

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**Otimização da Qualidade da Linha de Produção de um Produto
Farmacêutico.**

**Gabriel Silveira Correa
Luiz Rodrigo Santos Fernandes**

Orientador: Adherbal Caminada

**São Paulo
2003**

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**Otimização da Qualidade da Linha de Produção de um Produto
Farmacêutico.**

**Trabalho de formatura apresentado à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção do título de
Graduação em Engenharia**

**Gabriel Silveira Correa
Luiz Rodrigo Santos Fernandes**

Orientador: Adherbal Caminada

**Área de Concentração:
Engenharia Mecânica**

**São Paulo
2003**

Índice

1	Introdução.....	5
2	Resumo	6
3	Qualidade na linha de produção.....	7
3.1	Controle da Qualidade.....	7
3.2	Análise da Linha de Produção e Classificação de Erros.....	10
3.2.1	Fluxograma da Linha de Produção	10
3.2.2	Erros e Falhas na Linha de Produção.....	12
3.2.3	Análise de Problemas e Custo da Qualidade.....	20
3.3	A Teoria Seis Sigma	22
3.3.1	Introdução	22
3.3.2	Elementos Formadores Do Seis Sigma.....	24
4	Análise dos Erros.....	38
4.1	Seleção dos Erros.....	38
4.2	Tabelas Mensais de Erros.....	41
4.2.1	Mês de Julho.....	41
4.2.2	Mês de Agosto.....	42
4.2.3	Mês de Setembro.....	43
4.3	Gráficos dos Erros.....	44
4.3.1	Gráficos do Mês de Julho.....	44
4.3.2	Gráficos do Mês de Agosto.....	48
4.3.3	Gráficos do Mês de Setembro.....	52
4.3.4	Gráficos Trimestrais.....	56
5	Análise dos Dados Coletados.....	57
5.1	Considerações de Impacto a Partir dos Gráficos de Erros.....	57
5.1.1	Tipos de erros.....	57
5.1.2	Turnos de Trabalho.....	57
5.1.3	Dias da Semana.....	58
5.1.4	Dias do mês.....	59
5.1.5	Temperatura.....	60
5.1.6	Dias de Jogos.....	60
5.2	Dados Obtidos Versus a Visão Gerencial.....	62
5.2.1	Validação das Análises.....	62
5.2.2	Informações Adicionais	64
6	Otimização da Linha de Produção.....	65
6.1	Focos de Atuação	65
6.2	Entendendo os problemas da Esteira.....	66
6.3	Agindo com os problemas na Esteira.....	68
6.3.1	Seminário Gerencial.....	69
6.3.2	Treinamento de Green Belts	70

6.3.3	Treinamento de Black Belts.....	71
6.4	Objetivo da Implementação do Projeto seis sigma.	71
7	Conclusão	73
8	Bibliografia	74

1 Introdução.

Esse trabalho tem por objetivo apresentar os conceitos fundamentais da Teoria de Controle de Qualidade, visando dessa forma analisar a linha de produção de uma indústria farmacêutica.

Ao longo do trabalho será apresentada uma análise sobre os erros encontrados na linha de produção e que sejam impactados diretamente pela ação humana.

Por fim analisaremos esses impactos, formalizando algumas perspectivas que até então são conhecidas pelas pessoas que trabalham na fábrica, mas, no entanto não estão descritas em nenhum artigo técnico. Descobriremos dessa maneira, quais desses impactos condizem com os dados e quais se tratam de meras coincidências.

2 Resumo

Para isso, estudamos o funcionamento dessa linha de produção para melhor compreendermos os possíveis pontos onde haveriam erros afetando essa linha de produção. Dos erros encontrados fizemos um estudo, para qualificação dos erros, separando os erros humanos, ou seja, aqueles nos quais a falha de pessoas do chão de fábrica acarretaria problemas na linha de produção. Separados esses erros analisamos alguns fatores impactantes, levantando algumas tabelas e alguns gráficos de modo a testar uma série de premissas existentes nas indústrias farmacêuticas. Então validamos nossas análises junto a um gerente de planta dessa área de modo a fundamentar nossas conclusões.

Por fim aplicamos um estudo de viabilidade, onde usaremos os conceitos da Teoria Seis Sigma de modo a obter a otimização da linha de produção.

3 Qualidade na linha de produção.

3.1 Controle da Qualidade

Para conseguir entender como é possível otimizar a qualidade de uma linha de produção, é importante entender primeiramente o significado de “controle de qualidade”, que é o processo regulador por meio do qual medimos o desempenho real da qualidade, comparando-o com os objetivos da qualidade (teórico) e agindo sobre essa diferença.

A série universal de etapas acontece dentro de um sistema conhecido como ciclo de controle. O núcleo do ciclo é o assunto do controle, no caso analisado, a linha de produção de um produto farmacêutico. Um objetivo ou padrão é estabelecido como valor pretendido do objeto de controle. Um sensor mede o valor real (desempenho). Com a ferramenta de análise compara-se o desempenho real com o objetivo. Quando o desempenho real difere do objetivo acima da tolerância, o ciclo se fecha, acionando os meios para restabelecer o processo com qualidade. Esse controle parece complicado e dependente de muita mão-de-obra, no entanto, a maior parte do controle é executada sem a intervenção humana. Com os instrumentos que fornecem informação imediata diretamente ao pessoal operacional são gerados os relatórios de controle. Para fechar o ciclo é aplicada ainda uma ação corretiva, que restaure o estado de conformidade com os objetivos de qualidade.

A otimização começa com um planejamento inicial para a qualidade. Para esse planejamento deve-se entender o processo de produção como um todo e se correlacionar as variáveis do processo aos resultados do produto. O entendimento do processo pode ser facilitado traçando-o num fluxograma ou

diagrama lógico. Os planejadores usam este diagrama para dividir o fluxo em seções lógicas, chamadas estações de trabalho. Para cada uma eles preparam um documento formal enumerando itens; como as operações que serão realizadas, a seqüência em que ocorrerão, os locais e instrumentos que serão utilizados e as condições do processo que deverão ser mantidas.

Os procedimentos de especificação do projeto e as folhas de instrução preparadas pelos planejadores são o software do planejamento de produção. Seu objetivo é informar o pessoal de produção sobre como estabelecer, dar início e controlar os processos, de modo que o resultado seja um produto de boa qualidade.

Para podermos obter dados estatísticos consistentes precisamos extrair esses dados de uma fonte confiável. Para isso podemos analisar o manual de inspeção. Este manual elabora o trabalho do Departamento de Inspeção e inclui muita informação de interesse geral a todos os departamentos com relação à prática da inspeção. Dentre as muitas informações disponíveis, há especificações do processo, critérios para formulação de controle e agrupamentos de inspeção e critérios associados.

Ainda na busca de dados consistentes, deve-se lembrar que há uma infinidade de fatores que podem influenciar o comportamento do inspetor. Esses fatores foram resumidos por Baker (1975). Na hora da discussão dos erros e falhas é importante incluir o fator humano na inspeção. Junto com esse fator, existe ainda outro causador de falhas que é o problema da vigilância, pois em inspeções subjetivas altamente repetitivas o processo de percepção pode se tornar entorpecido pela pura monotonia da repetição. De forma geral, os erros do inspetor podem ser técnicos, não-intencionais e consistentes.

Durante todo esse processo de controle de qualidade, deve-se sempre ter em mente os custos da qualidade, pois vale lembrar de que de nada adianta otimizar o processo de produção se os custos envolvidos forem muito mais altos do que a economia gerada.

Como estamos lidando com o sistema de produção e para melhor conhecer o funcionamento global desse sistema analisou-se a programação da produção que é aplicado na indústria farmacêutica. Nessas fábricas eles se utilizam do MRP II, que fundamenta-se no modelo do MRP (materials requirements planning – J.Orlicky – 1975), com o conceito de demanda dependente, que estabelece uma relação direta entre demanda independente de produtos acabados e a demanda dependente dos materiais e componentes que integram estes produtos. Uma vez definido o programa mestre de produção, determinam-se as quantidades e os instantes em que os diferentes materiais serão necessários para a execução das atividades de fabricação e montagem. Como 'upgrade', no MRP II foram adicionados ao modelo anterior, procedimentos para verificação da capacidade da fábrica e da disponibilidade de outros recursos de produção.

3.2 Análise da Linha de Produção e Classificação de Erros.

3.2.1 Fluxograma da Linha de Produção

Quanto mais complexo for o produto, maior será a necessidade de preparar um fluxograma mostrando as várias etapas, componentes e processos que coletivamente ou seqüencialmente constituem o produto final.

Para preparar o fluxograma, deve-se visitar os vários locais, entrevistar as pessoas chaves, observar as atividades e registrar as descobertas. Segue o fluxograma da linha de produção farmacêutica:

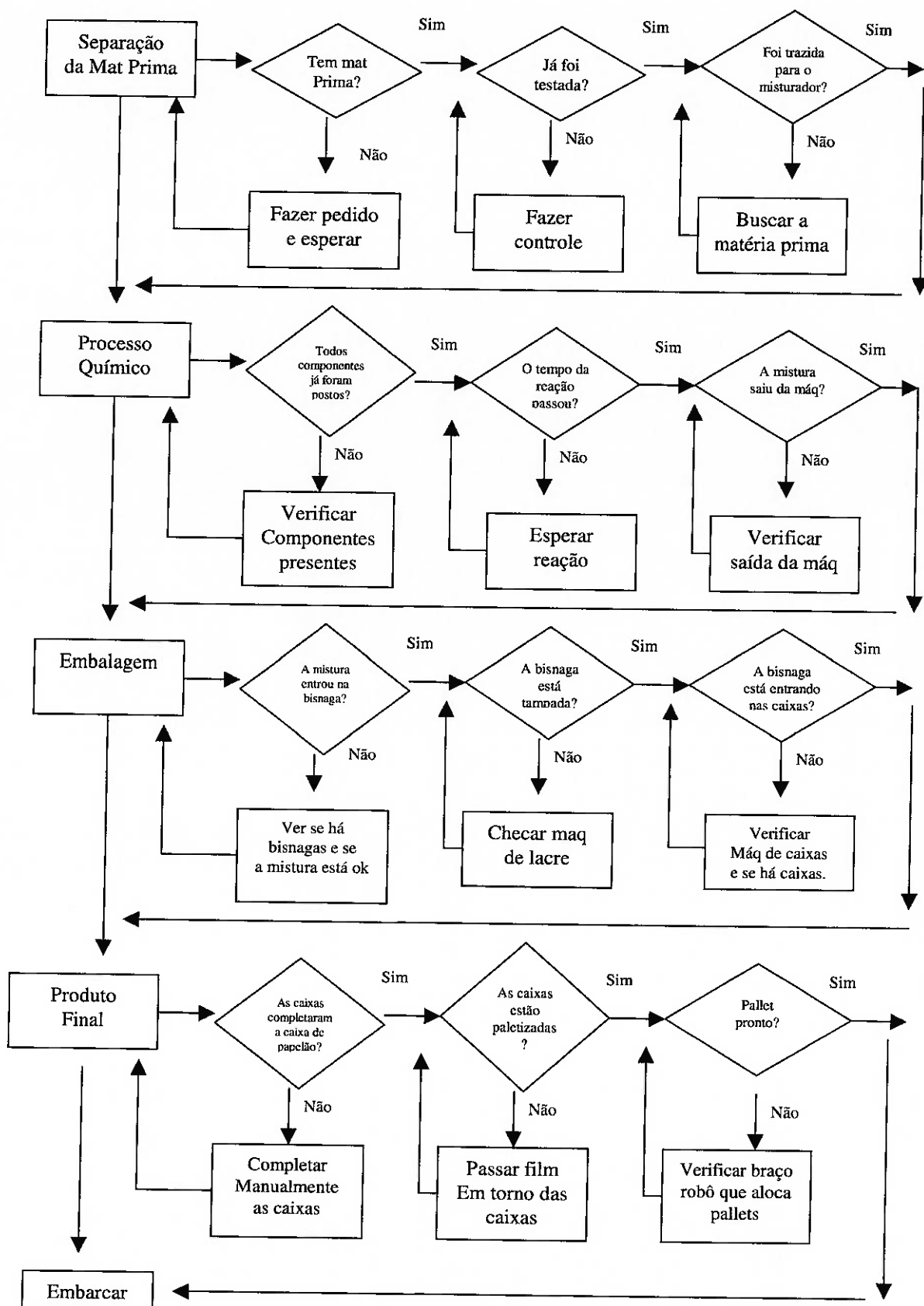


Figura 1

3.2.2 Erros e Falhas na Linha de Produção.

Na indústria farmacêutica, uma das formas de inspeção utilizadas para analisar a linha de produção é a inspeção visual.

Esta é uma categoria especial de características sensoriais. As especificações escritas raramente descrevem por completo o que é desejado, e com frequência os inspetores têm de fazer sua própria interpretação.

O problema de se utilizar uma inspeção visual são as fontes de erro geradas por esse processo.

-Variação no mesmo operador: o mesmo inspetor, ainda que usando o mesmo sistema de medição na mesma unidade de produto, encontrará uma dispersão de leituras. Costuma-se chamar essa variação de “variação do mesmo operador”

-Variação do equipamento de teste: instrumentos estão sujeitos a numerosas fontes de erro, tanto dentro de um único instrumento como entre instrumentos: falta de linearidade, histerese, deslocamento devido a elevação da temperatura. Cada tecnologia está sujeita a seu próprio conjunto de problemas. Esses problemas instrumentais são agravados pelo problema de instalação, quando se conecta instrumentos a unidades de equipamento de teste maiores e quando se conecta as amostras de teste para os testes.

-Variação no procedimento de teste: mais de um procedimento de teste encontra-se disponível para conduzir a medição, é essencial determinar as variações relativas, uma vez que estas são um dos critérios para julgar a adequação do procedimento.

Problemas:

-Problema da Vigilância: Em inspeções subjetivas altamente repetitivas o processo de percepção pode se tornar entorpecido ou hipnotizado pela pura monotonia da repetição. De alguma forma, o processo de exame e o modelo ficaram desconexos e o observador vê apenas o que se espera ver, mas não vê nada que não seja esperado.

As soluções conhecidas são:

- Quebrar o ritmo entorpecente com pausas
- Introduzir maior variedade no trabalho
- Aumentar a perceptibilidade das falhas por ampliação
- Proporcionar indicações de antecedentes e contexto
- Planejar freqüentes rotações de tarefas

-Problema da Flutuação: o segundo problema característico do sistema baseado na visão humana, discutido por Thomas é que padrões subjetivos parecem flutuar com o tempo. Assim, produtos que teriam sido rejeitados em determinada ocasião são aceitos em outra.

Experiências contínuas com produtos de qualidade excepcionalmente alta ou baixa irão modificar o modelo do inspetor, levando-o a elevar ou baixar os padrões. O inspetor é também influenciado pelos comentários e atitudes dos colegas.

-Erros dos Inspetores: O inspetor, como elemento humano no processo de inspeção, contribui de maneira importante para os erros de inspeção. Os erros de inspeção devidos ao inspetor são de diversas categorias:

Erros técnicos

Erros não-intencionais

Erros conscientes

Cada uma dessas categorias tem suas próprias causas e soluções.

Coletivamente, esses erros do inspetor resultam em um desempenho de cerca de 80% de acurácia para encontrar defeitos, ou seja, os inspetores encontram cerca de 80% dos defeitos realmente presentes no produto e não percebem os 20% restantes. Contudo, pouco se sabe sobre a importância relativa de cada categoria de erro dos inspetores.

✓ ERROS TÉCNICOS:

Nessa categoria são agrupadas várias subcategorias: falta de aptidão para o trabalho; falta de conhecimento devido a educação ou treinamento profissional insuficiente; falta de habilidade devido a ausência de talento natural ou a ignorância do “macete” para realizar o trabalho. Erros de técnica podem ser identificados de várias maneiras.

-Inspeções de verificação: um inspetor de verificação reexamina o trabalho realizado pelo inspetor, tanto os produtos aceitos como os rejeitados.

-Inspeções Rotativas: o mesmo produto é inspecionado independentemente por vários inspetores. Os dados resultantes, quando dispostos em uma matriz mostram os defeitos encontrados por cada inspetor em relação aos inspetores como um grupo.

-Inspeções Repetidas: o inspetor repete sua própria inspeção do produto sem o conhecimento de seus próprios resultados anteriores. A análise dos dados resultantes revela o grau de uniformidade ou falta de uniformidade das decisões do inspetor.

Soluções para erros técnicos: a necessidade é suprir a técnica ou conhecimento ausentes e responder à pergunta do inspetor "O que eu deveria fazer diferente do que eu estou fazendo agora?" A menos que o inspetor esteja em posição de descobrir a resposta por si próprio, esta deve ser dada pela administração. Se nenhuma resposta for fornecida, não haverá mudança no desempenho. Os vários métodos de análise discutidos acima podem proporcionar algumas indicações que sugerem o tipo de ação corretiva necessária. Em particular, pode ser feito do conceito de encontrar o "macete". Os dados sobre o desempenho do inspetor são analisados para descobrir quais inspetores apresentam desempenhos consistentemente superiores e quais inspetores têm desempenhos inferiores. Em seguida, é feito um estudo dos métodos de trabalho utilizados pelos dois tipos de inspetores para identificar as diferenças. A análise dessas diferenças freqüentemente descobre qual o conhecimento técnico secreto (macete) que está sendo usado

para conseguir desempenho superior. Por fim, o “jeito” pode ser transmitido a todos os inspetores através do retreinamento.

Certificações de inspetores: em inspeções críticas envolvendo o discernimento do inspetor, o processo de qualificação segue uma série de etapas bem padronizadas.

Um programa de treinamento formal sobre como realizar o trabalho

Um exame formal, incluindo uma demonstração de desempenho bem-sucedido no trabalho

Um certificado formal atestando o sucesso no exame.

Uma licença para executar o trabalho por um período de tempo determinado

Um programa de auditoria para analisar o desempenho e para servir como base para a renovação da licença.

✓ ERROS NÃO-INTENSIONAIS DO INSPETOR

Esses erros são caracterizados pelo fato de que, no momento em que o erro é cometido, o inspetor nem mesmo percebe que está cometendo um erro. As melhores intenções estão presentes - o inspetor não quer cometer nenhum erro. O termo “não-intencional” ou “inevitável” é usado para conotar o fato de que o ser humano é simplesmente incapaz de alcançar a perfeição, por melhor que sejam suas intenções. De uma maneira geral, o inspetor humano encontra cerca de 80% dos defeitos presentes e deixa de perceber os 20% restantes. Embora a proporção 80 a 20 seja amplamente aceita, há

numerosos aspectos que ainda não estão totalmente pesquisados, ou seja, como essa proporção se altera com a porcentagem defeituosa no produto, com a complexidade do produto, com a quantidade de tempo disponível para a inspeção.

Soluções para erros não-intencionais do inspetor:

- Sistemas à prova de erro. Há várias formas de sistemas à prova de erro que são amplamente aplicáveis ao trabalho de inspeção: redundâncias, contagens e métodos com segurança contra falhas.
- Automação. É uma substituição da inspeção repetitiva por uma automação que não comete erros não intencionais. O custo da automação e o estado da tecnologia impõem sérios limites à aplicação desta solução.
- Multiplicadores de percepção. Podem ser usados ampliadores ópticos, amplificadores de som e outros artifícios para ampliar a capacidade do ser humano desequipado perceber defeitos. O desenvolvimento de um novo instrumento para realizar a leitura é a forma final dessa multiplicação.
- Conversão para comparação. Em muitos tipos de inspeção, os inspetores devem julgar os produtos de acordo com suas lembranças do padrão. Quando se proporciona a tais inspetores um padrão físico contra o qual fazer comparação direta, sua acurácia melhora de forma notável.

-Listas de verificação. Estas podem ser tão simples quanto uma lista de compras de supermercado, para verificar se todos os itens que originalmente se planejava comprar foram realmente adquiridos. No outro extremo, uma lista de verificação pode consistir na verificação regressiva para a subida de uma nova nave espacial.

-Reorganização do Trabalho. Uma das teorias de causas de erros não-intencionais do inspetor é a fadiga em virtude da incapacidade de manter a concentração por longos períodos de tempo. As respostas a essa teoria foram no sentido de romper esses longos períodos de várias maneiras: períodos de descanso; rotação para outras operações de inspeção; ampliação do trabalho, ou seja, uma maior variedade de obrigações.

✓ ERROS CONSCIENTES DO INSPETOR:

A característica distintiva do erro intencional do inspetor é que ele sabe que está cometendo o erro e pretende continuar a fazê-lo. Esses erros intencionais podem ser iniciados pela administração, pelo inspetor ou por uma combinação de ambos.

-Fraude do Inspetor: o inspetor fica sujeito a uma variedade de pressões. As formas mais rudimentares são as dos supervisores e operadores de produção pedindo um "tempo". Às vezes isto se estende a uma trama onde estão envolvidos pagamentos por peça, tanto para certificação da qualidade quanto da quantidade. Uma outra forma de fraude consiste em registrar falsos resultados unicamente para melhorar sua eficiência.

-Simplificação do inspetor. Podem ser omissões não autorizadas de operações que o inspetor tem razões para acreditar serem de utilidade

duvidosa; por exemplo, omissões acidentais não deram evidências de complicações. Em alguns casos, há uma culpa compartilhada, ou seja, a administração impôs uma tarefa altamente desagradável.

-Esquiva. Esta é a tendência dos inspetores de falsificar os resultados de produtos limítrofes. A esquiva, na verdade, ocorre entre todas as pessoas que relatam sobre desempenho versus objetivos, e especialmente quando relatam seu próprio desempenho.

3.2.3 Análise de Problemas e Custo da Qualidade.

Como os custos de produção estão cada vez mais controlados, uma das primeiras análises é a de quanto devemos inspecionar. Por se tratar de um produto farmacêutico cujo custo final é bem elevado, descobrimos que na indústria eles retiram um tubo por lote para fazer o controle de qualidade.

DEFEITO	EFEITO NA SEGURANÇA	EFEITO NO USO	RELAÇÕES COM CONSUMIDOR	PERDA PARA A EMPRESA	EFEITO NA CONFORMIDADE COM AS REGULAMENTAÇÕES
Crítico	Certamente causará dano pessoal ou doença	Tornará o produto totalmente inadequado para uso	Sensibilizará o consumidor por causa do cheiro, aparência	Perderá consumidores e resultará em perdas maiores do que o valor do produto	Não está de acordo com as regulamentações de pureza, toxicidade, identificação
Importante A	Pouca probabilidade de causar dano pessoal ou doença	Pode tornar o produto inadequado para uso e pode causar rejeição por parte do usuário	Provavelmente será notado pelo consumidor e pode reduzir o potencial de venda	Pode perder consumidores e pode resultar em perdas maiores ; reduzirá substancialmente o rendimento de produção	Não está de acordo com as regulamentações de peso, volume ou controle de lote
Importante B	Não causará dano pessoal ou doença	Tornará o produto mais difícil de usar	Pode ser notado por alguns consumidores e pode ser motivo de aborrecimento se notado	Pouca probabilidade de perder consumidores; pode requerer substituição de produto; pode resultar em perda igual ao valor do produto	Não conformidade pouco importante às regulamentações de peso, volume ou controle de lote
Pouco importante	Não causará dano pessoal ou doença	Não afetará a utilização do produto; pode afetar a aparência, apresentação	Pouca probabilidade de ser notado pelo consumidor	Pouca probabilidade de resultar em perda	Totalmente conforme às regulamentações

Tabela 1

✓ Custos de qualidade

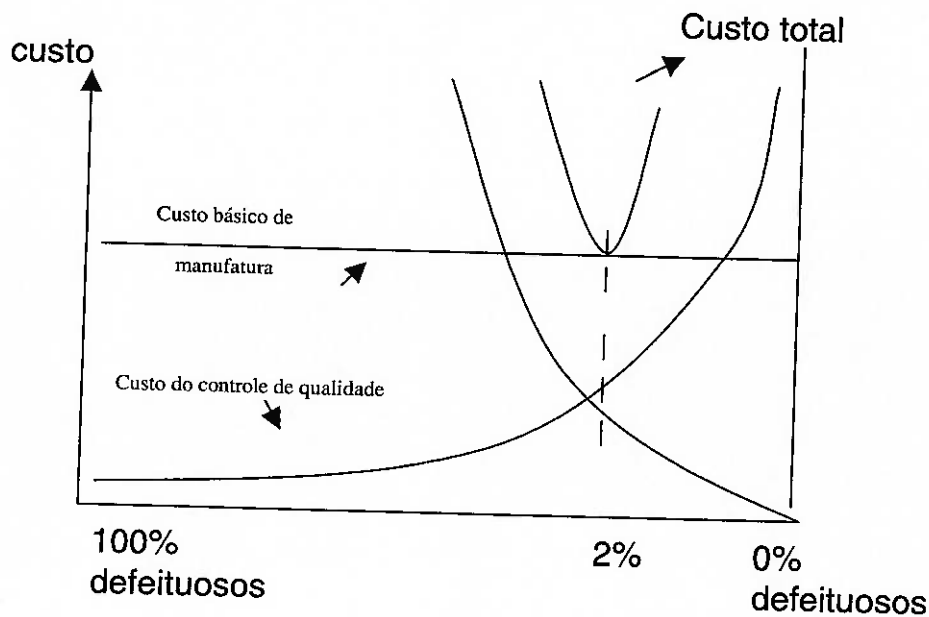


Gráfico 1

A figura apresenta os custos de qualidade. O custo de um processo sem produtos defeituosos é infinitamente elevado, devido aos controles intensivos que deveriam ser exercidos. No outro extremo, quando a porcentagem de defeituosos aumenta, temos reduzido custo de controle, mas os custos totais tendem a aumentar devido ao custo dos defeituosos refugados. Isso mostra que existe uma porcentagem ótima de rejeição: 2%.

3.3 A Teoria Seis Sigma

3.3.1 Introdução

A abordagem da qualidade denominada Seis Sigma tem atraído a atenção de muitas organizações devido a sua forma sistemática de alcançar a diminuição da variabilidade e dos desperdícios nos processos, utilizando-se de métodos estatísticos e da qualidade.

O Seis Sigma propõe que as organizações busquem processo que tenham desempenho Seis Sigma, ou seja, em termos estatísticas, processos que apresentem no máximo 3,4 produtos ou serviços fora das especificações do projeto ou cliente.

Ele propõe que se “esprema” os desvios padrões dos produtos entre as nossas metas e as metas dos clientes.

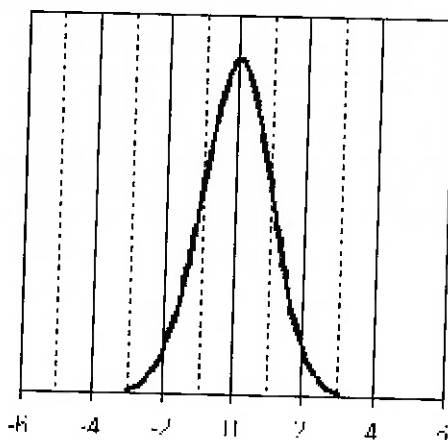


Figura 2

O desenvolvimento dessa abordagem da qualidade ocorreu na Motorola na década de 80. Nessa época, segundo Marash (2000), a abordagem foi apresentada como uma filosofia operando segundo os princípios da Gestão pela Qualidade Total acoplada a intensa utilização de métodos estatísticos e ferramentas da qualidade.

Em termos de resultados as organizações têm divulgado seus casos de sucesso. Em 1988 a Motorola recebeu o Prêmio Malcom Baldrige e em termos financeiros a economizou US\$ 2,2 bilhões reduzindo os custos de desperdícios e retrabalhos. Esses dois ganhos, segundo Coronado e Antony (2002), a Motorola atribui ao sucesso da implantação do SeisSigma. Ainda segundo Coronado e Antony (2002), a General Electric foi outra companhia que implantou o Seis Sigma e obteve sucesso, pois em 1999 os benefícios alcançados chegaram a US\$ 2 bilhões. Outras companhias como a AlliedSignal, Citibank e Sony, também tiveram sucesso com a implementação do Seis Sigma (Antony e Banuelas, 2001).

Apesar dos grandes benefícios apontados por muitas organizações, nem todas as implementações do Seis Sigma são bem sucedidas, pois podem existir muitas que não reportam seus fracassos.

Este contraste entre as implantações bem sucedidas e mal sucedidas cria a necessidade de se considerar a existência de elementos que devem ser reconhecidos para garantir uma eficiente implantação do Seis Sigma.

Para a determinação desses elementos efetuou-se um estudo sobre a pesquisa realizada por Ahire *et al.* (1996), onde são apresentados os elementos que seriam responsáveis por manter a estrutura da Gestão pela Qualidade Total (GQT), que segundo Marash(2000), é uma das bases do Seis Sigma. Em função dos elementos da GQT levantados por Ahire *et al* (1996), buscou-se na literatura do Seis Sigma afirmações que suportassem alguns desses elementos e afirmações que pudessem gerar dar origem a outros elementos.

Dessa forma a pesquisa procura apresentar os elementos que devem existir para dar o suporte necessário a um processo de implantação do Seis Sigma bem sucedido.

Os elementos propostos por Ahire *et al.* (1996) são os seguintes:

- (1) Comprometimento da Alta administração.
- (2) Gestão da qualidade do fornecedor.
- (3) Foco no cliente.
- (4) Utilização de Controle Estatístico de Processo.
- (5) Benchmarking.
- (6) Utilização da informação interna da qualidade.
- (7) Envolvimento dos empregados.
- (8) Treinamento dos empregados.
- (9) Gestão da qualidade do projeto.
- (10) Autonomia dos empregados.

3.3.2 Elementos Formadores Do Seis Sigma

✓ Comprometimento da alta administração

As pessoas do nível mais alto da organização devem ser os direcionadores do Seis Sigma. Segundo Coronado e Antony (2002), nos casos de sucesso, como a Motorola, General Eletric (GE), e Allied Signal, os presidentes foram os maiores responsáveis pelo sucesso do Seis Sigma, isto porque, os presidentes estavam largamente envolvidos e participantes com as iniciativas Seis Sigma da organização.

Aqueles que implementaram e praticaram o Seis Sigma concordam que o fator mais importante é o contínuo apoio e suporte da alta administração (Henderson e Evans, 2000). Halliday (2001) ainda afirma que qualquer

iniciativa como o Seis Sigma requer compromisso elevado da alta administração. Marash (2000), destaca que a abordagem do Seis Sigma deve possuir forte liderança, compromisso organizacional com recursos suficientemente alocados, sendo que o foco não deve estar sobre pontos específicos da organização, mas sim sobre toda organização.

Jack Welch, presidente da GE, capacitou fortemente a reestruturação dos negócios da organização e mudou a atitude dos empregados para a abordagem Seis Sigma (Henderson e Evans, 2000). Ainda, segundo Henderson e Evans (2000), Jack Welch atuou ativamente no processo de implantação, participando e revisando das apresentações semanais e mensais do Seis Sigma, monitorando o progresso dos projetos semanalmente por relatórios, fazendo visitas locais às operações industriais, para observar o grau de enraizamento do Seis Sigma na cultura dos funcionários. Os autores ainda destacam que Welch apresentava, pessoalmente ou por relatórios anuais, o progresso do Seis Sigma na GE a todos os acionistas.

Algumas evidências apontam para a importância do entendimento do papel da alta administração no suporte a iniciativa Seis Sigma, porém Eckes (2000) evidencia que alguns gerentes podem achar fácil desempenhar este papel, mas realizar a ação é outra coisa. Eckes (2000) ressalta que os gerentes devem estar envolvidos na criação e no gerenciamento do sistema como um todo, inclusive na participação dos projetos.

✓ Mudança Cultural

Segundo Coronado e Antony (2002), para a introdução do Seis Sigma é necessário ajustar a infra-estrutura organizacional, os valores e a cultura da empresa, por esse motivo essa abordagem é considerada uma estratégia de rompimento no gerenciamento. Henderson e Evans (2000), destacam que

para a GE, a introdução do Seis Sigma, ocasionou uma mudança de cultura dramática, requerendo grande força da alta administração para ocorrer.

A organização, ao implantar o Seis Sigma como estratégia, passa por transformações culturais, promovendo a redefinição de funções e tarefas que afetam a estrutura da mesma, sendo que o sucesso da implantação do Seis Sigma depende de sua integração às iniciativas corporativas já existentes (Blakeslee, 1999). Assim como a Gestão pela Qualidade Total, a abordagem Seis Sigma demanda um grau de sofisticação em termos culturais da organização, pois a organização deve ser: amadurecida para mudanças; utilizar times multifuncionais nas atividades e possuir seus processos principais identificados e com um certo controle (Dale *et al.*, 2000). Dale *et al.* (2000) destaca ainda que o programa Seis Sigma não pode ser tratado como uma atividade separada do restante da organização.

Para Erwin (2000), o Seis Sigma deve crescer em um ambiente aberto e seguro onde os defeitos devem ser vistos como oportunidades de melhoria, e não puramente como descuido dos funcionários. Eckes (2000), afirma que as mudanças dentro das organizações, muitas vezes vão contra fortes valores defendidos, ao longo de anos, por alguns membros da organização, quer dizer, transformar uma cultura antiga, baseada unicamente em experiência em uma cultura auxiliada pesadamente por fatos e dados. Outro ponto importante na mudança cultural é a comunicação. Esta tem um papel importante sobre a organização, pois através dela, pode-se reduzir a resistência a mudança, além de ser um fator motivador para todas as pessoas da organização.

Henderson e Evans (2000) afirmam que a existência de um plano de comunicação é importante para envolver as pessoas com a iniciativa Seis Sigma, mostrando para eles como o programa trabalha, como está

relacionado com suas atividades e quais os benefícios disto. Para Coronado e Antony (2002), deve-se estabelecer um programa de comunicação capaz de descrever o que deveria ser comunicado, por quem e com que frequência. A comunicação ajuda a organização a propagar suas estratégias de negócio, exigências dos clientes e os times de trabalho. Coronado e Antony (2002) defendem que após a implantação dos projetos Seis Sigma, é melhor publicar os resultados, retratando tanto as histórias de sucesso, como também os retrocessos. A comunicação dos retrocessos ajudará outras pessoas evitando que as mesmas cometam os mesmos enganos. O Recursos Humanos (RH) também desempenha um papel importante na mudança cultural, pois as ações baseadas em RH precisam ser efetuadas de modo a promover ganhos em termos de comportamento e resultados. Verdadeiramente a mudança comportamental a longo prazo, requer que as metas do Seis Sigma sejam interiorizadas a nível individual (Coronado e Antony, 2002). Alguns estudos mostram que 61% das empresas de alto desempenho unem suas recompensas às suas estratégias de negócio, enquanto que as empresas de baixo desempenho criam uma ligação mínima entre os dois (Harry e Schroeder, 2000). O apresentado mostra que o Seis Sigma é uma poderosa maneira de alinhar os recursos para resolver os problemas críticos gerais de uma empresa, porém requer aderência a uma filosofia como um todo, ao invés do simples uso de algumas ferramentas. A organização para alcançar essa aderência necessita possuir muitos dos fundamentos da Gestão pela Qualidade Total, possuir um canal de comunicação e um RH desenvolvido e alinhado a iniciativa Seis Sigma, pois dessa forma terá uma maior chance de sucesso.

✓ Infra estrutura da organização

Para a eficiente implantação do Seis Sigma, de acordo com Henderson e Evans (2000) e Halliday (2001), a infra-estrutura da organização deve ser

profundamente levada em conta. Para implementar o Seis Sigma dentro de qualquer organização, algumas características organizacionais são necessárias ao local. Por exemplo, Coronado e Antony (2002) propõe que é altamente desejável que a organização possua certa facilidade para a comunicação, foco e estratégia a longo prazo e times de trabalho. Além disso, a organização deverá prover de recursos e investimentos para promover o Seis Sigma. O foco e estratégia a longo prazo, exigem das organizações, que decidiram adotar o Seis Sigma, um conhecimento adequado da metodologia, pois para perceber seus benefícios, eles precisam ser pacientes. Segundo Dale *et al.* (2000), os benefícios devem ser focados a longo prazo. Isto pode diminuir a motivação das pessoas, porém, segundo Coronado e Antony (2002), para manter as pessoas interessadas no Seis Sigma, pequenos e rápidos ganhos podem ser alcançados em curto tempo focando-se pequenos projetos, os projetos mais ambiciosos requerem mais tempo e recursos.

O time de trabalho é um elemento fundamental dentro do Seis Sigma. O valor dos times de trabalhos multifuncionais lançam uma sensação de propriedade, melhor comunicação e proporcionam uma visão global da organização (Coronado e Antony, 2002). Segundo Pande *et al.* (2000), muitas organizações, consultores e pessoas envolvidas com o Seis Sigma, mostram imensos benefícios de se implementar esta filosofia. Pande *et al.* (2000), afirma que realmente há muitas histórias de sucesso sobre estes benefícios, porém existe um investimento inicial importante para estas organizações para lançar o Seis Sigma. Alguns dos itens mais importantes neste orçamento segundo Pande *et al.* (2000) incluem, folha de pagamento direta, folha de pagamento indireta, treinamento, consultorias e melhoria do sistema de custeio. Conclui-se que a criação de uma infra-estrutura que assegure os recursos necessários para a melhoria do desempenho das atividades é essencial ao sucesso do Seis Sigma. Os requerimentos para a implantação do

Seis Sigma, envolve na sua fase inicial, altos gastos com pessoas, treinamentos, divulgação, além de outras mudanças requeridas. Porém o custo de não fazer os investimentos da forma adequada pode ser muito maior do que o custo deste investimento.

✓ Treinamento

O treinamento para Henderson e Evans (2000), Halliday (2001) e Coronado e Antony (2002), é tido como um dos elementos principais da abordagem Seis Sigma. Coronado e Antony (2002), afirmam que o treinamento deve ser efetuado ao longo da empresa iniciando com a alta administração (os *Champions*) e deverá ser cascadeado abaixo pela hierarquia organizacional.

De acordo com Dale *et al.* (2000), o Seis Sigma envolve a investigação fundamental do projeto de produtos e serviços com a quebra do trabalho da organização em processos discretos, para se medir a taxa de defeitos de cada processo individual, envolvendo a compilação de grandes massas de dados reais. Para Dale *et al.* (2000), essa massa de dados exige um adequado treinamento para interpretação dos mesmos, do contrário todo esforço em obtê-los e tabulá-los seria inutilizado. Para Coronado e Antony (2002), o currículo requerido para os praticantes do Seis Sigma, varia de organização a organização e de consultor para consultor; porém precisa ser utilizado para identificar os papéis chaves das pessoas diretamente envolvidas na aplicação do Seis Sigma. Segundo Coronado e Antony (2002), destacam que embora somente algumas pessoas recebam treinamento na abordagem Seis Sigma, isto não significa que eles são os únicos que carregam esta filosofia na organização. Eles são os agentes de mudança que devem difundir a metodologia do Seis Sigma ao longo da organização (Coronado e Antony, 2002). O treinamento deve ser estendido a toda organização, sendo que os

operários dos processos devem se familiarizar com a metodologia do Seis Sigma, isto porque eles são os principais contribuintes da qualidade nos produtos e serviços e também conhecem melhor que qualquer pessoa o processo deles (Antony, 2000). Os agentes de mudanças são pessoas, que podem ser divididas em vários níveis de perícia: Champions, os Master Black Belts, os Black Belts e os Green Belts.

Master Black-belt: Este é o mais alto nível de domínio técnico e organizacional. Os master black-belts são a liderança técnica do programa Seis Sigma. Logo, precisam saber tudo que sabem os black-belts e mais, pois também devem entender a teoria matemática na qual os métodos estatísticos se baseiam. Os master black-belts têm de ser capazes de prestar assistência aos black-belts na aplicação correta dos métodos em situações inusitadas. E, dada a natureza de suas obrigações, suas habilidades de comunicação e ensino são importantes quanto sua competência técnica. Sempre que possível, o treinamento estatístico deve ser conduzido somente por master black-belts. De outra forma, o familiar fenômeno de "propagação de erros" pode ocorrer ou seja, black-belts passam adiante os erros aos green-belts, que por sua vez, passam adiante erros ainda piores aos integrantes das equipes. Caso seja necessário que black-belts e green-belts ministrem treinamento, somente o devem fazer sob a supervisão e orientação de master black-belts. Por exemplo, pode ser preciso que os black-belts dêem assistência ao master black-belt durante discussões em sala de aula e nos exercícios.

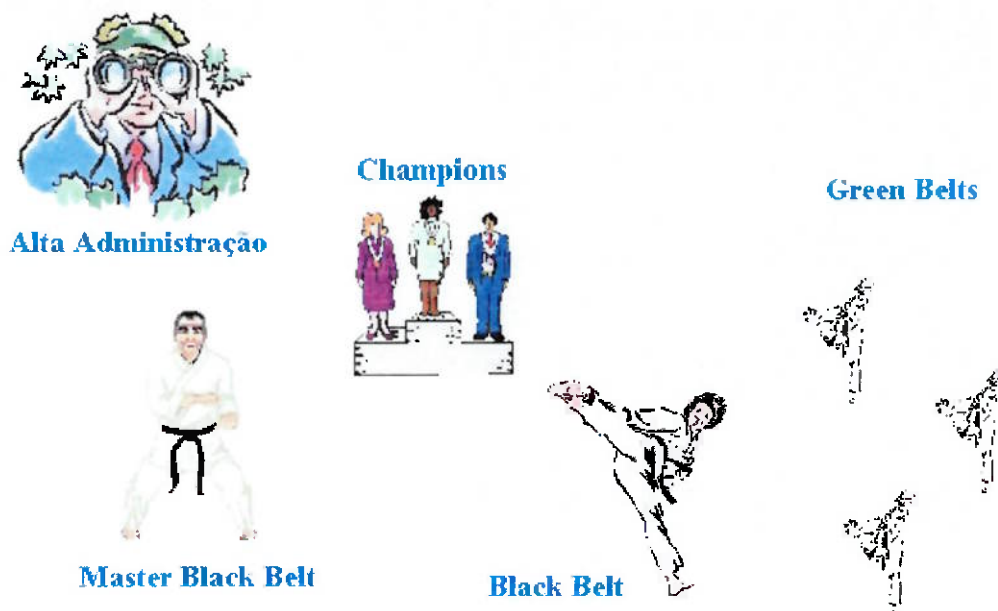
Black-belt: Os candidatos ao status de black-belt são indivíduos com orientação técnica e muito estimados por seus companheiros. Devem estar ativamente envolvidos no processo de desenvolvimento e mudança organizacional. Podem provir de vasta gama de disciplinas e não precisam ter

sido treinados formalmente como estatísticos ou engenheiros. Contudo, como terão de dominar uma grande variedade de ferramentas técnicas em curto prazo, os candidatos a black-belt provavelmente precisarão ter uma bagagem anterior que inclua matemática e uma base de análise quantitativa. Como parte do treinamento, os black-belts recebem instrução em sala de aula, além de treinamento individual nos projetos ministrado por master black-belts ou consultores. Os candidatos a black-belt devem: sentir-se à vontade com computadores; conhecer um ou mais sistemas operacionais, planilhas, programas de gerenciamento de bancos de dados, programas de apresentação e processadores de texto; já ter estudado algum dia métodos estatísticos; saber utilizar um ou mais pacotes de software de análise estatística. Os black-belts buscam extrair conhecimento aplicável do sistema de armazenamento de informações da empresa. Para garantir acesso às informações necessárias, as atividades 6- Sigma devem, aliás, estar integradas nos sistemas de informática da organização. Obviamente, as habilidades e o treinamento dos black-belts têm de ser viabilizados por investimentos em software e hardware. Não faz sentido atrapalhar esses especialistas para economizar uns "trocados" com computadores ou software.

Green-belts: Estes são os líderes de projetos Seis Sigma capazes de formar e facilitar equipes Seis Sigma e de gerenciar os projetos Seis Sigma desde a concepção até a conclusão. Os green-belts passam por treinamento em sala de aula, numa programação conduzida em conjunto com os projetos Seis Sigma e que engloba o gerenciamento de projetos, ferramentas de gerenciamento da qualidade, solução de problemas e análise descritiva de dados. Os champions Seis Sigma devem estar presentes no treinamento dos green-belts. Em geral, os black-belts ajudam os green-belts a definir seus

Sigma e que engloba o gerenciamento de projetos, ferramentas de gerenciamento da qualidade, solução de problemas e análise descritiva de dados. Os champions Seis Sigma devem estar presentes no treinamento dos green-belts. Em geral, os black-belts ajudam os green-belts a definir seus projetos antes, participam do treinamento com os segundos e prestam-lhes assistência em seus projetos posteriores.

Estrutura para o 6 σ



O objetivo da estrutura é de rapidamente difundir a filosofia, a metodologia e as ferramentas

Figura 3

É destacado por Pande *et al.* (2000), que embora um currículo para os praticantes do Seis Sigma dentro da organização, ofereça um largo conhecimento na abordagem Seis Sigma, isto não reforça todo o conhecimento e habilidades necessárias para sustentar a metodologia como um todo. Pande *et al.* (2000), ainda evidencia que ao longo do tempo as empresas precisam olhar para fora da disciplina Seis Sigma. Isto porque deve-

Nos projetos de melhoria do Seis Sigma, é preciso estar claro como cada projeto e outras atividades de melhoria se unem aos clientes, processos principais e competitividade (Pande *et al.*, 2000). Segundo Coronado e Antony (2002), independente da magnitude do projeto Seis Sigma, o impacto deles sobre o negócio deve estar claro. Segundo Coronado e Antony (2002), em um simples projeto Seis Sigma, o vínculo entre o projeto e a estratégia do negócio deve estar identificada, demonstrando-se isto monetariamente, com o benefício do projeto em termos financeiros e a maneira pela qual o projeto pode ajudar a estratégia do negócio. Destaca-se também que, segundo Marash (2000), o foco do Seis Sigma não deve estar sobre pontos específicos da organização, sendo que os projetos devem possuir elevada priorização para o alinhamento dos projetos à estratégia do negócio. Nota-se, que os objetivos nos projetos de melhoria do Seis Sigma devem estar alinhados estrategicamente aos objetivos da organização, visando a melhoria dos processos e produtos que tenham um impacto direto nos objetivos operacionais e financeiros da organização.

✓ Ferramentas e Técnicas

Durante o treinamento dos *Green Belts*, *Black Belts* e *Champions*, os funcionários aprendem algumas ferramentas e técnicas. Com o conhecimento obtido, é importante que os funcionários sejam capazes de adotar e desenvolver a metodologia do Seis Sigma dentro da organização.

Segundo Dale *et al.* (2000), o Seis Sigma é sobre redução de defeitos e nisto está sua possível fraqueza. Porque a melhoria depende de como está sendo definido e medido as oportunidades de falhas. Francischini (2001), afirma que o Seis Sigma é um programa altamente orientado por dados e pela utilização de ferramentas estatísticas. É destacado por (Henderson e Evans, 2000), as ferramentas e técnicas do Seis Sigma como um dos principais

elementos no direcionamento dessa abordagem. Para Bayle *et al.* (2001), o Seis Sigma faz uso de uma grande variedade de ferramentas estatísticas e da qualidade e seria irracional pensar que um conjunto de ferramentas possa ser utilizado indiferentemente do tipo de processo ou produto, devendo-se avaliar de forma adequada quais ferramentas utilizar para cada caso. A escolha das mais apropriadas técnicas, varia de organização para organização, não há nenhuma metodologia padrão e organização que seja capaz de escolher a mais apropriadas das técnicas para ela (Pande *et al.*, 2000). É destacado ainda por Bayle *et al.* (2001), que o Seis Sigma só é sustentável quando existe uma consciência de que os métodos estatísticos são muito úteis tanto quando a teoria de engenharia e o conhecimento do processo e do produto. Dentro do cenário do Seis Sigma, de acordo com Coronado e Antony (2002), existem duas metodologias distintas:

- A metodologia de resolução de problemas DMAIC (onde D é *define* - definir, representa *measure* - medir, A representa *analyse* - analisar, I significa *improve* - melhoria e C representa *control* - controlar;

DMAIC

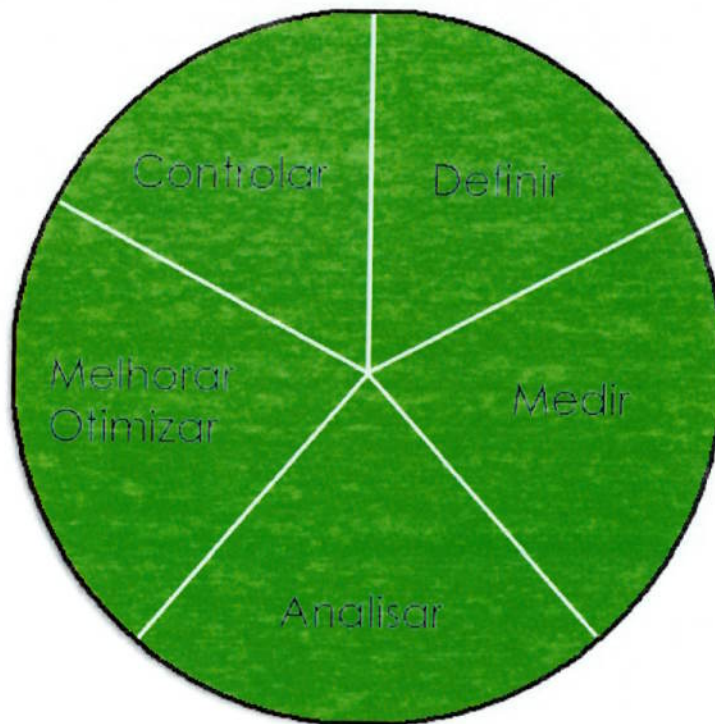


Figura 4

O método DMAIC é descrito a seguir:

Definir: Defina as metas das atividades de melhoria. Elas serão os objetivos estratégicos da organização, tais como maior participação no mercado e retornos sobre o investimento mais elevados. No âmbito operacional, uma meta possível seria o aumento de produção de determinado departamento. No de projetos, as metas poderiam ser a redução do nível de defeitos e o aumento de produção.

Medir: Meça o sistema existente. Estabeleça métricas válidas e confiáveis para ajudar a monitorar o progresso rumo às metas definidas no passo anterior. Comece por determinar o ponto de partida atual. Utilize a análise de dados exploratória e descritiva para ajudar a entender os dados.

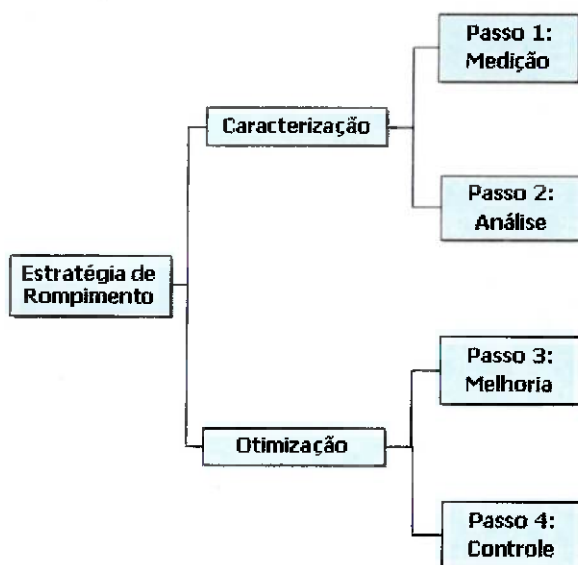
Analisar: Analise o sistema para identificar formas de eliminar a lacuna entre o desempenho atual do sistema ou processo e a meta desejada. Aplique

ferramentas estatísticas para orientar a análise.

Implementar: Incremente o sistema. Seja criativo para achar novas maneiras de fazer as coisas melhor, de forma mais econômica ou mais rápida. Use o gerenciamento de projetos e outras ferramentas de planejamento e gerenciamento para implementar a nova abordagem. Empregue métodos estatísticos para validar a melhoria.

Controlar: Controle o novo sistema. Institucionalize o sistema aperfeiçoado modificando os sistemas de remuneração e incentivos, política, procedimentos de planejamento das necessidades de material, orçamentos, instruções operacionais e outros sistemas de gerenciamento. Pode ser interessante adotar sistemas como ISO 9000 para garantir que a documentação esteja correta.

O método passo-a-passo:



Estratégia de Rompimento:

1. Selecione um problema.
2. Defina o padrão de desempenho.
3. Valide um sistema de medição.
4. Estabeleça a capacidade.
5. Defina os objetivos de desempenho.
6. Identifica as fontes de variação.
7. Relacione as causas potenciais.
8. Descubra a relação entre as variáveis..
9. Estabeleça as tolerâncias operacionais.
10. Valide um sistema de medição.
11. Estabeleça a capacidade.
12. Implemente os processos de controle.

Figura 5

- A metodologia preventiva conhecida como Projetando Para o Seis Sigma – *Design For Six Sigma* (DFSS) consiste em quatro fases: identificar, projetar, aperfeiçoar e validar (IDOV). Com o uso do seis sigma, a qualidade poderia ser alcançada através da combinação de melhoria no desempenho e redução de variabilidade, sendo que a ênfase no projeto confiável logo no início deve ser visada (Francischini e Francischini, 2001).

Essas duas metodologias do Seis Sigma apresentadas baseiam-se fortemente no uso da estatística; porém, na maioria dos casos, não são necessárias técnicas estatísticas avançadas. As sete famosas ferramentas da qualidade em combinação com controle estatístico do processo (Gráficos de controle, etc.) e outros métodos estatísticos (teste de hipótese, ANOVA, ANOM, etc.) são suficientes em muitas ocasiões (Halliday, 2001).

4 Análise dos Erros.

4.1 Seleção dos Erros.

Tínhamos uma idéia inicial de montar um questionário para ser respondido por membros da equipe do chão da fábrica. No entanto vimos junto ao nosso orientador e conversando com algumas pessoas do mercado de trabalho entendemos que isso não seria eficiente devido ao fato desses trabalhadores terem uma prédisposição típica de “autodefesa”. No sentido de encararem sempre um questionário como uma forma de serem avaliados e por medo de perderem seus empregos acabam não passando a verdadeira situação do dia-a-dia de seus trabalhos.

Dessa forma a fim de conseguir levantar esses dados, decidimos redirecionar nossa pesquisa para a análise dos relatórios de erros da linha de produção, para análise de fatores e posterior validação com um gerente de produção da linha farmacêutica.

Visitando a fábrica, foi possível fazer uma análise mais detalhada da linha de produção, observando cada etapa separadamente. Foi possível perceber que praticamente todas as etapas do processo produtivo são automatizadas, ou seja, não podemos fazer nenhuma análise da influência humana do processo, exceto pela inspeção e manutenção dos equipamentos.

A maneira que nós encontramos para analisar a quantidade de erros diários na linha de produção foi pela quantidade de caixas rejeitadas pelo controle de qualidade, como o produto vem pronto do exterior a etapa do processo que envolve a fabricação do produto bruto não poderá ser envolvida nessa

discussão. Com isso enfocamos o nosso trabalho no processo de entubamento e empacotamento do produto final.

Os problemas mais comuns no que diz respeito a entubamento são:

- Vazamento do produto devido a falha no lacre
- Avaria da bisnaga no decorrer do processo
- Discrepância da quantidade do produto dentro da bisnaga
- Erro na marcação da data de validade no tubo

No empacotamento unitário tanto quanto no empacotamento final temos:

- Discrepância da quantidade de embalagens na caixa.
- Caixas sem o numero de lote e data de validade, incluindo impressões ilegíveis.
- Falta de vedação da caixa unitária.

Temos ainda os erros relativos ao fluxo da linha de produção:

- Caixas ficam travadas na esteira.
- Falta caixa para embalar o produto.
- Esteiras travadas / Elevadores hidráulicos com problema.

Processo de inspeção dos erros:

De acordo com os conceitos vistos anteriormente, para o processo de entubamento é feita uma inspeção visual para detectar erros relativos ao

vazamento (falha do lacre), avaria da bisnaga e erro na marcação da data de validade. Essa inspeção é feita por amostragem, ou seja, é feita em 2% dos lotes produzidos. Essa inspeção é realizada por uma pessoa trabalhando em três turnos. Esse mesmo processo é aplicado para controle de impressão de lote / validade e falta de vedação no processo de empacotamento.

Já para controlar as discrepâncias de quantidade tanto por tubo quanto por caixa é feita uma pesagem em todas as caixas do lote, se o peso estiver fora das tolerâncias a caixa é rejeitada e então analisada unitariamente.

Motivos:

A cada erro encontrado é chamado um funcionário da equipe de manutenção que baseado em conhecimentos prévios busca os prováveis defeitos nas máquinas que poderiam causar tais erros. Para evitar esses defeitos é feita uma manutenção preventiva calibrando os equipamentos freqüentemente.

Quanto aos problemas com esteira com mau funcionamento, caixas acumuladas / travadas na esteira ou falta de suprimento de embalagens, os motivos são geralmente relacionados à manutenção dos equipamentos ou demora do inspetor em perceber o problema.

4.2 Tabelas Mensais de Erros.

4.2.1 Mês de Julho.

Segue a tabela com o total de erros do mês de Julho:

Horário/Dia	ter	qua	qu	sex	sáb	dom	seg	ter	qua	qu	sex	sáb	dom	seg	ter	qua	qu	sex	sáb	dom	seg	ter	qua	qu	sex	sáb	dom	seg	ter	qua	qu	Total de Erros
1º Turno	0.33	0.25	0.25	0.25	0	0.25	0.25	0.33	0.25	0.67	0.25	0.2	0.17	0.29	0.2	0	0.2	0.25	0	0.17	0.5	0.33	0.2	0.2	0.25	0.4	0.33	0.6	0.43	0.22	0.33	0.269
2º Turno	0.33	0.5	0.25	0.5	0.6	0.75	0.5	0.33	0.25	0.33	0.5	0.6	0.67	0.43	0.2	0.4	0.2	0.5	0.83	0.67	0	0	0.2	0	0.25	0.6	0.5	0.2	0.29	0.44	0.33	0.392
3º Turno	0.33	0.25	0.5	0.25	0.4	0	0.25	0.33	0.5	0	0.25	0.2	0.17	0.29	0.8	0.6	0.6	0.25	0.17	0.5	0.67	0.6	0.8	0.5	0	0.17	0.2	0.29	0.33	0.33	0.338	
%erros	0.34	0.45	0.45	0.45	0.57	0.45	0.45	0.34	0.45	0.34	0.45	0.57	0.68	0.80	0.57	0.57	0.57	0.45	0.68	0.68	0.23	0.34	0.57	0.57	0.45	0.57	0.68	0.57	0.80	1.02	1.02	0.534

Tabela 2

Essa segunda tabela mostra a distribuição de cada categoria de erros ao longo de Julho:

	sex	sáb	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	dom
Visões	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.14	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.11	0.10
Discrepâncias	0.33	0.25	0.25	0.25	0.40	0.25	0.25	0.00	0.25	0.33	0.25	0.20	0.17	0.14	0.20	0.00	0.20	0.25	0.17	0.17	0.00	0.33	0.00	0.00	0.25	0.20	0.17	0.20	0.14	0.11	0.11
Estrutura	0.67	0.75	0.75	0.75	0.60	0.75	0.75	0.67	0.75	0.67	0.75	0.80	0.83	0.71	0.80	0.80	0.80	0.75	0.83	0.67	1.00	0.67	0.80	0.80	0.75	0.80	0.83	0.80	0.71	0.78	0.78

Tabela 3

Por fim temos os principais eventos ocorridos ao longo do mês, foram analisados dias de jogos, feriados e também a temperatura.

Temperatura	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Média	18	17	18	17	18	18	17	18	17	18	17	18	18	19	19	18	18	18	18	18	19	17	17	18	18	17	18	18	18	18	18
Corinthians						1			2			12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Palmeiras					3							3			2				3				2				3				
São Paulo					2			3				3				3			3						1		1				
Brasil																															

3 - Vitória

2 - Empate

1 - Derrota

Dias de Pagamento

Feriado

Tabela 4

4.2.2 Mês de Agosto.

Segue a tabela com o total de erros do mês de Agosto:

Hora do Dia	sex	sáb	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	dom
1º Turno	0.5	0	0.2	0.5	0.5	0	0	0.5	0.2	0.2	0.25	0.4	0.43	0.17	0.67	0.25	0.25	0.17	0.4	0.17	0.2	0.33	0	0.2	0.2	0.25	0.33	0.2	0.4	0.44	0.33
2º Turno	0	0.33	0.6	0.5	0.25	0.6	0.6	0.25	0.4	0.6	0.5	0.2	0.25	0.5	0.33	0.25	0.25	0.5	0.4	0.33	0.2	0.33	0.33	0.6	0.6	0.25	0.5	0.2	0.4	0.33	0.56
3º Turno	0.5	0.67	0.2	0	0.25	0.4	0.4	0.25	0.4	0.2	0.25	0.4	0.25	0.33	0	0.5	0.5	0.33	0.2	0.5	0.6	0.33	0.67	0.2	0.2	0.5	0.17	0.6	0.2	0.22	0.11
%erros	0.24	0.35	0.59	0.47	0.47	0.59	0.59	0.47	0.59	0.59	0.47	0.59	0.82	0.71	0.35	0.47	0.47	0.71	0.59	0.71	0.59	0.35	0.35	0.59	0.59	0.47	0.71	0.55	0.59	1.08	1.08

Tabela 5

Essa segunda tabela mostra a distribuição de cada categoria de erros ao longo de Agosto:

	sex	sáb	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	dom
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Visuais	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.14	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.11	0.10
Discrimina	0.33	0.25	0.25	0.25	0.40	0.25	0.25	0.00	0.25	0.33	0.25	0.20	0.17	0.14	0.20	0.00	0.20	0.25	0.17	0.17	0.00	0.33	0.00	0.00	0.25	0.20	0.17	0.20	0.14	0.11	0.11
Estilos	0.67	0.75	0.75	0.75	0.60	0.75	0.75	0.67	0.75	0.67	0.75	0.80	0.83	0.71	0.80	0.80	0.80	0.75	0.83	0.67	1.00	0.67	0.80	0.80	0.75	0.80	0.83	0.80	0.71	0.78	0.78

Tabela 6

Por fim temos os principais eventos ocorridos ao longo do mês, foram analisados dias de jogos, feriados e também a temperatura.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Média	18	18	18	18	18	17	17	16	17	18	18	18	18	19	18	18	18	19	18	19	18	18	18	18	18	18	17	18	18	17	18
Corinthians			2					1		3			1		2					2				3							
Palmeiras		3								3					2									3			1				1
São Paulo		1				2			3			2			2				3				3						2		
Brasil													2		2				3				1			3			3		

3 - Vitória

2 - Empate

1 - Derrota

Dias de Pagamento

Feriado

Tabela 7

4.3 Gráficos dos Erros.

4.3.1 Gráficos do Mês de Julho.

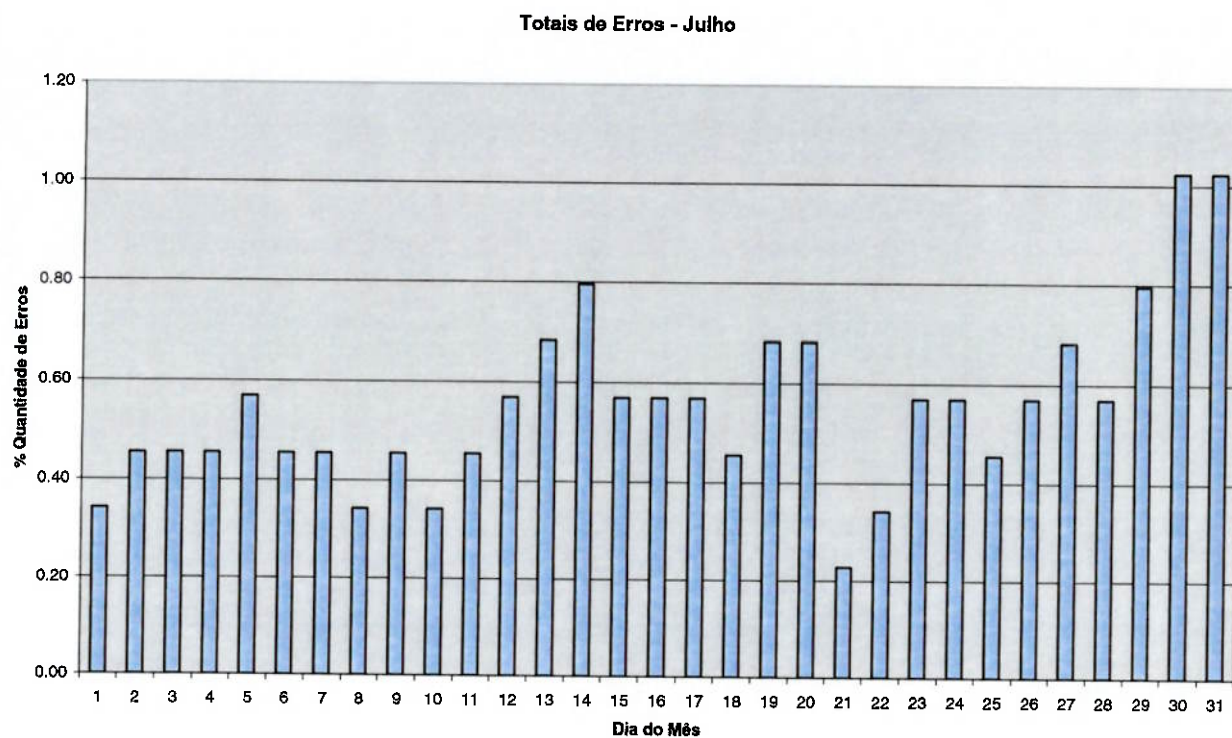
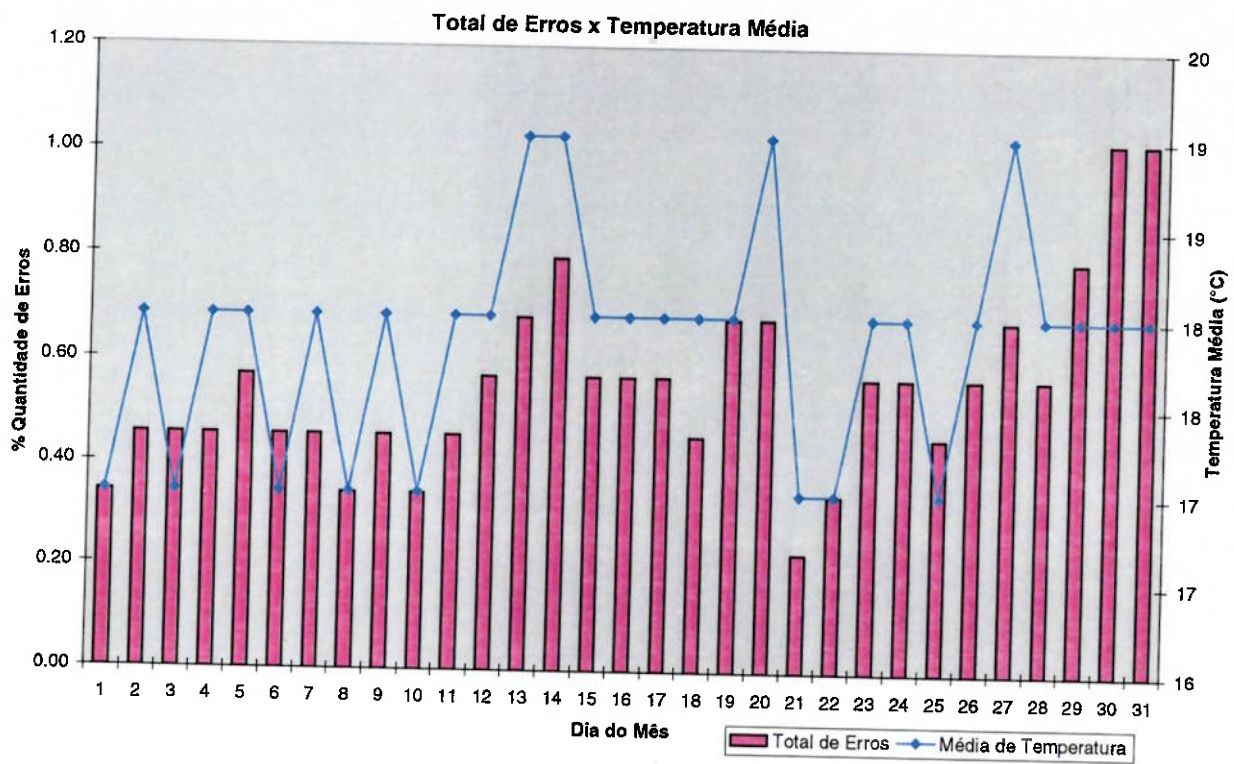


Gráfico 2

Gráfico 3



Erros por Dia da Semana

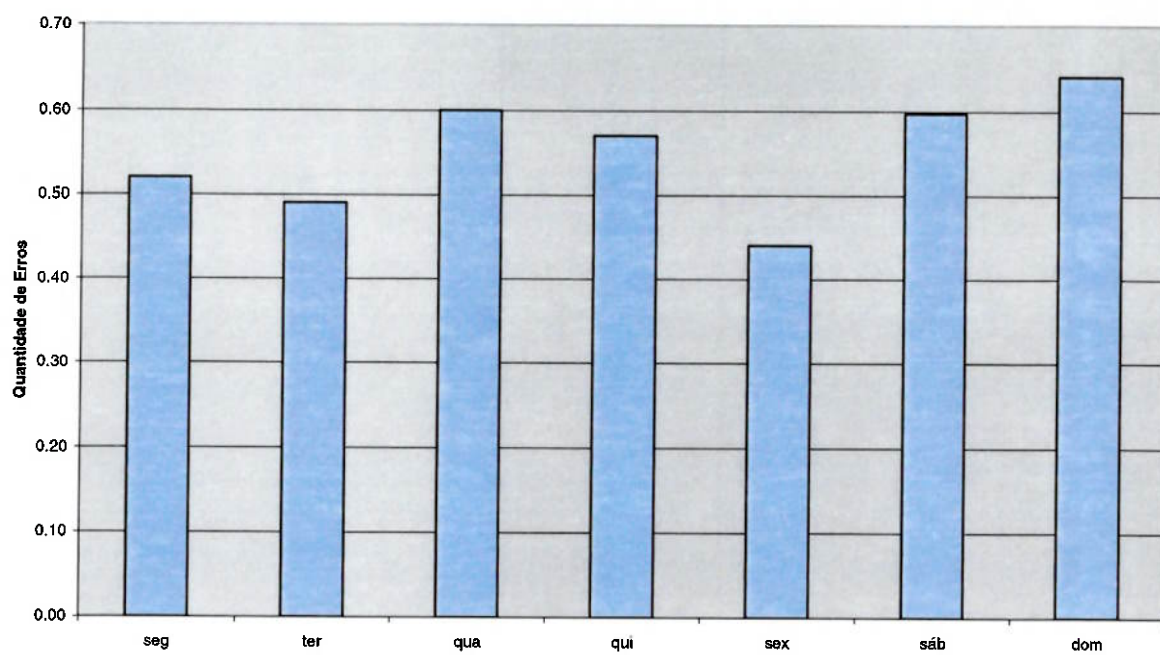
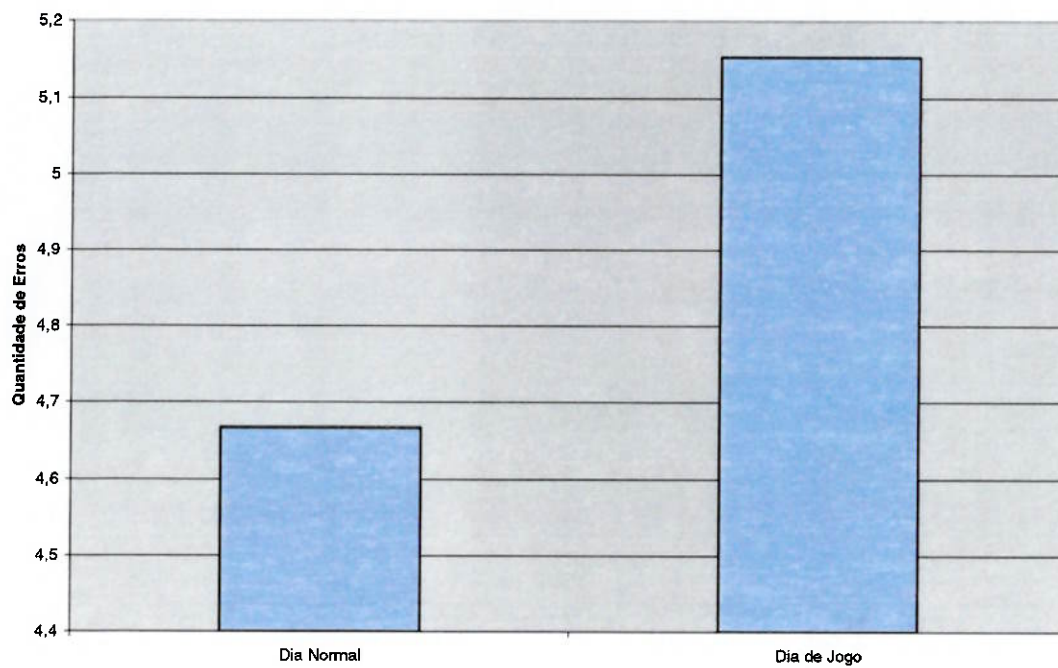
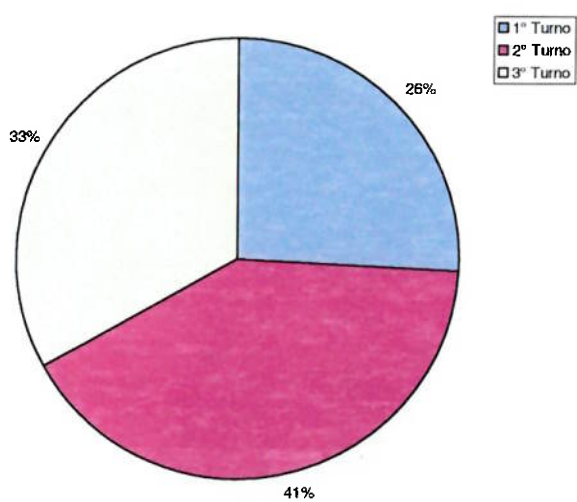


Gráfico 4 e 5

Média de Erros



Erros por Turno



4.3.2 Gráficos do Mês de Agosto.

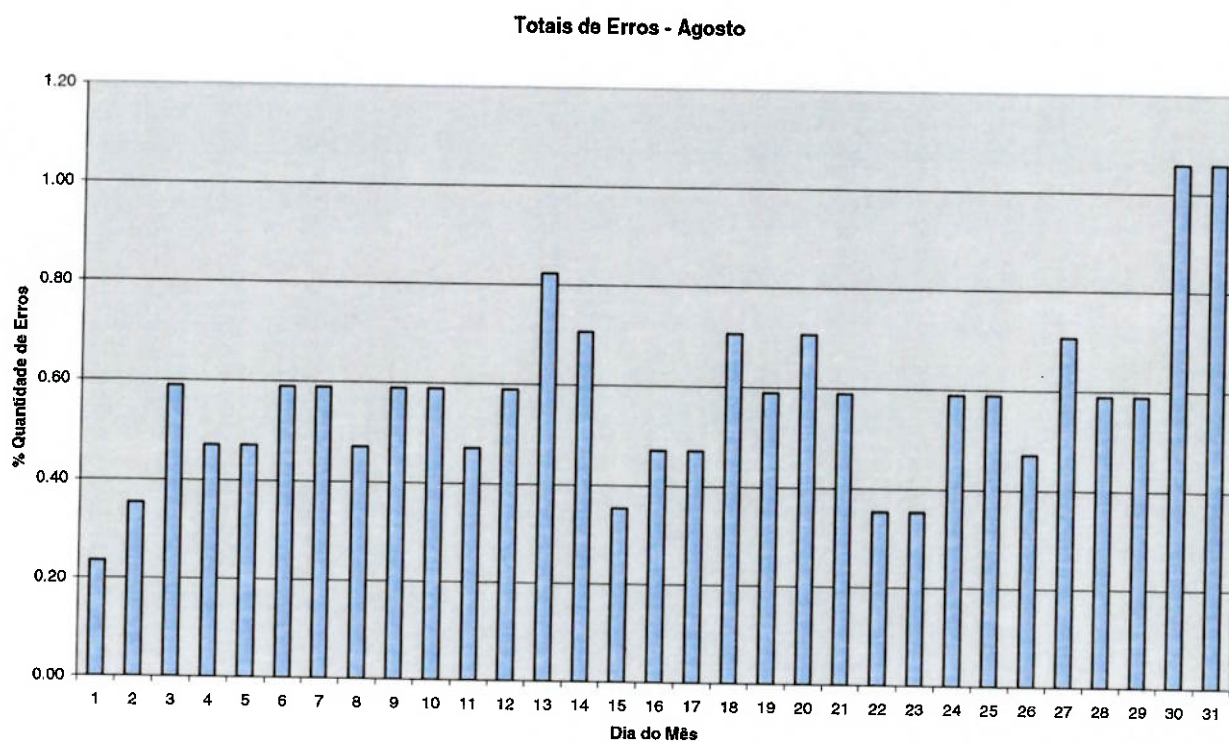
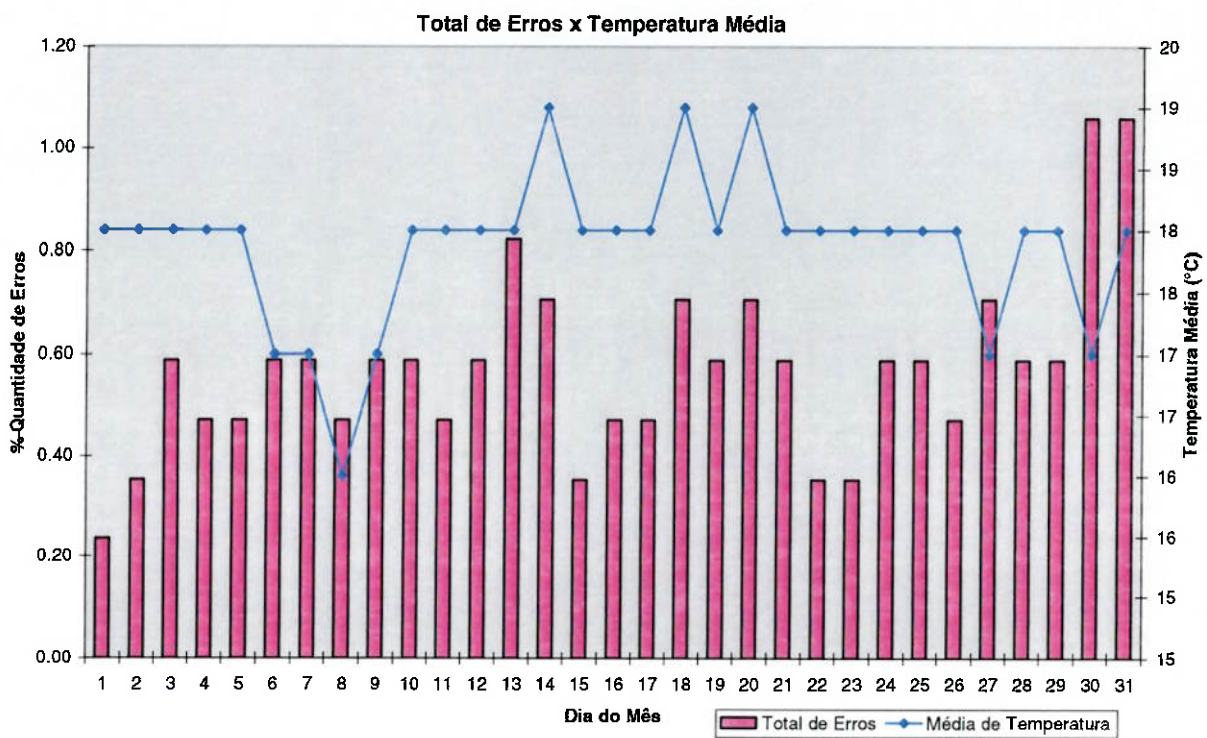


Gráfico 6

Gráfico 7



Erros por Dia da Semana

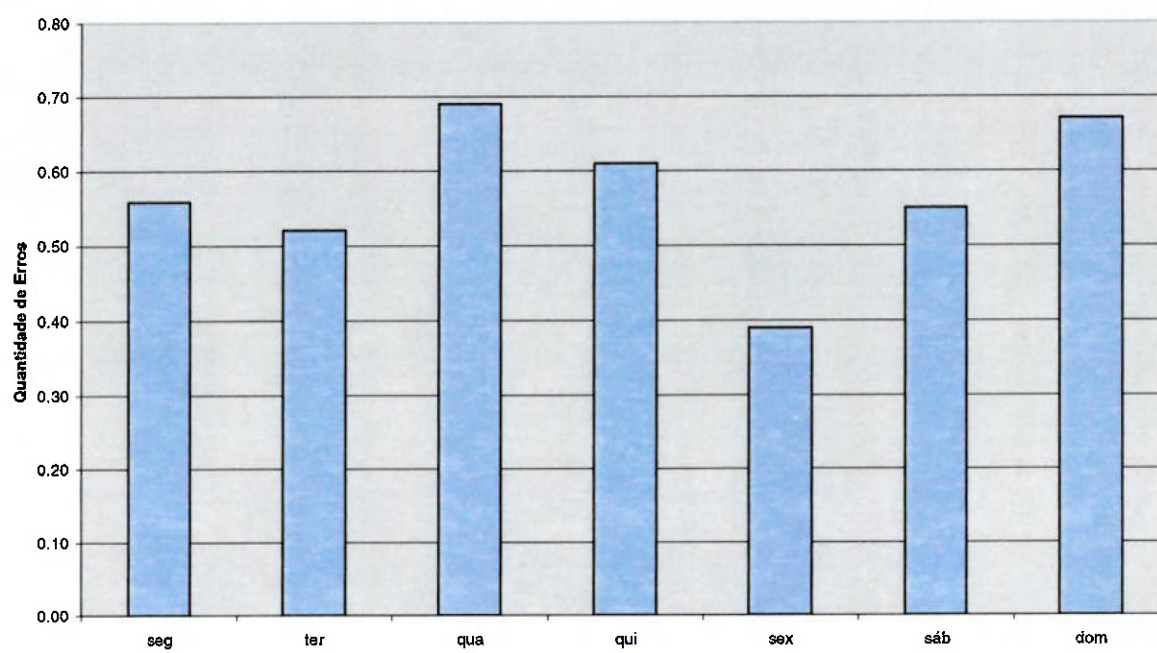
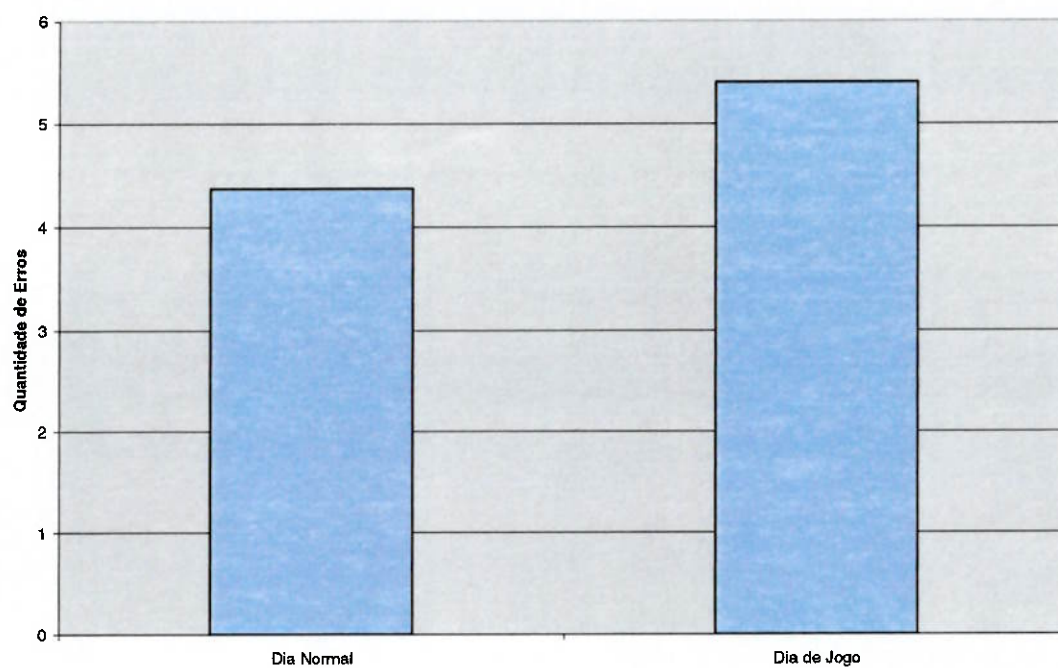


Gráfico 8

Média de Erros



Erros por Turno

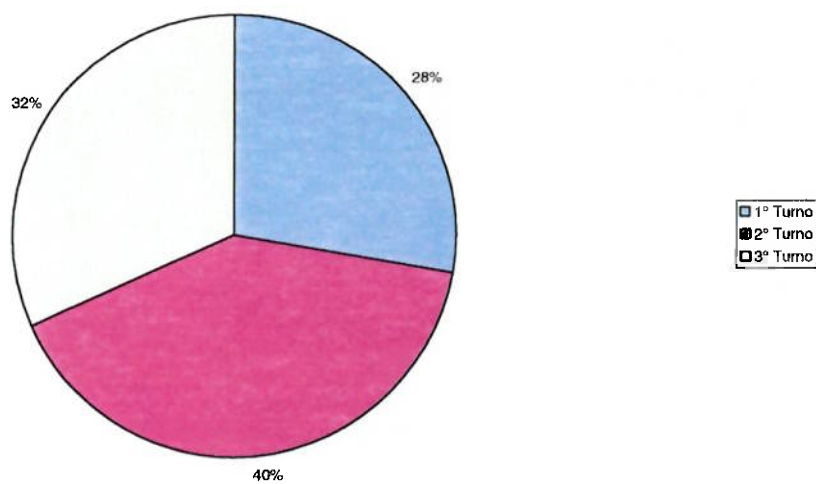


Gráfico 9 e 10

4.3.3 Gráficos do Mês de Setembro.

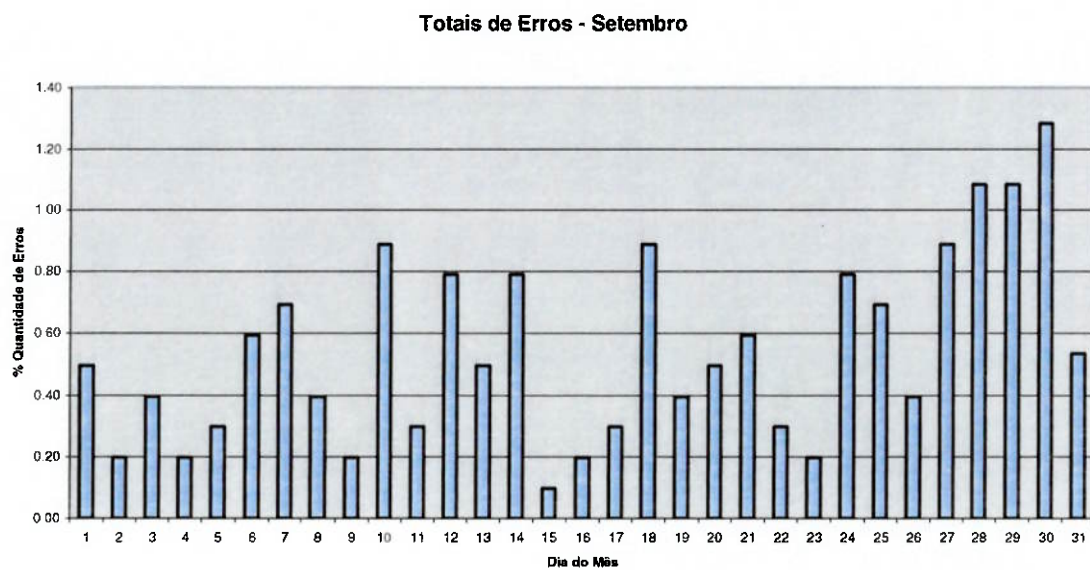


Gráfico 11

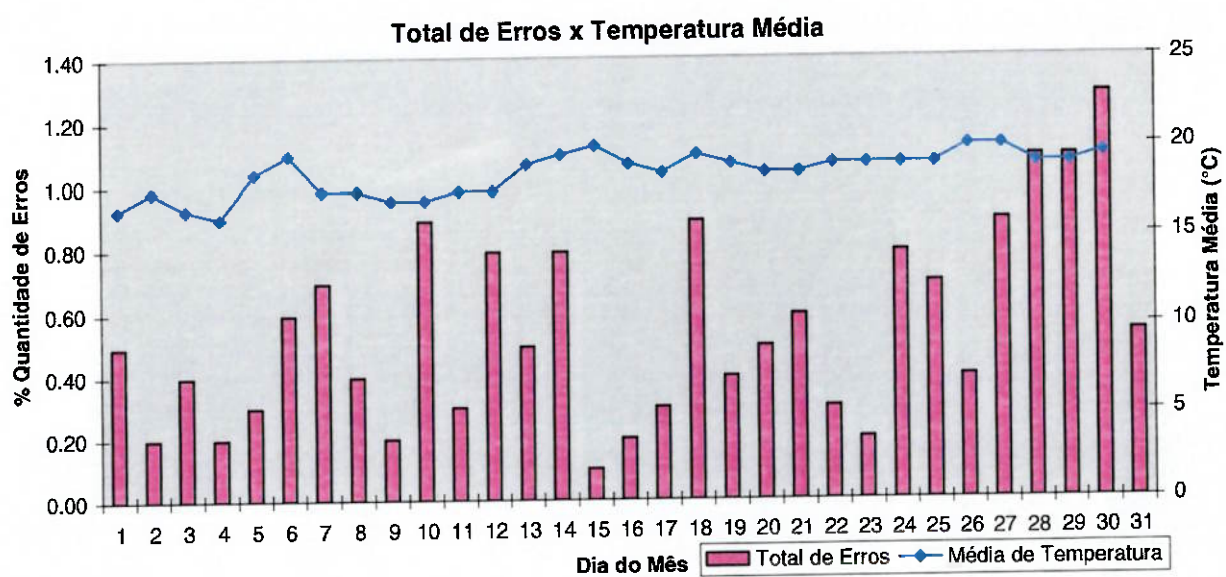


Gráfico 12

Erros por Dia da Semana

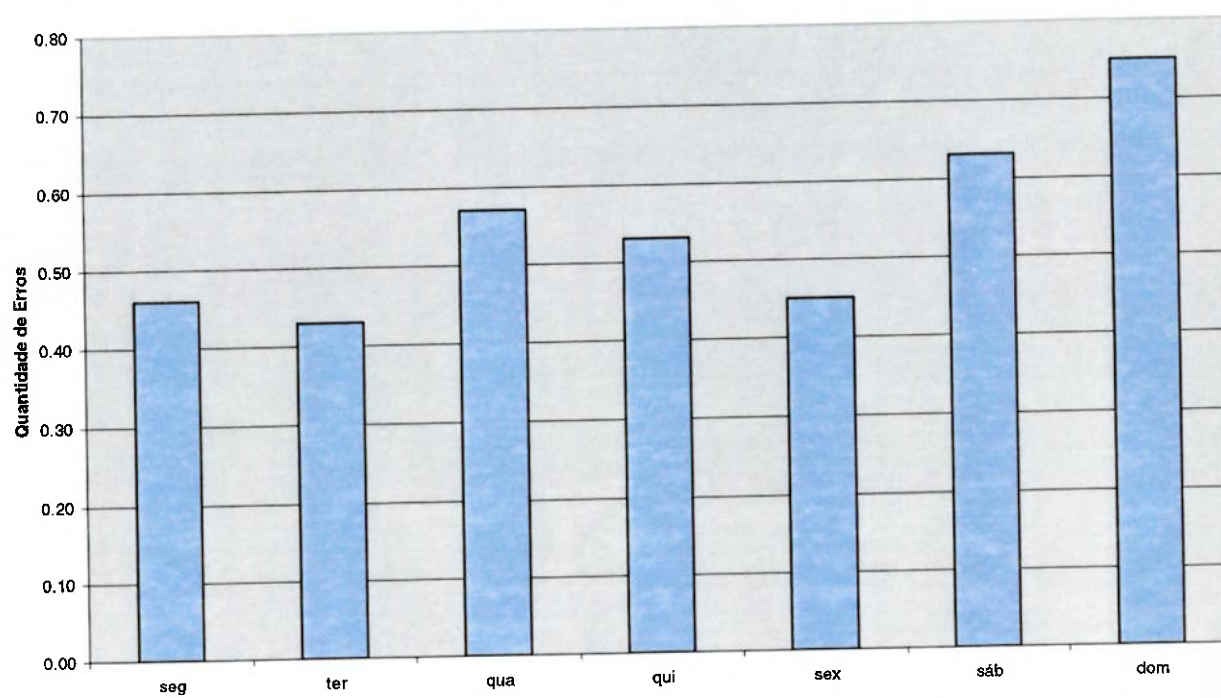
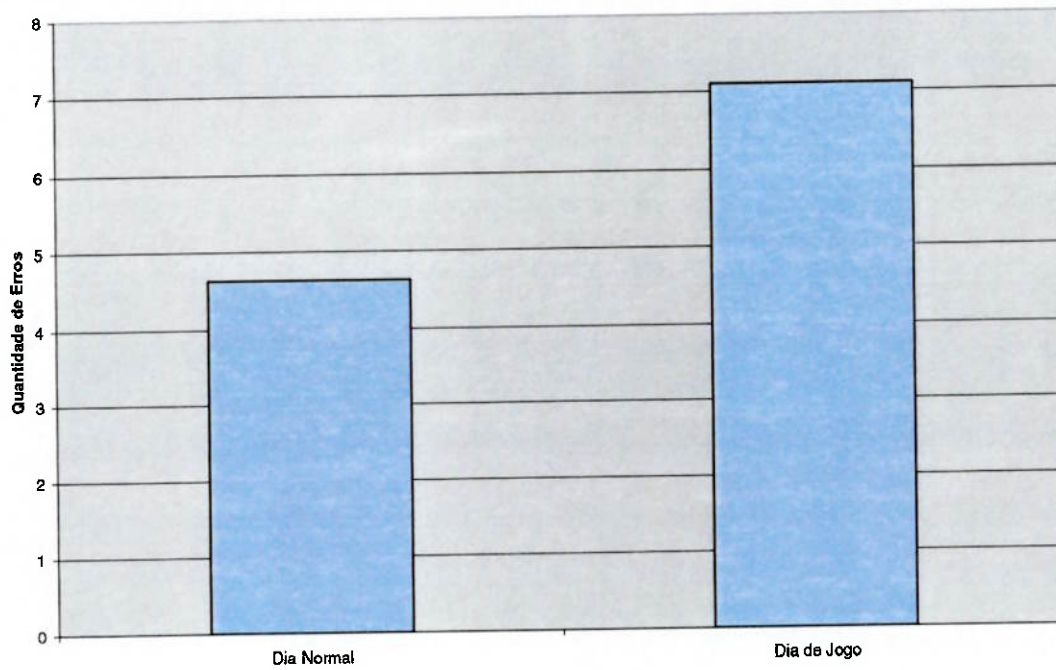


Gráfico 13

Média de Erros



Erros por Turno

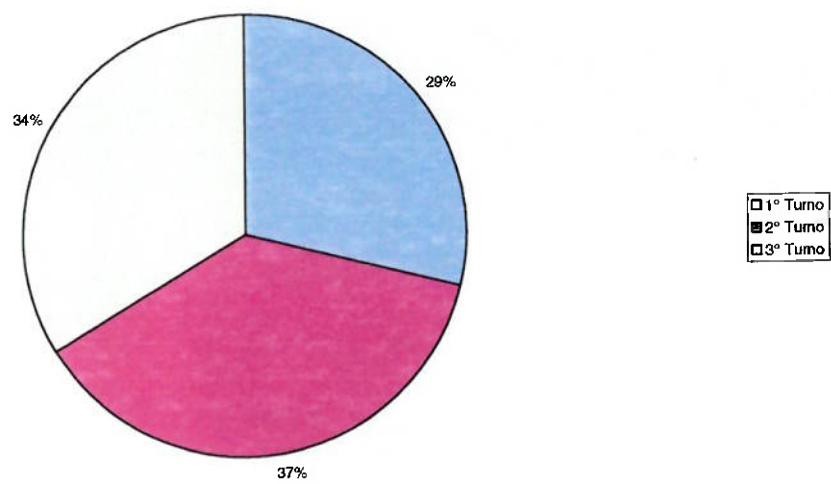
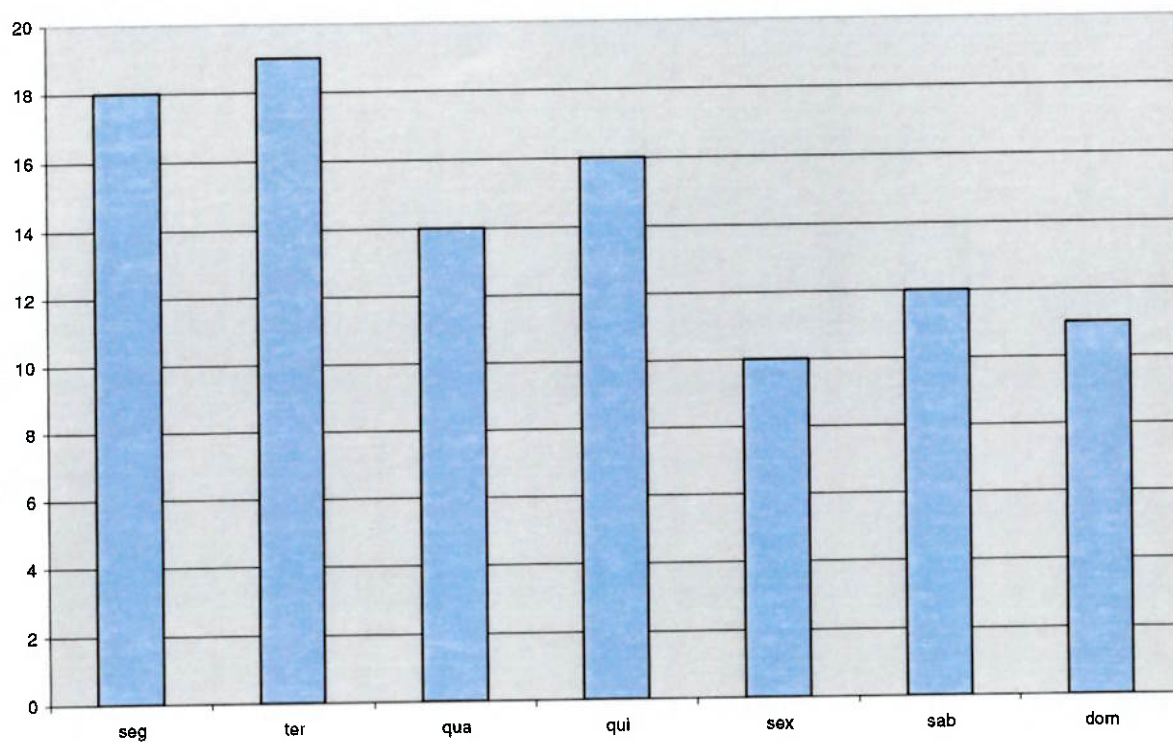


Gráfico 14 e 15

4.3.4 Gráficos Trimestrais

Percentual de Produção por Dia da Semana



Medida de Erros por Dia da Semana

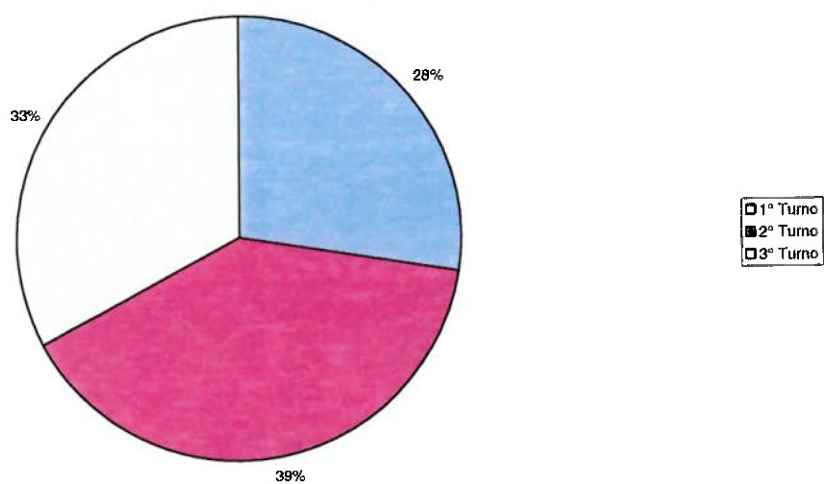


Gráfico 16 e 17

5 Análise dos Dados Coletados.

5.1 Considerações de Impacto a Partir dos Gráficos de Erros.

5.1.1 Tipos de erros.

Na análise feita, tivemos em média 75% dos erros causados por problemas com a esteira, 15% de erros de discrepância e 10% de erros visuais. Analisamos esses erros em específico devido ao fato de se tratarem de erros ligados à falha humana dos trabalhadores do chão de fábrica, seja por falha na manutenção dos equipamentos em questão ou por falha de descuido na inspeção.

5.1.2 Turnos de Trabalho.

A partir dos dados analisados pudemos perceber que o turno com maior incidência de erros foi o 2º Turno, com uma média de 40,4% dos erros ao longo do mês; o turno com a menor incidência de erros foi o 1º Turno, com uma média de 27,8% dos erros por mês; por fim o 3º Turno, com uma média de 31,8% dos erros ao longo do mês, ficando na posição intermediária.

Para nós esse resultado foi inesperado, uma vez que tínhamos em mente que o 3º Turno, por estar situado no período da noite / madrugada, seria um turno com uma maior incidência de erros devido ao fato de se tratar de um período mais susceptível a cochilos e desatenção. Notamos, no entanto, que o 3º Turno trata-se de um turno mais tranquilo, com uma menor movimentação de pessoas na fábrica, diminuindo assim possíveis distrações.

Pelo que aprendemos nas reuniões de troca de turno, há uma predisposição por parte dos funcionários de culpar o 3º Turno pelos atrasos ocorridos, mas, no entanto o que se percebe é que realmente esse não é um turno tão crítico.

Quanto ao 2º turno, percebe-se o mesmo possui alguns dias que estão bem acima da média de erros e, portanto deixaremos sua análise para um dos próximos tópicos.

5.1.3 Dias da Semana.

Quanto à análise por dias da semana, percebe-se que durante o fim de semana, sábado e domingo, estão concentradas as maiores médias de erros em comparação aos dias de semana. Com médias em torno de 6100 erros por milhão de unidades produzidas no mês.

Pode-se perceber que nos meses de julho e agosto as quartas e quintas-feiras tiveram uma média de erros superior a do mês de setembro.

Ao contrário do que se esperava o dia com a menor incidência média de erros foi a sexta-feira, com uma média de 3900 erros por milhão de unidades produzidas no mês.

5.1.4 Dias do mês.

Quanto à análise dos dias do mês, percebemos um aumento concentrado de erros em torno dos dias 13-15, e um aumento bem acentuado localizado entre os dias 28-31 nos três meses.

Tirando esses dois períodos tivemos apenas dias isolados onde obtivemos informações que fatores externos, como no dia 18 de setembro, influenciaram a análise dos erros, por se tratar de erros pontuais, como no caso desse dia que ficamos sabendo houve um problema com os rolamentos da esteira e que isso foi um problema que não dependia da manutenção do equipamento.

Quanto aos dois períodos acima mencionados, primeiramente conseguimos explicar esse acréscimo de erros pelo fato de que o pagamento do salário aos funcionários é feito nos dias 1^o e 15 de cada mês. Com isso pode-se relacionar esse aumento com o período que antecede o pagamento, período esse, onde os funcionários ficam preocupados com seus problemas pessoais como o pagamento de contas, devido ao fato de o que haviam recebido de salário no período anterior já se esgotou. Dessa maneira, o funcionário acaba ficando disperso e mais susceptível a erros.

Percebemos, no entanto, que o aumento do número de erros no fim do mês teve o impacto de outro importante fator. A indústria farmacêutica analisada tem um aumento drástico na linha de produção na última semana do mês devido a constante pressão em atingir os objetivos de volume. Nesse período a demanda é muito maior do que a capacidade de produção, sendo que todos acabam trabalhando não só perto do limite das máquinas, mas

também de seu próprio limite. O que se percebe é que não só a produção aumenta, mas também o número de erros.

5.1.5 Temperatura.

Fizemos a análise de temperatura média ao longo do período analisado, percebeu-se que a temperatura no trimestre analisado, não chegou a valores muito elevados não possibilitando por sua vez um real impacto associado sobre os erros cometidos. Consideramos, portanto esses dados inconclusivos para nossa análise, voltando a cometa-los mais adiante quando analisamos a visão gerencial desses impactos.

5.1.6 Dias de Jogos.

Quando analisamos os dias de jogos, pudemos perceber o impacto causado pelos mesmos na quantidade dos erros.

Esse é um impacto muito importante, pois não se trata somente das discussões geradas pelos resultados dos jogos ou rivalidade de torcidas ou assuntos relacionados aos times de futebol. Trata-se na verdade de um impacto real, que ocorre mais acentuadamente na hora dos jogos.

Como existe a presença de rádios nas áreas de descanso e nas áreas de reuniões, isso acaba impactando os funcionários de duas maneiras:

- ☐ Perda de atenção no que estão fazendo, por estarem com o pensamento voltado para o que deve estar acontecendo no jogo, se o seu time está ganhando ou pelo menos se está jogando bem.

- ❑ Perda de tempo e de continuidade no trabalho, para ficar consultando alguém sobre o resultado do jogo naquele momento, ou até mesmo perda de tempo em ficar escutando trechos dos jogos.

Os dados analisados mostram que nos meses de Julho e Agosto, nos dias em que houve jogos, do Corinthians, São Paulo ou Palmeiras, a média diária de erros passou de aproximadamente 4.5 erros para uma média de aproximadamente 5 erros. Média essa que foi ainda mais acentuada no mês de Setembro onde além dos jogos do Corinthians, São Paulo e Palmeiras, tivemos ainda dois jogos da Seleção Brasileira pelas eliminatórias da Copa do Mundo, onde tivemos um aumento de erros no período relativos a esses jogos, elevando a média de erros que se mantinha constante em dias sem jogos, em torno de 4.5 erros para uma média de 7 erros em dias de jogos.

Podemos concluir também que apesar de que muito se comenta sobre a qualidade do serviço ser impactada pelo desempenho dos times no campeonato, a partir dos dados colhidos não pudemos perceber nenhuma tendência nesse sentido. Tornando-se imprudente qualquer conclusão sobre o impacto dos resultados dos jogos, e sim apenas a presença ou não de algum jogo durante o período de trabalho.

Os jogos impactaram ainda a média de erros ao longo dos dias da semana. No mês de Setembro, onde tivemos menos jogos no meio de semana, pudemos notar que as médias de erros da quarta-feira e da quinta-feira se equilibraram com os outros dias da semana, enquanto que nos meses de Julho e Agosto a média de erros se acentuou nesses dias.

Percebeu-se também, como comentado anteriormente, que um dos turnos com maior média de erros é o 2º Turno, período que vai das 14 às 22 horas e

onde estão acontecendo os jogos de final de semana. Pode-se, portanto associar a média de erros desse período, em partes, ao acontecimento dos jogos de futebol.

5.2 Dados Obtidos Versus a Visão Gerencial.

5.2.1 Validação das Análises

Na busca pela validação dos dados e conclusões que obtivemos nesse trabalho, conversamos com um gerente de uma fábrica farmacêutica a fim de fazer uso de seu conhecimento e experiência.

Em relação às conclusões sobre incidência de erros nos turnos de trabalho, ele confirmou que embora ocorram bastante erros no terceiro turno de trabalho, é o segundo turno o responsável pelo maior número de erros na linha de produção.

Um dos comentários relatados foi a influência do almoço na produtividade, pois devido a digestão, os funcionários acabam ficando visivelmente mais sonolentos no período da tarde. Somado a esse fato ele ainda comentou que no período da tarde, ele supõe que devido às altas temperaturas a produtividade cai, mas como no trimestre analisado não tivemos uma notável influência de picos de temperatura, não pudemos justificar uma queda de produtividade dos trabalhadores devido a esse fato, lembrando ainda trabalhamos apenas com as médias das temperaturas ao longo do dia, pois não tínhamos a informação da distribuição de temperatura ao longo do dia.

Além disso, apesar de não possuir dados estatísticos em relação ao impacto do futebol sobre o trabalho de seus funcionários, ele possuía os mesmos apontamentos sobre picos na média de erros e a partir do estudo das correlações por nós feito ele validou as análises de impacto do futebol.

Quanto a análise que sugerimos de fazer quanto ao impacto do desempenho dos times na produtividade, o gerente considerou irrelevante, visto que não há um impacto direto dessas discussões na hora do trabalho, como podemos perceber quando falamos da hora do jogo em si.

Com relação à permissão de ouvir os jogos no decorrer do período de trabalho, apesar de não respeitada da forma como ele gostaria, ou seja, estar restrita as horas de descanso, refeição ou troca de turno, ainda assim causam menos impacto do que na época em que a presença de rádios era intolerada, pois segundo ele, por um lado o funcionário acaba trabalhando mais motivado, pois considera isso como um benefício dado pela empresa, e por outro lado, quando não há pelo menos o radinho para acompanhar os jogos o funcionário acaba ficando desconcentrado e pensando no jogo, o que baixa ainda mais sua produtividade.

Um dado que foi levantado por nós sobre os dias da semana, quando concluímos que o dia de menor média de incidência de erros era a sexta-feira, foi escutado com estranheza por parte desse gerente, pois a princípio não haveria nenhum motivo aparente para justificar tal fato, dessa forma ele nos aconselhou a levar em consideração a quantidade produzida ao longo dos dias da semana. Com as médias em mãos, e com o gráfico trimestral de quantidade produzida, concluímos que na sexta havia de fato menos erros, mas a quantidade produzida também foi menor, o que significa que com uma menor produção, houveram também menos períodos críticos susceptíveis a

erros, dessa forma os funcionários agem de maneira menos desconcentrada e com mais acurácia nas suas ações.

5.2.2 Informações Adicionais

Ainda sobre as conclusões discutidas nesse trabalho, um ponto adicional que valida essa questão de turno de trabalho e a produtividade dos funcionários, é o fato de alguns funcionários já terem trocado de turno e sua produtividade ter sido impactada por essa alteração, fato esse que justifica nossa análise sobre os turnos de trabalho e não sobre a qualidade dos funcionários que trabalham em cada turno.

Um outro aspecto de grande importância, quando fazemos análises como essas de produtividade dos funcionários e os fatores impactantes, são os agentes motivadores.

Esses agentes são, por exemplo:

- ✓ Espírito de equipe e trabalho em grupo.
- ✓ Senso de propriedade do trabalho e responsabilidade pelo produto final por parte de todos os funcionários.
- ✓ Reconhecer o bom trabalho e recompensar os projetos e inovações que auxiliem o dia a dia de todos.
- ✓ Ambiente de trabalho positivo e limpo.
- ✓ Benefícios compatíveis aos oferecidos pelo mercado de trabalho.
- ✓ Organização de eventos de integração.

6 Otimização da Linha de Produção

6.1 Focos de Atuação

Calculando as médias de erros no período analisado, chegamos a uma média de 5446 defeitos por milhão de unidades produzidas, enquanto que a média do nível 4 sigma corresponde a 6210 defeitos por milhão de unidades produzidas.

Com base nestes dados, podemos concluir que a fábrica trabalha na faixa dos 4 sigma, que é a média das indústrias brasileiras atuantes no mercado atualmente.

Para otimizar essa linha de produção iremos propor as alterações e processos a fim de se atingir, num primeiro estágio o nível de qualidade 5 sigma, ou seja, conseguir trabalhar com uma média de 233 defeitos por milhão de unidades produzidas, o que por hora se mostra útil para a empresa, pois estaria melhorando seu nível de serviço sem comprometer ou envolver altos custos no processo.

Para isso, baseando-se nas análises feitas, iremos primeiramente concentrar nossa atuação no campo relativo aos erros relacionados com a esteira, uma vez que a porcentagem dos outros erros está bem baixa. Atacando-se os índices de problemas com a esteira estaremos levando a média de erros por milhão a um patamar muito mais próximo da qualidade seis sigma. Num segundo plano estaremos atuando sobre os erros de Discrepância.

6.2 Entendendo os problemas da Esteira.

Antes de propor as atuações para otimizar e reduzir os problemas com a esteira foi preciso passar um dia na fábrica acompanhando o inspetor responsável por essa área, a fim de entender mais a fundo os problemas mais freqüentes nessa área de inspeção e também qual a atitude dos responsáveis quando do surgimento desses problemas.

Primeiramente, foi percebido que o problema crítico envolvendo as esteiras dessa planta estava relacionado ao acúmulo de produtos nas saídas das máquinas ,nos robôs de empacotamento e nos braços mecânicos de liberação de esteira. Esse acúmulo não só estava gerando um aumento estatístico da quantidade de erros, mas também estava gerando um prejuízo para a companhia, uma vez que além de retardar ou por vezes até parar a linha de produção, desperdiçando tempo e o aproveitamento das máquinas, por causa de um sistema automático que visa evitar o acúmulo de produtos na saída das máquinas, de maneira a não gerar nenhum dano para as mesmas, esses produtos que estão por algum motivo atrapalhando o fluxo da linha são jogados para fora da esteira por um braço mecânico, para dentro de um carrinho previamente colocado ao lado dessas saídas de escape.

No entanto, por não haver um esquema de inspeção rígido tanto para resolver esses problemas como para retirar os produtos dessas áreas de escape, os produtos tirados da esteira estavam na maioria dos casos sendo danificados, devido ao empilhamento aleatório e a queda no carrinho e por vezes até no chão, quando havia excessiva demora para repor os carrinhos cheios de produtos, as caixinhas de papelão acabavam ficando amassadas e conseqüentemente inutilizadas para venda. Esses produtos acabavam

voltando para o meio da linha de produção, manualmente, para que as bisnagas fossem colocadas nas caixas novamente.

Dessa maneira estava havendo um desperdício não só das caixas que se tornavam scrap, mas também da produtividade da linha, que pelo menos duas vezes ao dia tinha que ser parcialmente interrompida para reembalar os produtos avariados.

Agora pode-se entender porque tantos problemas eram reportados quanto a esteira, e que esses problemas eram realmente danosos a linha e não somente estatísticas sem relevância.

6.3 Agindo com os problemas na Esteira.

Primeiramente tivemos acesso a um estudo de quanto esses problemas estavam trazendo de prejuízos para a planta analisada. Devido a análise de custo que já havia sido previamente realizada, entendemos que não seria viável a troca da esteira da planta, uma vez que isso sairia muito mais caro do que o lucro gerado com a otimização da linha. Além disso, analisou-se os relatórios de inspeção das esteiras e observou-se que as mesmas não vinham requerindo uma quantidade demasiada de manutenções, ou seja, o foco do problema realmente não deveria ser a troca das esteiras da planta.

Analisando mais a fundo o problema, detectamos que o mesmo se tratava de uma falha de inspeção que estava diretamente relacionada com a falta de calibração nos diversos pontos de ajuste da planta. Esses pontos tratam-se dos robôs de empacotamento, transferência de esteira e controle de excessos na linha. Observou-se que devido ao fato desses robôs não serem tão modernos como idealmente deveriam ser, eles requerem uma calibração que para obtermos um processo de alta qualidade, deveria acontecer pelo menos de ½ em ½ hora.

Acreditamos que atacando esse problema com um projeto seis sigma estaremos em segundo plano preparando as pessoas para trabalharem de maneira a também reduzir os problemas relativos a discrepância na medição. Isso deverá acontecer pois após a implementação dos conceitos do seis sigma nessa planta, acreditamos que os green belts e black belts sejam capazes de aumentar sua perceptibilidade de problemas e oportunidades de melhorias, atacando dessa forma o problema relativo as discrepâncias.

Apresentaremos então as fases e detalhes da otimização da linha de produção através da implementação do Seis Sigma.

6.3.1 Seminário Gerencial.

O primeiro passo é a realização de um Seminário Gerencial para apresentar os conceitos básicos da Qualidade junto com a estratégia a ser utilizada para alcançar a otimização da linha de produção. Responsabilizando a alta administração com as tarefas de: criar um ambiente propício para a implementação do programa; selecionar os candidatos a Black Belt, não será necessário selecionar os Green Belts, uma vez que a idéia é transformar todos os funcionários em Green Belts do projeto; será necessário no entanto priorizar o treinamento de alguns funcionários devido ao seu maior envolvimento no projeto, e que também serão responsáveis pelos resultados obtidos. Desta forma, toda a alta administração deverá participar desse seminário. Esse seminário tem uma duração de aproximadamente dois a três dias.

Espera-se com isso espelhar-se em projetos de sucesso como os executados na GE, Motorola e IBM, onde o sucesso da implementação do Seis Sigma, deveu-se em grande parte ao fato de que o projeto estava sendo acompanhado e liderado pelo próprio presidente da empresa, com o aval e liderança de toda a cúpula de diretoria.

6.3.2 Treinamento de Green Belts

Passando para a segunda etapa faremos o treinamento para a formação dos Green Belts, que compreende as seguintes etapas:

- O curso para formação de Green Belts tem uma duração de duas semanas tendo um espaçamento mínimo de quinze dias entre cada semana.
- Participação em um projeto conduzido por um Black Belt.

Esse treinamento de Green Belts, será dado primeiramente aos funcionários mais intimamente ligados a esse problema de inspeção e calibração das máquinas, como na planta analisada temos plantas de outros produtos localizadas bem próximo a essa planta, e uma vez que nessas outras linhas temos já aplicados e em andamento alguns projetos de qualidade atrelados ao seis sigma, temos a possibilidade de aproveitar o conhecimento prévio dos black belts e master black belts para auxiliar esses novos green belts que estarão sendo treinados. Além disso aproveitaremos a oportunidade para intera-los de alguns projetos existentes nessas outras plantas de modo a obter uma melhor visualização do que é um projeto Seis Sigma.

6.3.3 Treinamento de Black Belts

- O curso será realizado em quatro semanas com um espaçamento mínimo de quinze dias entre as semanas.
- Realização de um projeto de melhoria na empresa. O projeto deve ter um escopo tal que propicie um aprendizado por parte do candidato.

6.4 Objetivo da Implementação do Projeto seis sigma.

O treinamento de todos os funcionários da empresa para obter o título de Green Belt tem como objetivo fazer com que todos tenham a capacidade de avaliar e criar pequenas soluções para a otimização tanto da linha de produção como em qualquer processo na empresa, fazendo assim com que os black belts não se ocupem com os pequenos detalhes mas sim com os macro projetos. Esses funcionários poderão então ser instruídos a visualizar mais eficientemente a fonte dos problemas sendo hábeis a agir diretamente sobre eles.

Como mencionado anteriormente foi detectado que o problema principal em questão está relacionado a calibração dos robôs da linha de produção, com isso é necessário que sejam feitas freqüentes verificações de acordo com as especificações apropriadas para o correto funcionamento das máquinas.

Esses funcionários deverão ainda fazer inspeções nos controladores de setup dos robôs, pois espera-se que tendo obtido sucesso no projeto dos robôs os funcionários estejam preparados para encararem o problema das discrepâncias, sendo capazes de propor soluções simples e funcionais para esse projeto. Enquanto isso, o proposto é realizar a troca de todos os sensores e atuadores das máquinas, uma vez que os mesmos custam pouco

e por estarem sendo utilizados a muito tempo podem ser um dos causadores das discrepâncias encontradas nas medições de controle.

Outra vantagem que se obtém com a compra de novos sensores, é que estes tem uma precisão maior e uma calibragem mais precisa, o que melhora na otimização da calibragem para atender as especificações da linha de produção, estas especificações devem ser atualizadas para atender os níveis de produção condizentes com a atualidade.

Dessa forma é desenvolvida uma estrutura para melhoria contínua de processos, junto com um sistema de indicadores para monitorar o progresso e o sucesso. As métricas do Seis Sigma focalizam metas estratégicas, propulsores de negócios e principais processos.

7 Conclusão

Podemos concluir que a melhor maneira de obtermos a otimização da linha de produção na indústria farmacêutica analisada é através da implementação da Teoria Seis Sigma, utilizando o método DMAIC.

A idéia básica para essa otimização é a de melhorar a linha de produção enquanto os custos dessa qualidade ainda estejam gerando lucros de produtividade e processos versus o investimento necessário para treinamento e manutenção de um projeto seis sigma.

Através desses treinamentos estaremos formando inicialmente um grupo de trabalhadores capacitados como “Green Belts”, e com o tempo teremos todos os trabalhadores formados e treinados seja em Green Belts ou Black Belts.

Na parte técnica será feita uma manutenção no maquinário melhorando os sensores e atuadores das mesmas, de modo que a precisão das medições aumente causando uma diminuição da tolerância da linha de produção, com isso esperamos que a qualidade da linha aumente.

Dessa maneira não só estaremos atacando os problemas existentes atualmente, mas também estaremos criando um ambiente propício e preparado para os problemas que possam aparecer futuramente.

8 Bibliografia

- Achieving Quantum Leaps in Quality and Competitiveness: Implementing the Six Sigma Solution in Your Company, BLAKESLEE, ASQ's 53th Annual Quality Congress Proceeding, 1999, pp. 486-496.
- Administração da Produção, SLACK, N., CHAMBERS S., HARLAND. C., HARRISON A. e JOHNSTON R., Editora Atlas S. A., 1997.
- Análise Comparativa Dos Programas TQC e Seis Sigma, FRANCISCHINI, A. S. N. e FRANCISCHINI, G. F., ENEGEP 2001, 2001.
- A strategy for survival, ANTONY, J. e BANUELAS, R., Manufacturing Engineer, Vol. 80 No. 3, 2001, pp. 119-21.
- Controle da Qualidade handbook – JURAN, JM – Makron Books – 1991.
 - Volume I – Conceitos, Políticas e Filosofia da Qualidade.
 - Volume III – Ciclo dos Produtos: Do Projeto à Produção
 - Volume IV – Ciclo dos Produtos: Inspeção e Teste
- Controle de Qualidade, Uma Abordagem Abrangente -PALADINI, E.P. - Editora Atlas SA-1990.
- Controle Total de qualidade -PALMER, C.F. - Editora Edgard Blucher-1974.
- Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organisations, CORONADO, R. B. e ANTONY, J., The TQM Magazine Vol. 14 . No.2, 2002, pp. 92-99.

- Customer satisfaction measurement and analysis using six sigma, BEHARA, R. S. e AUSTIN, S. F e FONTENOT, G. F and Alicia Gresham, International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 12 No. 3, pp. 9-18, 1995.

-Illustration Of Six Sigma Assistance On A Design Project, BAYLE, P., FARRINGTON, M., SHARP B, HILD C. AND DOUG SANDERS, Quality Engineering, Vol. 13 No. 03, 2001, pp.341-348.

- It's not difficult to change company culture, ERWIN, J., Supervision, Vol. 61 No. 11, 2000, pp. 6-11.

-Manual da Garantia da Qualidade -CARVALHO, A.B. - CDQI-1986.

- Marginalisation of quality: is there a case to answer? DALE, B. G., WILLIAMS, R. T e WIELE, T., The TQM Magazine, vol. 12 N.4, 2000, pp. 266-274.

- Quality management in TQM versus non-TQM firms: an empirical investigation, AHIRE, S. L., WALLER, M. A. e GOLHAR, D. Y., International Journal of Quality & Reliability Management. Vol. 13 No. 8, 1996, pp. 8-27.

- Six sigma: the breakthrough management strategy revolutionising the world's top corporations, HARRY, M. e SCHROEDER, R., Currency Publishers, 2000.

- ``Six sigma'', INGLE, S. e ROE, W., Black Belt Implementation, Vol. 13 No. 4, 2001, pp. 273-280.

- So what is exactly . . . six sigma? HALLIDAY, S. , Works Management, Vol. 54 No. 1, 2001, pp. 15.
- Ten key ingredients for making SPC successful in organisations, ANTONY, J., Measuring Business Excellence, Vol. 4 No. 4, 2000, pp. 7-10.
- Tese para Doutorado da Escola Politécnica de São Paulo, MESQUITA, M.A.
- 2001.
- The Six Sigma Revolution, ECKES, G., John Wiley and Sons, New York, NY, 2000.
- The Six Sigma Way: How GE, Motorola and Other Top Companies are Honing their Performance, PANDE, P.S., NEUMAN, R. e CAVANAGH, R.R., McGraw-Hill, New York, NY, 2000.
- Times da Qualidade- SCHOLTES,PETER – Qualitymark Editora - 1992