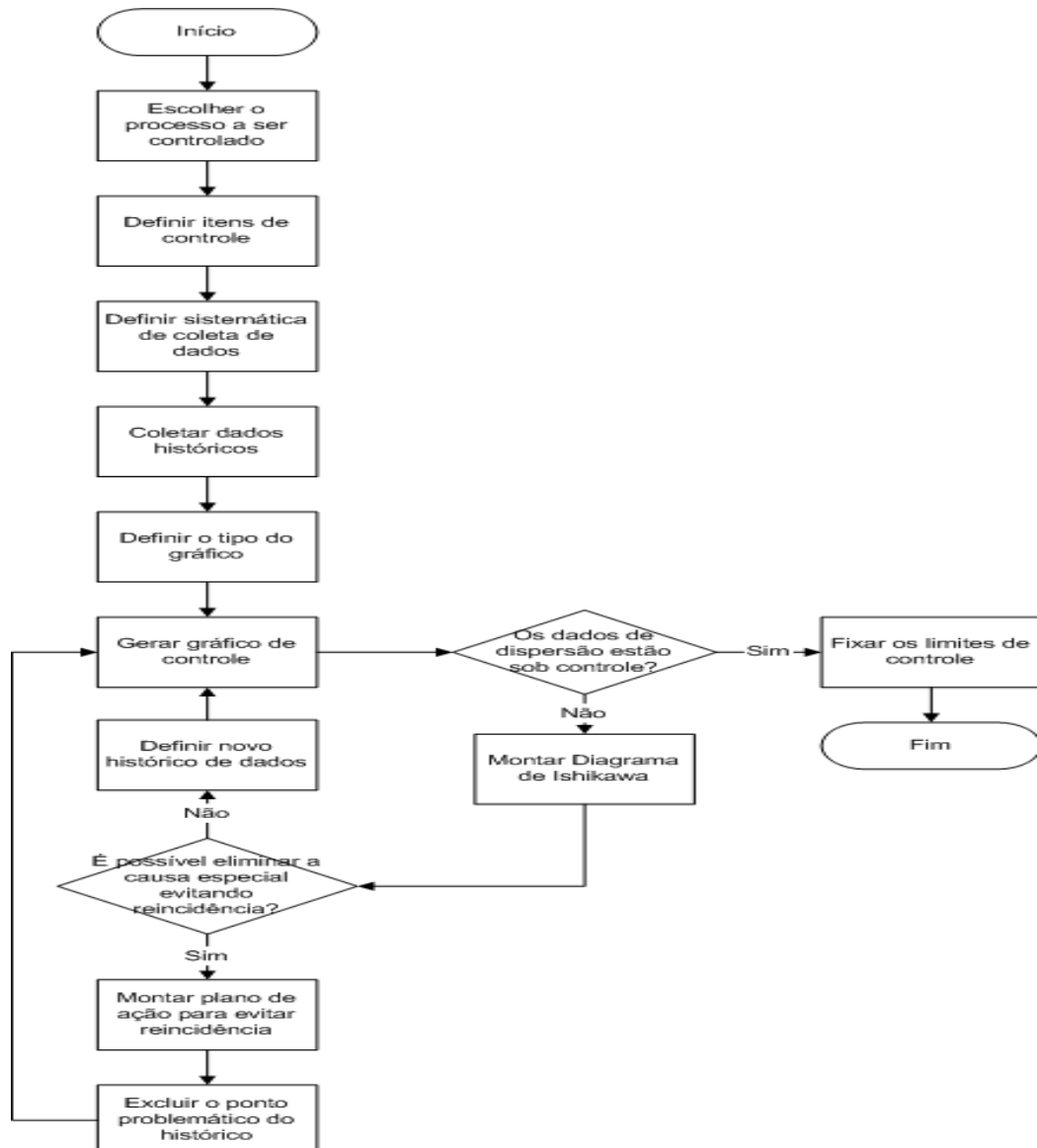
- Sequência do subgrupo/Tempo;
- Identificação dos valores marcados como fora de controle;
- Registro de eventos

Além disto nos relatórios que são atualizados manualmente devem conter algumas informações de cabeçalho, que ajudam a identificação.

Antes de usar as cartas de controle existem várias etapas preparatórias que precisam ser observadas.

- Estabelecer um ambiente apropriado para a ação;
- Definir o processo;
- Determinar os aspectos a serem analisados;
- Definir a característica;
- Definir o sistema de medição;
- Minimizar a variação desnecessária;
- Garantir que o esquema de seleção é apropriado para detectar causas especiais esperadas;

Segundo Silva et al, alterações significativas no funcionamento do processo, na sistemática de funcionamento, seja em matéria prima ou mão de obra, os limites de controle devem ser reavaliados a fim de corresponder a nova realidade do processo, o fluxograma da figura 8, ilustra a sistemática do processo de controle estatístico.



**Figura 8: Fluxograma de construção de um Gráfico de Controle.**  
 Fonte: Silva et al. [200-?]

### 3 METODOLOGIA

Feito um levantamento e acompanhamento dos processos de manutenção em uma empresa frotista já com sua sistemática de controle desenvolvida, será proposta a utilização do controle estatístico para as variáveis relacionadas à manutenção.

Com o controle estatístico aplicado ao setor de manutenção certamente será possível estimar a aquisição de peças e equipamentos críticos necessários no seu devido tempo. Com os dados levantados da empresa serão gerados históricos e

limites críticos com a utilização das cartas de controle. Com isso realizar o controle da manutenção através de dados estatísticos e tendências.

A empresa em questão atua principalmente na área de transporte coletivo e transportes de cargas na região sul do Brasil, possui uma frota média de 350 veículos com um quadro de aproximadamente 1400 colaboradores. Sua manutenção é baseada em planos de manutenção realizados em intervalos pre determinados de quilometragens respeitando prazos de garantias seguindo o que determina os fabricantes, passado este período de garantia os veículos passam a realizar manutenção seguindo os planos de manutenção determinados pela empresa. Estes planos de manutenção são realizados de forma descentralizada, pois a empresa possui oito pontos de apoio com pessoal apto a realizar algumas intervenções de manutenção nos veículos, permitindo uma flexibilidade na disponibilização do veículo para manutenção, evitando desta forma que o veículo necessite estar se deslocando de uma cidade a outra para a realização de manutenção, salvo alguns exceções de um serviço que demande de um maior conhecimento técnico para a sua realização.

Para entender melhor os processos internos, inicialmente feito um acompanhamento de todo este processo, acompanhando os caminhos percorridos pelo veículo dentro do pátio até a sua saída para a próxima viagem, visando entender o passo a passo do veículo desde a sua chegada de viagem até a sua saída para a próxima viagem.

Todos os veículos ao chegarem no pátio seguem um fluxo onde passam por uma recepção, são abastecidos, são limpos interna e externamente, é feita manutenção e liberado para viagem. Este é o fluxo normal para todos os veículos.

Diariamente são de 30 a 40 veículos passando por todo este fluxo, A oficina conta com 23 boxes para a realização de reparos nos veículos, sendo 14 boxes de salão sem a rampa “vala” para acesso inferior do veículo e 9 boxes com a rampa que permite a realização de serviços com maior facilidade na parte inferior dos veículos. Destes 9 boxes, 2 são destinados apenas a realização de inspeções e trocas de óleo dos veículos, sendo os demais para realização de serviços diversos nos veículos. Estas inspeções são realizadas por um profissional mais experiente o qual tem conhecimento técnico para avaliar as condições de cada item inspecionado

com relação a sua vida útil determinando o melhor momento para a realização de troca ou reparo de peças e componentes do veículo.

Conta ainda com uma equipe de 58 colaboradores sendo: eletricitas, mecânicos, borracheiros e programadores de serviços trabalhando em turnos de modo a permitir o atendimento aos veículos das 7:30h as 23:00h.

Neste contexto a oficina atende Revisões, Vistorias, (que são inspeções regulares definidos por intervalos de quilometragens que variam de acordo com o modelo do veículo e para trocas de óleos de acordo com o recomendado pelo fabricante), e serviços solicitados pelos motoristas ou pelos colaboradores que executam a recepção do veículo.

A empresa, além de fazer todo o monitoramento dos veículos durante as viagens e durante o tempo que estão realizando algum procedimento interno, conta com um sistema onde são feitos os registros de toda e qualquer intervenção da manutenção no veículo, seja uma simples troca de lâmpada ou um serviço mais técnico. Permitindo um monitoramento de quanto tempo o veículo permaneceu em manutenção, qual colaborador executou o reparo, demanda de tempo para realizar o reparo e até mesmo qual o índice de produtividade do colaborador que efetuou o reparo. Enriquecendo desta forma seus dados históricos e facilitando a coleta de informações referente a manutenção do mesmo, alguns destes dados estão representados nas tabelas a seguir, demonstrando os dados no período de 6 anos.

A interpretação dos valores pode ser realizada com a aplicação das equações a seguir, dando os parâmetros de Média, equação 1, Desvio Padrão, equação 2 e Limites, equação 3.

$$\text{Equação 1. } \mu = \frac{\sum x_i}{N}$$

$$\text{Equação 2. } \sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \mu)^2}{n - 1}}$$

$$\text{Equação 3. } \text{LIMITES} = \mu \pm 3.\sigma$$



<b>Revisão</b>	763	810	756	781	816	727
<b>Vistoria</b>	1479	1473	1794	2009	2034	1764
<b>Serviço</b>	3746	3574	3567	4222	4996	5818

**Tabela 1: Dados de manutenção, quantidade de intervenções.**

Fonte: Autoria própria.

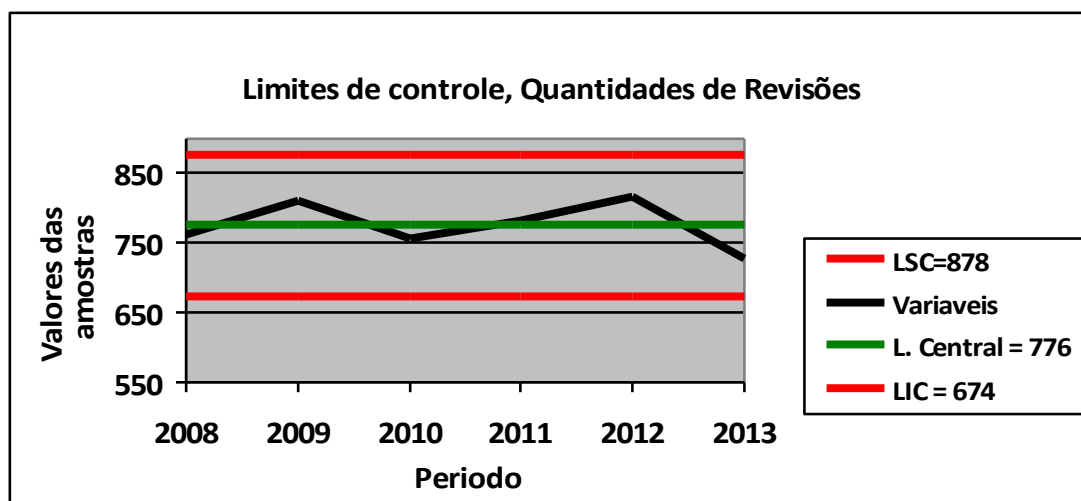
Cálculos valores referentes a quantidades de Revisão, conforme tabela 1:

$$\mu_{\text{Revisão}} = \frac{763 + \dots + 727}{6} = 776$$

$$\sigma_{\text{Revisão}} = \sqrt{\frac{(763 - 776)^2 + \dots + (727 - 776)^2}{6 - 1}} = 34$$

$$LSC\sigma_{\text{Revisão}} = 776 + 3 * 34 = 878$$

$$LIC\sigma_{\text{Revisão}} = 776 - 3 * 34 = 674$$



**Gráfico 1: Limites de controle, Quantidades de Revisões.**

Fonte: Autoria própria

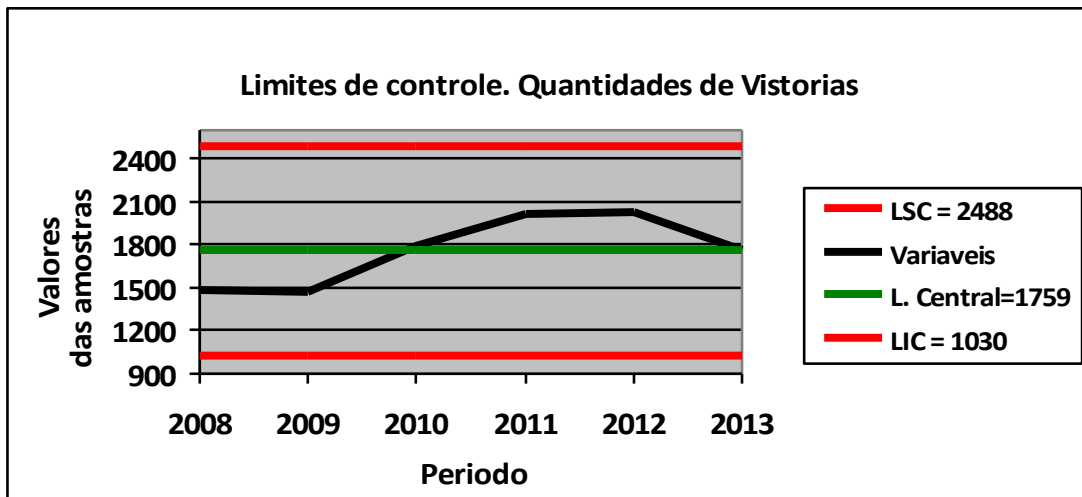
Cálculos valores referentes a quantidade de Vistoria, conforme tabela 1:

$$\mu_{Vistoria} = \frac{1479 + \dots + 1764}{6} = 1759$$

$$\sigma_{Vistoria} = \sqrt{\frac{(1479 - 1759)^2 + \dots + (1764 - 1759)^2}{6 - 1}} = 243$$

$$LSC_{\sigma_{Vistoria}} = 1759 + 3 * 243 = 2488$$

$$LIC_{\sigma_{Vistoria}} = 1759 - 3 * 243 = 1030$$



**Gráfico 2: Limites de controle, Quantidades de Vistorias.**  
Fonte: Autoria própria.

Cálculos valores referentes a quantidade de Serviço, conforme tabela 1:

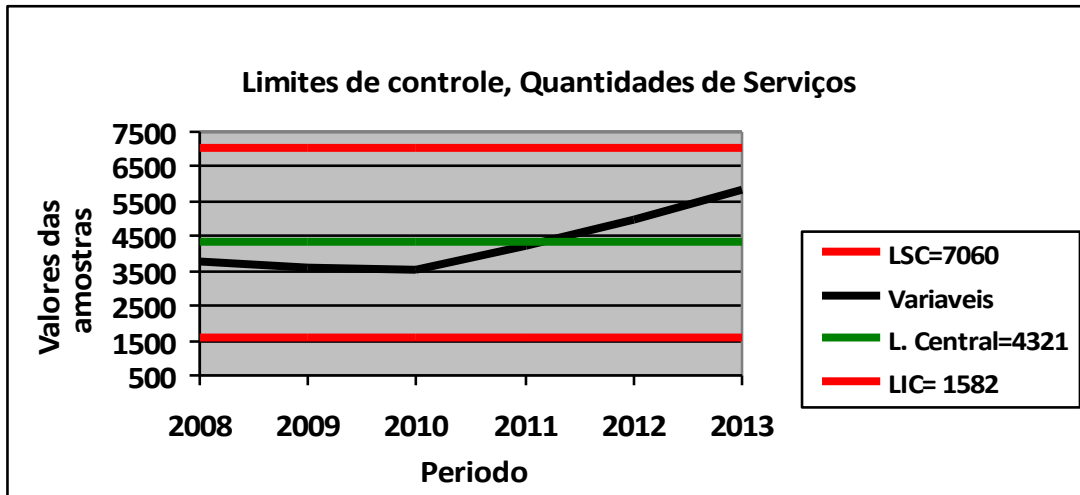
$$\mu_{Serviço} = \frac{3746 + \dots + 5818}{6} = 4321$$

$$\sigma_{Serviço} = \sqrt{\frac{(3746 - 4321)^2 + \dots + (5818 - 4321)^2}{6 - 1}} = 913$$

$$LSC_{\sigma_{Serviço}} = 4321 + 3 * 913 = 7060$$



$$LIC\sigma_{\text{Serviço}} = 4321 - 3 * 913 = 1582$$



**Gráfico 3: Limites de controle, Quantidades de Serviços.**  
Fonte: Autoria própria.

Percebe-se que no período de 2010 para frente houve um súbito acréscimo no número de serviços realizados, isto deve-se ao fato de que anteriormente a este período alguns serviços mais simples e de rápida resolução não eram registrados no sistema, a partir de 2010, começou-se a fazer o registro de todas as intervenções.

Registrar corretamente as entradas dos veículos em manutenção é fundamental para a credibilidade dos resultados destes históricos.

Na tabela 2, foram representados os valores de tempo de permanência do veículo na manutenção para execução de reparos.

Outro fato também observado que ocorre, como a empresa disponibiliza de apenas dois boxes, onde é possível fazer a troca de óleo e demais inspeções no veículo isto acaba gerando um gargalo no processo, pois muitas vezes existem mais de dois veículos para fazer a troca de óleo e demais inspeções tendo que ficar aguardando para poder executar estas atividades.

Todos os valores referentes a horas dos dados representados na tabela 2 e tabela 3 foram transformados em minutos.

Dados de manutenção, Tempo de imobilização dos veículos, média minutos						
Tipo de Entrada	Ano 2008	Ano 2009	Ano 2010	Ano 2011	Ano 2012	Ano 2013
Revisão	3865	3719	3172	3435	3592	3919
Vistoria	1359	1163	971	1098	1113	1148
Serviço	480	397	358	345	401	514

Tabela 2: Dados de manutenção, tempo de imobilização dos veículos.

Fonte: Autoria própria.

Cálculos valores referentes a tempo, em minutos, de imobilização de veículos em Revisão, conforme tabela 2:

$$\mu_{\text{Revisão}} = \frac{3865 + \dots + 3919}{6} = 3617$$

$$\sigma_{\text{Revisão}} = \sqrt{\frac{(3865 - 3617)^2 + \dots + (3919 - 3617)^2}{6 - 1}} = 281$$

$$LSC\sigma_{\text{Revisão}} = 3617 + 3 * 281 = 4460$$

$$LIC\sigma_{\text{Revisão}} = 3617 - 3 * 281 = 2774$$

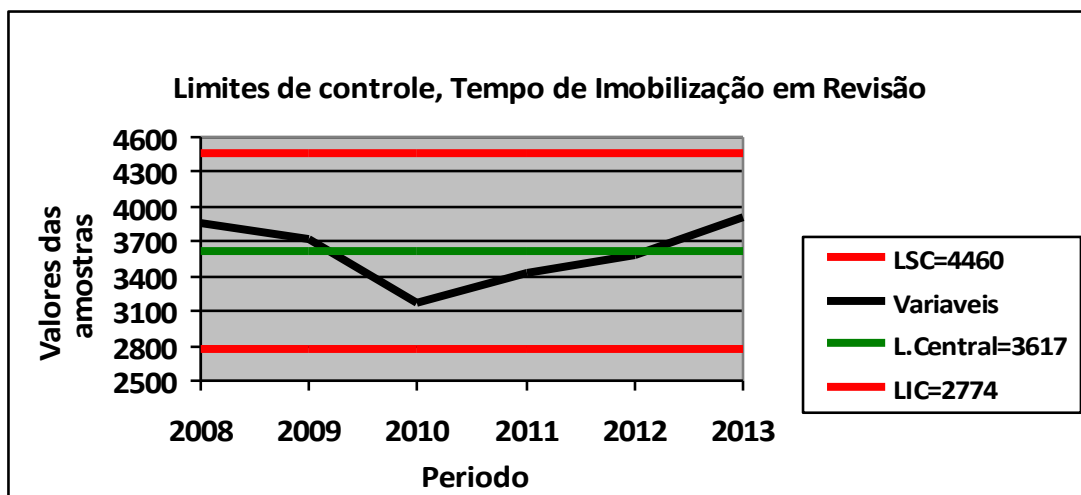


Gráfico 4: Limites de controle, Tempo de imobilização em Revisão.

Fonte: Autoria própria.

Cálculos valores referentes a tempo, em minutos, de imobilização de veículos em Vistoria, conforme tabela 2:

$$\mu_{Vistoria} = \frac{1359 + \dots + 1148}{6} = 1142$$

$$\sigma_{Vistoria} = \sqrt{\frac{(1359 - 1142)^2 + \dots + (1148 - 1142)^2}{6 - 1}} = 126$$

$$LSC\sigma_{Vistoria} = 1142 + 3 * 126 = 1520$$

$$LIC\sigma_{Vistoria} = 1142 - 3 * 126 = 764$$

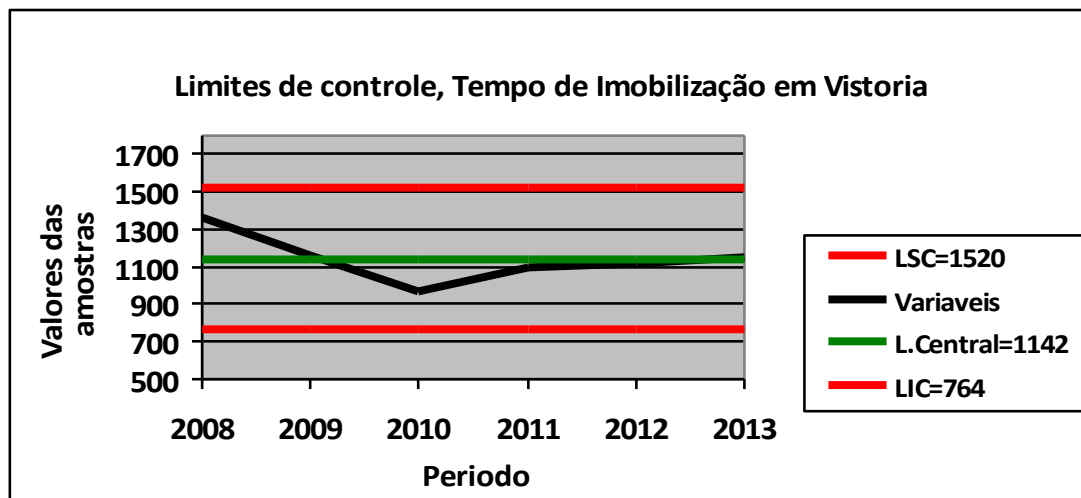


Gráfico 5: Limites de controle, Tempo de Imobilização em Vistoria.  
Fonte: Autoria própria.

Cálculos valores referentes a tempo, em minutos, de imobilização de veículos em Serviço, conforme tabela 2:

$$\mu_{Serviço} = \frac{480 + \dots + 514}{6} = 416$$

$$\sigma_{Serviço} = \sqrt{\frac{(480 - 416)^2 + \dots + (514 - 416)^2}{6 - 1}} = 67$$

$$LSC\sigma_{\text{Serviço}} = 416 + 3 * 67 = 617$$

$$LIC\sigma_{\text{Serviço}} = 416 - 3 * 67 = 215$$

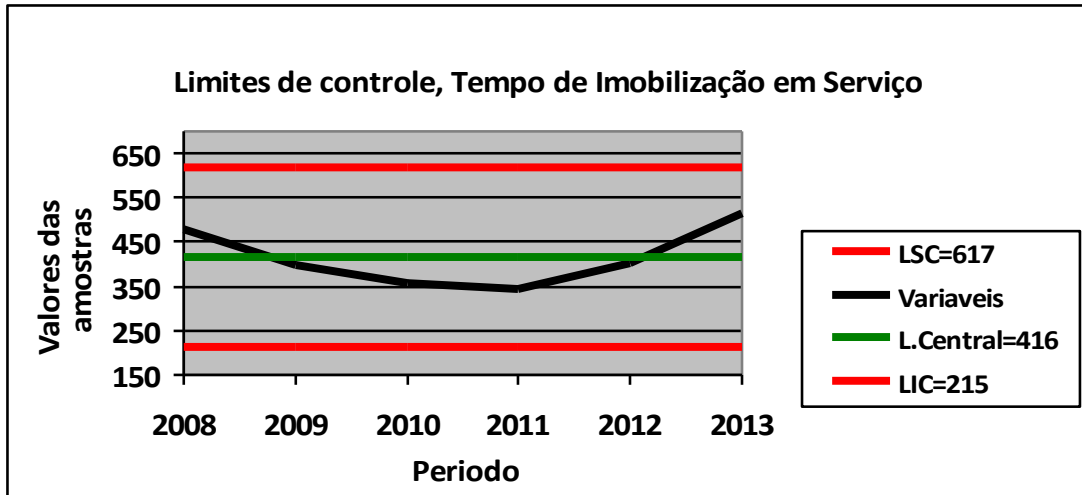


Gráfico 6: Limites de controle, Tempo de Imobilização em Serviço.  
Fonte: Autoria própria.

Outro fator que é de suma importância para a liberação de veículos da manutenção é o tempo de espera por falta de peças em estoque. Este fator tem impacto direto, contribuindo negativamente para a liberação do veículo em manutenção, interferindo diretamente no aumento de tempo de permanência do veículo em manutenção. Na tabela 3 é demonstrado as medias históricas de tempos aguardando a disponibilidade de peças para serem aplicadas nos veículos. Para a empresa muitas vezes não é viável a obtenção de um estoque muito grande de peças devido ao custo elevado de terminadas peças e em outros situações devido à baixa rotatividade de algumas peças, mas a empresa pode e deve manter um estoque mínimo de peças cuja a rotatividade é maior, agilizando a liberação dos veículos em manutenção, neste caso depende muito de uma análise muito bem elaborada dos gestores para determinais quais e quantidades de peças devem fazer parte do estoque de peças.

Tempo aguardando chegada de peças						
Tipo de Entrada	Ano 2008	Ano 2009	Ano 2010	Ano 2011	Ano 2012	Ano 2013
Quantidade	890	905	925	918	923	920
Tempo	1936	2156	2350	2210	2300	2253

Tabela 3: Tempo aguardando chegada de peças.

Fonte: Autoria própria.

Cálculos valores referentes a tempo, em minutos, de espera por falta de peças, conforme tabela 3:

$$\mu_{Faltadepeças} = \frac{1936 + \dots + 2253}{6} = 2201$$

$$\sigma_{Faltadepeças} = \sqrt{\frac{(1936 - 2201)^2 + \dots + (2253 - 2201)^2}{6 - 1}} = 146$$

$$LSC\sigma_{Faltadepeças} = 2201 + 3 * 146 = 2639$$

$$LIC\sigma_{Faltadepeças} = 2201 - 3 * 146 = 1763$$

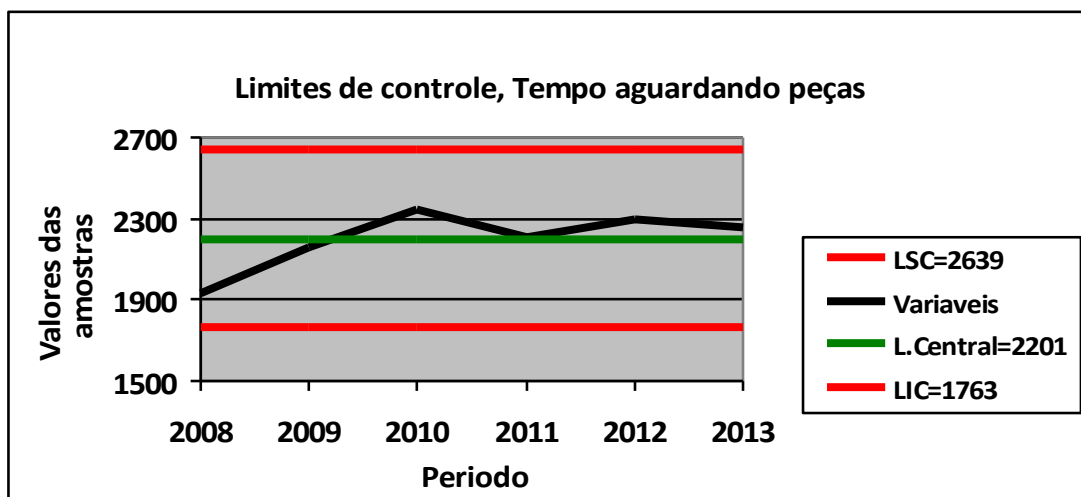


Gráfico 7: Limites de controle, Tempo aguardando peças.

Fonte: Autoria própria.

Também podemos citar o fato do veículo ter que fazer todo o processo interno, principalmente o de higienização interna/ externa que demanda de um certo tempo para a sua execução.

No acompanhamento constatou-se que os veículos que chegam no pátio demoram aproximadamente 1:00h para passar pelo processo de recepção, abastecimento e limpeza. Caso o veículo possua manutenção a ser realizada, somente após ser efetuado estes procedimentos ai o veículo está disponível para a realização dos reparos necessários. Durante o dia existem um acumulo de veículos para realizar este processo, até ai tudo bem, desde que o veículo não precise entrar na oficina para realizar algum tipo de reparo, pois os veículos tem um tempo hábil para executar estas atividades, no entanto, se o veículo necessitar de alguma intervenção de manutenção, dependendo da gravidade do problema tem que esperar passar por todo este processo para somente depois ser colocado na oficina, sendo de imediato identificado um ponto de gargalo contribuindo para o atraso na liberação do veículo.

#### **4 CONCLUSÃO**

Demonstrados através da revisão bibliográfica uma serie de ferramentas que podem auxiliar na tomada de decisão pelos gestores.

Após análise na rotina do departamento de manutenção da empresa observou-se alguns itens que podem estar ajudando a contribuir com a melhoria para o departamento como por exemplo: Gargalos em processos internos da empresa tanto em procedimento como em espaço físico, estoques de peças e até mesmo em alguns casos falta de mão de obra qualificada, pois devido as novas tecnologias embarcadas nos veículos adquiridos pela empresa muitos colaboradores desconhecem os procedimento de intervenção para manutenção nestes itens de tecnologia diferenciada e que muitos veículos ficam há espera de peças que não tem em estoque, como são realizadas aquisições de compras de peças de vários fornecedores dependendo do fornecedor o mesmo não dispõe de peças a pronta entrega ou até mesmo devido a distância do fornecedor o mesmo não consegue entrega-las em curto prazo de tempo.

Observa-se ainda pela carta de controle que os dados históricos da empresa estão dentro dos limites de controle, não necessitando incrementar nenhuma ação corretiva para o processo, mas de qualquer forma estes dados devem ser constantemente avaliados na busca de algum desvio que possa vir a ocorrer no processo e de novas oportunidades de melhorias, como por exemplo determinando pequenas ações modificando alguns processos internos os gestores poderão ter uma boa melhora nos valores observados nos dados do departamento.

O importante é destacar da existência de ferramentas como o CEP que proporcionam uma visão mais clara de todo o processo melhorando e auxiliando no gerenciamento do departamento, desde que seja implantada uma sistemática de coleta de dados eficiente, visando priorizar a identificação com maior clareza dos dados auxiliando na tomada de decisão para a minimização dos pontos fracos melhorando o processo como um todo.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, C. C. **Gráficos de controle CUSUM: um enfoque dinâmico para a análise estatística de processos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003a.

CHIAVENATO, I. **Administração: Teoria, Processo e Prática.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

CORREA, Henrique L. **Planejamento, programação e controle da produção.** São Paulo: Atlas – 2001.

COSTA, A. F. Branco; EPPRECHT, E. Kahn; CARPINETTI, L. C. Ribeiro. **Controle Estatístico de Qualidade.** São Paulo: Editora Atlas S/A, 2004.

FARIA, José Geraldo de Aguiar. **Administração de manutenção.** S. Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1994.

FOGLIATTO, F. Sanson; RIBEIRO, J. L. Duarte. **Confiabilidade e Manutenção Industrial.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FONSECA, P. Corrêa, **Modelo para Controle Estatístico de Processos de Desenvolvimento de Software (CEP-S)** — Belo Horizonte, Minas Gerais, 2010.

FLORAC, W. A. & Carleton, A. D. (1999). **Measuring the Software Process – Statistical Process Control for Software Process Improvement.** Addison-Wesley. Foreword by Watts S. Humphrey.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações.** São Paulo: Cengage Learning, 2002.

KARDEC; NASCIF. **Manutenção: Função Estratégica.** Rio de Janeiro: Qualitymark 2ª Ed., 2003.

KRAJEWSKI, Lee J.; RITZMAN, Larry P.; MALHOTRA, Manoj K.: **Administração de Produção e Operações.** São Paulo: Pearson Prentice Hall 8ª ed., 2009.



LAFRAIA, João R. B: **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

LEVINE, D. M.; STEPHAN, D.; KREHBIEL, T. C. **Estatística – Teoria e Aplicações**. Rio de Janeiro: LTC Editora 3ª ed., 2005.

MAGALHÃES, R. RODENBURG, **Técnicas alternativas de monitoramento e controle estatístico de processos aos gráficos de controle de Shewhart**, III Jornada de Iniciação Científica, 2007

MAICZUK, J.; JUNIOR, P. P. Andrade. **Aplicação de ferramentas de melhoria de qualidade e produtividade nos processos produtivos: Um estudo de caso**. Qualit@s Revista Eletrônica ISSN 1677 4280 Vol.14. No 1(2013)

MARTINI, F.P. **Práticas de manutenção em equipamentos de diagnósticos e terapia em serviços de oftalmologia na cidade de Porto alegre**. Monografia apresentada para o curso de especialização em gestão de saúde, apresentado para a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

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

NEPOMUCENO, Lauro Xavier. **Técnicas de Manutenção Preventiva**. S. Paulo: Edgard Blucher Ltda 1ª Reimpressão, 1999.

PMI, P. M. I. (2009). **A Guide to the Project Management Body of Knowledge – Third Edition**, Paperback. Project Management Institute, Inc.

RAMOS, A. W. **Mantendo o processo sob controle**. In: ROTANDARO, R. G. (Org.). Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços. São Paulo: Atlas, 2002.

RIBEIRO, J. L. Duarte; CATEN, C. S. Ten, **Controle Estatístico do Processo** FEENG/UFRGS – Fundação Empresa Escola de Engenharia da UFRGS Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

ROCHA, E. DE JESUS. **Gestão de estoque**. Monografia apresentada ao curso de Pós-Graduação em Logística Empresarial da Escola Superior Aberta do Brasil. Vila Velha – ES, 2010.

SILVA, A. P. de G.; BAGGIO, M. A.; MAÓSKI, A. **O USO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS PARA MELHORAR O DESEMPENHO DAS EMPRESAS DE SANEAMENTO**, Tema V: Institucionalização do setor. Organização e gestão dos Serviços Autônomos de Saneamento. Formulação e implantação de políticas públicas

SLACK, Nigel. **Administração da Produção**. S. Paulo: Atlas S.A. 2ª Ed., 2002.

SOUZA, Valdir Cardoso de. **Organização e Gerenciamento da Manutenção**. S. Paulo: All Print 3ª Edição revisada, 2009.

TOLEDO, G. L.; OVALLE, I. I.: **Estatística Básica**. São Paulo: Atlas, 1985.

TUBINO, Rejane, **Controle estatístico, manutenção e confiabilidade de processos**, Apresentação para Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.

UNIVERSIDADE, Tecnológica Federal. Normas para elaboração de trabalhos acadêmicos. Curitiba: UTFPR, 2008.

VICO, Mañas Antônio. **Gestão de tecnologia e inovação**. S. Paulo. Érica, 2001.

ZVIRTES, Leandro, **Métodos e Filosofia do Controle estatístico de Processos**. Apresentado para UDESC/CCT.