



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Humanidades
Unidade Acadêmica de Administração e Contabilidade
Coordenação de Estágio Supervisionado

**ANÁLISE DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO EM UMA
INDÚSTRIA METAL MECÂNICA: UM ENFOQUE ATRAVÉS DO
USO DE FERRAMENTAS DO CONTROLE ESTATÍSTICO DO
PROCESSO**

PAULA BARRÊTO DE AZEVÊDO MAIA

Campina Grande – 2009

PAULA BARRÊTO DE AZEVÊDO MAIA

**ANÁLISE DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO EM UMA
INDÚSTRIA METAL MECÂNICA: UM ENFOQUE ATRAVÉS DO
USO DE FERRAMENTAS DO CONTROLE ESTATÍSTICO DO
PROCESSO**

Relatório de estágio Supervisionado apresentado ao curso de Bacharelado em Administração da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento parcial das exigências para obtenção do título de Bacharel em Administração.

Orientadora: Prof^ª. Eliane F. Martins, Mestre.

Campina Grande – 2009

COMISSÃO DE ESTÁGIO

Membros:

Paula Barrêto de Azevêdo Maia
Aluna

Eliane F. Martins, Mestre
Professora Orientadora

Eliane F. Martins, Mestre
Coordenador de Estágio Supervisionado

Campina Grande – 2009

PAULA BARRÊTO DE AZEVÊDO MAIA

**ANÁLISE DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO EM UMA
INDÚSTRIA METAL MECÂNICA: UM ENFOQUE ATRAVÉS DO
USO DE FERRAMENTAS DO CONTROLE ESTATÍSTICO DO
PROCESSO**

Relatório aprovado em 18 de Fevereiro de 2009

Eliane F. Martins, Mestre
Orientadora

Maria Angeluce Soares Perônico Barbotin, Ms
Examinadora

Maria de Fátima Martins, Ms
Examinadora

Campina Grande – 2009

AGRADECIMENTOS

À Deus, por colocar no meu caminho todas as pessoas abaixo citadas e as implícitas no contexto.

À Mainha e Painho por serem tão maravilhosos, pelo amor recebido e confiança depositada a vocês meu eterno obrigada, e saibam “eu sem vocês, não tenho por que”.

À Vozinho e Vozinha pelo grande apoio e os momentos de muita felicidade, carinho e amor proporcionados por vocês.

À minha irmã, Myriam, pelas nossas conversas, brincadeiras, discussões e saudades.

A minha família, avôs, tios, tias, primos, primas que tanto me incentivam no que faço.

Ao meu namorado, Marcio, pela paciência e companheirismo dedicado a mim.

Aos amigos; os que conheci na Escolinha que perduram até hoje, os amigos do colégio, os extra-classe, os conquistados na universidade (Débora, Danielle e Rennaly), e as meninas que dividimos apartamento (Gal, Geo e Kali), e aos amigos da vida, obrigada pelas conversas divertidas ou sérias que nos engrandeceram e nos tornou pessoas de bem.

À minha orientadora, Eliane pela ajuda prestada, além de todos os professores que tive desde a escolinha até hoje que me ensinaram muito do que sei.

Aos componentes da Indústria Metalúrgica Silvana pela abertura e ensinamentos obtidos.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente têm que me agüentar, meu mais sincero

OBRIGADA!!!

MAIA, Paula Barreto de Azevedo. **Análise do processo de fabricação em uma indústria metal mecânica: um enfoque através do uso de Ferramentas do Controle estatístico do Processo.** 99 p. Relatório de Estágio Supervisionado (Bacharelado em Administração) – Universidade Federal de Campina Grande, 2009

RESUMO

O trabalho a seguir tem como objetivo principal avaliar a estabilidade do processo produtivo em uma indústria do setor metal-mecânico localizada em Campina Grande na Paraíba através do uso de ferramentas estatísticas do controle do processo. Foram revisados conceitos e teorias a respeito do tema para dar suporte teórico para as constatações, análises e propostas de melhorias. A pesquisa foi desenvolvida na linha de montagem das fechaduras F-10 devido ao fato desse processo ter como resultado um dos principais produtos da empresa. O estudo trata-se de uma pesquisa de caráter descritivo e exploratório e as ferramentas aplicadas foram a folha de verificação, o gráfico de Pareto, o diagrama de causa e efeito, FMEA, FTA, histogramas e gráfico de controle para coleta, apresentação e análise dos dados. A partir da coleta de dados foi possível verificar a porcentagem de itens não-conformes e em seguida levantadas as causas que levaram a esses defeitos. Após isso, foi feita uma análise da estabilidade do processo através da ferramenta gráfico de controle. Com isso constatou-se então que o nível de estabilidade do processo encontra-se fora de controle, ou instável tendo sido identificadas como as principais causas de não-conformidades como retrabalho, testa manchada, cravação do chassi mal posicionada, trinco mal posicionado, testa riscada, segredo trocado, ponto de solda fraco, testa com bolhas e outras ocorridas em alguns dos itens produzidos no processo. Em termos dessas ocorrências foram propostas o incentivo da participação dos funcionários, a conferência nos setores anteriores ao processo, o incentivo a educação voltada para a qualidade dos funcionários de modo a combatê-las diminuindo as variações do processo bem como a garantia de maior estabilidade permitindo que os consumidores adquiram produtos de qualidade superior e à empresa maior lucratividade.

Palavras-chaves: qualidade, controle estatístico do processo, não-conformidade

MAIA, Paula Barreto de Azevedo. **Análise do processo de fabricação em uma indústria metal mecânica: um enfoque através do uso de Ferramentas do Controle estatístico do Processo.** 99 p. Relatório de Estágio Supervisionado (Bacharelado em Administração) – Universidade Federal de Campina Grande, 2009

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the stability of process in metal mechanic factories localized in Campina Grande in Paraíba through the use of tools statistics' control of process. Were reviewed concept and theory about this theme to will do theoretic support to confirm, analysis and suggestions of improvement. This research were to doing in line of mounting of lock F-10 just fact of this process have been the one this principal products of the factories. The studies has been based in research descriptive and exploratory and the tools used were the paper of verified, Pareto Diagram, cause e effects diagram, FMEA, FTA, histograms and control graphics to collect, presentation and analysis of element. About the collect saw the percentage of damaged and left studied the cause it been conduce this effects. After that, does one analysis of stability of process using controls chart tools. Than observed the level of stability about the process be out of control, or instable identified the principals causes like rework, spots forehead, bad setting of chassi, bad position latch, forehead striped, change of secret, feeble solder, bubble of forehead, and others happened in process. With this defects, will suggested more incentive to workman participation's, the control the products make before to process, and the education based in quality to the workman diminishing the process variation and do more stability to process.

Key words: quality, statistical process control, damages

LISTA DE SIGLAS

CEP - Controle Estatístico do Processo

LC - Limite Central

LIC - Limite Inferior de Controle

LSC - Limite Superior de Controle

LSE - Limite Superior de Especificação

LIE - Limite Inferior de Controle

ISO - Internacional Organization for Standardization

FTA - Fault Tree Analysis

FMEA – Failure Mode and Effects Analysis

MIN - Mínimo

CNPJ – Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica

OC – Ordem de Compra

OP -Ordem de Produção

PI - Porta Interna

PB - Porta Banheiro

PE - Porta Externa

PCP – Planejamento do Controle da Produção

NBR – Norma Brasileira

PBQP-H - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Símbolos Utilizados no Fluxograma	36
TABELA 2 – Índices de Severidade	48
TABELA 3 - Índices de Ocorrência	48
TABELA 4 - Índices de Detecção	49
TABELA 5- Símbolos da FTA	50
TABELA 6 – Fórmulas para Encontrar r	53
TABELA 7 - Tipos de Gráficos de Controle com seus Limites	56
TABELA 8 - Proporção de itens defeituosos (p)	68
TABELA 9 - Tabela para Elaboração do Histograma	72
TABELA 10 - Ocorrência de Defeitos	75

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Fluxograma do Processo Produtivo da Linha de Produtos da Metalúrgica Silvana S.A	23
FIGURA 2 – Fluxograma do Processo de Montagem da Fechadura F-10	26
FIGURA 3 – Tipos de Folhas de Verificação	43
FIGURA 4 – Formulários da FMEA	46
FIGURA 5 - Tipos de Histograma	52
FIGURA 6 - Diagrama de Causa e Efeito do Processo de Montagem da Fechadura F-10	81
FIGURA 7 - FTA com o evento Topo a Problema Estético	83
FIGURA 8 - FTA com o evento Topo a Inutilização da peça	84

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Gráfico da proporção defeituosa (p)	71
GRÁFICO 2 – Histograma do Processo	73
GRÁFICO 3 – Histograma sem o dado de maior frequência	74
GRÁFICO 4 – Gráfico de Pareto Total	77
GRÁFICO 5 - Gráfico de Pareto Agosto/08	77
GRÁFICO 6 - Gráfico de Pareto Setembro/08	78
GRÁFICO 7 - Gráfico de Pareto Outubro/08	79
GRÁFICO 8 - Gráfico de Pareto Novembro/08	80

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Formulário da FMEA	86
--------------------------------------	----

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	16
CAPÍTULO 2 – A ORGANIZAÇÃO	21
2.1 O Processo	24
CAPÍTULO 3 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	28
3.1 Qualidade	29
3.2 Qualidade no Processo	33
3.3 Análise de Processos	35
3.4. Controle do Processo	37
3.5. Controle da Qualidade	38
3.6. Controle Estatístico do Processo	39
3.7. Ferramentas Estatísticas do Controle da Qualidade	40
3.7.1. Estratificação	41
3.7.2. Folha de Verificação	42
3.7.3. Gráfico de Pareto	43
3.7.4. Diagrama de Causa e Efeito	44
3.7.5. Análise de Falhas (FTA e FMEA)	45
3.7.6. Histograma	50
3.7.7. Diagrama de Dispersão	52
3.7.8. Gráfico de Controle	53
3.8. Capacidade do Processo	57
CAPÍTULO 4 – ASPECTOS METODOLÓGICOS	59
4.1 Tipos de Pesquisa	60
4.2 Amostra e População	61
4.3 Coleta e tratamento de dados	61
4.4. Ferramentas	62
CAPÍTULO 5 – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	65
5.1 Identificação dos defeitos	66
5.2 Ocorrência de defeitos	67
5.3 Classificação dos defeitos	75
5.4 Análise do Processo	80

5.5 Avaliação das Causas e Efeitos	84
CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	90
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
APÊNDICES	98
ANEXO A – Folha de Verificação do Processo	99

CAPÍTULO 1

Introdução

1 INTRODUÇÃO

A garantia do produto tornou-se uma procura constante dos consumidores, e no intuito de atendê-los, as empresas estão cada vez mais interessadas em alcançar uma associação na mente do cliente de que seu produto é de qualidade. Com a competitividade, é necessário que se tenha um processo produtivo apropriado e eficiente, de forma a gerar produtos com qualidade e preços competitivos, logo implantar uma política de qualidade vem sendo uma das possibilidades para conseguir sobreviver neste cenário atual. Neste contexto uma ferramenta utilizada com o propósito de melhoria do produto e contenção de falhas, é a utilização do Controle Estatístico do Processo (CEP), que é empregado para controlar os processos de produção, analisar e implementar medidas visando a diminuição da variabilidade destes, tornando-os mais estáveis aumentando a produtividade, com isso haverá uma diminuição do número de produtos defeituosos ou que precisam ser retrabalhados, conseqüentemente atenuando o desperdício de material, mão-de-obra, tempo, e recursos.

Grande parte das empresas, por não ter um processo sob controle fica na dependência e obrigação de inspecionar os produtos fabricados um a um. Apesar de essa atividade elevar os níveis de probabilidade de que o produto não tenha características defeituosas, eleva também o custo de inspeção em termos de disponibilidade de mão-de-obra e tempo. Tendo em vista esse fato, esse trabalho surge exatamente da constatação, resultante da observação do processo, que em uma empresa metal mecânica localizada em Campina Grande na Paraíba realiza a inspeção em todos os produtos, um a um, e não adota a inspeção por amostragem. Sendo assim surge o grande questionamento da pesquisa : **O processo de produção da empresa em questão**

encontra-se sob controle para que seja possível adotar a inspeção através do Controle Estatístico do processo?

Em virtude disto, este trabalho tem como objetivo principal avaliar o nível de estabilidade do processo produtivo em uma indústria do setor metal-mecânico localizada em Campina Grande na Paraíba, tomando como parâmetro, a linha de montagem de fechaduras da linha F-10. Como formas de atender a esse fim, foram definidas como objetivos específicos, identificar a porcentagem de itens defeituosos ou não-conformes produzidos; identificar as causas que levam a gerar itens não-conformes, sugerir as ferramentas adequadas a serem adotadas para no controle da qualidade e medidas para minimizar essa variação.

Para título do trabalho foi escolhido a análise de um processo na empresa para implementar algumas ferramentas do Controle Estatístico do Processo de produção. Tal processo foi a montagem da fechadura F-10 que devido o nível de qualidade requerido pela função principal do produto e sua boa aceitação no mercado deve ter como característica principal a tendência a não apresentar defeitos depois de sua chegada ao consumidor, pois a ela é atrelada a função de segurança. Tal fechadura tem seu padrão assegurado pelo padrão PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat), e normatizadas de acordo com a NBR 14913 caracterizadas como fechaduras de tráfego médio. A empresa ainda garante o prazo de cinco anos de garantia

A relevância do trabalho para a empresa em questão (Metalúrgica Silvana S.A.) e demais empresas do ramo se sustenta no fato do estudo das não-conformidades, apontando possíveis causas, seus locais de maior ocorrência, analisados por métodos estatísticos mostrando os aspectos quantitativos das falhas, apontando as causas mais relevantes, dando uma visão geral do processo de produção em questão. Tal análise permitirá uma identificação das fases mais críticas do processo, tornando-o mais

“enxuto”, propiciando à empresa a identificação das causas, e propondo melhorias a fim de estabilizar o processo produtivo. Pessoalmente, a contribuição intelectual e crescimento pessoal. Para a academia, sua importância está no fato de mais um estudo sobre o tema contribuindo para posteriores estudos, sobre a análise das não-conformidades do processo.

Tal ação interferirá diretamente na experiência do cliente, que consome os produtos oferecidos por essas empresas, pois irão adquirir produtos de melhor qualidade, e mais seguros. A empresa por sua vez, terá como consequência um possível redução de falhas, diminuindo os desperdícios com peças, que ao final do processo se mostram defeituosas, podendo propiciar a empresa uma redução do preço do produto. Com isso, o produto tornaria mais acessível aos clientes, e em uma relação custo-benefício vantajosa, o cliente pode se inclinar a voltar a consumir o produto ou até mesmo experimentar outro do mix da empresa.

Como a conscientização das empresas para a qualidade tem tomado uma proporção maior no quadro de prioridades dos executivos, uma empresa que produz segurança, como é o caso da empresa em questão que produz cadeados, trincos, fechaduras, dobradiças, ferrolhos, travas de segurança, armadores de rede, números residenciais, porta cadeados e tarjetas, necessita de um processo bem monitorado e analisado para intervir em possíveis falhas impedindo que elas cheguem aos clientes. Tais falhas implicariam no não cumprimento da função do produto da empresa, que são produtos que têm a função de assegurar proteção ao usuário.

Este trabalho apresenta ainda algumas limitações, pois em razão da coleta de dados apenas constituir-se de dados discretos, ou seja, aqueles resultantes do número de ocorrência de uma característica particular de interesse, algumas ferramentas básicas estatísticas que necessitam de dados contínuos não puderam ser utilizadas na avaliação,

dificultando uma ação preventiva, mas estas foram explanadas na parte da revisão bibliográfica do trabalho. Além de existirem outras ferramentas mais complexas, neste trabalho foram explanadas apenas as ferramentas consideradas básicas

Outra limitação deve-se ao fato da pesquisa ter sido realizada apenas em um setor da linha de produção, não podendo ter uma visão de todo o processo. Esta limitação é explicada pelo fato do grande número de setores em que a fechadura é fabricada, inclusive existem processos realizados externamente por terceirizados, e em razão do tempo de análise dos dados que teria que ser maior.

Quanto à organização o trabalho obedece a seguinte ordem:

Capítulo 1 – Introdução- corresponde à introdução onde o leitor tem o primeiro contato com a temática, problema, objetivos, justificativa e limitações do trabalho, o que permite uma visão geral do mesmo.

Capítulo 2 – A Organização - Nesse capítulo, intitulado caracterização da organização é exposta uma apresentação da organização, assim como suas características de produção e informações sobre o processo estudado.

Capítulo 3 – Fundamentação Teórica- explana a fundamentação teórica onde são expostos definições, classificações e explicações segundo os estudiosos do tema.

Capítulo 4 - Aspectos Metodológicos – é abordado a metodologia aplicada no trabalho, explicando cada uma das ferramentas utilizadas na análise dos dados.

Capítulo 5 - Apresentação e Análise dos resultados – apresentação dos dados apresentados juntamente com sua análise nas constatações obtidas com os dados.

Capítulo 6 – Considerações Finais - apresenta as conclusões obtidas com o estudo e as recomendações possíveis com sugestões.

A seguir, serão apresentadas características da empresa, e de seu processo de montagem de fechaduras da linha F-10.

CAPÍTULO 2
A Organização

2 A Organização

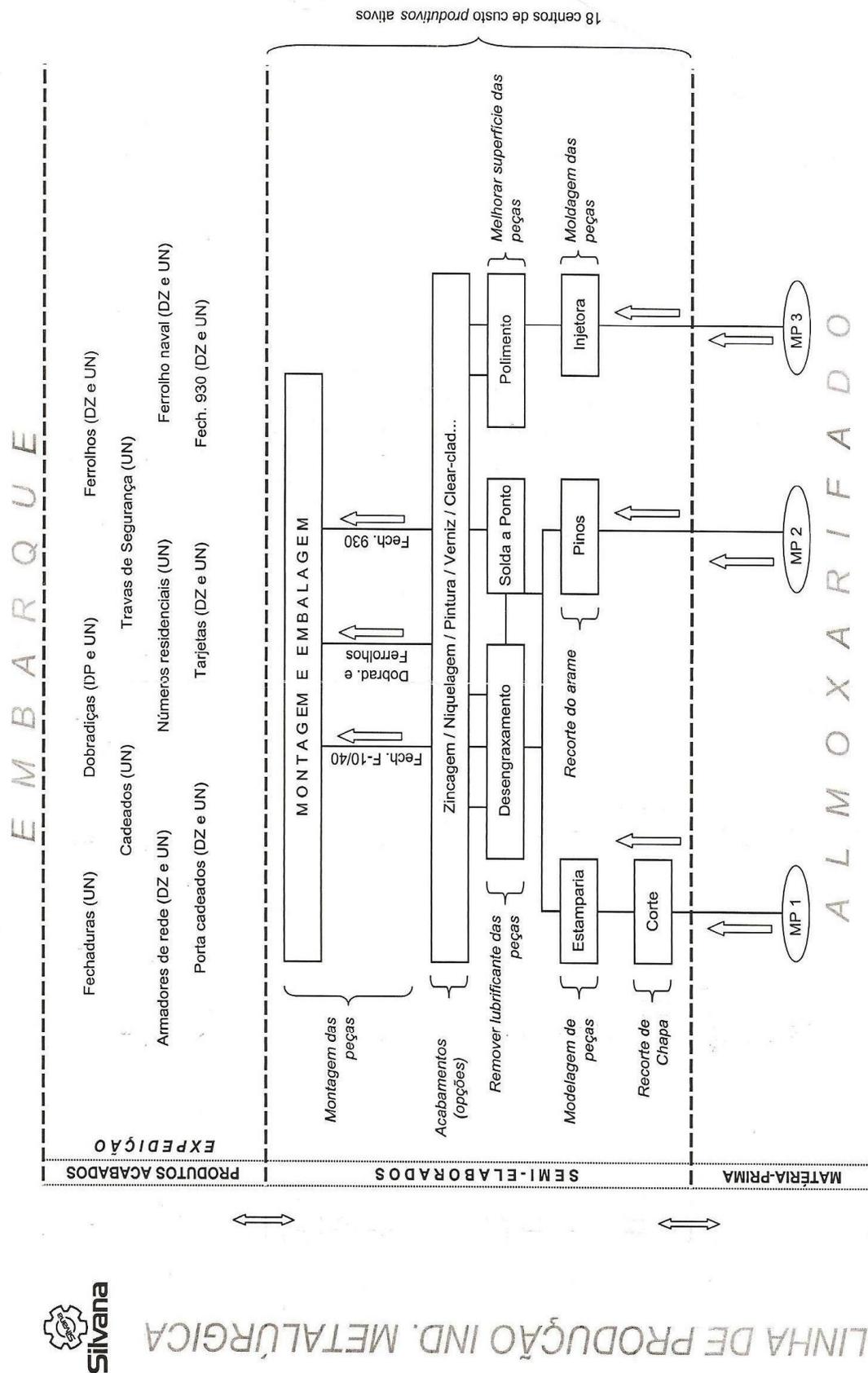
Fundada em 1964, a Indústria Metalúrgica Silvana cresceu e prosperou em razão da visão de futuro de seus fundadores de prever e fazer o que os consumidores queriam. No seu início sua produção era limitada a ferrolhos e dobradiças. Com a expansão da fábrica veio também a expansão da sua linha de produção fabricando fechaduras, arruelas, dobradiças, cadeados, prendedores de porta, armadores de rede, números residenciais, fechos, porta-cadeado, tarjetas, tarjas de segurança, perfis e telhas de aço galvanizado.

Com 40 anos de história abrange o mercado nacional e se preocupa em oferecer preços competitivos e maior qualidade, alcançando a certificação ISO 9001:2000 na unidade de Perfis e Telhas galvanizadas, a empresa se preocupa com a qualidade e este item também é observado na escolha de seus fornecedores que entre eles se destacam Usiminas, Belgo Bakaert, Votorantim e firma parceria com a Datasul uma empresa de TI do Brasil.

A Indústria Metalúrgica Silvana S.A. está localizada na Avenida Assis Chateaubriand, nº 4115, no bairro Distrito Industrial na cidade Campina Grande – PB, portadora do Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica nº 08.815.979/0001-68, Inscrição Estadual nº 16.001.990-7, Inscrição Municipal nº 006379-5. Seu caráter é a fabricação e comercialização de ferragens, fechaduras e perfis e telhas de aço.

A Metalúrgica Silvana possui sua produção caracterizada como repetitiva e por lotes, onde estes passam por diversos setores da empresa, e tais itens são produzidos através de Ordens de Produção (OP) que são inicializadas de acordo com as necessidades de produção. Tais ordens, assim como as Ordens de Compra (OC) são geradas por um sistema de computador ERP Datasul e expedidas pelo Planejamento de Controle da Produção (PCP).

Figura 1 :Fluxograma do Processo Produtivo da Linha de Produtos da Metalúrgica Silvana S.A.



LINHA DE PRODUÇÃO IND. METALÚRGICA

O processo geral de todos os itens da empresa (figura 1) é basicamente a entrada da matéria-prima, seja ela a chapa de aço, o arame ou o zamac, onde estes materiais serão cortados, estampados ou injetados, dependendo de sua natureza, e desengraxados ou polidos para receberem banhos que protegem as peças de corrosão, método este chamado de galvanoplastia (os banhos podem ser de zinco, cromo ou níquel). Após os banhos os itens são enfim montados configurando produtos que serão embalados para então serem expedidos.

2.1 O Processo

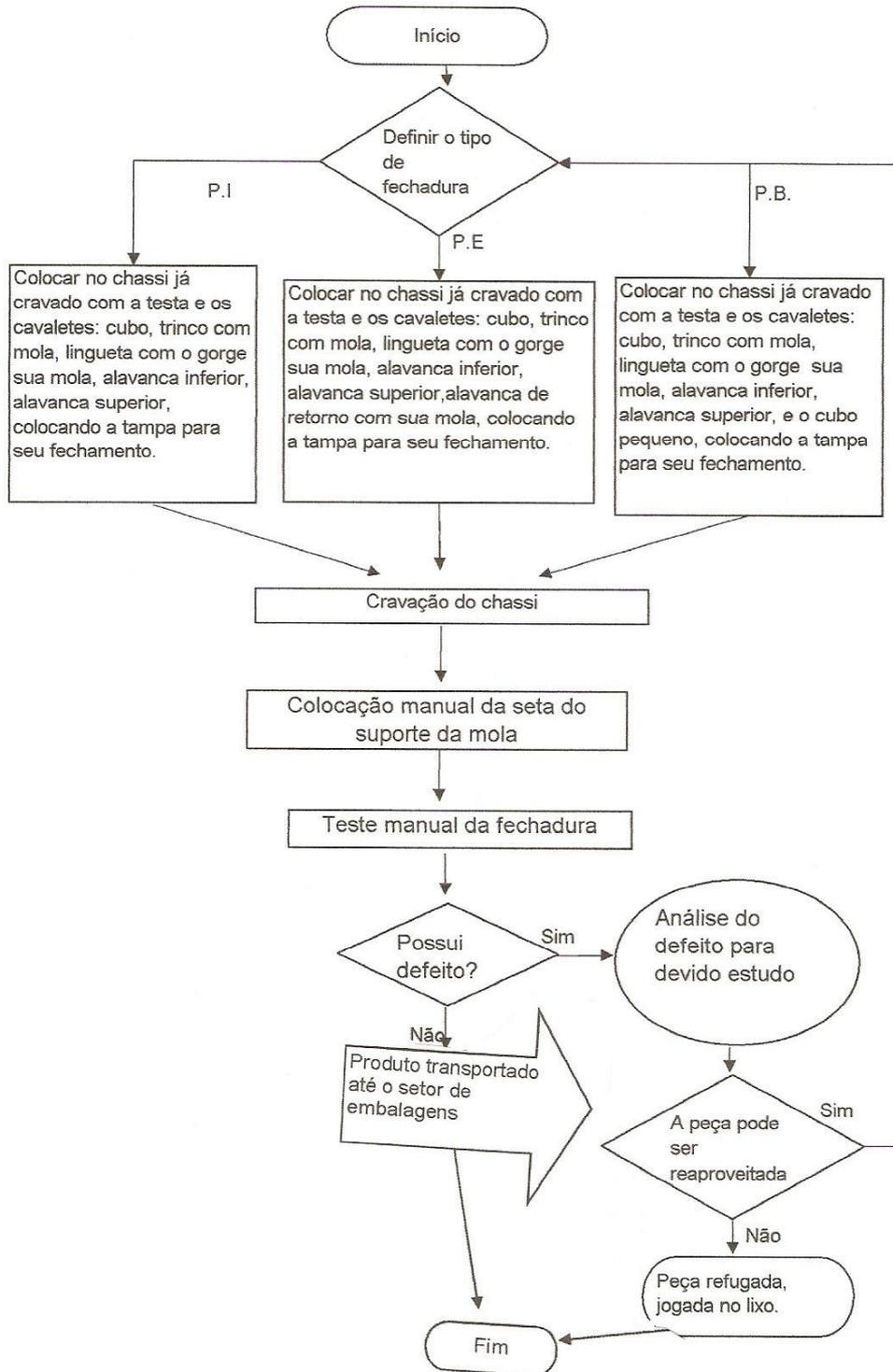
O processo estudado possui fluxograma semelhante ao da empresa em geral, porém em razão de ser o objeto de estudo será explicado com maiores detalhes. Tal linha de fechadura possui três tipos diferentes de fechaduras, a PI que é utilizada na porta interna, a PB utilizada na porta do banheiro e a PE que fica na porta externa. Elas se diferenciam por peças, por exemplo, a fechadura PI utilizada em portas dentro de casa possui 9 itens (chassi cravado com cavaletes e testa, tampa, gorge, mola do gorge, alavanca inferior cravada com o cubo da maçaneta, alavanca superior, trinco com mola montada, lingüeta e seta do suporte da mola), a fechadura PB é composta de 10 itens (chassi cravado com cavaletes e testa, tampa, gorge, mola do gorge, alavanca inferior cravada com cubo da maçaneta, alavanca superior, lingüeta, cubo pequeno, seta do suporte da mola com mola montada e trinco com mola montada) e é utilizada em banheiro, logo não possui chave. A fechadura PE possui 11 itens (chassi cravado com cavaletes e testa, tampa, gorge, mola do gorge, alavanca inferior com cubo da maçaneta, alavanca superior, trinco com mola montada, lingüeta, alavanca de retorno, seta de suporte da mola com mola montada e mola da alavanca de retorno). No entanto, os três

tipos de fechaduras são montadas na mesma linha de montagem, já que os processos são os mesmos.

O fluxograma do processo da montagem da linha de fechadura F-10 inicia-se quando todos os componentes da fechadura já estão devidamente produzidos e disponíveis à sua utilização na montagem.

Anteriormente ao início da montagem da fechadura, monta-se a lingüeta da fechadura, e também o trinco (esta etapa é feita por cooperativas associadas da empresa). Depois, a testa e os cavaletes são cravados no chassi e assim ficam prontos para receber os demais componentes. Em outra máquina é executada a cravação do cubo na alavanca inferior.

Figura 2: Fluxograma do Processo de Montagem da Fechadura F-10



Com a testa e os cavaletes já cravados no chassi o operário encaixa manualmente o cubo já cravado na alavanca inferior, o trinco com a mola, a lingüeta e a alavanca superior acrescido da tampa para fechar o chassi (dependendo do tipo da fechadura acrescentam-se itens característicos de tais fechaduras). Após a contagem de dez fechaduras é repassado na esteira para outro funcionário que irá travar a fechadura e depois colocará manualmente a seta do suporte da mola e novamente ao final de dez fechaduras passará para outro funcionário que testará se a fechadura está com o segredo correto, se não tem problema no seu mecanismo, com sua chave e outros defeitos que caso aconteçam. Estas fechaduras são estocadas, e em outro setor quando esta for embalada será acrescentado ao seu conjunto uma maçaneta sem furo com perfil U e chapa plana, uma maçaneta com furo, um par de espelhos e um cilindro caso a fechadura seja para porta externa , e estas peças serão embaladas em caixas de papelão.

No capítulo a seguir, serão explanados os conceitos básicos de qualidade, controle de qualidade, controle estatístico de qualidade e ferramentas da qualidade.

CAPÍTULO 3
Fundamentação Teórica

3.1 Qualidade

É inegável que as empresas precisam ser competitivas e um fator de extrema importância é a qualidade dos produtos ou serviços oferecidos aos clientes. Segundo Paladini (2004, p.78) “os produtos que superam o que o consumidor espera, não apenas atendendo a suas expectativas, mas indo além delas, são os que estrategicamente tendem a garantir a sobrevivência da empresa.”. Para Ishikawa (1997, p.39):

[...] se uma empresa fabrica muitos produtos que não podem ser vendidos, ela desperdiçará matérias-primas e energia. Este desperdício representa também uma perda para a sociedade. Uma empresa precisa sempre fornecer produtos com a qualidade exigida pelo consumidor.

Campos (1992, p.2) afirma: “ um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente.”.

Assim, para Slack (1999, p.414) “qualidade é a consistente conformidade com as expectativas dos consumidores” e Juran (1991, p.21) “qualidade é a adequação ao uso”, e esta adequação é definida pelo consumidor, mas também define como “ 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”. Logo todos os conceitos têm como foco a satisfação das necessidades do cliente, pois é a ele que o produto será oferecido.

Juran juntamente com Deming publicaram o primeiro manual da qualidade, e primeiro desenvolveu a qualidade focada em três áreas: o planejamento da qualidade, o controle da qualidade e a melhoria da qualidade, enfocando que o controle é diferente da melhoria, pois o controle é apenas a prevenção e a melhoria acontece com mudanças. Feigenbaum segundo Davis (2001) diz que a qualidade é de responsabilidade de cada um dentro da organização. Segundo Garvin (2002) , o pai da qualidade Deming era um

dos defensores da estatística para resolver os problemas da qualidade, e induzia os gerentes a focalizar os problemas de variabilidade e suas causas.

Qualidade é, de maneira resumida, fazer correto as coisas e as coisas a serem feitas variam conforme a natureza da organização, mas tem como ponto comum alcançar a satisfação dos clientes externos e internos aumentando a confiabilidade entre os clientes e a empresa. Juran (1991, p.15) define a função da qualidade como sendo “o conjunto das atividades através das quais atingimos a adequação ao uso, não importando em que parte da organização essas são executadas”.

Existem diferentes enfoques para a qualidade, mas todas as pessoas têm sua própria definição e visão do que é qualidade, já que este é um conceito subjetivo e simbólico, em razão disto existe uma diferença entre a qualidade percebida pelo produtor e pelo consumidor. Assim quando um produto não atende às expectativas dos consumidores a percepção tida da qualidade do produto é pobre, havendo uma lacuna entre o percebido e o esperado. Isso conseqüentemente gerará uma insatisfação acerca do produto, podendo implicar na perda de clientes.

Em razão desta gama de visões, Garvin (2002,p.59) identifica oito dimensões da qualidade que são:

- O *desempenho* que geralmente é medido em termos quantitativos, e se refere às características operacionais básicas de um produto, e a descrição do desempenho do produto é intimamente ligado à qualidade.
- As *características* que são os “adereços” dos produtos caracterizam outra dimensão da qualidade, que suplementam o funcionamento básico do produto.
- A *confiabilidade* que seria a probabilidade de falhas acontecerem em um período determinado, geralmente é medida através do tempo médio para a primeira falha, tempo médio entre falhas, e a taxa de falhas por unidade de tempo. A confiabilidade

torna-se mais importante para os consumidores à medida que os tempos de parada de parada da produção e a manutenção vão ficando mais caros.

- A *conformidade* é outro tipo de dimensão que mede o grau em que o projeto e as características operacionais de um produto estão de acordo com os padrões estabelecidos. Existem duas abordagens distintas da conformidade: a primeira iguala a conformidade ao cumprimento de especificações, e está intimamente associada a técnicas de controle do processo e amostragem; a segunda abordagem associa conformidade à medida das perdas provocadas por um produto para a sociedade a partir do momento em que ele sai da fábrica. Apesar de suas diferenças, ambas as abordagens da conformidade baseiam-se em dados semelhantes para acompanhar a produção.

- A *durabilidade* refere-se a medida de vida útil do produto, possuindo dimensões econômicas e técnicas. Fica mais difícil interpretar a durabilidade quando é possível fazer reparos, assim a durabilidade passa a ser o uso que se consegue de um produto antes de ele se quebrar.

- O *atendimento* é outra dimensão da qualidade também chamada de rapidez, cortesia ou a facilidade de reparo, portanto se preocupando com a possibilidade de um produto estragar.

- A *estética* é uma dimensão subjetiva pois se refere a aparência de um produto e é uma questão de julgamento pessoal e reflexo das preferências individuais.

- Intimamente ligada a estética está a última dimensão a *qualidade percebida* pois as duas estão relacionadas a abordagem da qualidade baseado no usuário que será apresentada mais adiante, mas reforça que os consumidores nem sempre possuem informações completas sobre um produto ou os atributos de um serviço. A reputação

da empresa é um dos principais fatores que contribuem para a qualidade percebida, completando assim a lista de oito dimensões da qualidade.

A qualidade, por ser um termo muito amplo, foi categorizada pelo professor Garvin (2002,p.48) em cinco abordagens:

- A *abordagem transcendental*, na qual a qualidade é sinônimo de excelência inata, um alto padrão, o melhor possível a ser feito.
- A *abordagem baseada no usuário* preocupa-se em certificar que o produto ou serviço está adequado ao seu propósito, demonstrando preocupar-se não só com a conformidade e especificações, mas com as adequações das necessidades do consumidor, tendo como problema o fato de que os consumidores possuem expectativas individuais. Neste tipo de abordagem a qualidade é igualada a satisfação máxima.
- A *abordagem baseada no produto* entende que a qualidade é um conjunto mensurável e preciso de características que são requeridas para satisfazer o consumidor, uma vez que sua avaliação será feita com base nas características dos produtos.
- A *abordagem baseada em valor* defende que a qualidade seja percebida em relação ao valor, e não só do valor econômico - financeiro, mas também o valor afetivo - emocional, moral e/ou até o valor de cidadão. Tal abordagem chama atenção para o nível de aceitação do preço, pois produtos bons podem não serem vendidos por serem muito caros ou mesmo muito baratos.
- Por fim, a *abordagem baseada em manufatura ou produção*, encara a qualidade como fazer produtos ou oferecer serviços livres de erros, exatamente como foi especificado no seu projeto ou especificação. Conforme Paladini (2004, p.74) o sistema ISO 9000, que é uma família de normas e padrão de controle, é um

exemplo de ações com ênfase nesta abordagem, voltando a Campos (1992, p.129) ele diz que tal certificação não implica em dizer que existe um programa de qualidade na empresa, mas apenas uma parte dele. Garantir que um produto está em conformidade com as especificações implica em um pensamento de qualidade do processo.

3.2 Qualidade do Processo

O conceito de processo é universalmente conhecido e amplamente difundido. Classicamente um processo pode ser definido, segundo Campos (1992,p.17), como sendo “um conjunto de causas (que provoca um ou mais efeitos)”. As causas também denominados *inputs* ou entradas, são compostos por mão-de-obra, matérias-primas, máquinas, métodos, meio ambiente e medidas, a fim de fabricar um bem ou fornecimento de um serviço, como efeito do processo. Os efeitos são os produtos ou serviços oferecidos ao cliente, é o resultado do processamento desses *inputs*.

Cada processo pode ter um ou mais resultados, e para monitorá-los se faz necessário medir seus efeitos, para um maior conhecimento do processo. Assim, o controle de processos é a essência do gerenciamento em todos os níveis hierárquicos de uma empresa, e para que este ocorra de maneira adequada devem-se ser definidos indicadores de desempenho apropriados ao tipo de organização, suas tarefas e características. Conforme Davis (2001, p.122-127) alguns indicadores são:

- *Produtividade*: significa produzir mais e melhor com cada vez menos, transformando entradas em produtos finais. A produtividade é considerada um indicador relativo pois não faz sentido isolado, portanto deve ser comparado a algum outro fator.

- *Capacidade*: a chamada capacidade efetiva é o volume de saída do processo em condições normais. Segundo Corrêa (2006, p.426), capacidade é “o volume máximo potencial de atividade de agregação de valor que pode ser atingido por uma unidade produtiva sob condições normais de operação”. Ainda segundo o autor existe a capacidade máxima que é a taxa potencial máxima de saída quando todos os recursos produtivos estão sendo usados ao máximo, mas deve-se operar com esta capacidade apenas em casos de urgência já que os custos também aumentam, podendo também elevar o número de produtos defeituosos e diminuir a produtividade. Um gargalo é uma operação que possui uma capacidade menor que as outras operações do processo, e por isso limita o processo. A capacidade pode ser medida de duas maneiras: pela medida de produção, utilizada em processos de um só tipo de produto, e as medidas de insumos, usadas nos processos flexíveis e de volume reduzido.
- *Qualidade*: é usada como indicador para medir os efeitos do processo é avaliada a taxa de defeitos dos produtos fabricados, onde inclui os itens não-conformes.
- *Velocidade de entrega*: o tempo para entrega do produto possui duas dimensões: a do lead time que é o tempo de processamento do produto, e a variabilidade do tempo de entrega.
- *Flexibilidade*: com a situação atual uma empresa deve estar apta a se adaptar a mudanças rápidas, e a flexibilidade possui três dimensões: a velocidade da mudança, a capacidade de reagir a modificações e a habilidade de produzir mais de um produto simultaneamente.
- *Velocidade do processo*: a velocidade de fabricação representa o tempo real necessário para terminar o produto. Este indicador é mais benéfico para a empresa quanto menor for sua pontuação.

- *Benchmarking*: comparar o desempenho de uma empresa com outras do mesmo setor, e identificando as melhores práticas em determinado processo ou função e aprender com as empresas ou organizações que as praticam.

Após o conhecimento e controle do processo, faz-se necessário uma análise do processo de maneira participativa, onde todos conheçam os resultados.

3.3 Análise de Processos

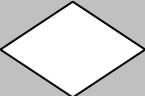
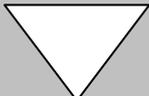
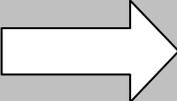
Se um processo é algo que vai gerar o produto da empresa, deve haver uma análise delicada para conhecê-lo e a partir disto conseguir mensurar seus indicadores para conseguir administrar o processo alcançando seus objetivos. Para Campos (1992, p.209) “a análise de processos tem como objetivos: determinar a causa fundamental de um problema e conhecer causas principais de um item de controle que se deseja controlar”.

A análise do fluxo do processo avalia uma operação na seqüência dos passos ocorridos para transformar as entradas em saídas, com o objetivo de definir ou melhorar o processo. Para isso precisa-se entender que a maioria dos processos são híbridos (múltiplos estágios), e que existe uma diferenciação entre sistema que produz para estoque (produção empurrada) e o sistema de fabricação de contra-pedido (produção puxada) onde os produtos são solicitados pelos clientes. (DAVIS, 2001)

Segundo Corrêa e Corrêa (2006), uma das mais importantes ferramentas da análise de processos é o fluxograma e, para construí-lo é importante entender a dependência entre alguns estágios, pois os posteriores só poderão ser realizados após o término do antecedente. O fluxograma permite a visualização de todas as etapas do processo, esquematizando a seqüência de atividades e decisões, e para sua construção existem símbolos que caracterizam determinadas etapas, por exemplo, uma ação pode

ser registrada em um retângulo, uma decisão representada por um losângulo, um triângulo de cabeça pra baixo indica fila ou armazenagem, e uma reta pode indicar o fluxo de materiais ou clientes, conforme apresentado na tabela 1. Porém estas convenções podem ser modificadas de acordo com cada caso, de forma participativa para que fique de fácil entendimento para todos, pois não existe uma forma padronizada de se representar um fluxograma.

Tabela 1: Símbolos utilizados no fluxograma

Símbolos	Significado
	Ação
	Decisão
	Fila ou espera
 	Fluxo de materiais, transporte. Início ou fim do processo.

Fonte : DAVIS, 2001, p.134 (adaptado)

O estabelecimento de fluxogramas uniformiza e explica o processo, e estes devem ser elaborados de forma participativa pelos componentes do processo para que o método, as atividades e o procedimento sejam compatíveis com a realidade.

Concluída a análise do processo e localizada a causa fundamental do problema, deve ser adotado um procedimento para evitar que o problema ocorra, assim, se inicia o controle do processo.

3.4 Controle do Processo

A palavra controle, segundo o dicionário, pode assumir vários significados, desde vigiar até ajudar, comparar; mas ele será focado sob a visão, de que segundo Chiavenato (1999 ,p.635) “controle é o processo de medir o desempenho e tomar a ação para assegurar os resultados desejados.” Logo, o controle verifica se os objetivos serão alcançados, e identifica os itens não-conformes. O processo de controle deve ser cíclico e repetitivo, visto como um processo sistêmico.

Para Campos (1992, p.19), “um processo é gerenciado através de seus itens de controle que medem a qualidade, custo, entrega, moral e segurança dos seus efeitos.” Logo, Ishikawa (1997,p.69) diz que “um item de controle é usado para verificar os processos e a administração através de seus efeitos, portanto é uma característica do processo que será avaliada no controle exercido”.

O controle do processo se inicia depois da análise do mesmo, e localizado a causa fundamental do problema, que será o item de controle, sobre ele serão estabelecidos pontos de controle para avaliar se os procedimentos estão sendo corretos, e garantir que as causas não mais ocorram. Vale explicar que existem dois tipos de causas (BAPTISTA, 1996, p.4): a causa aleatória, que é aquela inevitável, que ocorre independente do controle sobre os padrões, e o processo tem condições de absorvê-las sem que gerem produtos defeituosos; e as causas assinaláveis que podem ser evitadas e provam falta de conformidade com os padrões, gerando defeitos que precisam ser eliminados.

Para o alcance da qualidade do processo se faz necessário um controle com ênfase na qualidade, para que os aspectos relevantes às características de qualidade do processo sejam medidos para possíveis melhoras.

3.5 Controle da Qualidade

O Controle da Qualidade é um tipo de controle operacional que teve seu início na década de 20, nos Estados Unidos. Durante a Segunda Guerra Mundial, houve um enfoque maior na qualidade e esta teve que ser monitorada através da estatística. Ao fim da Guerra, a falta de material e mão-de-obra fez com que a ênfase maior fosse dada ao volume. No Japão, os gerentes conseguiram baixar os custos e melhorar a qualidade tornando, na década de 70, os produtos japoneses conhecidos como os melhores do mundo. Assim, em meados de 80 as empresas americanas se interessaram pela qualidade e adotaram-na como parte constituinte do produto (DAVIS, 2001,p.148).

De acordo com Campos (1992, p.13) “ o controle da qualidade é um sistema administrativo aperfeiçoado no Japão, a partir de idéias americanas ali introduzidas logo após a Segunda Guerra Mundial”. Hoje em dia o controle de qualidade tem o objetivo planejar, manter e melhorar a qualidade desejada pelo cliente, e os padrões devem ser estabelecidos na visão dos clientes.

Controle de Qualidade é definido por Paladini (2004,p.102) como sendo

um sistema dinâmico e complexo, sistema este que envolve - direta e indiretamente – todos os setores da empresa, com o intuito de melhorar e assegurar economicamente a qualidade do produto final.

Portanto, controle da qualidade seria comparar o que foi planejado com o que foi realmente feito, tornando assim o planejamento de extrema importância para poder conseguir fazer um comparativo entre os indicadores escolhidos dentro do padrão. Para Ishikawa (1997, p.43) “praticar um bom controle de qualidade é desenvolver, projetar,

produzir e comercializar um produto de qualidade que é mais econômico, mais útil e sempre satisfatório para o consumidor”, colocando o consumidor como avaliador do controle de qualidade empregado na empresa.

Após o estabelecimento dos padrões da qualidade inicia-se o controle para checar se as operações estão dentro dos padrões, e nos dias atuais falar de controle da qualidade lembra-se logo de controle estatístico do processo.

3.6 Controle Estatístico do Processo - CEP

Hoje em dia o Controle da Qualidade está muito relacionado ao Controle Estatístico do Processo em razão da exatidão dos dados obtidos substituindo os palpites, porém o Controle Estatístico do Processo iniciou na Segunda Guerra Mundial quando as forças americanas aterrissaram no Japão e tiveram dificuldades com falhas no sistema telefônico, pois não era mais um instrumento confiável para comunicação. As forças americanas ordenaram que a indústria de telecomunicação japonesa usasse o moderno controle de qualidade e começou a educar o setor, iniciando o controle de qualidade estatístico no Japão. Nos anos 50 o controle da qualidade moderno tornou-se “moda” no Japão e isto criou problemas como dificuldade de adaptação de funcionários antigos, carência de dados, os métodos de amostragem e divisão não eram seguidos. Tais problemas eram semelhantes aos do Japão Pré- Guerra. Então Juran foi ao Japão e ministrou seminários e explicou que o controle da qualidade deveria ser usado como ferramenta da administração (ISHIKAWA, 1997).

A estatística auxilia na busca de melhorar o processo contribuindo com dados numéricos concretos. Corrêa e Corrêa (2006, p.632) diz que:

O fundamento essencial do Controle Estatístico do Processo (CEP) é acompanhar os processos através do comportamento das estatísticas de suas saídas, separando as causas naturais das especiais de variações e tomar ações de correção quando uma causa especial é detectada.

O Controle Estatístico se utiliza de métodos estatísticos para desempenhar seu trabalho e estes podem ser aplicados no teste por amostragem com um produto já feito, ou ao decorrer do processo analisando-o por inteiro. A aplicação de CEP pode ser dividida em duas categorias: uma abordagem utilizando dados do tipo atributos (que podem ser contados) e a abordagem que utiliza dados do tipo variáveis (dados medidos) e as duas abordagens podem ser utilizadas tanto no teste por amostragem como no controle do Processo (DAVIS,2001,p.185).

A variabilidade ou dispersão está presente em todos os processos seja de maneira tênue ou ampla, e o CEP tem o objetivo de minimizá-la tendo um processo relativamente uniforme diminuindo o número de produtos defeituosos. Segundo Werkema (1995, p.4), a redução da variabilidade dos processos envolve a coleta, o processamento e disposição dos dados, para identificar, analisar e bloquear as causas das variações. Para auxiliar a administração de uma empresa na redução da variabilidade existem algumas ferramentas estatísticas que vêm sendo largamente utilizadas, entre elas a estratificação, a folha de verificação, o diagrama de Pareto, o diagrama de Causa e Efeito, o histograma, o diagrama de dispersão, o gráfico de controle e a análise de falhas.

3.7 Ferramentas Estatísticas do Controle da Qualidade

A estatística possui métodos que aplicados ao controle de qualidade são conhecidos como métodos estatísticos, existem muitos métodos estatísticos que Ishikawa (1997, p.203) divide em: o *método elementar* também chamado sete ferramentas, o *método intermediário*, que utiliza teorias de pesquisa de amostragem, métodos de estimativa, testes sensoriais e métodos de projetos, e por fim existe o *método avançado* que é utilizado simultaneamente com computadores como análises

multivariadas e métodos de pesquisa por operação. Porém, todos trabalham problemas a serem resolvidos e dados que devem ser coletados para análise posterior.

Após a definição do problema ou identificação da variação ocorrida, cabe analisar a causa desta variação. As causas podem ser aleatórias (comuns, inevitáveis) ou podem ser assinaláveis (evitáveis previsíveis). Para analisar as causas os dados devem ser coletados e deve-se definir a população que é “a totalidade dos elementos de um universo sobre o qual desejamos estabelecer conclusões ou exercer ações” (WERKEMA,1995, p.51), para início da coleta dos dados. Da população é extraído um subconjunto que é denominado amostra. A amostragem auxilia na diminuição de dados e de custos, porém ainda representa bem as características da população. A partir da amostra pode-se trabalhar uma das ferramentas do CEP, a estratificação.

3.7.1 Estratificação

É a divisão dos dados em subgrupos com base em determinados fatores apropriados, os quais são conhecidos como fatores de estratificação (WERKEMA, 1995). Para Campos (1992, p.201) “a estratificação é uma ‘análise de processo’ pois é um método para ir ao encontro da origem do problema”. Alguns exemplos de fatores de estratificação são turnos, tempo, operadores, máquinas e lotes.

A estratificação está contida na fase da observação do Controle Estatístico, deve ser feita com a participação das pessoas integrantes do processo e só poderá ser utilizada quando a origem dos dados utilizados for identificável. É importante registrar que os fatores de estratificação podem sofrer distorções durante a coleta de dados, apesar de ela ser um fator colaborador na coleta de dados, e uma ferramenta utilizada nesta coleta é a folha de verificação.

3.7.2 Folha de Verificação

Para iniciar a coleta de dados deve-se primeiramente elaborar uma folha de verificação que “são formulários nos quais os itens a serem verificados já estão impressos de modo que os dados possam ser coletados de forma fácil e concisa, garantindo um perfeito registro de dados” (BAPTISTA,1996 , p.9). Segundo Werkema (1995, p.46) os principais objetivos da coleta de dados são: “ o desenvolvimento de novos produtos, inspeção, controle e acompanhamento de processos produtivos e melhoria de processos produtivos”.

Existem alguns tipos de folhas de verificação que são classificados conforme o objetivo da coleta. Segundo Werkema (1995) pode-se citar como exemplo a folha de verificação para Distribuição de um Item de Controle do Processo produtivo onde estudam os valores de um item de controle e geralmente são utilizados histogramas, e permite que os dados sejam classificados no instante da coleta construindo logo o histograma (primeira célula da figura 3). Outro tipo de folha de verificação é a utilizada para Classificação que possibilita a divisão de uma característica em diversas categorias mostrando, por exemplo, os tipos de defeitos mais freqüentes (segunda célula da figura 3). A folha de verificação para Localização dos Defeitos auxilia na identificação do defeito relacionado à aparência externa, para isto há impresso uma figura do produto para assinalar o local do defeito (terceira célula da figura 3). Por fim, a folha de verificação para Identificação de Causas e Defeitos (quarta célula da figura 3) que é similar a folha para classificação, porém a estratificação é mais ampla, existem separações entre turno, operador, dia e os modos de defeito são representados por símbolos de conhecimento de todos para identificação mais rápida dos modos de defeito.

Figura 3: Tipos de Folhas de Verificação

DESVIO	MARCAS				FREQÜÊNCIA
	5	10	15	20	
-10					
-9					
-8					
-7					
-6					
-5	X				1
-4	X				2
-3	X	X			5
-2	X	X	X		11
-1	X	X	X	X	16
0	X	X	X	X	19
1	X	X	X	X	14
2	X	X	X	X	10
3	X	X	X	X	6
4	X	X	X	X	3
5	X	X	X	X	2
6	X	X	X	X	1
7					
8					
9					
10					
TOTAL					90

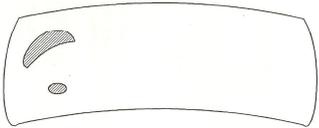
FOLHA DE VERIFICAÇÃO PARA CLASSIFICAÇÃO DE PRODUTO DEFEITUOSO

Produto: Lente
 Estágio de Fabricação: Inspecção final
 Tipo de defeito: Arranhão, Trinca, Revestimento Inadequado, Muito Grossa ou Muito Fina, Não Acabada.
 Total inspecionado: 1200
 Data: 03/01/95
 Seção: INSPROD
 Inspetor: Augusto Bicalho
 Observações: _____

Defeito	Contagem	Sub-Total
Arranhão	□□□	12
Trinca	□□□□□□□□□□	41
Revestimento Inadequado	□□□□□□□□□□	55
Muito Grossa ou Muito Fina	□□□	11
Não - Acabada	□	5
Outros	□	3
Total		127
Total Rejeitado	□□□□□□□□ □□□□□□□□	90

FOLHA DE VERIFICAÇÃO PARA LOCALIZAÇÃO DE BOLHA

Nome do Produto: Pára-brisa modelo xyz
 Material: Vidro
 Data: 04/01/95



Observações: _____

FOLHA DE VERIFICAÇÃO PARA CLASSIFICAÇÃO DE PRODUTO DEFEITUOSO

Produto: Lente
 Estágio de Fabricação: Inspecção final
 Tipo de defeito: Arranhão, Trinca, Revestimento Inadequado, Muito Grossa ou Muito Fina, Não Acabada.
 Total inspecionado: 1200
 Data: 03/01/95
 Seção: INSPROD
 Inspetor: Augusto Bicalho
 Observações: _____

Defeito	Contagem	Sub-Total
Arranhão	□□□	12
Trinca	□□□□□□□□□□	41
Revestimento Inadequado	□□□□□□□□□□	55
Muito Grossa ou Muito Fina	□□□	11
Não - Acabada	□	5
Outros	□	3
Total		127
Total Rejeitado	□□□□□□□□ □□□□□□□□	90

Fonte: WERKEMA, 1995

A folha de verificação deve ser adequada ao objetivo da coleta, e utilizada continuamente para garantir a observação do processo e melhoria dele. Assim, a utilização de um tipo de folha de verificação não exclui ou impede o uso de outro tipo de folha de verificação.

3.7.3 Gráfico de Pareto

É importante para uma organização definir o que realmente é importante para não perder investimentos tanto de tempo como de dinheiro em algo que não é tão

importante para a organização. Conforme Paladini (2004, p.241) cita o diagrama de Pareto sugere atenção a elementos críticos do processo, classifica-os em ordem decrescente de importância e permite uma visualização do processo. Campos (1992, p.202) acrescenta baseado no princípio de Pareto que diz que “muitos itens são triviais e poucos são vitais”, e com base nisto o gráfico de Pareto permite priorizar projetos e estabelecer metas concretas e atingíveis. “O gráfico de Pareto é um gráfico de barras verticais que dispõe a informação de forma a tornar evidente e visual a priorização de temas” (WERKEMA, 1995, p.76).

O gráfico de Pareto possui alguns tipos como o gráfico para efeitos, que dispõe a informação tornando possível a identificação do principal problema enfrentado pela empresa e o gráfico para causas que dispõe a informação possibilitando a identificação das principais causas do problema.

3.7.4 Diagrama de Causa e Efeito

O Diagrama de Causa e Efeito ou Diagrama da Espinha de Peixe ou Diagrama de Ishikawa (em homenagem ao seu idealizador), “é uma ferramenta utilizada para apresentar a relação existente entre um resultado de um processo (efeito) e os fatores (causas) do processo que, por razões técnicas possam afetar o resultado considerado” (WERKEMA, 1995,p.101). Segundo Slack (1999) o diagrama ajuda a pesquisar a raiz do problema levantando questões e acrescentando respostas possíveis para tais questionamentos. Portanto, ele enfoca o aperfeiçoamento do processo, que para isso aconteça deve haver inicialmente um brainstorming “participação das pessoas na análise do problema” (CORREA E CORRÊA,2006). Para o idealizador de tal diagrama (Ishikawa) é preciso compreender o significado do controle do processo, pegar o

processo e elaborar maneiras de fabricar produtos melhores, de estabelecer objetivos melhores e conseguir efeitos.

Sua construção normalmente é iniciada após a análise de Pareto, e se dá em uma estrutura semelhante a de uma espinha de peixe, daí o nome, onde o problema é colocado no lugar da cabeça e na sua espinha dorsal são acrescentadas possíveis causas do problema que podem ser ramificadas no decorrer da espinha, cada efeito corresponde a uma espinha, como o número de fatores é infinito as causas mais importantes são colocadas nas espinhas principais, e as suas causas dependentes nas espinhas secundárias (ISHIKAWA, 1997, p.65). Esta estrutura segundo Paladini (2004, p.239) pode ser usada para eliminar causas que influenciem negativamente o processo ou para intensificar elementos que afetam de forma positiva um conjunto de operações.

Segundo Campos (1992) essa análise do processo indo buscar a raiz do problema que é feita pelo Diagrama de Ishikawa pode ser feita também pelo Diagrama da Árvore.

3.7.5 Análise de Falhas (FTA e FMEA)

Na preocupação de que seu produto não falhe e torne-se confiável aos consumidores, tem sido muito utilizado na solução dos problemas os métodos FMEA “Failure Mode and Effects Analysis”- Análise do Modo de Falha e seus Efeitos, e a FTA “Fault Tree Analysis” – Análise da Árvore de Falhas. Segundo Helman (1995,p.3) os métodos FTA e FMEA auxiliam na etapa de busca das causas fundamentais dos problemas e na elaboração de um Plano de ação para seu bloqueio. A FTA parte do efeito para chegar à causa (top down), e na FMEA o problema é focado a partir da causa indo encontrar o efeito (bottom up).

A FMEA avalia os riscos das possíveis falhas e determina o efeito da cada uma sobre o desempenho do sistema. De acordo com Helman (1995, p.26) na FMEA raciocina-se de “baixo pra cima”, onde determina-se os modos de falha dos componentes mais simples, suas causas e como elas afetam os níveis superiores do sistema. As perguntas básicas do FMEA são:

- Que tipos de falhas são observadas?
- Que partes do sistema são afetadas?
- Quais os efeitos da falha sobre o sistema?
- Qual a importância da falha?
- Como preveni-la?

Os resultados da FMEA são anotados em formulários predefinidos conforme a figura abaixo.

Figura 4: Formulário da FMEA

		F.M.E.A. - ANÁLISE DE MODOS DE FALHAS E SEUS EFEITOS											DIVISÃO				
		<input type="checkbox"/> PROJETO DE PRODUTO <input type="checkbox"/> REVISÃO DO PROJETO DO PRODUTO				<input type="checkbox"/> PROJETO DE PROCESSO <input type="checkbox"/> REVISÃO DO PROJETO DO PROCESSO							FOLHA				
CLIENTE/REF. ②		APLICAÇÃO			ÁREAS ENVOLVIDAS			DATA DA ELABORAÇÃO									
DATA ULT. REV. PROJ.		PRODUTO/PROCESSO			FORNECEDOR			DATA DA PRÓXIMA REVISÃO									
ITEM	NOME DO COMPONENTE/PROCESSO	FUNÇÃO DO COMPONENTE/PROCESSO	FALHAS POSSÍVEIS			ATUAL				AÇÃO CORRETIVA		RESULTADO					
			MODO	EFEITO(S)	CAUSA(S)	CONTROLES ATUAIS	ÍNDICES				RECOMEN-DAÇÕES	TOMADA	ÍNDICES REVISTOS				RESPON-SÁVEL
③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱	⑲	⑳
PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA .MUITO REMOTA ----- 1 .MUITO PEQUENA ----- 2 .PEQUENA ----- 3 .MODERADA ----- 4,5,6 .ALTA ----- 7,8 .MUITO ALTA ----- 9,10			GRAVIDADE .APENAS PERCEPTÍVEL ----- 1 .POUCA IMPORTÂNCIA ----- 2e3 .MODERADAMENTE GRAVE ----- 4a6 .GRAVE ----- 7e8 .EXTREMAMENTE GRAVE ----- 9e10			PROBABILIDADE DE DETECÇÃO .MUITO ALTA ----- 1 .ALTA ----- 2a3 .MODERADA ----- 4a6 .PEQUENA ----- 7e8 .MUITO PEQUENA ----- 9 .REMOTA ----- 10				RISCO .BAIXO ----- 1a135 .MODERADO ----- 135a500 .ALTO ----- 501a1000							

Fonte: HELMAN E ANDERY(1995,p.30)

HELMAN E ANDERY (1995,p.31) descrevem o formulário de modo que na parte de cima (campo 1) é colocado um cabeçalho com informações que melhor indiquem a FMEA, como dia de coleta, nome da peça, etc. No campo 3 deve ser colocado o item analisado com sua determinada descrição. No campo 4 descreve-se o nome do componente do item, e no campo 5 insere-se a função do componente no processo, respondendo a pergunta de qual é o propósito da peça. No item 6 deve ser escrito o tipo ou modo de falha, que é o evento que leva a diminuição parcial ou total da função do produto. No campo 7 coloca-se o efeito da falha ou a forma como o tipo de falha afeta o desempenho do sistema, sua consequência percebida pelo cliente. No 8º campo deve ser descrita a causa da falha que é o evento desencadeador do aparecimento do modo de falha. No campo 9 é feito o controle atual ou a situação existente onde são registrados as medidas de controle utilizadas durante o acompanhamento do processo. Os índices dos campos 10,11 ,12 e 13 estimam respectivamente a severidade (S) ou a gravidade do efeito, a ocorrência (O), a detecção (D) que avalia a probabilidade da falha ser detectada antes de chegar ao cliente, tais índices são tabulados nas tabelas a seguir. No campo das ações de melhoria registram-se as ações a serem tomadas e elabora-se um Plano de Ação. Os outros campos fazem um controle da evolução das ações implementadas.

Tabela 2: Índice de Severidade

Índice	Conceito
1	<ul style="list-style-type: none"> Falha de menor importância Quase não são percebidos os efeitos sobre o produto ou processo
2 a 3	<ul style="list-style-type: none"> Provoca redução de performance do produto e surgimento gradual de ineficiência. Cliente perceberá a falha mas não ficará insatisfeito com ela
4 a 6	<ul style="list-style-type: none"> Produto sofrerá uma degradação progressiva Cliente perceberá a falha e ficará insatisfeito
7 a 8	<ul style="list-style-type: none"> Em campo, o produto não desempenha sua função O cliente perceberá a falha e ficará muito insatisfeito com ela
9 a 10	<ul style="list-style-type: none"> Não se consegue produzir, “colapso” do processo. Problemas são catastróficos e podem ocasionar danos a bens ou pessoas Cliente ficará muito insatisfeito.

Fonte: HELMAN e ANDERY, 1995, p.135

Tabela 3: Índice de Ocorrência

Índice	Probabilidade de Ocorrência	Ocorrência
1	Muito remota	Excepcional
2	Muito pequena	Muito poucas vezes
3	Pequena	Poucas vezes
4 a 6	Moderada	Ocasional, algumas vezes
7 a 8	Alta	Freqüente
9 a 10	Muito alta	Inevitável, certamente ocorrerá a falha.

Fonte: HELMAN e ANDERY, 1995, p.133

Tabela 4: Índice de detecção

Índice	Conceito
1	<ul style="list-style-type: none"> Muita alta probabilidade de detecção
2 a 3	<ul style="list-style-type: none"> Alta probabilidade de detecção. Em processos, ações corretivas são tomadas em pelo menos 90% das vezes em que seus parâmetros saem fora de controle
4 a 6	<ul style="list-style-type: none"> Moderada probabilidade de detecção. Somente em 50% das vezes em que o processo sai de controle são tomadas ações corretivas
7 a 8	<ul style="list-style-type: none"> Pequena probabilidade de detecção. Nível de controle muito baixo. Até 90% das peças produzidas podem estar fora de especificação.
9	<ul style="list-style-type: none"> Muito pequena probabilidade de detecção. Não há nenhum tipo de controle ou inspeção.
10	<ul style="list-style-type: none"> Muito remota probabilidade de detecção A falha não pode ser detectada.

Fonte: HELMAN e ANDERY,1995,p.136

A outra ferramenta caracterizada como análise da árvore é a FTA (Fault Tree Analysis) que fornece base para análise das falhas, auxiliando na identificação das falhas e indica os aspectos mais relevantes. Segundo Paladini (2004,p.245) “o diagrama de árvore é uma estratégia que direciona o planejamento para alvos específicos, sob formas de objetivos gerais (o que se deseja atingir) e objetivos específicos (metas intermediárias).” Por ser uma técnica detalhada requer grande volume de informações, pois a análise inicia-se no problema até a causa ou evento causador que é considerado anormal ao sistema. Segundo Helman e Andery (1995, p.65) “a árvore de falha é um modelo gráfico que mostra o encadeamento dos diferentes eventos que podem dar por resultado o evento topo”. Assim, identificando a causa básica deve-se elaborar um plano de ação para bloquear a causa básica que conseqüentemente bloqueará o problema inicial.

Os eventos da árvore são representados por símbolos que são unidos por portas lógicas ou encadeamentos. Os símbolos estabelecidos são apresentados na tabela a seguir:

Tabela 5: Símbolos da FTA

Símbolos	Significado
	Eventos que são saídas de portas lógicas
	Eventos associados a falhas básicas
	Eventos não realizados (omitidos)
	Parâmetro associado a um evento que deve ser monitorado
	Evento condicional: usado em janelas de inibição
	Indica a conexão com outro símbolo ou evento.

Fonte HELMAN,1995,p.69

As duas ferramentas da análise de falhas interagem entre si, pois a FTA facilita a elaboração da FMEA, e cada evento da FTA pode ser representado em uma FMEA. Logo, estas duas ferramentas beneficiam-se com a utilização da outra.

3.7.6 Histograma

Num processo produtivo sempre há variância, mas quando este processo estiver sob controle, deve-se seguir um padrão conhecido por distribuição que está diretamente

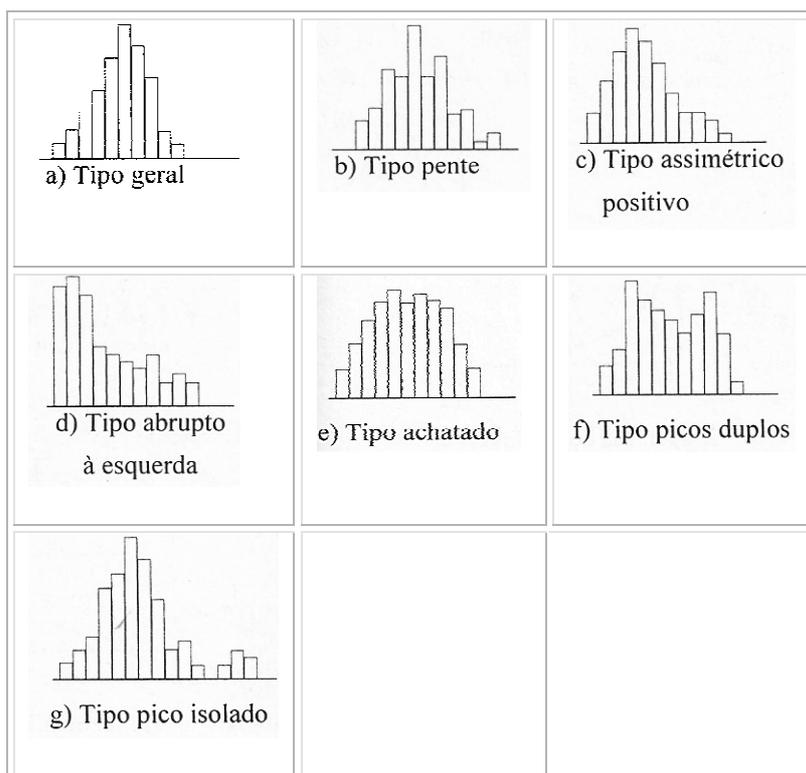
ligada a estabilidade do processo. Para resumir os dados e ilustrar sua distribuição uma ferramenta cabível é o histograma definido por Werkema (1995, p.119) como:

um gráfico de barras no qual o eixo horizontal, subdividido em vários pequenos intervalos, apresenta os valores assumidos por uma variável de interesse. Para cada um destes intervalos é construída uma barra vertical ,cuja área deve ser proporcional ao número de observações na amostra cujos valores pertencem ao intervalo correspondente.

Os histogramas segundo Paladini (2004) descrevem de forma simples e eficiente uma dada situação, estimulam o uso de imagens como elementos básicos de descrição da realidade e induz as pessoas a terem uma visão global do processo para melhor entendê-lo.

Para construir um histograma, deve-se primeiramente construir uma tabela de frequência da amostra, e cada classe (k) será uma coluna do histograma, a amplitude dos dados (R) será o valor máximo menos o valor mínimo dos dados, ou seja, o tamanho do intervalo do valor dos dados. O comprimento de cada intervalo (h) ou a amplitude das classes é dada pela divisão da amplitude dos dados (R) pelo número de intervalo de classes (K). Deve ser construída uma tabela de distribuição de frequências para a partir de tais dados desenhar o histograma (WERKEMA, 1995, p.121).

Existem alguns tipos de histograma, conforme ilustra BAPTISTA (1996, p.25):

Figura 5: Tipos de Histogramas

Fonte: BAPTISTA, 1996

3.7.7 Diagrama de Dispersão

Para analisar a relação entre duas variáveis ou características uma ferramenta utilizada é o diagrama de dispersão ou diagrama de correlação, assim, uma das variáveis é alterada e será observada uma possível outra variável. “O diagrama de dispersão é um gráfico utilizado para a visualização do tipo de relacionamento existente entre duas variáveis” (WERKEMA, 1995,p.175). As variáveis podem ser duas causas de um processo, uma causa e um efeito, ou dois efeitos de um processo. A construção de um diagrama de dispersão segundo WERKEMA (1995,p.178) inicia-se com a coleta de dados que serão registrados em uma tabela. Deve-se definir entre as variáveis quem será representada no eixo vertical x e no eixo horizontal y, e aferir seus pontos máximos e mínimos. Para representar o gráfico, pontos serão feitos nos pares ordenados (x, y).

A relação entre as duas variáveis pode ser uma correlação positiva elevada onde à medida que x aumenta, y também aumenta, ou correlação positiva moderada onde y aumenta com x, mas existe uma certa variabilidade. Pode também não existir correlação entre x e y, ou uma moderada correlação negativa onde y diminui com o aumento de x, porém com variância, e por ultimo relação com forte correlação negativo onde é notório que baixos valores de y estão relacionados a elevados valores de x (WERKEMA, 1995,p.181).

Para verificar a intensidade entre as duas variáveis de maneira quantitativa é necessário calcular o coeficiente linear r, onde aproveitando os dados tabelados para a construção do digrama, e aplicar tais fórmulas:

Tabela 6:Fórmulas para encontrar r

Índices	Cálculos
Somatório de x	$S_{xx} = \sum(x_i - \bar{x})^2$
Somatório de y	$S_{yy} = \sum(y_i - \bar{y})^2$
Somatório de x e y	$S_{xy} = \sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$
Cálculo de r	$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \times S_{yy}}}$

Fonte: Werkema,1995, p.190 (adaptado)

Para calcular o coeficiente de correlação linear r: tal valor deve pertencer ao intervalo $-1 \leq r \leq 1$.

Interpretando os valores, caso r seja próximo de 1 existe uma forte correlação positiva, se próximo de -1 indica forte correlação negativa, e os valores próximo de 0 indicam fraca correlação entre as variáveis.

3.7.8 Gráfico de Controle

O gráfico de controle ou carta de controle foi criado por Walter Shewhart na década de 20 com o objetivo de manter o controle de um processo através do acompanhamento do comportamento de uma ou várias medidas importantes resultantes desse processo (CORREA E CORRÊA, 2006).

Um gráfico de controle nada mais é do que segundo Baptista (1996, p.31) “uma linha central (linha média) com um par de limites de controle (LIC- limite inferior de controle, LSC- limite superior de controle) e valores referentes a uma única característica da Qualidade, marcados no gráfico representando o estado do processo”. Como cada gráfico é referente a apenas uma característica, e um produto pode ter várias características, um produto pode participar de vários gráficos de controle. WERKEMA (1995) destaca que um gráfico de controle não descobre as causas especiais do processo, ele apenas dispõe informações que podem ser utilizadas na identificação destas causas. Segundo Ostle (1974,p.520) o gráfico de controle é “ um simples dispositivo gráfico para detectar modelos não naturais de variação nos dados resultantes de processos repetitivos”. Para ISHIKAWA (1997, p.210) “os efeitos são gravados seqüencialmente em um gráfico no qual estão anotados os limites de controle estatisticamente assegurados. Através deste gráfico podemos tentar descobrir as exceções.”.

Para analisar se o processo está fora de controle, basta observar se os pontos estão fora dos limites ou se apresentam configuração especial ou não-aleatória.

Segundo WERKEMA (1995,p.201), existem dois tipos de gráficos de controle, o gráfico de controle para variáveis, quando a característica é dada numa escala contínua, e o gráfico de controle para atributos em que as medidas são resultados de contagem do número de itens. Os gráficos para variáveis ou valores contínuos são: gráfico da média (\bar{x}) que faz o controle da média do processo baseada na distribuição normal, gráfico da amplitude (R) que controla a variabilidade do processo e estes dois tipos de gráficos

devem ser utilizados conjuntamente, uma vez que os seus dados se complementam, o gráfico do desvio padrão (s) que são preferíveis a serem usados em conjunto com o da média ao invés do da amplitude quando o número da amostra é maior que 12.

Os gráficos para atributos ou valores discretos são: gráfico da proporção de defeituosos (p) que baseado na distribuição binomial indica a proporção de itens defeituosos produzidos no processo, o gráfico do número de defeitos na amostra (c) que é utilizado nas situações, as quais necessitam de controle do número total de defeitos em uma unidade do produto e é baseado na distribuição de Poisson, existe ainda o gráfico (u) que é similar ao gráfico c , porém é analisado em mais que uma unidade do produto, estabelecendo o número de defeitos por unidade, e o gráfico (np) que é parecido com o (p) mas não analisa a proporção e sim a quantidade de itens defeituosos, (p) número de defeituosos. As cartas por variáveis permitem ações preventivas e as cartas por atributos propiciam ações corretivas, mas uma variável transmite mais informações que um atributo já que estas podem ser convertidas a atributos, e os atributos não podem ser convertidos em variáveis.

Para cálculo dos limites podemos utilizar algumas fórmulas explicadas na tabela a seguir:

Tabela 7: Tipos de Gráficos de Controle com seus Limites

Tipo de gráfico	Limites
Gráfico x (Média)	$LSC = \bar{x} + 3 R / d_2 \sqrt{n}$ $LM = \bar{X}$ $LIC = \bar{X} - 3 R / d_2 \sqrt{n}$ Com: \bar{x} = média, R = amplitude, d_2 = fator de correlação, n = tamanho da amostra.
Gráfico s (Desvio padrão)	$LSC = s + 3\sigma$ $LM = s$ $LIC = s - 3\sigma$ Com: s = desvio padrão amostral, σ = estimativa do desvio padrão.
Gráfico p (proporção de itens defeituosos)	$LSC = p + 3\sqrt{p(1-p)/n}$ $LM = p$ $LIC = p - 3\sqrt{p(1-p)/n}$ Onde: p = proporção de itens defeituosos
Gráfico c (defeitos da amostra)	$LSC = c + 3\sqrt{c}$ $LM = c$ $LIC = c - 3\sqrt{c}$ Onde: c = número de defeitos em uma unidade de inspeção.

Fonte: WERKEMA, 1995 (adaptado)

A partir dos gráficos de controle pode-se observar alguns indicativos da falta de controle de um processo, conforme Werkema (1995,p.218) cita, podem-se analisar alguns indicativos como:

- Pontos fora dos Limites de Controle: exigem uma investigação urgente da variação, pois pode haver erro de registro dos dados, ou uso de instrumento descalibrado, mas caracteriza uma causa especial.
- Periodicidade ou ciclos: ocorre quando a curva do gráfico obedece uma tendência para cima e para baixo em intervalos regulares, é ocasionada por mudanças sistemáticas.
- Seqüência: ocorre quando vários pontos aparecem em apenas um dos lados da linha média, esta seqüência é considerada normal até 7 pontos consecutivos, e pode caracterizar mudança no nível de processo.

- Tendência: é o movimento contínuo dos pontos em uma direção que pode ser ascendente ou descendente, caracterizando um processo fora de controle.
- Aproximação da Linha Média: os pontos próximos da linha média não significam um estado de controle, mas pode indicar mistura de dados provenientes de populações diferentes, e que os cálculos das linhas de controle podem estar errados.

3.8 Capacidade do Processo

Após o estabelecimento de métodos para controlar a Qualidade é importante avaliar se o processo é capaz de atender as especificações das necessidades dos clientes, porém vale lembrar que somente os processos estáveis podem ter sua capacidade avaliada. Assim, o estudo da capacidade do processo é parte fundamental no gerenciamento de processos. Para Slack (1999, p.254) “capacidade é o máximo nível de atividade de valor adicionado em determinado período de tempo, que o processo pode realizar sob condições normais de operação”

Segundo Werkema (1995) existem índices de capacidade que são números adimensionais que quantificam o desempenho do processo, e para utilizá-los o processo deve estar sob controle estatístico, e a variável de interesse deve ter distribuição próxima da normal (seu gráfico tem forma de sino). Existem dois índices normalmente utilizados, o Cp e o Cpk.

O Cp é usado se a variável de interesse tiver uma especificação bilateral. A fórmula de Cp é dada por:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6s} \quad (V)$$

Onde LSE = Limite Superior de Especificação, LIE= Limite Inferior de Especificação que surgem das especificações dos clientes, pois são determinados externamente e não possuem nenhuma relação matemática ou estatística com os limites de controle (superior e inferior), e s = desvio padrão estimado. Este índice correlaciona a variabilidade permitida do processo (LSE – LIE) com a variabilidade natural do processo ($6s$) . Logo, quanto maior for C_p , maior será a capacidade do processo. Para WERKEMA (1995,p.279) o valor mínimo exigido para C_p é 1,33.

O C_{pk} avalia se o processo é capaz de atingir o valor nominal da especificação, e leva em consideração a média do processo. O C_{pk} é definido por:

$$C_{pk} = \text{MIN} \left[\frac{\text{LSE} - \bar{X}}{3s}, \frac{\bar{X} - \text{LIE}}{3s} \right] \quad (\text{VI})$$

Com estas ferramentas apresentadas, sua implementação e análise pode ser iniciada, começando com a definição do problema existente na organização, para uma inspeção para constatação do nível de qualidade existente no processo.

No trabalho em questão foram utilizadas apenas algumas destas ferramentas mostradas em razão da natureza dos dados, e não existe a necessidade de executar todas as ferramentas pois elas acabam se completando informando dados que outras ferramentas podem já oferecer tais dados.

No capítulo a seguir, serão apresentadas os aspectos metodológicos utilizados no trabalho.

CAPÍTULO 4
Aspectos Metodológicos

4 METODOLOGIA

4.1 Tipo de Pesquisa

Este capítulo expõe os procedimentos metodológicos utilizados no trabalho. A pesquisa caracteriza-se como pesquisa descritiva, pois conforme GIL (1999, p.44) “as pesquisas deste tipo tem como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis”. Esta classificação é justificada, pois é feito observações, análises, classificações, e comparações do processo com o processo ideal estabelecendo as diferenças existentes entre o real e o esperado.

Porém, em razão da preocupação em identificar fatores que contribuem para ocorrência de fenômenos ela pode ser considerada também explicativa, GIL (1999, p.44) diz que uma pesquisa explicativa pode ser a continuação de outra descritiva, já que dependendo de seus objetivos proporciona uma visão maior do problema, aproximando-se de uma pesquisa explicativa. A razão desta ser considerada explicativa também decorre da busca pelas causas que acarretam a proporção de itens defeituosos, procurando encontrar as causas fundamentais a fim de estabilizar o processo.

Quanto aos procedimentos adotados, a pesquisa pode ser caracterizada como estudo de caso o qual Chizzotti (1996, p. 64) descreve como :

uma caracterização abrangente para designar uma diversidade de pesquisas que coletam e registram dados de um caso particular ou de vários casos, a fim de organizar um relatório ordenado e crítico de uma experiência, ou avaliá-la analiticamente, objetivando a tomada de decisões a seu respeito, ou propor uma ação transformada .

Tal estudo de caso foi desenvolvido na Indústria Metalúrgica Silvana S.A., no período de Agosto a Dezembro do ano de 2008, com a população total caracterizada como sendo todos os processos da empresa e a amostra utilizada foi o setor que realiza o processo de montagem da fechadura F-10.

4.2. Amostra e população

A amostra é do tipo não-probabilística por conveniência, pois foi escolhida intencionalmente para um estudo no setor onde se iniciava um controle por parte da empresa, já que esta fechadura tem seu padrão assegurado pelo padrão PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat), e normatizadas de acordo com a NBR 14913 caracterizadas como fechaduras de tráfego médio.

Neste processo de montagem de fechaduras foram analisados 83 dias de coleta de dados. Tais dados eram referentes a quantidade de defeitos ocorridos no dia de produção apenas no setor de montagem da fechadura F-10. Tais coletas possuem tamanhos variáveis de 860 a 6360 unidades de fechaduras produzidas, que foram avaliadas e separadas conforme o modo de falha: retrabalho, testa manchada, cravação do chassi mal posicionada, trinco mal posicionado, testa riscada, segredo trocado, ponto de solda fraco, testa com bolhas e outros.

4.3. Coleta, tratamento de dados.

Foram realizadas de entrevistas não-estruturadas com responsáveis pelo controle de qualidade, setor de montagem da fechadura e com funcionários do setor, além de observações feitas no decorrer do estágio, além de pesquisas bibliográficas que possibilitou um suporte teórico do desenvolvimento do trabalho.

Para a coleta dos dados usou-se a observação direta intensiva sistemática que segundo GIL (1999) é utilizado em pesquisas que têm como objetivo a descrição precisa de fenômenos ou teste de hipóteses, e segundo o mesmo:

o registro da observação é feito, freqüentemente, mediante a utilização de folhas de papel com lista de categorias a serem consideradas, e os espaços em que devem ser marcadas gravações de som e de imagem também são utilizadas quando se pretende descrever determinado acontecimento com maior precisão

Os métodos utilizados foram o observacional, pois segundo GIL (1999,p.44) “o cientista (...) apenas observa algo que acontece ou já aconteceu”, embora tenha sido utilizado também o método estatístico que “caracteriza-se por razoável grau de decisão(...) fornecem considerável reforço as conclusões obtidas, sobretudo mediante a experimentação e a observação” (GIL, 1999).

4.4. Ferramentas

A coleta dos dados primários ocorreu utilizando a ferramenta estatística Folha de verificação do tipo de classificação, elaborada pela autora do trabalho, em que os modos de falhas mais comuns ficam enumerados de maneira que o supervisor apenas colete os dados e anote na folha de acordo com sua classificação. Além de outra ferramenta chamada Diagrama de causa e Efeito, onde por entrevistas não-estruturadas pessoas pertencentes ao processo, expõem suas visões sobre as possíveis causas dos fenômenos ocorridos.

Na análise do processo foi utilizada a ferramenta do gráfico de controle por atributos p, pois em razão da natureza dos dados torna-se o único tipo de gráfico de controle possível de se usar neste trabalho.

Continuando a análise do processo, foi utilizada a ferramenta estatística conhecida como histograma na qual se procura evidenciar a frequência da quantidade de itens defeituosos no dia. Para estabelecer a frequência da quantidade de defeitos, portanto se a primeira classe representa o intervalo de 16 a 201 defeitos ocorridos no dia, os dias em que a quantidade de defeitos está inclusa neste intervalo foi contabilizado e colocado em uma tabela a ocorrência para cada classe definida em cálculos anteriores.

Em razão de existir na população um dia de coleta em que a porcentagem de defeitos foi muito maior que as outras, foi elaborado um histograma apresentando um outro cenário caso este dia de coleta fosse descartado. Porém este histograma serve só para fazer um paralelo, já que este não é o real do processo, senão os dados estariam sendo manipulados.

Iniciando a análise do problema elaborou-se um diagrama de causa e efeito com o intuito de conhecer as principais causas do problema, que neste caso é a produção de itens defeituosos. . Numa análise rápida do Diagrama de Pareto verificou-se que existem causas primárias, chamadas de 5M's que são: materiais, meio ambiente, máquina, mão-de-obra e medidas e métodos. A partir da identificação de cada uma destas causas primárias pesquisaram-se causas secundárias e estas em razão da natureza do diagrama foram dispostas como uma espinha de peixe na qual o problema central (itens defeituosos) situa-se no local da cabeça, na linha dorsal ficam as espinhas, as espinhas principais são as causas chamadas 5 M's e as causas secundárias a estas foram colocadas nas espinhas adjacentes às principais.

Na continuação da análise do processo elaborou-se o gráfico de Pareto, ferramenta que quantifica a ocorrência dos tipos de defeitos que já foram previamente estabelecidos na folha de verificação.

Na análise do processo ainda utiliza-se também a ferramenta FTA (Fault Tree Analysis) que parte de uma análise do evento topo para as causas fundamentais. Para efeito deste trabalho foram escolhidos dois eventos topos: um quando a peça sofre apenas um problema estético e a perda total da peça. A partir destes eventos vão se analisando possíveis causas até chegar à causa ou nas causas fundamentais.

Continuando a análise do processo foi elaborado um formulário de FMEA onde de acordo com os itens pedidos no formulário vão sendo inseridas respostas às questões

propostas. Neste formulário existem índices que são analisados e quantificados de acordo com tabelas apresentadas na parte bibliográfica deste trabalho. Neste trabalho serão expostos os índices colhidos, e as recomendações serão feitas nas considerações finais.

Apesar de existirem outras ferramentas estatísticas, como a ferramenta que analisa se duas variáveis possuem relações entre si, que é o diagrama de dispersão, neste trabalho os dados colhidos não possibilitam construir uma relação entre variáveis já que o dado disponível é a quantidade de defeito, e sua classificação que são atributos, sem nenhuma informação do cenário do dia, dos operários, ou seja não há estratificação, além disto não tem-se dados discretos.

Espera-se que o procedimento explicado acima, facilite o atendimento do objetivo da pesquisa que é fazer um estudo do caso para possíveis adequações que serão sugeridas no final do estudo, para um melhor processo de montagem da linha de fechadura F-10, mais enxuto e com menor porcentagem de erros. Diante disto, no próximo capítulo serão analisados os dados colhidos no estudo.

CAPÍTULO 5
Apresentação e Análise dos
Resultados

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este tópico faz uma análise detalhada e objetiva dos resultados alcançados através do desenvolvimento da pesquisa.

5.1 Identificação dos defeitos

Como instrumento de coleta de dados, a folha de verificação (apêndice) mostrou-se de extrema importância, pois além de coletar a quantidade de itens defeituosos ainda proporciona sua classificação.

Os tipos de defeitos encontrados no processo de montagem da fechadura F-10, coletados e contabilizados neste trabalho são: o retrabalho que é caracterizado por itens que são danificados seja no seu mecanismo ou outro defeito que possa ser retrabalhado, seja lixando-o, pintando-o, desamassando ou trocando a peça defeituosa e retornar a linha de produção. Este tipo de defeito não possui apenas uma causa fundamental já que é composto de vários tipos de não conformidades, porém em sua maioria os defeitos são de mecanismo como uma peça emperrando que necessitando apenas de um polimento.

Outro tipo de defeito encontrado foi o da testa manchada, porém este modo de falha não advém do setor de montagem nem tampouco pode ser previsto, pois ele ocorre na fase da galvanoplastia, ou seja, nos banhos especialmente na zincagem, onde as peças são colocadas em cestos e são rodadas passando por diversos banhos onde o resultado só poderá ser percebido após a saída do item da máquina. Logo sua prevenção não virá do setor da montagem apenas sua constatação através do funcionário para que observe se a testa está manchada para não utilizá-la na fabricação e encaminhá-la para um novo banho caso o defeito tenha sido visto antes da sua montagem.

Existe também o modo de falha na cravação do chassi mal posicionada, mas este tipo de defeito depende do operador que está cravando o chassi ou de desregulagem ou

descalibragem da máquina, e seu acontecimento implicam em perda do material já que ocorre uma espécie de explosão dentro da fechadura impossibilitando a reutilização de grande parte das peças da fechadura. Semelhante a este tipo de defeito há o defeito do trinco mal posicionado, que acontece por motivo de desatenção do operador ou desregulagem da máquina.

Outro tipo de modo de falha consiste na testa riscada, que pode ocorrer em qualquer fase do processo total da empresa, desde sua estampagem até realmente a hora da montagem, passando por transporte, armazenagem e embalagem, porém o item pode ser reaproveitado dando-se um novo banho por cima ou pintando de preto.

Existe também o modo de falha segredo trocado, que o operador por descuido troca o segredo que pertence à fechadura inutilizando-a de maneira que esta não pode ser reutilizada, pois vai está montada e a tampa será diferente do chassi impossibilitando o uso da chave. Pode ocorrer ainda o tipo de defeito da testa com bolhas, o qual se semelha à testa manchada também não depende do setor de montagem da fechadura e sim de banhos anteriores à montagem. Outro tipo de defeito ocorrido é o ponto de solda fraco, que por desregulagem da máquina, a solda do cavalete com a testa não fica bem firme, deixando a fechadura frouxa, inviabilizando uma reutilização total do produto perdendo assim a peça. Por fim a classificação “outros” corresponde a uma soma de demais defeitos não são mencionados anteriormente, contudo em razão de sua pequena ocorrência não convém listá-los individualmente.

5.2 Ocorrência de defeitos

Os dados obtidos através da ferramenta estatística folha de verificação, constatou-se que em 83 (oitenta e três) dias de coleta, a produção total foi 332.951 (trezentos e trinta e dois mil novecentos e cinqüenta e um) produtos, e destes

10.373 (dez mil trezentos e setenta e três) tinham características defeituosas, correspondendo a uma média de 3,11%(três virgula onze por cento) dos itens produzidos. Os dados foram colocados em uma tabela obtendo a proporção de itens defeituosos (p) de cada dia de coleta com o intuito de construir um gráfico de controle. De acordo com a tabela 8 que apresenta os dados podemos calcular o limite central que representa a proporção de 3,11%. A partir daí, pode-se calcular o limite superior (LSC) que é igual a 8,83%(oito virgula oitenta e três por cento) e o limite inferior (LIC) representado por um número negativo que não pode ser utilizado em gráficos de controle adotou-se tal valor como 0%(zero por cento).

Tabela 8: Tabela de Proporção dos Itens Defeituosos

Dia	Número	Produção	Total de defeitos	Fração defeituosa
1/ago	1	2762	109	0,039464156
4/ago	2	2536	106	0,041798107
5/ago	3	2619	86	0,032836961
6/ago	4	3419	57	0,016671541
7/ago	5	2644	69	0,026096823
8/ago	6	2860	106	0,037062937
11/ago	7	1908	114	0,059748428
12/ago	8	3010	193	0,064119601
13/ago	9	2963	115	0,038812015
14/ago	10	3516	83	0,023606371
15/ago	11	3757	45	0,011977642
18/ago	12	2724	107	0,03928047
19/ago	13	2589	108	0,041714948
20/ago	14	3027	115	0,037991411
21/ago	15	1750	95	0,054285714
22/ago	16	3450	36	0,010434783
25/ago	17	3828	36	0,009404389
26/ago	18	2887	22	0,007620367
27/ago	19	2898	24	0,008281573
28/ago	20	3117	27	0,008662175
29/ago	21	3050	26	0,00852459
1/set	22	4795	125	0,026068822
2/set	23	4460	88	0,019730942
3/set	24	4185	44	0,01051374
4/set	25	5255	65	0,012369172
5/set	26	4640	62	0,013362069
8/set	27	5482	60	0,010944911
9/set	28	5680	96	0,016901408
10/set	29	5460	188	0,034432234

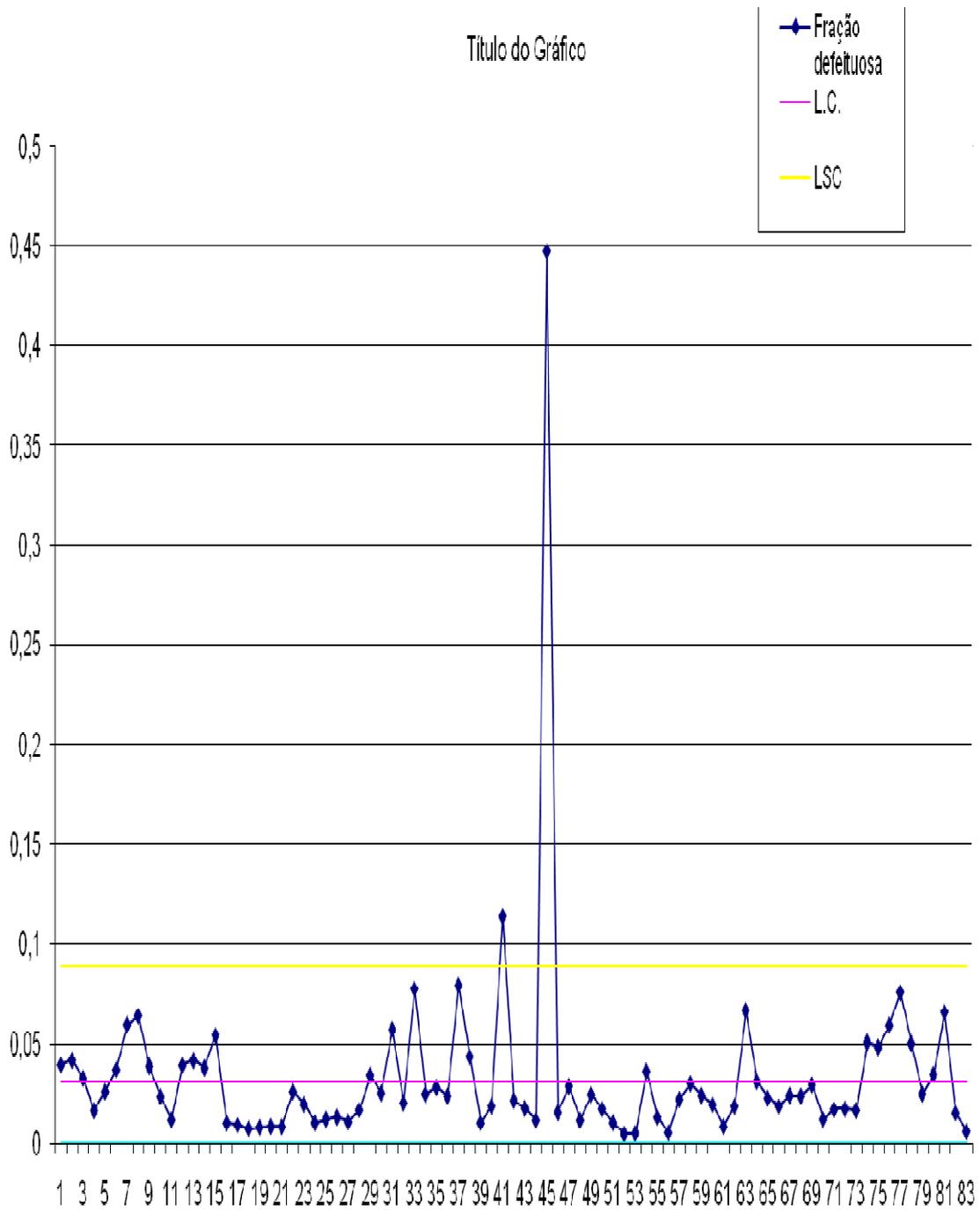
11/set	30	5240	133	0,025381679
12/set	31	4970	285	0,057344064
15/set	32	6225	127	0,020401606
16/set	33	5180	402	0,077606178
17/set	34	5906	147	0,024889942
18/set	35	4490	127	0,028285078
19/set	36	3720	89	0,023924731
22/set	37	4038	321	0,079494799
23/set	38	5614	245	0,043640898
24/set	39	5914	62	0,010483598
25/set	40	4884	92	0,018837019
26/set	41	860	98	0,113953488
29/set	42	5855	127	0,021690863
30/set	43	4718	84	0,017804154
1/out	44	4640	55	0,011853448
6/out	45	4140	1851	0,447101449
7/out	46	4837	76	0,015712218
8/out	47	4435	128	0,02886133
9/out	48	4560	54	0,011842105
10/out	49	3890	96	0,024678663
13/out	50	5350	93	0,017383178
14/out	51	5830	62	0,010634648
15/out	52	6360	31	0,004874214
16/out	53	6101	32	0,005245042
17/out	54	3910	142	0,036317136
20/out	55	5350	71	0,013271028
21/out	56	5962	33	0,005535055
22/out	57	4276	95	0,022217025
23/out	58	4310	130	0,030162413
24/out	59	5220	126	0,024137931
27/out	60	6140	120	0,019543974
28/out	61	6050	52	0,008595041
29/out	62	3680	69	0,01875
30/out	63	4100	274	0,066829268
3/nov	64	4770	149	0,031236897
4/nov	65	6060	138	0,022772277
5/nov	66	4910	92	0,018737271
6/nov	67	3140	76	0,024203822
7/nov	68	2680	64	0,023880597
10/nov	69	2840	84	0,029577465
11/nov	70	2840	35	0,012323944
12/nov	71	2910	50	0,017182131
13/nov	72	3030	53	0,017491749
14/nov	73	2680	45	0,016791045
17/nov	74	2930	149	0,050853242
18/nov	75	3125	151	0,04832
19/nov	76	3010	179	0,059468439
20/nov	77	3070	233	0,075895765
21/nov	78	2850	143	0,050175439
24/nov	79	3000	75	0,025

25/nov	80	3140	109	0,034713376
26/nov	81	2260	149	0,065929204
27/nov	82	3060	47	0,015359477
28/nov	83	2620	16	0,00610687
Total		332951	10373	0,031154734

Fonte: Pesquisa de Campo (2008)

Através desta tabela observa-se que no mês de Agosto a maior quantidade ocorre na proporção de 6,41% de itens defeituosos. No mês de Setembro os valores de defeitos possuem maiores proporções que o mês anterior, pois no dia 26 de setembro mesmo a produção não sendo elevada a taxa de itens defeituosos é proporcionalmente elevada em comparação com os demais chegando a 11,39% sendo, portanto a segunda maior porcentagem de defeito do período total analisado. Em Outubro ocorre o dia de coleta com maior porcentagem de defeitos do período, pois 44,71% dos itens produzidos apresentaram defeitos, representando a quantidade de 1851 (mil oitocentos e cinquenta e um) itens defeituosos que corresponde a uma quantidade numérica maior do que a quantidade total de itens produzidos no dia do mês anterior que houve a maior porcentagem de itens defeituosos (dia 26 de setembro que houve a produção total de 860 itens). Neste mês ainda ocorre o dia em que houve a menor proporção de itens defeituosos do período que ocorreu no dia 15 (correspondendo a amostra 52), equivalendo a 0,48%. No mês de Novembro ocorre o dia de coleta em que existe a menor quantidade numérica de defeito, apenas 16 itens defeituosos que equivalem a 0,61% de itens defeituosos. A partir desta tabela é possível verificar que o processo não pode ser considerado estável, porém para confirmação e visualização um gráfico de controle p foi elaborado um gráfico explicado a seguir.

Gráfico 1: Gráfico de controle por atributos (p)



Fonte: Pesquisa de Campo (2008)

Através da análise do gráfico produzido com dados da tabela, pode-se perceber que existem dois pontos acima do limite superior o que requer um maior controle para observar o porquê dos dados altos, caracterizando uma falha no processo indicando instabilidade do mesmo, pois apresenta uma causa especial. No geral, existem dados próximos do limite inferior, da linha média e do limite superior provando que é uma amostra bem diversificada e contém periodicidades que podem indicar mudanças sistemáticas e seqüências que podem caracterizar mudanças no nível de processo. Na parte abaixo da linha média encontra-se a maioria dos dados (55 dos 83 dias de coleta), o que é benéfico em razão da importância da menor proporção de itens defeituosos. Mesmo sua grande maioria permanecendo próximo da linha média, existem dados bem próximos dos limites tanto do superior como do inferior indicando instabilidades no processo. Características que demonstram instabilidades no processo classificando-o como fora de controle.

Outra ferramenta estatística utilizada a fim de se atingir o objetivo do trabalho foi o histograma apresentado mais adiante. Para sua elaboração foi feita uma tabela a fim de facilitar a visualização dos dados.

Tabela 9: Tabela para elaboração do Histograma

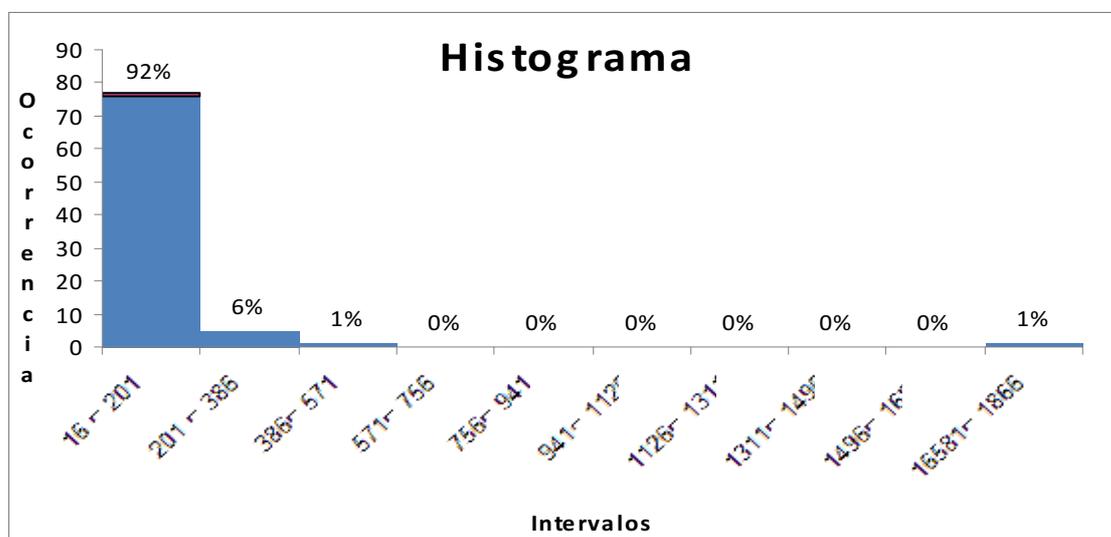
INTERVALOS	QUANTIDADE DE DIAS	PORCENTAGEM
16 - 201	76	92%
201 - 386	5	6%
386 - 571	1	1%
571 - 756	0	0%
756 - 941	0	0%
941 - 1126	0	0%
1126 - 1311	0	0%
1311 - 1496	0	0%
1496 - 1681	0	0%
1681 - 1866	1	1%
Total	83	100%

Fonte: Pesquisa de Campo (2008)

Através da tabela é possível verificar a quantidade de itens defeituosos no dia, e percebe-se que 76 de 83 dias de coleta pertencem ao intervalo de 16 a 201 itens defeituosos, e os demais 7 defeitos são uma fatia mínima em comparação a primeira classe.

Assim, abaixo é representado o gráfico do histograma da tendência da quantidade de itens defeituosos ocorridos nos dias de coleta.

Gráfico 2: Histograma do Processo



Fonte: Pesquisa de Campo (2008)

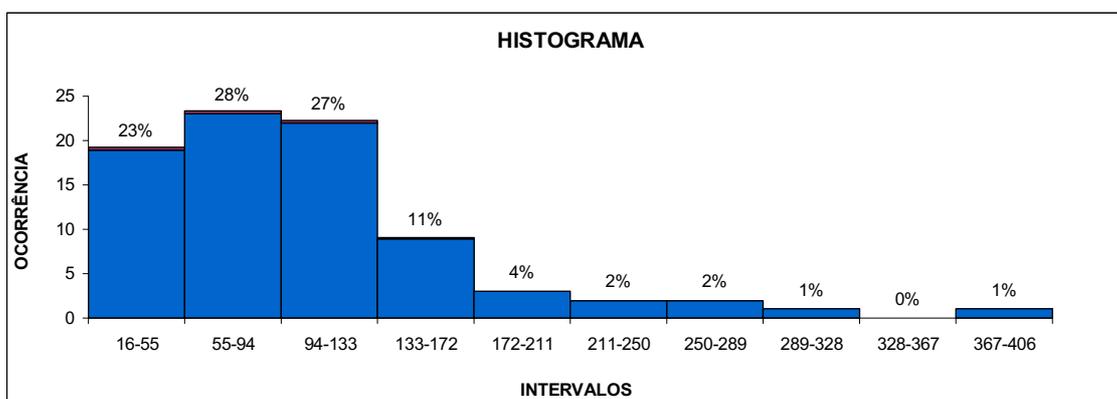
O histograma obtido é caracterizado como pico isolado onde apenas uma classe possui a maior quantidade de ocorrência, correspondendo a 92% dos dados incluídos em uma classe apenas que varia de 16 a 201 defeitos ocorridos no dia. Este tipo de gráfico ocorreu em razão de existir um dado muito elevado e anormal (1851) que aumentou a amplitude dos dados e das classes. Este tipo de histograma não é bom para a organização, pois reforça a constatação obtida no gráfico de controle que o processo não está sob controle. Entretanto, como o pico está localizado na classe de menor tamanho

em quantidade de defeitos, de certo modo é benéfico, pois é preferível que a variável assumira valores mais baixos, já que se almeja o defeito zero.

A outra classe do histograma corresponde a 6% dos dias de coleta, portanto apenas 5 dias obtiveram a quantidade defeitos pertencentes ao intervalo de 201 a 386 defeitos. As outras classes, são apenas mais duas, possuem cada uma um único dia de coleta que a quantidade defeitos pertencia aos intervalos representados por elas que são os dias em que no gráfico de controle (p) percebe-se que os dados estão fora do limite superior.

Para comparação, caso o dia de coleta em que a quantidade é elevada não tivesse acontecido será apresentado um histograma com 10 classes elaborado da mesma maneira que o anterior, porém ocultando o dado que contabiliza 1851 defeitos. Abaixo será apresentado o histograma desconsiderando o dado considerado anormal.

Gráfico 3: Histograma sem o dado de maior frequência



Fonte: Pesquisa de Campo (2008)

Este histograma pode ser caracterizado como assimétrico positivo, mostrando que ainda assim a maioria dos dados estaria contida nas três primeiras classes que possuiriam uma quantidade defeitos bem menor.

5.3 Classificação dos defeitos

Após a utilização e visualização de procedimentos com dados sobre a quantidade de todos os defeitos, com a utilização da ferramenta Gráfico de Pareto faz-se uma distinção da ocorrência dos tipos de defeitos. Para auxiliar o exame do processo e seu melhoramento elaborou-se uma tabela com a ocorrência dos defeitos para a construção do gráfico de Pareto.

Tabela 10: Ocorrência de defeitos

DEFEITO	OCORRENCIA	TOTAL ACUMULADO	FREQUENCIA	FREQUENCIA ACUMULADA
Retrabalho	4826	4826	46,52%	46,52%
Testa manchada	3226	8052	31,10%	77,62%
Cravação do chassi mal posicionada	1230	9282	11,86%	89,48%
Trinco mal posicionado	585	9867	5,64%	95,12%
Testa riscada	137	10004	1,32%	96,44%
Segredo trocado	104	10108	1,00%	97,45%
Testa com Bolhas	79	10187	0,76%	98,21%
Ponto de solda fraco	54	10241	0,52%	98,73%
Outros	132	10373	1,27%	100,00%
TOTAL	10373		100,00%	

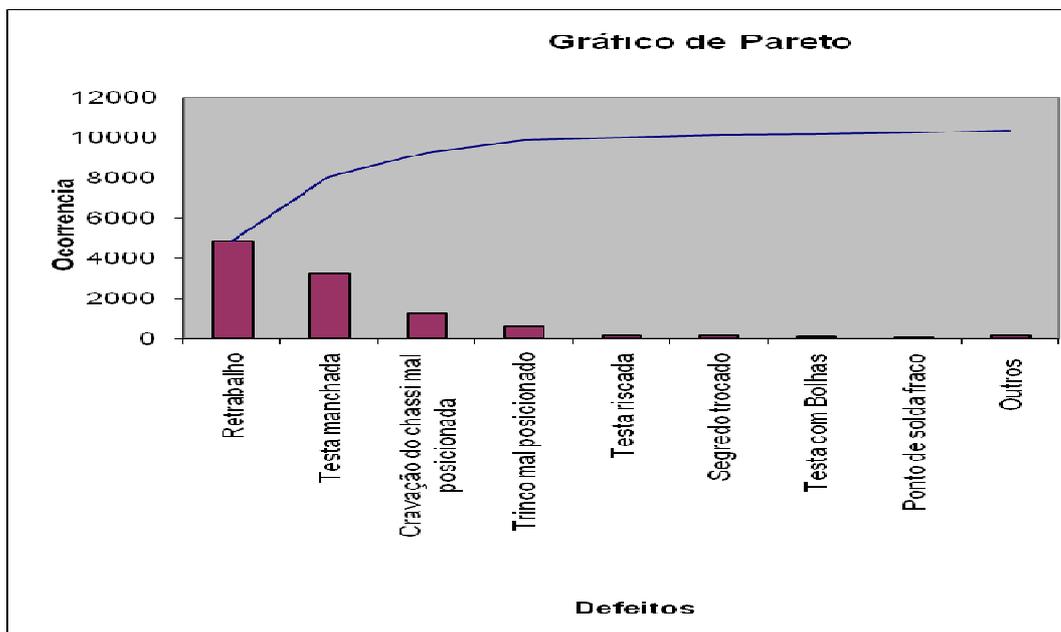
Fonte: Pesquisa de Campo (2008)

Através da tabela 10 acima constata-se que o modo de falha retrabalho significa 46,52% do total de itens não-conformes sendo, portanto o tipo de falha mais comum, mas como suas causas podem ser inúmeras torna-se difícil seu combate específico, por outro lado sua natureza indica que o produto não é excluído do processo, já que ele pode retornar ao ciclo produtivo depois dos ajustes necessários. Depois deste tipo de falha encontra-se com 31,10% o modo de falha testa manchada, e com isso constata-se que dois dos tipos de defeitos: o retrabalho e a testa manchada correspondem a 77,62% dos tipos de defeito, caracterizando o gráfico 20 por 80, onde aproximadamente 20% dos tipos de defeitos correspondem a 80% do total de defeitos.

O terceiro item que aparece com maior frequência é a cravação do chassi mal posicionada que corresponde a 11,86% do total de defeitos. Semelhante ao último tipo, o defeito trinco mal posicionado corresponde a 5,64% do total dos defeitos, sendo estes dois tipos caracterizados como de importância intermediária. Com menor representatividade estão o modo de defeito de testa riscada com 1,32% , o modo de falha segredo trocado (1%), a testa com bolhas (0,76%), o ponto de solda fraco correspondendo 0,52% do total de defeitos da população, que representam pequena importância e são classificados como ‘muitos triviais’. Por fim, a classificação como outros corresponde a 1,27% do total da porcentagem de defeitos, porém fica caracterizado como o último tipo de defeito de ordem decrescente em razão de ser a soma de valores tão pequenos que não chegam nem a ser listados individualmente, logo fica claro que não existem só os tipos enumerados de defeitos, mas os especificados e escolhidos para conferência foram os de maior quantidade e frequência.

A partir da tabela 10 pode-se construir o gráfico de Pareto, que é abaixo apresentado. A explicação do gráfico obtido será explicado nos gráficos posteriores, pois estes contem os dados dos meses distintos.

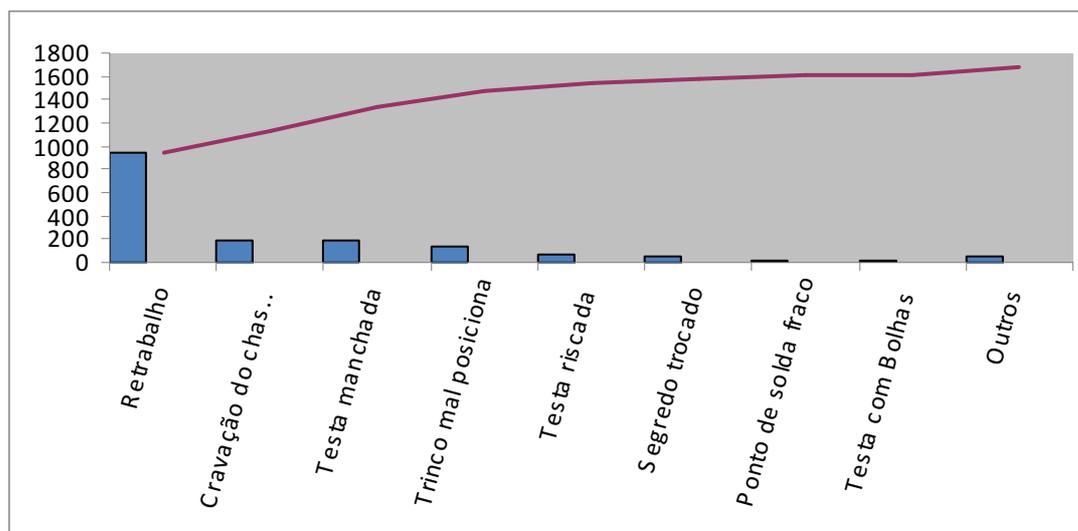
Gráfico 4: Gráfico de Pareto Total



Fonte: Pesquisa de Campo (2008)

No trabalho foi elaborado também um gráfico de Pareto para cada um dos meses analisados que serão apresentados abaixo.

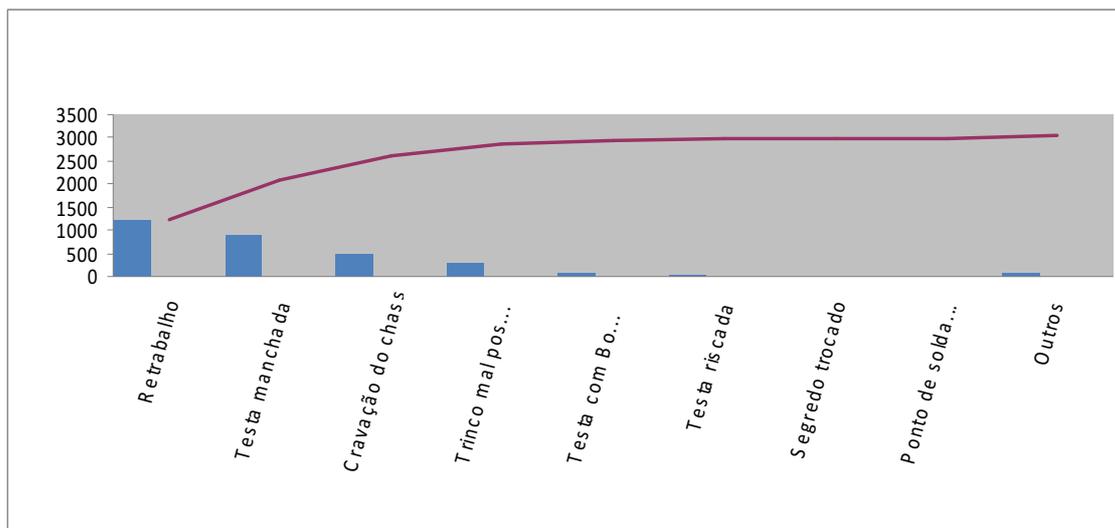
Gráfico 5: Gráfico de Pareto/ Agosto



Fonte: Pesquisa de Campo (2008)

Em Agosto o tipo de falha evidenciado no gráfico que teve maior frequência foi o retrabalho, logo depois vem o tipo de modo de falha cravação do chassi mal posicionada que pelo gráfico entende que sua ocorrência é bem menor que o primeiro tipo citado.

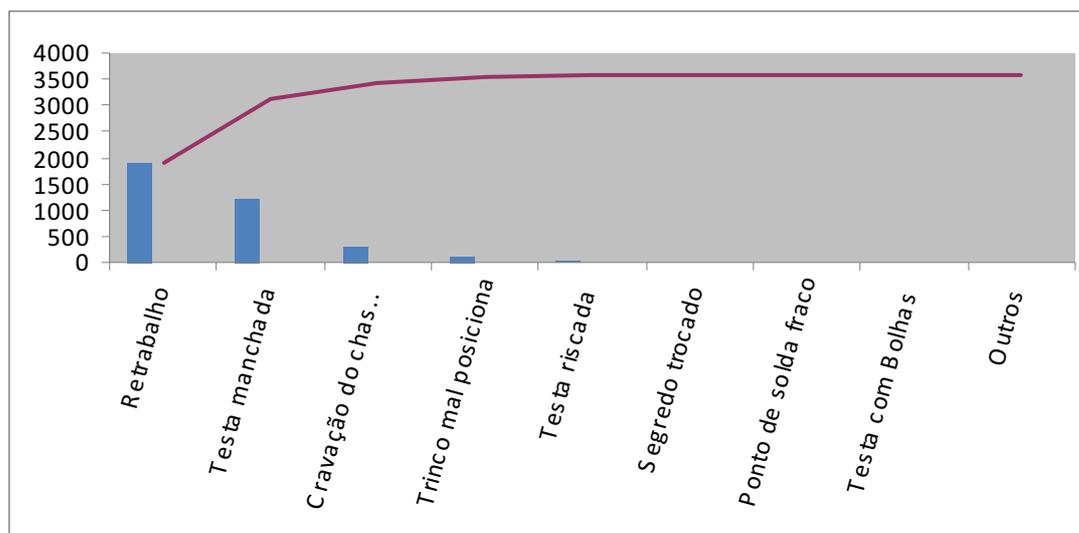
Gráfico 6:Gráfico de Pareto / Setembro



Fonte: Pesquisa de Campo (2008)

No mês de Setembro é possível verificar através do gráfico de Pareto que o retrabalho continua sendo o tipo de defeito com maior ocorrência, porém a diferença entre as colunas que representam o tipo de defeito com maior ocorrência e o segundo tipo de defeito com maior ocorrência é menor em comparação com o mês anterior. Modifica também o tipo de defeito que ocupa a segunda maior ocorrência que passa a ser a testa manchada e a cravação do chassi mal posicionada vem em seguida.

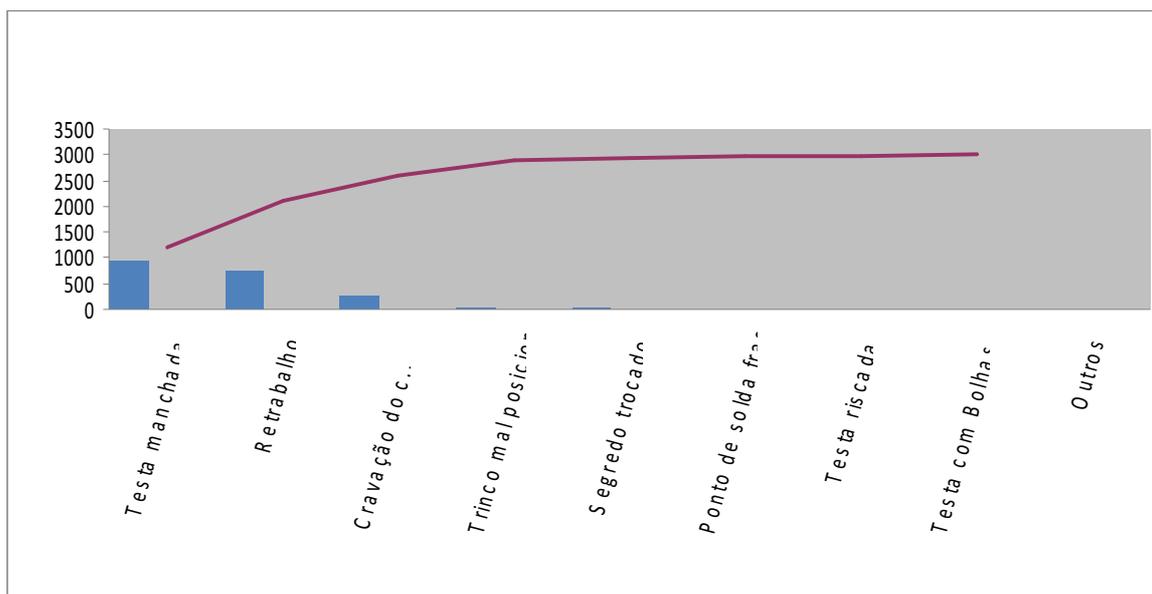
Gráfico 7: Gráfico de Pareto / Outubro



Fonte: Pesquisa de Campo (2008)

No mês de Outubro, que conforme visto anteriormente na tabela de proporção de itens defeituosos, possui a maior e a menor quantidade de proporção de itens defeituosos. O tipo de defeito que aparece com maior frequência é o retrabalho, e semelhante ao mês de Setembro a testa manchada vem em seguida com uma diferença não muito grande visivelmente. Percebe-se também que a quantidade de itens retrabalhados é numericamente maior que os meses anteriores, pois antes eram próximos a 1000 unidades e neste mês aproximou-se de 2000 unidades defeituosas.

Gráfico 8: Gráfico de Pareto / Novembro



Fonte: Pesquisa de Campo (2008)

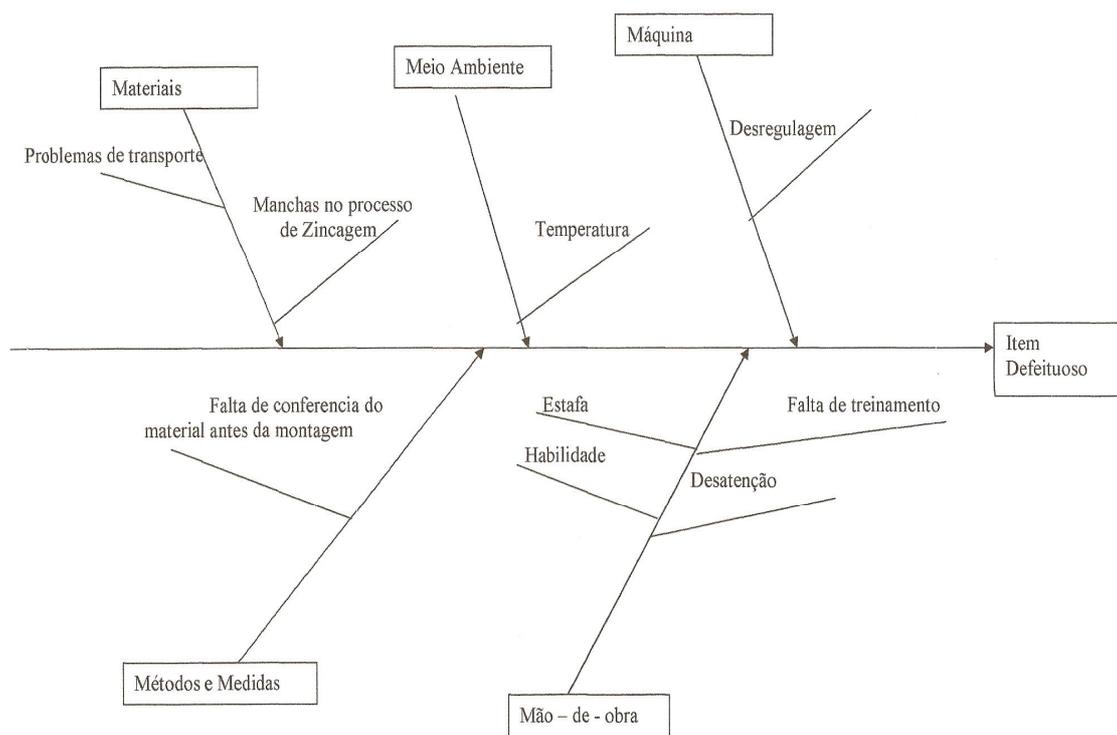
Por fim, em Novembro o retrabalho perde sua liderança que vinha repetindo-se nos outros meses para o tipo de defeito testa manchada, mas a diferença entre os dois tipos de defeitos com maior quantidade é visivelmente pequena. Este último gráfico mostra que o processo não é uniforme, pois os tipos de defeitos variam sua quantidade de ocorrência de acordo com o mês, o que implica que não há um controle eficaz do processo. Pode-se dizer que o tipo de defeito retrabalho pode ter sido combatido, mas o tipo de defeito testa manchada não foi combatido que acabou tornando-o o tipo de defeito com maior ocorrência.

No entanto é necessário lembrar que neste trabalho não será estudado a questão dos custos, então um tipo de defeito que possui menor porcentagem pode representar mais perdas a empresa do que um que possua muitas ocorrências tendo um custo irrisório.

5.4 Análise do Processo

Para iniciar a análise do processo deve-se anteriormente elaborar o Diagrama de Causa e Efeito com o intuito de conhecer as principais causas do problema que neste caso é a produção de itens defeituosos. Sua apresentação neste trabalho aparece agora em razão de servir de suporte para ferramentas que serão apresentadas adiante.

Figura 6: Diagrama de Causa e Efeito do Processo de Montagem da Fechadura F-10



Fonte: Pesquisa de Campo (2008)

Numa análise rápida do Diagrama de Causa e Efeito pode-se concluir que existem causas primárias, chamadas de 5M's que são: materiais, meio ambiente, máquina, mão-de-obra e medidas e métodos.

Quanto às causas secundárias da causa principal Material constata-se que alguns dos modos de falha como, por exemplo, a testa manchada ou com bolhas não depende do setor estudado, portanto existem itens defeituosos que não pode ser previsto se acontecerá, nem implica que a matéria-prima é de má qualidade, é apenas um processo de banhos que não se pode prever se o material ou algumas peças sairão defeituosas, ou com problemas antes de chegar à montagem.

Na questão do Meio ambiente observa-se que na fábrica existem exaustores eólicos, porém o ambiente continua quente em razão das telhas de amianto (BRASILIT).

Quanto à causa Máquina uma das causas secundárias é a desregulagem normal que cada máquina passa depois de certa quantidade de peças produzidas que se tem uma manutenção constante.

No quesito Mão-de-obra as causas secundárias são estafa dos funcionários que trabalham 9 horas por dia, em razão disso causa desatenção, assim como outra causa é a falta de treinamento e habilidade para os funcionários mais novos e da reciclagem dos já mais antigos para haver um dinamismo na rotina do operário.

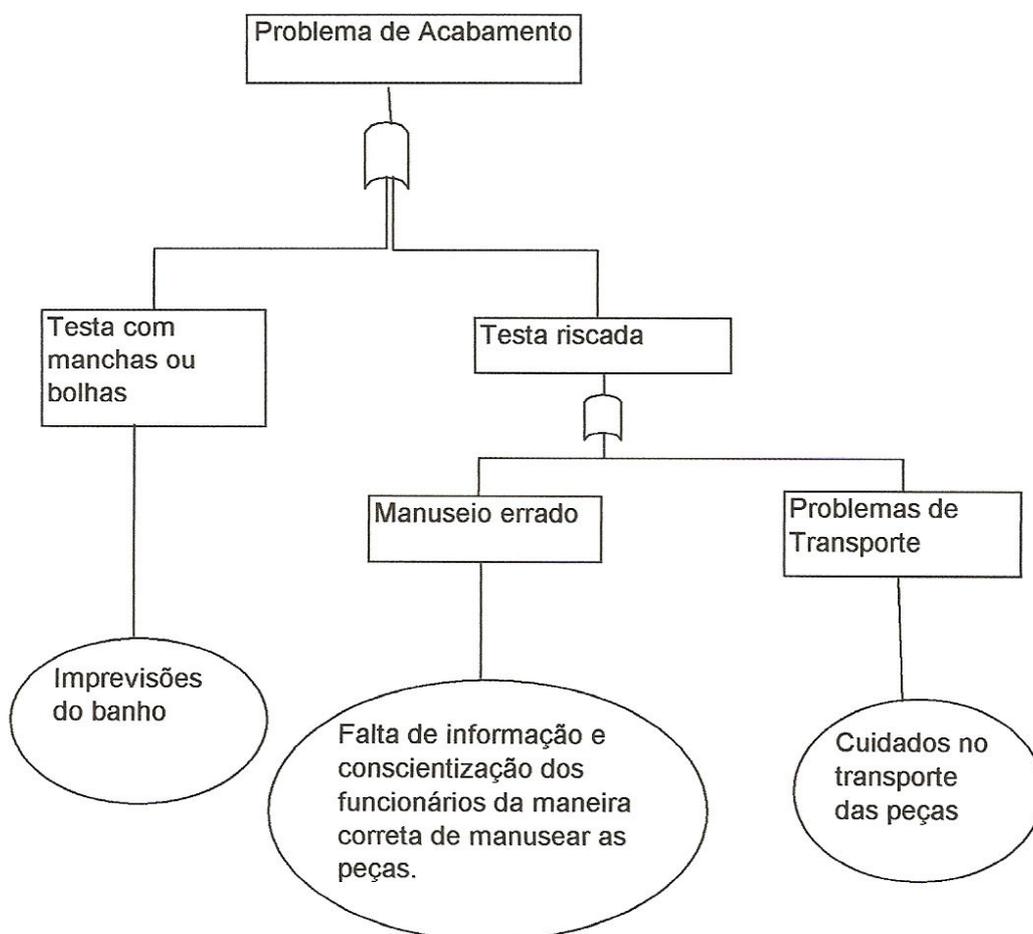
Quanto à causa principal Medidas e Métodos que trata dos procedimentos uma causa secundária é a não conferência dos produtos por setor antecedentes a montagem e do próprio setor de montagem, em razão da quantidade do lote, se as peças possuem defeitos antes de iniciar a sua montagem. Caso este defeito tenha sido constatado antes uma testa que está com bolhas não será montada poupando o desperdício de outras peças componentes da fechadura.

Na análise de falhas existe outra ferramenta muito utilizada que se chama árvore de falhas ou FTA (figuras 7 e 8) e esta parte de cima para baixo enumerando primeiro o evento topo para conseguir chegar a causa básica, pois se esta for eliminada o evento topo acabará ou diminuirá. Para isto foram escolhidos dois eventos topos: um problema de acabamento e a perda total da peça.

O que pode causar o problema de acabamento ou imperfeições na peça são manchas, riscos e bolhas ou deformações na parte que fica exposta da fechadura. Destes efeitos procura-se suas causas que podem ser imprevisões do processo, mau manuseio por parte dos funcionários, ou mesmo da forma como foi armazenada a peça, que pode

ser ocasionado por falta de uma política de consciência dos funcionários da maneira correta de tratar e movimentar as peças mais delicadas. Estes tipos de defeitos costumam apresentar impacto psicológico negativo no usuário. A representação pode ser visualizada na figura a seguir.

Figura 7: FTA com evento topo o Problema Estético

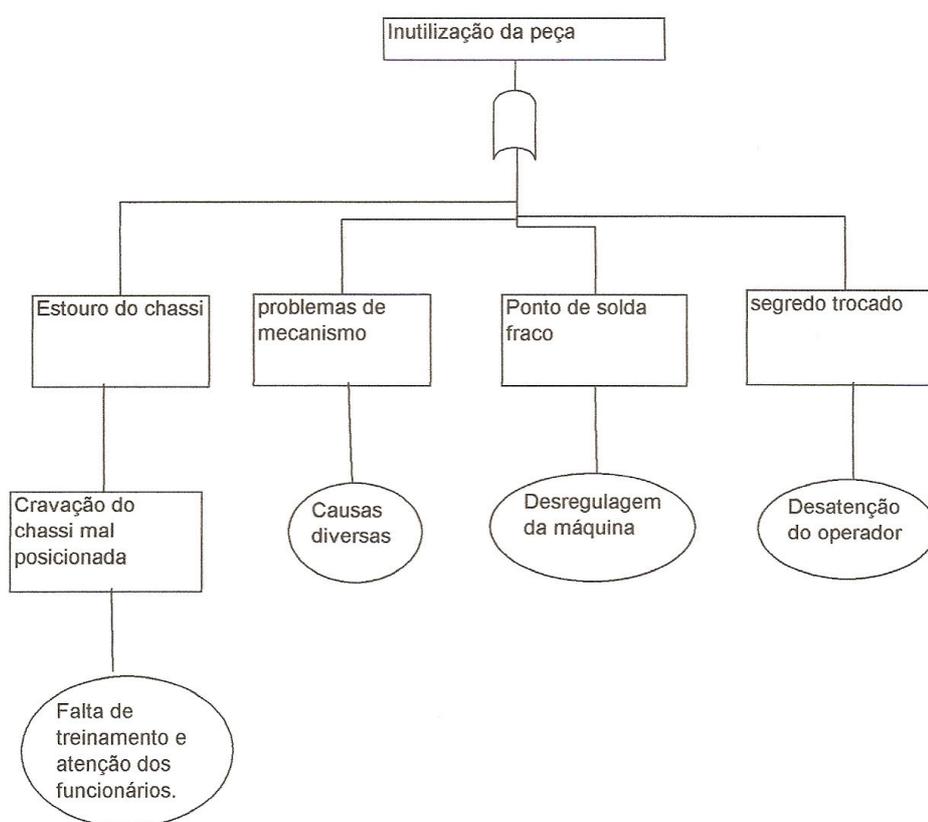


Fonte: Pesquisa de Campo (2008)

Outro evento topo encontrado foi a perda da peça, que tem diversas causas secundárias como estouro do chassi, ponto de solda fraco, troca das tampas e mudança dos segredos dos chassis, por falhas de mecanismo ou troca intencional de componente.

Estas causas podem advir de inúmeras outras causas como desregulagem de máquinas, falta de treinamento e reciclagem dos funcionários, desatenção em razão de estafa, cansaço e preocupações do dia – a – dia do funcionário, uma supervisão adequada, entre outros fatores. Conforme explicitado na figura a seguir.

Figura 8: FTA com o evento topo a Inutilização da peça



Fonte: Pesquisa de Campo (2008)

5.5 Avaliação das Causas e Efeitos

Tendo os dados provenientes do diagrama de causa e efeito, juntamente com a frequência de acontecimento dos defeitos já apresentadas antes é possível elaborar o

método FMEA. Para elaborá-lo as questões principais e mais importantes são respondidas em formulários o qual indica o item e o local ou parte do item com defeito, conforme explicitado no quadro a seguir.

Quadro 1: Formulário da FMEA

Indústria Metalúrgica Siivana - FMEA											
Item	Nome do componente	Função	Falhas Possíveis			Índices			Ação corretiva		
			Modo de Falha	Efeito	Causa	S	O	D	R	Recomendada	Tomada
Fechadura F-10		Parte do mecanismo que fica externa à porta	Manchas	Problemas Estéticos	Tratamento de banhos	2	7	4	56		
			Riscos		Falta de cuidado no manuseio	1	3	5	15		
			Bolhas		Tratamento de banhos	3	1	4	12		
			Trocado		Impedimento da entrada da chave	8	2	2	32		
	Segredo (tampa)	Diferenciar as fechaduras		Estouro e perda da peça	Desatensão dos funcionários	8	6	1	48		
					Desatensão dos funcionários	8	4	2	64		
	Chassi	Tampar e acomodar as peças internas	Mal cravado	Perda da peça	Desatensão dos funcionários	8	4	2	64		
					Desatensão dos funcionários	8	4	2	64		
	Trinco	Junto com a maçaneta girar a lingueta	Mal posicionado	Produto frouxo, perda da peça	Desatensão dos funcionários	7	1	1	7		
			Ponto de solda fraco		Desregulagem da máquina	7	1	1	7		

Fonte: Pesquisa de Campo (2008)

Na análise constata-se que na testa podem ocorrer três tipos de modo de falha: testa riscada, manchada e com bolhas. Seus efeitos são os mesmos em razão de desempenhar uma só função, pois é a parte do mecanismo que fica na lateral da porta, portanto externamente, e por isso deve obedecer a um padrão estético estabelecido. Seus índices de severidade não são altos, conforme tabela apresentada na fundamentação teórica, em razão de não oferecerem riscos a vida de ninguém, variando entre 1 e 3.

A testa riscada apresenta índice 1, pois seu defeito quase não afeta o desempenho do produto, a testa manchada e com bolhas correspondem a 2 e 3, respectivamente, pois a não-conformidade provoca uma possível redução da performance do item, pois tais imperfeições podem facilitar a corrosão e oxidação da peça. A ocorrência varia conforme o modo de falha, pois a testa manchada ocorre em maior proporção do que os tipos de defeitos riscos e bolhas, conforme estabelecido anteriormente no gráfico de Pareto. Quanto à detecção é de moderada probabilidade, já que requer atenção aos detalhes. Os riscos totais estão entre os menores índices com os defeitos testa com riscos e com bolhas e o tipo de defeito testa com manchas possui o segundo maior índice, pois sua ocorrência também é uma das com maior frequência.

Outro componente é a tampa onde ocorre o modo de falha segredo trocado, que por desatenção do funcionário causa o efeito da perda da peça, pois a fechadura possuiria assim dois tipos de chave diferentes, uma de cada lado, impossibilitando que alguma das duas consiga girar o mecanismo que está trocado, apresentando uma gravidade razoável, pois o produto não desempenha sua função. Quanto a ocorrência é classificada como muito pequena e sua detecção é tida como fácil, pois no fluxograma do processo existe a etapa do teste e neste momento sua falha logo é detectada.

O chassi mal cravado causa perda da peça e em razão disto é de gravidade elevada não para a vida de clientes (externo ou interno), mas a empresa desperdiça os

insumos na produção de tal item que não poderá ser reaproveitado, logo o produto não desempenhará sua função, pois com este tipo de defeito não teria como não ser detectado pois a sua inutilização é percebida logo que o efeito acontece. Quanto a ocorrência é classificada como moderada, conforme visto no gráfico de Pareto, e sua detecção ocorre conforme dito no momento da cravação. Seu risco contabiliza 48, pois possui gravidade elevada e ocorrência moderada.

Semelhante a este citado, o defeito do trinco mal posicionado leva à perda da peça, com uma ocorrência moderada e de fácil detecção, possui o risco de maior valor (64) em razão dos valores da gravidade, ocorrência constante. Mesmo sendo de fácil detecção tal item deve ser o primeiro a ser atacado, e combatido.

O ponto de solda fraco apresenta gravidade elevada, ocorrência não muito alta e sua detecção é comumente percebida. O modo de falha retrabalho não foi analisado através desta ferramenta em razão da diversidade de fatores que causam tal modo de falha. A FMEA possui no seu formulário campos para controles, porém, este não pode ser implantado no decorrer do trabalho em razão do pouco tempo e de necessitar de nova coleta de dados para haver uma comparação, portanto foi apenas citado recomendações para uso de ações preventivas no processo, que serão apresentadas nas considerações finais.

Para finalizar, é interessante fazer um estudo da capacidade do processo, mas para que esta ocorra é necessário que o processo esteja estável, o que como já foi provado com o gráfico de controle, este processo estudado ainda não está devido a existência de pontos fora dos limites. Falando em limites também não detemos do valor do limite de especificação, que é determinado pelos clientes e gerência, não possuindo relacionamento com os limites de controle, logo inviabilizando uma tentativa de calcular a capacidade do processo.

Para tanto, no capítulo que segue serão apresentadas as conclusões do trabalho assim, como propostas de melhoria.

CAPÍTULO 6
Considerações Finais

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O relatório em questão teve como enfoque a avaliação das causas de não-conformidade do processo produtivo da montagem da fechadura F-10, para uma análise inicial a fim de fornecer dados para um conhecimento profundo do processo com objetivo de torná-lo estável para que sua inspeção possa ser realizada por lotes ou amostragem, que tal fato só poderá ocorrer de maneira garantida se o processo estiver sob controle.

Impulsionados neste contexto, muitas empresas vem utilizando métodos estatísticos para maior controle da qualidade dos processos. O trabalho apresentado expõe uma avaliação do nível do processo de montagem da linha de fechadura F-10, mostrando possíveis erros e sugestões.

Com o uso das Ferramentas do Controle Estatístico do Processo permite um visão restrita do processo, permitindo análise quantitativa e qualitativa deste. A partir da coleta de dados utilizando uma folha de verificação, pode-se elaborar as demais ferramentas, sabendo que os possíveis tipos de defeitos que podem ocorrer são: retrabalho, testa manchada, cravação do chassi mal posicionada, trinco mal posicionado, testa riscada, segredo trocado, ponto de solda fraco, testa com bolhas e outros.

Com a ferramenta estatística do gráfico de controle, percebeu-se que a taxa média de defeito é de 3,11%, o que não caracteriza uma porcentagem elevada, mas apesar disto o processo encontra-se fora do controle estatístico e em razão deste fato não foi possível fazer um estudo da capacidade do processo. Porém, a maioria dos pontos das proporções dos itens defeituosos mostrados no gráfico de controle está localizada na parte inferior do gráfico, caracterizando que está fora de controle, mas que os índices de produtos não-conformes não são muito elevados na maioria dos dias de produção

Com os histogramas apresentados pode-se traçar um paralelo entre cenários, pois caso a quantidade de defeitos no dia de maior ocorrência não tivesse acontecido, o histograma obtido seria assimétrico que poderia indicar que a variável não poderia apresentar dados elevados em decorrência de um determinado limite. Porém, o ocorrido no processo é indicado por um histograma do tipo ilha isolada que prova que existem dados provenientes de uma distribuição diferente da maior parte das medidas também utilizadas na construção do gráfico. Este dado diferente apresenta irregularidades que é caracterizado na ocorrência de 44,71% de itens defeituosos da produção diária. Logo, conclui-se que existem anormalidades no processo e este não obedece a um padrão.

Na utilização do diagrama de causa e efeito percebe-se que na questão dos defeitos causados por falhas dos funcionários, a gestão da qualidade defende uma educação de todos os componentes do processo para um pensamento da qualidade, portanto a realização de apresentações aos funcionários da empresa do pensamento da qualidade, seu incentivo e utilização deve começar por diretores e supervisores. Para as novas contratações além do aprimoramento no recrutamento ou um maior treinamento a educação voltada para o desenvolvimento da qualidade já deve ser implementada no pensamento do funcionário, de maneira que ele entenda que todos na organização são responsáveis pela qualidade, e como participante do processo deve fazer sua parte, para que o produto fabricado por ele possa ser reconhecido como de qualidade e com isso o funcionário possa se orgulhar de trabalhar e produzir um bom produto.

Quanto aos procedimentos adotados no processo, algumas precauções antes de iniciar o processo como a conferência antecipada da qualidade dos itens a serem montados, para que não ocorra trabalho perdido caso o item apresente problema vindo de outro setor. Como a qualidade é de responsabilidade de todos na empresa deve haver

uma colaboração dos setores anteriores com a conferência do material produzido por eles antes que este continue na fase posterior do processo.

Melhorias nas condições físicas do local também são observadas em razão da temperatura elevada, que apesar de existir um exaustor esta ainda continua a permanecer podendo retirar a concentração do funcionário, de modo que a implantação de um outro exaustor ou de um ventilador no setor poderia sanar o problema de condições de trabalho para os funcionários.

Na causa primária material, cabe um incentivo ao ensino na maneira correta de se conduzir as peças mais sensíveis, de maneira que ocorra o mínimo possível de riscos ou defeitos de transporte.

Através da ferramenta de gráfico de Pareto, apresenta-se todos os modos de falha estudados no processo, explicando que não são os únicos mas os que ocorrem com maior frequência. Percebe-se que o modo de falha retrabalho é o de maior ocorrência no processo, porém este é um dos modos de falha que os produtos podem ser reaproveitados, o que implica dizer que o trabalho será feito duas vezes, mas a peça não será perdida, o que não implicará em perda total do produto, mas apenas em duplicação do trabalho. Os gráficos de Pareto de cada mês evidenciam que três dos nove tipos de defeitos se intercalam nas maiores ocorrências, não possuindo uma constância, constatando mais uma vez que o processo não está sob controle.

Através da ferramenta FTA pode-se obter as causas primárias, estas que devem ser combatidas primeiramente pois obedece ao pensamento de que a causa principal e mais básica sendo combatida o evento topo acabará.

Através da ferramenta FMEA, que necessita de dados provenientes de outras ferramentas como diagrama de causa e efeito e gráfico de controle pode-se analisar as

possíveis causas dos defeitos, e a partir daí traçar metas e planos para a melhoria do processo.

Para que a proporção de itens defeituosos diminua e o processo possa tornar-se sob controle é necessário que exista uma colaboração geral da empresa, para que políticas sejam disseminadas pregando a qualidade de todo o processo, seja ele produtivo, administrativo ou gerencial. A preocupação com a qualidade deve ir da escolha do fornecedor a entrega do produto e a preocupação com o feedback do mesmo, abrangendo todos da organização.

A causa do defeito proveniente dos tratamentos dos banhos não pode ser evitada, mas deve ocorrer uma conferência do material antes da sua montagem. Para problemas de trocas de segredos a implantação de marcas ou carimbos do conhecimento dos operários para diferenciar os tipo de segredos, para evitar a troca dos mesmos. Quanto a problemas relacionados ao mau funcionamento de máquinas na empresa existe um setor de manutenção de máquinas, então após a constatação de que uma máquina está desregulada seu funcionamento deve ser suspenso e a equipe de manutenção consertaria a máquina antes que o número de itens defeituosos aumentasse. No quesito da falta de atenção dos responsáveis pela mão – de – obra, a concentração dos funcionários também pode ser afetada por ambientes quentes, portanto a instalação de exaustores ou ventiladores, e a dinamização do trabalho já que o mesmo trabalho é feito o dia inteiro com intervalos apenas para almoço.

Como sugestão para trabalhos futuros dentro ou fora da empresa, cabe o acompanhamento da implementação do controle estatístico depois de que o processo já esteja sob controle.

REFERÊNCIAS

7 REFERÊNCIAS

BAPTISTA, Nilson. **Introdução ao Estudo de Controle Estatístico do Processo, CEP.** Rio de Janeiro. Qualitymark 1996

CAMPOS, Vicente F. **TQC- Controle da Qualidade Total (no estilo japonês).** Rio de Janeiro. Editora Bloch 1992

CHIAVENATO, Idalberto. **Administração nos Novos Tempos.** 2. ed. Rio de Janeiro. Campus 1999

CORRÊA, Henrique. L.; CORRÊA, Carlos.A. **Administração de Produção e Operações : manufatura e serviços: uma abordagem estratégica.** 2. ed. São Paulo. Atlas 2006

DAVIS, Mark M.; AQUILENO, Nicholas J.; CHASE, Richard B. **Fundamentos da Administração da Produção .** 3 ed. Porto Alegre. Bookman Editora 2001

GARVIN, D. A. **Gerenciando a Qualidade: a visão estratégica e competitiva.** Rio de Janeiro: Qualitymark. 2002

HELMAN, Horácio; ANDERY, Paulo R.P. **Análise de Falhas (Aplicação dos métodos de FMEA e FTA).** Belo Horizonte. Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG 1995

ISHIKAWA, Kaoru. **Controle da Qualidade Total: à maneira japonesa.** Rio de Janeiro. Campus 1997

JURAN, J. M.: GRZYNA, Frank M. **Controle da Qualidade Handbook: Conceitos, Políticas e Filosofia da Qualidade.** São Paulo: Makron Books, 1991.

OSTLE, Bernard. **Estadística Aplicada.** Arcos de Belém, México. Ed. Limusa 1974

PALADINI, Edson P. **Gestão da Qualidade: Teoria e Prática.** 2. ed. São Paulo. Atlas 2004

SLACK, Nigel. [et al] . **Administração da Produção.** Edição Compacta. São Paulo. Atlas 1999

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

GIL, A.C. **Métodos e Técnicas da Pesquisa Social.** São Paulo. Atlas,1999

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais.** 4 ed. São Paulo, Cortez, 1996

APÊNDICES

APENDICE 1: FOLHA DE VERIFICAÇÃO UTILIZADA NO PROCESSO

INDÚSTRIA METALURGICA SILVANA S.A.
FOLHA DE VERIFICAÇÃO

ESTÁGIO DE FABRICAÇÃO OU SETOR:

LOTE OU ORDEM DE PRODUÇÃO:

DATA:

Defeito	Subtotal
Testa manchada	
Trinco mal posicionado	
Testa com bolhas	
Cravação do chassi mal posicionada	
Testa riscada	
Retrabalho	
Segredo trocado	
Ponto de solda fraco	
Outros	
TOTAL	

RESPONSÁVEL: _____

Fonte: Pesquisa de Campo (2008)

