

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

EMERSON ROCHA

LUIZ FELIPE BARRETO RODRIGUES

MAURÍCIO TADASHI MORIKAWA

Aperfeiçoamento das atividades de inspeção e de auditoria do processo e do produto

São Paulo
2006

EMERSON ROCHA

LUIZ FELIPE BARRETO RODRIGUES

MAURÍCIO TADASHI MORIKAWA

Aperfeiçoamento das atividades de inspeção e de auditoria do processo e do produto

Monografia apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para obtenção
do certificado de Especialista em Engenharia
da Qualidade / Gestão e Tecnologias da
Qualidade - MBA / USP

Orientador:
Prof. Adherbal Caminada Netto

São Paulo
2006

RESUMO

MORIKAWA, M. T; ROCHA, E.; RODRIGUES, L. F. B. **Aperfeiçoamento das atividades de inspeção e de auditoria do processo e do produto.** 2005. 131 p. Monografia (Especialização) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

Muitas vezes as falhas e o não atendimento a determinadas especificações do processo e do produto são detectados pelos clientes (interno e externo), gerando, inevitavelmente, reclamações e custos financeiros para os fornecedores, além do comprometimento da imagem e da confiabilidade. No entanto, estes desvios poderiam muito bem ter sido detectados no controle de qualidade do fornecedor e até mesmo internamente, que inclui as atividades de inspeção e auditoria do processo e do produto. Isso evitaria as reclamações de clientes e os indesejáveis custos associados às mesmas. Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho consistiu em identificar as possíveis causas das falhas no processo de controle de qualidade, e propor soluções para procurar minimizar ou ainda eliminar estas causas, para tanto utilizamos a metodologia chamada "6 Sigma", através do DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar). A análise dos resultados obtidos mostrou que as principais causas das falhas no processo de controle de qualidade estão relacionadas à instabilidade no processo, amostragem não representativa, desalinhamento entre os indicadores internos e externos, recursos materiais inadequados, critério inapropriado de validação da auditoria do produto, falha na definição das causas raízes de reclamações de clientes, reciclagem de treinamento inadequada e informações não organizadas.

Palavras-chave: Inspeção. Auditoria. Controle de Qualidade

ABSTRACT

MORIKAWA, M. T; ROCHA, E.; RODRIGUES, L. F. B. **Improvement in the activities of process and product inspection and auditing.** 2005. 131 p. Monograph (Specialization) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

Frequently defects and failures in complying with certain process and product specifications are detected by customers (internal and external), generating, unavoidably, complaints and financial costs to suppliers, in addition to image and reliability deterioration. However, these deviations could have been detected by supplier's quality control, including the activities of process and product inspection and auditing. It would avoid customer complaints and the undesired costs associated to them. In this context, the objective of this monograph was to identify the possible causes of failures in the quality control process, and to propose solutions to minimize or even to eliminate this causes, for that we used the 6 Sigma methodology, thru the DMAIC (Define, Measure, Analyse, Improve & Innovation and Control) concept. The analysis of the obtained results demonstrated that the main causes in quality control failures are related to instable process, not representative sampling, misalignment between internal and external indicators, inappropriate criteria for auditing validation, incorrect definition of customer claims causes, inadequate training recycling and not organized informations.

Keywords: Inspection. Auditing. Quality Control

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAI	<i>Customer Approval Inspection</i>
CEP	Controle Estatístico de Processo
CPA	<i>Customer Product Audit</i>
CTQ	<i>Critical to Quality</i>
C/1000	<i>Concerns per 1000 vehicles</i>
DMAIC	<i>Define (Definir); Measure (Medir); Analyse (Analisar); Improve (Melhorar); Control (Controlar)</i>
DPMO	Defeitos Por Milhão de Oportunidades
FAI	<i>Final Assembly Inspection</i>
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
FTT	<i>First Time Thru</i>
GQRS	<i>Global Quality Research Survey</i>
HS	<i>High Satisfaction</i>
ISPC	<i>In Station Process Control</i>
LIC	Limite Inferior de Controle
LM	Linha Média
LSC	Limite Superior de Controle
MIS	<i>Months in Service</i>
MSA	<i>Measuring System Analysis</i>
PPU	Pontos por Unidade
QLS	<i>Quality Leadership System</i>
Q1	Qualidade 1
RH	Recursos Humanos

RR	Repetibilidade e Reprodutibilidade
SIPOC	<i>Supplier</i> (Fornecedor); <i>Input</i> (Entrada); <i>Process</i> (Processo); <i>Output</i> (Saída); <i>Customer</i> (Cliente)
SOP	<i>Standard Operational Procedure</i>
STA	<i>Supplier Technical Assistance</i>
TGW/1000	<i>Things Gone Wrong per 1000</i>
VOC	Voz do Cliente
VRT	<i>Variability Reduction Team</i>
Z	Valor de Sigma

LISTA DE SÍMBOLOS

σ_x	Desvio Padrão Amostral
------------	------------------------

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	DESCRIÇÃO DO ESCOPO E DOS OBJETIVOS DO TRABALHO	9
1.2	DESCRIÇÃO DAS EMPRESAS ENVOLVIDAS NOS ESTUDOS DE CASO	9
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO	10
1.4	FERRAMENTAS DA QUALIDADE	11
1.4.1	DMAIC	11
1.4.2	DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO (ISHIKAWA)	11
1.4.3	SIPOC	13
1.4.4	MAPEAMENTO DO PROCESSO	14
1.4.5	CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO	14
1.4.6	FMEA	17
2	ESTUDO DE CASO 1	23
2.1	DMAI ² C – DEFINIR	23
2.2	DMAI ² C – MEDIR	23
2.3	DMAI ² C – ANALISAR	26
2.4	DMAI ² C – <i>IMPROVE & INNOVATION</i> (MELHORIA E INOVAÇÃO)	36
2.5	DMAI ² C - CONTROLAR	51
3	ESTUDO DE CASO 2	52
3.1	DMAI ² C – DEFINIR	52
3.2	DMAI ² C – MEDIR	55
3.3	DMAI ² C – ANALISAR	70
3.4	DMAI ² C – <i>IMPROVE & INNOVATION</i> (MELHORIA E INOVAÇÃO)	75
3.5	DMAI ² C - CONTROLAR	86
4	ESTUDO DE CASO 3	88
4.1	DMAI ² C – DEFINIR	88
4.2	DMAI ² C – MEDIR	93
4.3	DMAI ² C – ANALISAR	96
4.4	DMAI ² C – <i>IMPROVE & INNOVATION</i> (MELHORIA E INOVAÇÃO)	105
4.5	DMAI ² C - CONTROLAR	111
5	CONCLUSÃO	114
	REFERÊNCIAS	117
	GLOSSÁRIO	118
	ANEXOS	120

1. INTRODUÇÃO

1.1. DESCRIÇÃO DO ESCOPO E DOS OBJETIVOS DO TRABALHO

Devido ao atual índice de reclamações de clientes relacionados a defeitos no produto final e a uma grande disparidade entre os resultados das auditorias e inspeções de qualidade, será realizado um estudo para identificar oportunidades de melhoria dessas atividades, visando diminuir tanto a disparidade entre inspeção e auditoria e as falhas neste processo bem como os custos gerados pelo elevado número de retrabalhos decorrentes de reclamações de clientes.

1.2. DESCRIÇÃO DAS EMPRESAS ENVOLVIDAS NOS ESTUDOS DE CASO

O presente trabalho se baseou em estudos de caso de 3 empresas pertencentes a ramos distintos de atividades, conforme descrito a seguir:

Empresa 1:

Grupo químico e farmacêutico internacional que emprega aproximadamente 30.000 pessoas em 50 países. Seu campo de atividade compreende três setores: Químico, Plástico e Farmacêutico. Especializada na produção de matérias-primas intermediárias, seus principais produtos no Brasil são resinas plásticas e produtos químicos diversos.

Empresa 2:

Indústria metalúrgica do ramo automobilístico que emprega aproximadamente 300 000 pessoas em vários países e todos os continentes do globo. Seu campo de atividade

compreende a montagem de veículos automotores de passageiros e comerciais leves e pesados numa gama que varia entre 3 ton. a 50 ton.

Empresa 3:

Empresa de cosméticos que atua na área de higiene e beleza tanto no segmento infantil quanto adulto, e é atualmente composta por cerca de 1.000 funcionários organizados nas áreas de operações, qualidade, engenharia, pesquisa, planejamento, meio ambiente e segurança, e outros 100 funcionários em áreas de apoio como recursos humanos e segurança da informação. O setor produtivo é dividido em duas grandes áreas, a de fabricação de produtos e a de acondicionamento de produtos, tendo como principais formulações shampoos, condicionadores, soluções, emulsões, colônias e bloqueadores solares.

1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho foi desenvolvido de forma a apresentar inicialmente as ferramentas de qualidade utilizadas na análise dos problemas e na busca de soluções.

Em seguida o estudo de caso real de cada empresa é apresentado seguindo a metodologia DMAIC (ver item 2.1).

A última parte do trabalho foi dedicada à apresentação das conclusões obtidas nos 3 estudos de caso analisados e os pontos comuns encontrados entre os mesmos.

1.4. FERRAMENTAS DA QUALIDADE

1.4.1. DMAIC

Conforme Itikawa (2003, p. 24-25), o DMAIC é uma metodologia que permite, passo a passo, identificar o problema, medi-lo, analisá-lo, melhorá-lo e padronizá-lo. É um modelo simples de solução de problema, que de maneira organizada, padronizada e didática, ajuda a melhorar os processos ou serviços.

O DMAIC vem das iniciais das palavras em inglês que representam, sendo:

- D: *Define* – nesta etapa procura-se definir claramente o problema a ser focado e a meta a ser atingida;
- M: *Measure* – nesta etapa procura-se levantar os dados necessários para o entendimento do problema em questão e começar a detalhar seus desdobramentos;
- A: *Analyse* – esta etapa dedica-se a analisar o comportamento dos indicadores e suas influências, busca-se encontrar as causas raízes de onde tudo se origina;
- I: *Improve* – esta é a etapa da melhoria, onde se determina o plano de ação, fruto da análise realizada na etapa anterior;
- C: *Control* – nesta última etapa procura-se consolidar as ações que trouxeram um resultado desejado e positivo, padronizando e perpetuando o resultado, de forma que o problema deixe de existir devido aos fatores trabalhados nas etapas de análise e melhoria.

1.4.2. DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO

O diagrama de causa e efeito, também conhecido como diagrama espinha de peixe (pela sua forma) ou diagrama de Ishikawa (nome de seu idealizador), é uma ferramenta básica

que permite o mapeamento dos fatores principais e secundários que influenciam, negativamente ou positivamente, em um resultado.

A figura abaixo mostra o aspecto de um diagrama de causa e efeito:

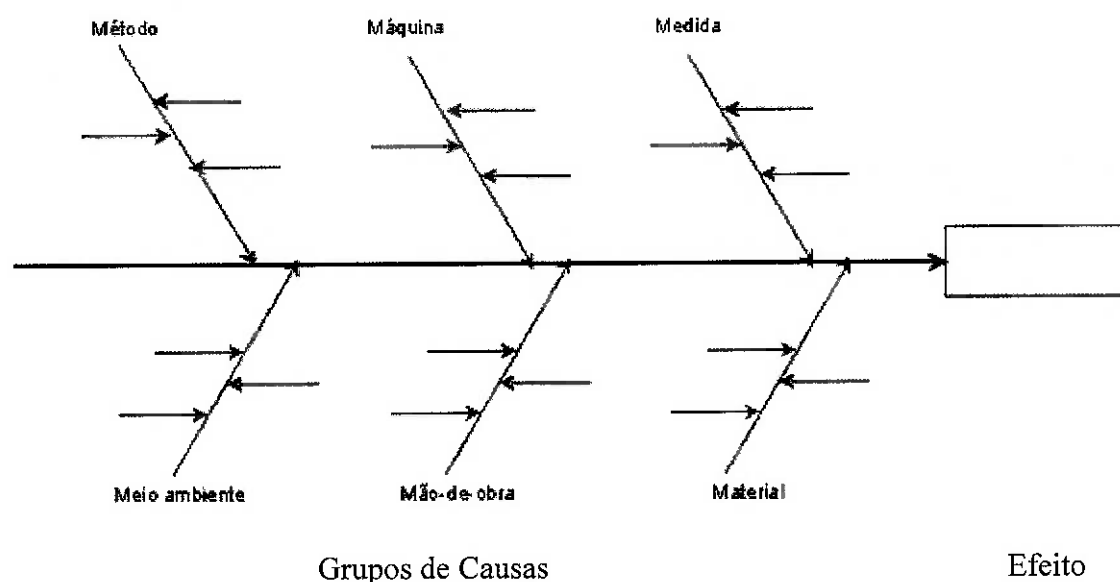


Figura 1.4.2 - Diagrama de causa e efeito

Os seis grupos de causas geralmente utilizados são os 6M's: método, máquina, medida, meio ambiente, mão de obra e material.

Em alguns casos nem todos estes grupos estarão presentes, mas com certeza alguns deles serão utilizados. Segue abaixo as definições comumente utilizadas para cada grupo de causa:

- **MÉTODO:** forma como o processo analisado é realizado, a organização das informações e do trabalho;
- **MÁQUINA:** todos os equipamentos e sistemas (informática, telecomunicações, etc.) utilizados para a realização do trabalho;
- **MEDIDA:** de que forma o resultado é medido, a supervisão do comportamento do processo;

- MEIO-AMBIENTE: características físicas do ambiente de trabalho (temperatura, ruídos, iluminação, etc.);
- MÃO DE OBRA: consiste nos fatores relacionados aos trabalhadores (treinamento, qualificação, descumprimento de procedimentos, etc);
- MATERIAL: característica dos insumos necessários para a realização do processo.

O diagrama de causa e efeito permite que sejam sugeridas possíveis causas de um problema para que sejam posteriormente confrontadas com os dados coletados.

1.4.3. SIPOC

Conforme Itikawa (2003, p.10-11) o SIPOC é um método simplificado de planejamento onde se analisa toda a cadeia de um produto ou serviço em questão, enxergando o processo como uma unidade de negócio com seus insumos e respectivos fornecedores, processos e desenvolvimentos e produtos com seus respectivos clientes, ilustrados e resumidos na sigla SIPOC:

- S (*Supplier*) = Fornecedores;
- I (*Input*) = Insumos (Entradas);
- P (*Process*) = Processos;
- O (*Output*) = Produtos (Saídas);
- C (*Customer*) = Cliente.

1.4.4. MAPEAMENTO DO PROCESSO

O mapeamento do processo consiste numa representação gráfica do processo em estudo onde são representadas todas as atividades envolvidas e suas respectivas interligações, desde o início até o fim do processo.

Esta ferramenta permite visualizar o processo como um todo e detectar os possíveis pontos e interfaces do processo onde se encontra a fonte dos problemas e identificar a fábrica oculta (retrabalhos executados no meio do processo e que não são visualizados pela qualidade).

1.4.5. CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO

Conforme Calegare (2001, p.6) o Controle Estatístico de Processo, comumente conhecido por CEP, é uma ferramenta básica de qualidade que funciona como um sensor do processo, e indica prontamente a existência de anomalias que poderão prejudicar os resultados futuros, possibilitando a rápida prevenção, com a eliminação das causas, antes mesmo que esses maus resultados comecem a ocorrer. O CEP serve como ferramenta importante para um monitoramento constante de um processo industrial, chamando a atenção dos responsáveis para situações que possam vir a prejudicar o processo.

Esse monitoramento constante é realizado através da utilização de gráficos de controle das variáveis que se quer controlar. Esses gráficos são construídos com base em amostras retiradas do processo em intervalos de tempo determinados. Para cada amostra calcula-se a sua média e o seu desvio padrão, plotando esses valores numa dupla de gráficos de controle que deve ser elaborada para cada variável em estudo:

- Gráfico de $\bar{X}$ Médio (média amostral): dá uma idéia da distribuição das médias das amostras;
- Gráfico de S (desvio padrão amostral): dá uma visão a respeito da dispersão dos valores dentro das amostras.

Ainda segundo Calegare (2001, p. 40) é obrigatória a elaboração desses dois gráficos porque, com apenas um deles, ter-se-ia uma idéia incompleta a respeito da variabilidade do processo. A média dos valores obtidos pode ser satisfatória, porém a dispersão dos mesmos não, e vice-versa.

Os gráficos de controle foram criados em 1924, pelo Dr. Walter A. Shewhart, e depois aperfeiçoados. O seu aspecto geral é dado na figura 2. As fórmulas para a determinação da linha média (LM), dos limites superior e inferior de controle (LSC e LIC) e do desvio padrão amostral (σ_x) não são objeto deste trabalho e, portanto, não serão abordadas.

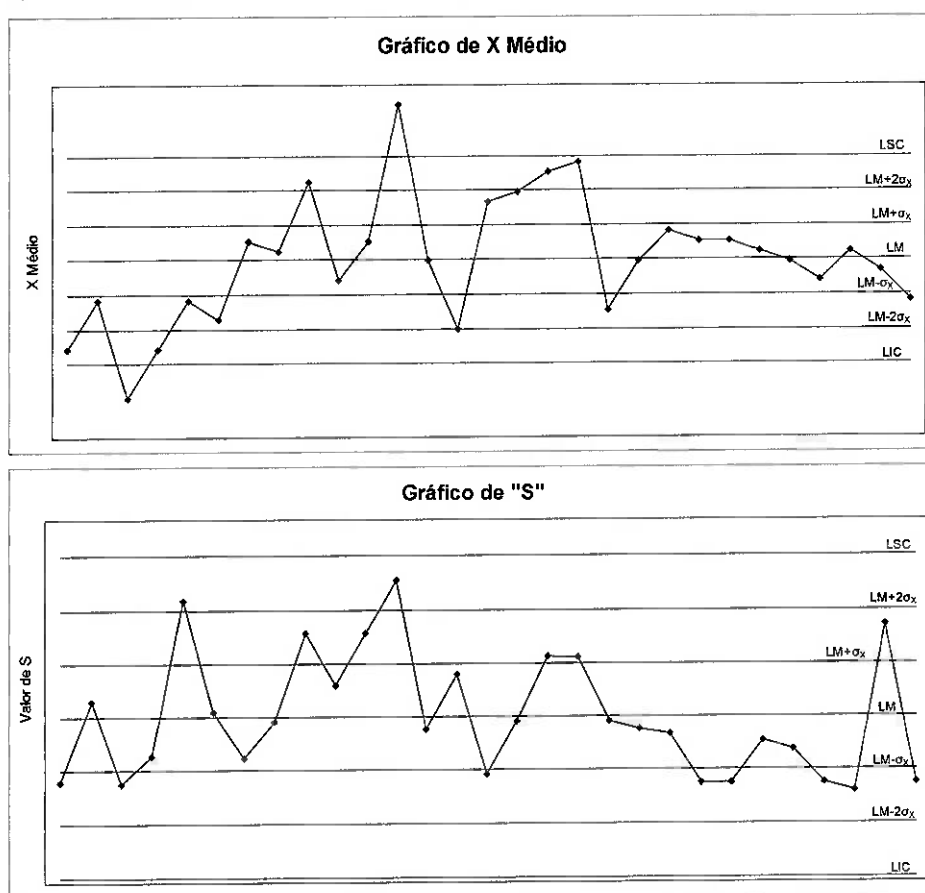


Figura 1.4.5 – Modelo de Gráficos de Controle

O objetivo da construção destes gráficos é verificar se o processo se encontra estável (sob controle) ou instável (fora de controle). O processo é dito estável quando apresenta um comportamento estável e consistente, mostrando apenas as variações normais, inerentes ao processo. Desta forma, as influências combinadas de todos os fatores envolvidos (mão de obra, máquinas, métodos, matérias-primas, meio ambiente e medição) empregados são refletidos no processo e na sua variabilidade. Isto significa que o processo sob controle tem resultados previsíveis. Por outro lado, diz-se que o processo é instável quando apresenta uma variação excessiva, com variabilidade diferente da que normalmente seria esperada.

Segundo Calegare (2001, p.63), as características de um processo estável podem ser resumidas em:

- A maioria dos pontos está próxima da linha média (cerca de 68% estão no intervalo de $(\pm 1\sigma_x)$ em torno da média, sem no entanto existir concentração excessiva neste intervalo);
- Cerca de 95% dos pontos estão contidos no intervalo de $(\pm 2\sigma_x)$ em torno da média;
- Nenhum ponto cai fora dos limites de controle (LSC e LIC);
- Os pontos vão se distribuindo mais ou menos igualmente acima e abaixo da linha média;
- Não se configuram tendências de aumento ou de diminuição sistemática;
- Não existem oscilações cíclicas.

Ainda segundo Calegare (2001, p.67), por outro lado, as principais regras que indicam condições de instabilidade do processo são:

- Um ou mais pontos situados fora dos limites de controle (LSC e LIC);
- Sequência de 9 ou mais pontos consecutivos todos acima ou todos abaixo da linha média;
- Sequência de 6 ou mais pontos consecutivos que aumentam ou diminuem consistentemente;
- Em 5 pontos consecutivos, pelo menos 4 estão situados do mesmo lado em relação à linha média e fora do intervalo de ± 1 desvio padrão em torno da média;

- Seqüência de 6 ou mais pontos consecutivos fora do intervalo de ± 1 desvio padrão em torno da média, de qualquer lado;
- Em 3 pontos consecutivos, pelo menos 2 estão situados do mesmo lado em relação à linha média e fora do intervalo de ± 2 desvios padrões em torno da média;
- Existência de oscilações cíclicas;
- Seqüência de 14 ou mais pontos consecutivos alternadamente acima e abaixo do valor precedente.

1.4.6. FMEA

O FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), ou Análise do Efeito e Modo da Falha, é uma ferramenta que busca, em princípio, evitar, por meio da análise das falhas potenciais e propostas de ações de melhoria, que ocorram falhas no projeto do produto ou do processo. Este é o objetivo básico desta técnica, ou seja, detectar falhas antes que se produza uma peça e/ou produto. Pode-se dizer que, com sua utilização, se está diminuindo as chances do produto ou processo falhar, ou seja, estamos buscando aumentar sua confiabilidade.

Esta dimensão da qualidade, a confiabilidade, tem se tornado cada vez mais importante para os consumidores, pois a falha de um produto, mesmo que prontamente reparada pelo serviço de assistência técnica e totalmente coberta por termos de garantia, causa, no mínimo, uma insatisfação ao consumidor ao privá-lo do uso do produto por determinado tempo. Além disso, cada vez mais são lançados produtos em que determinados tipos de falhas podem ter conseqüências drásticas para o consumidor, tais como aviões e equipamentos hospitalares nos quais o mau funcionamento pode significar até mesmo um risco de vida ao usuário.

Apesar de ter sido desenvolvida com um enfoque no projeto de novos produtos e processos, a metodologia FMEA, pela sua grande utilidade, passou a ser aplicada de diversas maneiras. Assim, ela atualmente é utilizada para diminuir as falhas de produtos e processos existentes e para diminuir a probabilidade de falha em processos administrativos. Tem sido empregada também em aplicações específicas tais como análises de fontes de risco em engenharia de segurança e na indústria de alimentos.

O FMEA pode ser aplicado tanto no desenvolvimento do projeto do produto como do processo. As etapas e a maneira de realização da análise são as mesmas, ambas diferenciando-se somente quanto ao objetivo. Assim as análises FMEA são classificadas em dois tipos:

- **FMEA DE PRODUTO:** na qual são consideradas as falhas que poderão ocorrer com o produto dentro das especificações do projeto. O objetivo desta análise é evitar falhas no produto ou no processo decorrentes do projeto. É comumente denominada também de FMEA de projeto;
- **FMEA DE PROCESSO:** são consideradas as falhas no planejamento e execução do processo, ou seja, o objetivo desta análise é evitar falhas do processo, tendo como base as não conformidades do produto com relação às especificações do projeto.

Pode-se aplicar a análise FMEA nas seguintes situações:

- para diminuir a probabilidade da ocorrência de falhas em projetos de novos produtos ou processos;
- para diminuir a probabilidade de falhas potenciais (ou seja, que ainda não tenham ocorrido) em produtos/processos já em operação;
- para aumentar a confiabilidade de produtos ou processos já em operação por meio da análise das falhas que já ocorreram;

O princípio da metodologia é o mesmo independente do tipo de FMEA e a aplicação, ou seja, se é FMEA de produto ou processo e se é aplicado para produtos/processos novos ou

já em operação. A análise consiste basicamente na formação de um grupo de pessoas que identificam para o produto/processo em questão suas funções, os tipos de falhas que podem ocorrer, os efeitos e as possíveis causas desta falha. Em seguida são avaliados os riscos de cada causa de falha por meio de índices e, com base nesta avaliação, são tomadas as ações necessárias para diminuir estes riscos, aumentando a confiabilidade do produto/processo.

Para aplicar-se a análise FMEA em um determinado produto/processo, portanto, forma-se um grupo de trabalho que irá definir a função ou característica daquele produto/processo, irá relacionar todos os tipos de falhas que possam ocorrer, descrever, para cada tipo de falha suas possíveis causas e efeitos, relacionar as medidas de detecção e prevenção de falhas que estão sendo, ou já foram tomadas, e, para cada causa de falha, atribuir índices para avaliar os riscos e, por meio destes riscos, discutir medidas de melhoria.

Etapas para a Aplicação

Planejamento

Esta fase é realizada pelo responsável pela aplicação da metodologia e compreende:

- descrição dos objetivos e abrangência da análise, onde identifica-se qual(ais) produto(s)/processo(s) será(ão) analisado(s);
- formação dos grupos de trabalho, onde definem-se os integrantes do grupo, que deve ser preferencialmente pequeno (entre 4 a 6 pessoas) e multidisciplinar (contando com pessoas de diversas áreas como qualidade, desenvolvimento e produção);
- planejamento das reuniões, que devem ser agendadas com antecedência e com o consentimento de todos os participantes para evitar paralizações;
- preparação da documentação.

Análise de Falhas em Potencial

Esta fase é realizada pelo grupo de trabalho que discute e preenche o formulário FMEA de acordo com os passos que seguem abaixo:

- funções e características do produto / processo;
- tipos de falhas potenciais para cada função;
- efeitos do tipo de falha;
- causas possíveis da falha;
- controles atuais.

Avaliação dos Riscos

Nesta fase são definidos pelo grupo os índices de severidade, ocorrência e detecção para cada causa de falha, de acordo com critérios previamente definidos (um exemplo de critérios que podem ser utilizados é apresentado nas tabelas abaixo, mas o ideal é que a empresa tenha os seus próprios critérios adaptados à sua realidade específica). Depois são calculados os coeficientes de prioridade de risco, por meio da multiplicação dos 3 índices.

Tabela 1.4.6.1 – Exemplo de Índices de Severidade utilizados no FMEA

Índice	Severidade	Critério
1	Mínima	O cliente mal percebe que a falha ocorre
2 3	Pequena	Ligeira deterioração no desempenho com leve descontentamento do cliente
4 5 6	Moderada	Deterioração significativa no desempenho de um sistema com descontentamento do cliente
7 8	Alta	Sistema deixa de funcionar e grande descontentamento do cliente
9 10	Muito Alta	Idem ao anterior, porém afeta a segurança

Tabela 1.4.6.2 – Exemplo de Índices de Ocorrência utilizados no FMEA

Índice	Ocorrência	Proporção
1	Remota	1:1.000.000
2	Pequena	1:20.000
3		1:4.000
4		1:1000
5	Moderada	1:400
6		1:80
7		1:40
8	Alta	1:20
9		1:8
10	Muito Alta	1:2

Tabela 1.4.6.3 – Exemplos de Índices de Detecção utilizados no FMEA

Índice	Detecção	Critério
1	Muito grande	Certamente será detectado
2		
3	Grande	Grande probabilidade de ser detectado
4		
5	Moderada	Provavelmente será detectado
6		
7	Pequena	Provavelmente não será detectado
8		
9	Muito pequena	Certamente não será detectado
10		

Melhoria

Nesta fase o grupo, utilizando os conhecimentos, criatividade e até mesmo outras técnicas como brainstorming, lista todas as ações que podem ser realizadas para diminuir os riscos. Estas medidas podem ser:

- medidas de prevenção total ao tipo de falha;
- medidas de prevenção total de uma causa de falha;
- medidas que dificultam a ocorrência de falhas;
- medidas que limitem o efeito do tipo de falha;
- medidas que aumentam a probabilidade de detecção do tipo ou da causa de falha;

Estas medidas são analisadas quanto a sua viabilidade, sendo então definidas as que serão implantadas. Uma forma de se fazer o controle do resultado destas medidas é pelo próprio formulário FMEA, por meio de colunas onde ficam registradas as medidas recomendadas pelo grupo, nome do responsável e prazo, medidas que foram realmente tomadas e a nova avaliação dos riscos.

Continuidade

O formulário FMEA é um documento “vivo”, ou seja, uma vez realizada uma análise para um produto/processo qualquer, esta deve ser revisada sempre que ocorrerem alterações neste produto/processo específico. Além disso, mesmo que não haja alterações deve-se regularmente revisar a análise confrontando as falhas potenciais imaginadas pelo grupo com as que realmente vem ocorrendo no dia-a-dia do processo e uso do produto, de forma a permitir a incorporação de falhas não previstas, bem como a reavaliação, com base em dados objetivos, das falhas já previstas pelo grupo.

Importância

A metodologia FMEA é importante porque pode proporcionar para a empresa:

- uma forma sistemática de se catalogar informações sobre as falhas dos produtos/processos;
- melhor conhecimento dos problemas nos produtos/processos;
- ações de melhoria no projeto do produto/processo, baseado em dados e devidamente monitoradas (melhoria contínua);
- diminuição de custos por meio da prevenção de ocorrência de falhas;
- o benefício de incorporar dentro da organização a atitude de prevenção de falhas, a atitude de cooperação e trabalho em equipe e a preocupação com a satisfação dos clientes.

2. ESTUDO DE CASO 1

2.1. DMAI²C - DEFINIR

O estudo de caso 1 refere-se à empresa do ramo químico descrita no item anterior. Nesta empresa verifica-se um índice de reclamações de clientes decorrentes do não atendimento às especificações do produto. A análise das amostras testemunhas e as enviadas pelo cliente têm confirmado, em grande parte das vezes, que as reclamações são procedentes.

O índice acumulado de Janeiro/05 a Outubro/05 é de 0,22 reclamação / tonelada vendida de produto. Isto quer dizer que existe aproximadamente 1 reclamação de cliente para cada 5 toneladas de produto vendido, o que não vem atendendo a meta (0,1 reclamação / tonelada vendida) que foi definida para o ano de 2005.

2.2. DMAI²C - MEDIR

Para detalhar e entender melhor o problema alguns indicadores internos foram levantados. O gráfico abaixo ilustra o custo decorrente de reclamações procedentes de clientes devido a problemas na especificação do produto. Conforme pode ser observado o custo acumulado no período de Janeiro/05 até Outubro/05 alcançou o montante de aproximadamente 80.000 dólares.

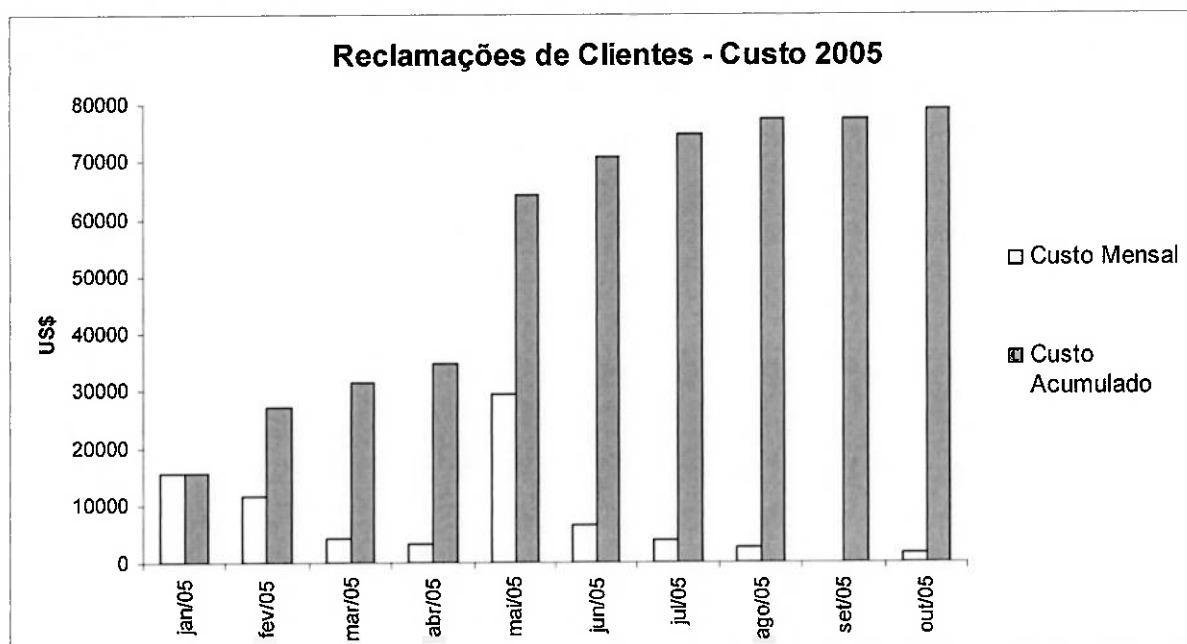


Gráfico 2.2.1 - Evolução dos custos das reclamações de clientes associadas à qualidade do produto

Esses desvios na especificação do produto, que poderiam ter sido detectados no processo de controle de qualidade, foram somente identificados pelo cliente final.

Por meio da estratificação dos dados das reclamações podemos identificar qual o produto com o maior percentual de reclamações no período analisado (Jan/05 a Out/05), conforme ilustrado a seguir:

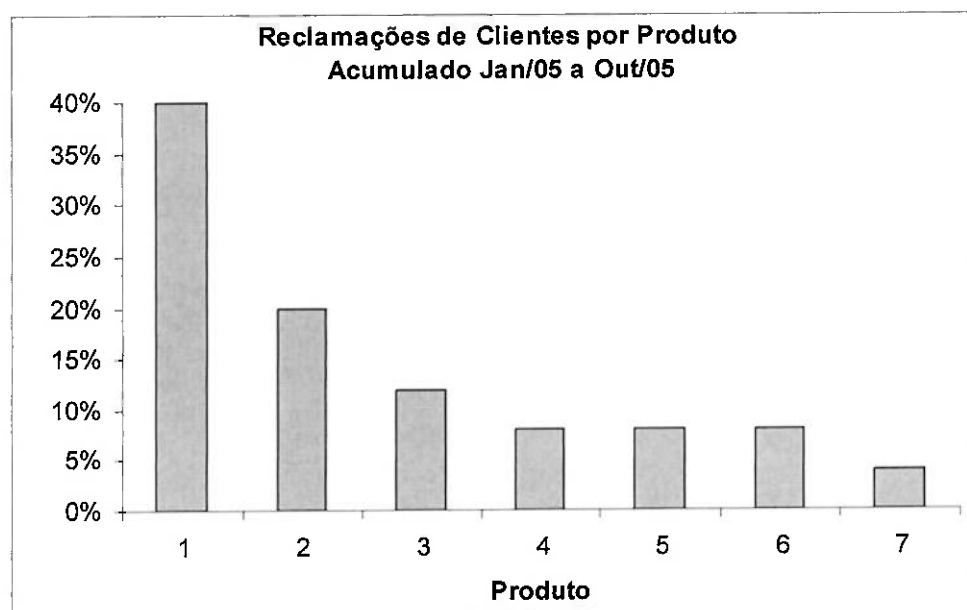


Gráfico 2.2.2 - Estratificação das reclamações de clientes por produto

Pelo gráfico acima podemos observar que 40% das reclamações de clientes foram devido a problemas de qualidade no produto 1. Como o percentual deste último é consideravelmente maior que o dos outros, vamos focar a análise do problema nele.

O gráfico abaixo ilustra a propriedade associada ao produto 1 que possui o maior percentual de não atendimento à especificação dos clientes:

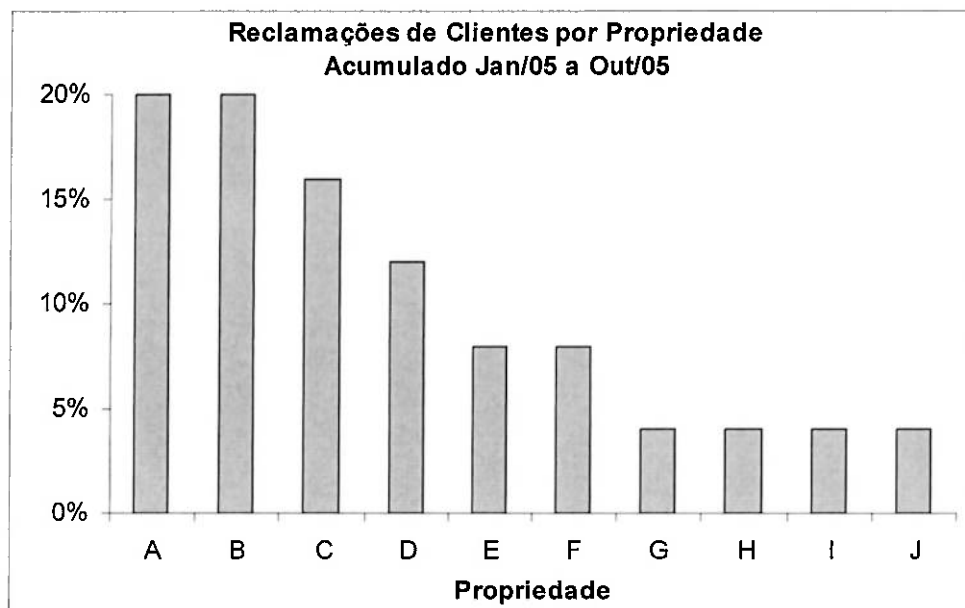


Gráfico 2.2.3 - Estratificação das reclamações de clientes do produto 1 por propriedade fora de especificação

Pode-se observar que os maiores problemas estão relacionados às propriedades A e B. Devido à maior quantidade de dados históricos disponíveis será estudada a propriedade A.

Desta forma este trabalho será focado na análise das falhas do controle de qualidade associadas à propriedade A do produto 1, com o objetivo de identificar o produto fora de especificação no processo de inspeção / auditoria, antes de sua entrega ao cliente.

2.3. DMA^{PC} - ANALISAR

DEFINIÇÃO DO PROCESSO

Para análise do caso, é importante definir o atual processo de controle de qualidade, que inclui as atividades de inspeção e auditoria do produto. Para isso serão utilizadas algumas ferramentas de qualidade, como o SIPOC e o mapeamento de processo representados abaixo:

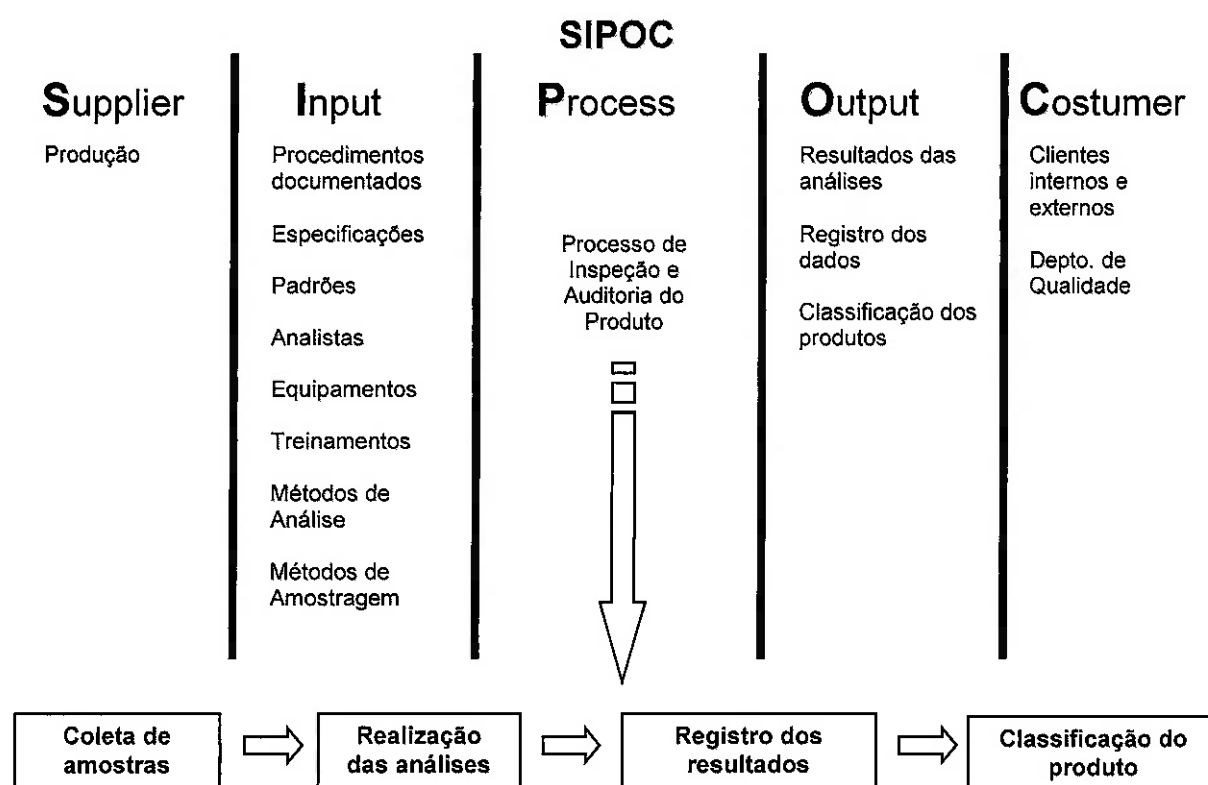


Figura 2.3.1 - SIPOC do processo de controle de qualidade do produto

Através do SIPOC, podemos claramente identificar as entradas e saídas do processo atual, bem como os fornecedores e clientes envolvidos.

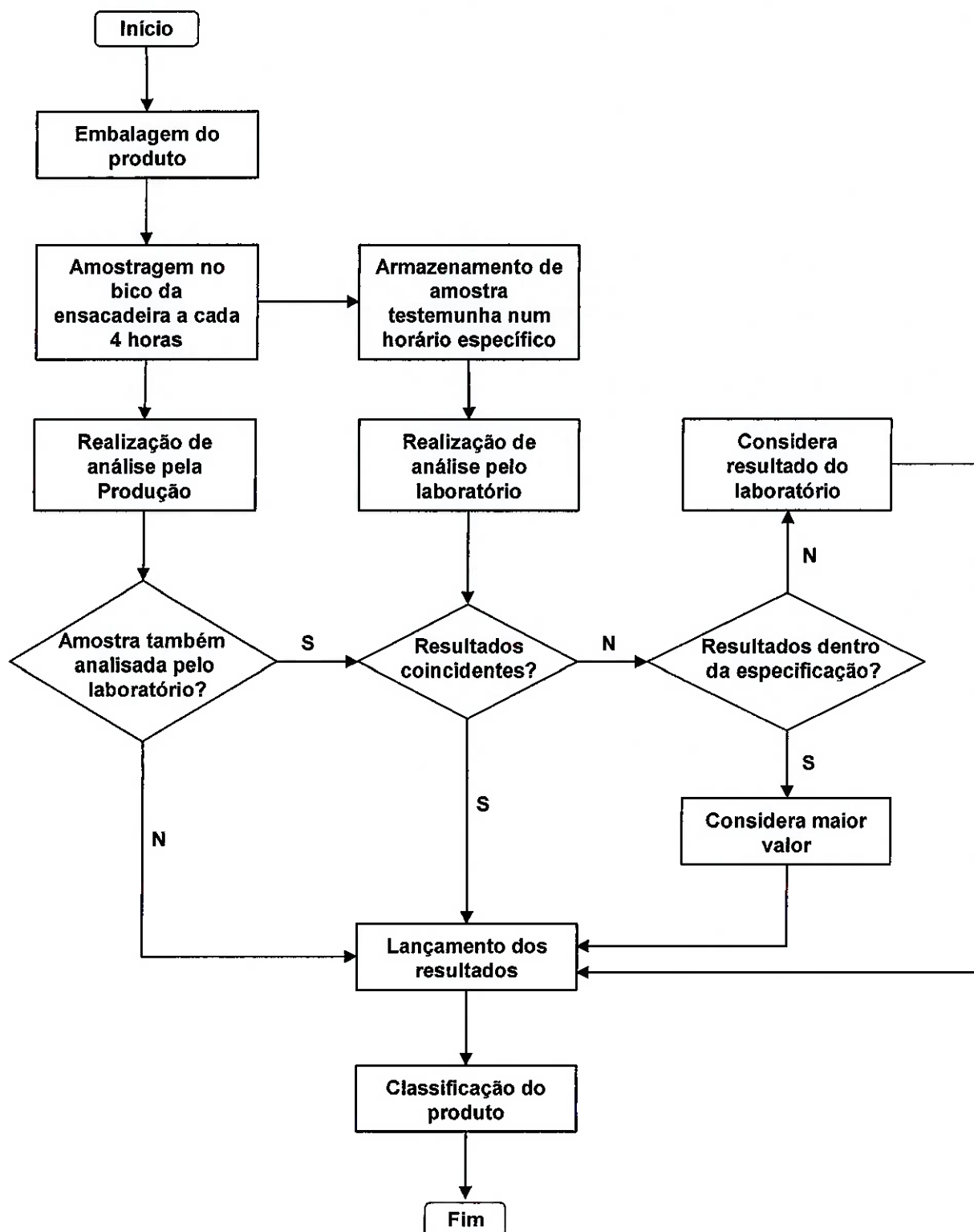


Figura 2.3.2 - Mapeamento do processo de controle de qualidade do produto

IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS

Visando a definição das causas das falhas no processo de controle de qualidade podemos inicialmente utilizar o diagrama de causa e efeito (Ishikawa) para evidenciar as causas mais prováveis. Para isso será utilizado como apoio o SIPOC e o mapeamento do processo representados anteriormente.

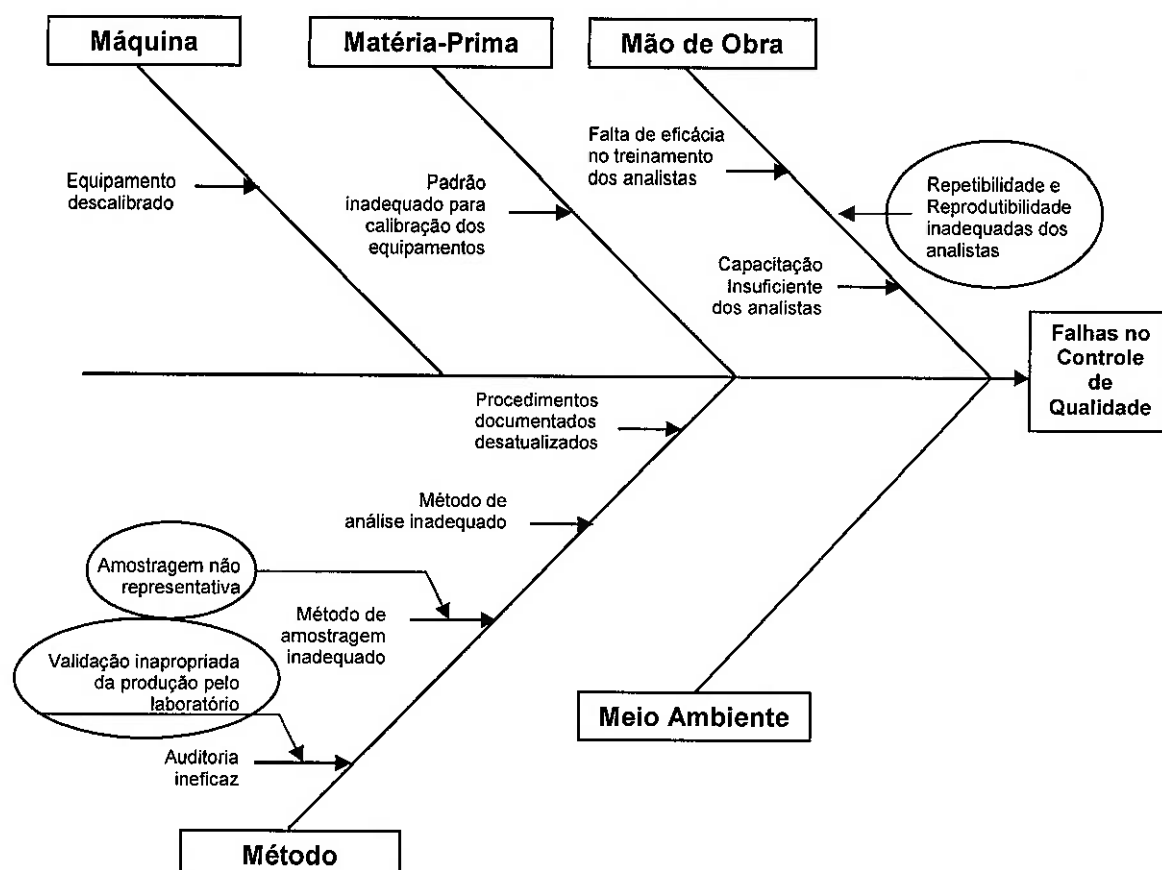


Figura 2.3.3 - Diagrama de Causa e Efeito das Falhas no Controle de Qualidade

As causas identificadas com um círculo foram consideradas as mais prováveis das falhas no controle de qualidade e serão analisadas mais detalhadamente a seguir. As outras causas listadas no diagrama de Ishikawa não serão consideradas, a princípio, pelos seguintes motivos:

- a) *Equipamento descalibrado*: os equipamentos utilizados na análise da propriedade A possuem uma sistemática de calibração periódica conforme definido no plano de inspeção. Essa sistemática é suportada e auditada dentro do sistema de gestão de qualidade certificado com base na norma NBR ISO 9001:2000. Dentro do sistema de gestão, não há histórico de nenhuma não conformidade relacionada ao não atendimento da periodicidade de calibração desses equipamentos.
- b) *Padrão inadequado para a calibração dos equipamentos*: uma quantidade suficiente de amostra padrão é separada para realizar, no mínimo, 15 ensaios conforme o método de análise correspondente. Não há ênfase em manter-se o mesmo analista ou realizar todos os ensaios no mesmo dia; procura-se simular as condições normais do laboratório, de modo a obter uma reprodutibilidade. Após a avaliação da representatividade de cada valor individual medido, exclusão de possíveis valores não representativos, e uma avaliação crítica dos valores, o responsável do laboratório faz a validação dos resultados. O valor médio das medições é assumido como o valor mais provável para a propriedade.
- c) *Falta de eficácia no treinamento dos analistas*: a análise de desempenho dos analistas demonstrou que este item não deve ser priorizado.
- d) *Capacitação insuficiente dos analistas*: os registros de capacitação dos analistas não evidenciaram nenhuma irregularidade neste item.
- e) *Procedimentos documentados desatualizados*: todos os documentos do sistema de gestão da qualidade da empresa são controlados por meio de um sistema informatizado de forma a atender os requisitos da norma NBR ISO 9001:2000. Isso garante que todos os documentos utilizados na análise do produto se encontram na sua última versão.
- f) *Método de análise inadequado*: o método de análise utilizado para a determinação da propriedade em questão é determinado e validado pela matriz da empresa. Além disso, o

alinhamento do método com outros laboratórios de outras filiais é avaliado por ensaios interlaboratoriais.

Excluindo as causas menos prováveis das falhas no controle de qualidade, vamos analisar agora aquelas consideradas mais relevantes para a resolução do problema, que são:

- Repetibilidade e Reprodutibilidade inadequada dos analistas;
- Amostragem não representativa;
- Validação inapropriada das análises da produção pelo laboratório.

ESTUDO DE REPETIBILIDADE E REPRODUTIBILIDADE (RR)

O estudo de repetibilidade tem por objetivo avaliar a variação existente na medição de uma determinada variável quando um único analista realiza várias medições de uma mesma amostra. Já o estudo de reprodutibilidade procura avaliar a variação existente entre diversos analistas para uma mesma amostra.

Segundo Domenech (2004, p. 40):

[...] após inúmeros estudos de repetibilidade e reprodutibilidade (RR) tem uma estatística própria que diz que: em quase todo tipo de empresa, entre 50%-100% dos sistemas de medição não são apropriados!

Desta forma um estudo de RR foi realizado para avaliar se o sistema de medição adotado está apropriado, já que o método de análise envolve etapas realizadas pelo homem (pesagem da amostra, regulagem do equipamento e leitura do display do equipamento) e que estão sujeitas a erro humano.

O estudo foi conduzido da seguinte forma: 30 frascos foram cheios com uma mesma amostra padrão de valor previamente conhecido. Estes frascos foram identificados apropriadamente e entregues aleatoriamente para 5 analistas diferentes. Cada analista recebeu 6 frascos misturados a outras amostras que faziam parte de sua rotina diária de inspeção. Ou

seja, os analistas não tinham conhecimento dos frascos enchidos com a amostra padrão. Isso foi feito para que o estudo de RR fosse realizado da forma menos tendenciosa possível, pois se os analistas tivessem conhecimento do estudo eles teriam um cuidado redobrado na realização da análise daqueles 30 frascos.

O resultado do estudo está representado na tabela abaixo:

Tabela 2.3.1 - Resultados do estudo RR para a propriedade A do produto 1

Amostra	Analista	Valor Obtido (%)	Valor da Amostra Padrão (%)
1	1	0,17	0,16
2	1	0,15	0,16
3	1	0,15	0,16
4	1	0,14	0,16
5	1	0,15	0,16
6	1	0,16	0,16
1	2	0,14	0,16
2	2	0,15	0,16
3	2	0,17	0,16
4	2	0,15	0,16
5	2	0,15	0,16
6	2	0,15	0,16
1	3	0,15	0,16
2	3	0,18	0,16
3	3	0,17	0,16
4	3	0,14	0,16
5	3	0,16	0,16
6	3	0,14	0,16
1	4	0,17	0,16
2	4	0,15	0,16
3	4	0,17	0,16
4	4	0,16	0,16
5	4	0,15	0,16
6	4	0,19	0,16
1	5	0,18	0,16
2	5	0,17	0,16
3	5	0,14	0,16
4	5	0,16	0,16
5	5	0,15	0,16
6	5	0,17	0,16

Considerando que o desvio padrão de reprodutibilidade obtido nas medições da amostra padrão foi de 0,02% podemos concluir pela Tabela 2.3.1 que:

- a) o desvio de cada medição realizada pelos 5 analistas com relação ao valor da amostra padrão está dentro do esperado;

- b) o desvio padrão máximo encontrado dentro das 6 medições efetuadas por cada analista (Repetibilidade) foi de 0,016 (referente ao analista 3);
- c) o desvio padrão entre as médias obtidas pelos 5 analistas (Reprodutibilidade) foi de 0,006.

Desta forma a análise dos resultados do estudo RR mostrou que o sistema de medição está adequado, pois não foram evidenciadas significativas variações nas medições efetuadas pelos analistas.

REPRESENTATIVIDADE DA AMOSTRAGEM

Para verificar se a amostragem do produto é representativa, vamos primeiro descrever como é realizada a coleta das amostras.

Durante o período em que a produção está sendo enviada para a embalagem as amostras são colhidas nos bicos das ensacadeiras a cada 4 horas. Cada amostra colhida tem aproximadamente 1,0 kg (o produto se apresenta sob a forma de pó). A produção é feita por batelada, e um lote é formado a cada 24 horas. Ou seja, de acordo com o plano de inspeção e ensaio, cada lote (com peso aproximado de 20 toneladas) é classificado com base em 6 amostras de 1,0 kg colhidas a cada 4 horas.

Isto quer dizer que cada lote do produto é classificado com base numa amostragem de 0,03%. Outro limitante refere-se ao fato de que não há como afirmar que a composição do produto em cada lote formado é distribuída de forma homogênea, ou seja, não há certeza de que para qualquer lugar que se tivesse retirado a amostra ela seria representativa.

Conforme Bussab e Morettin (2003, p.258):

[...] o objetivo da Inferência Estatística é produzir afirmações sobre dada característica da população, na qual estamos interessados, a partir de informações colhidas de uma parte dessa população. Essa característica na população pode ser representada por uma variável aleatória. Se tivéssemos informação completa sobre a função de probabilidade, no caso discreto, ou sobre a função densidade de probabilidade, no caso contínuo, da variável em questão, não teríamos necessidade de escolher uma amostra. Mas isso raramente acontece [...] Ou não temos qualquer informação a respeito da variável, ou ela é apenas parcial. Podemos admitir, como

no exemplo das alturas de brasileiros adultos, que ela siga uma distribuição normal, mas desconhecemos os parâmetros que a caracterizam (média, variância, etc). Em outros casos, podemos ter uma idéia desses parâmetros, mas desconhecemos a forma da curva. Ou ainda, o que é muito freqüente, não possuímos informações nem sobre os parâmetros, nem sobre a forma da curva. Em todos os casos, o uso de uma amostra nos ajudaria a formar uma opinião sobre o comportamento da variável (população).

No caso em estudo, o problema está no fato de não termos certeza se a amostra que está sendo tomada representa efetivamente o comportamento da população.

Ainda segundo Bussab e Morettin (2003, p.258):

As observações contidas em uma amostra são tanto mais informativas sobre a população quanto mais conhecimento explícito ou implícito tivermos dessa mesma população. Por exemplo, a análise da quantidade de glóbulos brancos obtida de algumas gotas de sangue da ponta do dedo de um paciente dará uma idéia geral da quantidade dos glóbulos brancos no corpo todo, pois sabe-se que a distribuição dos glóbulos brancos é homogênea, e de qualquer lugar que se tivesse retirado a amostra ela seria “representativa”. Mas nem sempre a escolha de uma amostra adequada é imediata. Por exemplo, voltando ao Exemplo 10.2, para o qual queríamos obter uma amostra de habitantes para saber a opinião sobre um projeto governamental, escolhendo intencionalmente uma amostra de 200 indivíduos moradores de certa região beneficiada pelo projeto, saberemos de antemão que o resultado conterá um *viés de seleção*. Isto é, na amostra, a proporção de pessoas favoráveis ao projeto deverá ser maior do que no todo.

Desta forma, a fim de conhecer o comportamento da população da variável em questão (propriedade A do produto 1), serão utilizados os dados históricos das medições dessa variável referente ao período 2004-2005 (ver anexo A).

Apesar desses dados históricos não representarem a totalidade da população, já que os mesmos são amostras coletadas diariamente a cada 4 horas, considerou-se que essas medições representam de forma adequada a população, pois a quantidade de dados envolvida é relativamente grande.

A estratificação dessas medições em intervalos determinados resultou numa distribuição conforme indicada no gráfico abaixo:

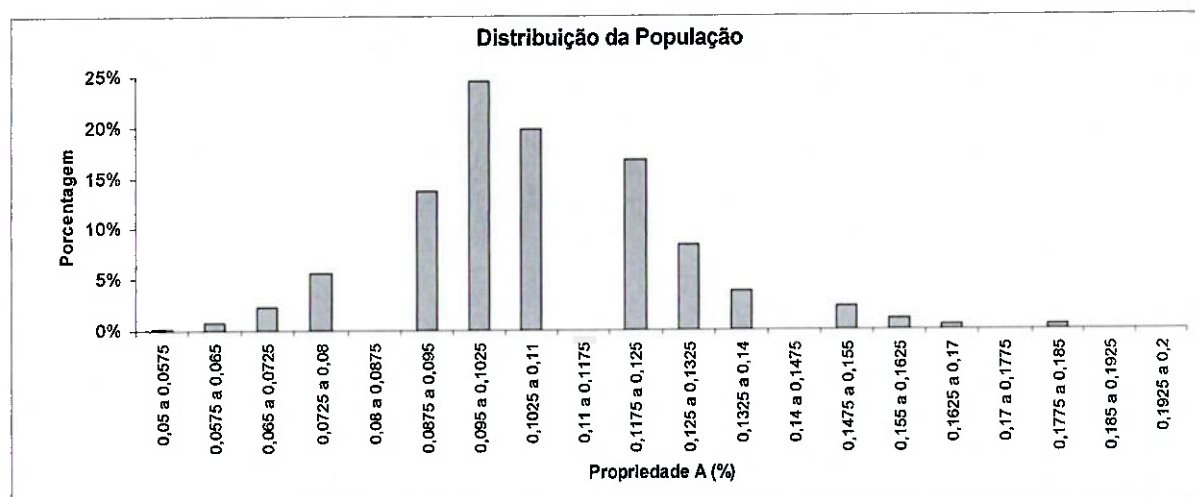


Gráfico 2.3.1 - Distribuição da População para a Propriedade A do Produto 1

Com base no gráfico acima conclui-se que a distribuição da população é assimétrica e tem forma desconhecida. Ela se caracteriza pelos seguintes parâmetros:

- Média: $\mu = 0,109\%$
- Desvio padrão: $\sigma = 0,0204\%$

Em resumo: a classificação do produto é realizada com base numa amostragem pequena (0,03%), não há informações sobre a homogeneidade do lote completo e a distribuição da população da variável em estudo (propriedade A do produto 1) tem uma forma desconhecida.

Desta forma pode-se concluir que a amostragem realizada atualmente não é representativa da população e, por consequência, a classificação final do produto é feita a partir de uma inferência inadequada da população. De fato, como as amostras são colhidas numa periodicidade de 4 horas, dentro desse intervalo de tempo existe a possibilidade da propriedade A estar fora de especificação e isso ser detectado somente pelo cliente externo, pois esse desvio não foi adequadamente identificado pela amostragem do controle de qualidade.

VALIDAÇÃO DAS ANÁLISES REALIZADAS PELA PRODUÇÃO

A validação das análises realizadas pelos analistas da produção é feita através da auditoria de produto, aplicada para verificar se a classificação dada a determinado lote de produto pode ser confirmada analiticamente, e consiste basicamente na re-análise da amostra testemunha, para as propriedades já analisadas pelos analistas da produção. Essa re-análise é feita em triplicata por um especialista do laboratório técnico para cada lote num horário específico do dia, ou seja, dentre as 6 análises realizadas diariamente (a cada 4 horas) para cada lote, uma amostra testemunha é separada para re-análise.

O critério de validação adotado é o seguinte:

- a) $|X - Y| \leq 2\sigma$ Valor Y validado
- b) $2\sigma < |X - Y| \leq 3\sigma$ Valor Y validado com restrições
- c) $|X - Y| > 3\sigma$ Valor Y rejeitado

Onde:

X = Valor médio da análise em triplicata obtido pelo especialista do laboratório.

Y = Valor obtido pelo analista da produção.

σ = Desvio padrão de reprodutibilidade utilizando a amostra padrão.

O critério de validação aceita uma diferença de até 2 desvios padrões de reprodutibilidade entre a medição realizada pelo analista da produção e a medição realizada pelo especialista do laboratório.

Esse critério de validação poderia ser mais restritivo (com aceitação de uma diferença de até 1 desvio) para assegurar resultados mais confiáveis.

Da mesma forma, quando a diferença se encontra no intervalo entre 2 e 3 desvios padrões de reprodutibilidade, a medição efetuada pelo analista da produção pode ser validada no caso da medição do especialista do laboratório estiver abaixo do limite de especificação da

propriedade A (0,3 %). Esse critério é muito tolerante e contradiz com o objetivo da auditoria, que é assegurar a confiabilidade das medições realizadas pela produção e que são utilizadas para a classificação final do produto, mesmo porque a auditoria é realizada em cima de apenas 1 amostra dentre as 6 que são coletadas para a classificação de cada lote.

2.4. DMAI²C – IMPROVE & INNOVATION (MELHORIA E INOVAÇÃO)

AMOSTRAGEM NÃO REPRESENTATIVA

Com relação ao problema da amostragem não representativa discutida no item 2.3, o ideal seria aumentar a quantidade de amostras coletadas para refletir de forma mais adequada a população.

No entanto, essa proposta acarretaria num aumento dos custos de inspeção e não garantiria a solução definitiva do problema, que seria alcançada somente com a inspeção 100% (inviável).

Em função disso propõe-se utilizar o Controle Estatístico do Processo (CEP) utilizando os dados das medições das amostras coletadas de cada lote produzido. A idéia é utilizar as cartas de controle para monitorar o comportamento das médias amostrais ($\bar{X}$) e dos seus respectivos desvios padrões, e aumentar a amostragem dos lotes produzidos somente quando essas cartas indicarem que o processo está fora de controle.

Primeiramente, para a construção das cartas de controle, será necessário definir o tamanho da amostra (n) ideal para que o histograma das médias amostrais se aproxime de uma distribuição normal.

Conforme Bussab e Morettin (2003, p.271):

Vamos estudar agora a distribuição amostral da estatística $\bar{X}$, a média da amostra. Consideremos uma população identificada pela variável X , cujos parâmetros média

populacional $\mu = E(X)$ e variância populacional $\sigma^2 = \text{Var}(X)$ são supostos conhecidos. Vamos retirar todas as possíveis amostras aleatórias simples (AAS) de tamanho n dessa população, e para cada uma calcular a média $\bar{X}$. [...] Observe que, conforme n vai aumentando, o histograma da distribuição de $\bar{X}$ tende a se concentrar cada vez mais em torno de $E(\bar{X}) = E(X)$, já que a variância vai diminuindo. Os casos extremos passam a ter pequena probabilidade de ocorrência. Quando n for suficientemente grande, o histograma da distribuição de $\bar{X}$ aproxima-se de uma distribuição normal. Essa aproximação pode ser verificada analisando-se os gráficos da Figura 10.5, que mostram o comportamento do histograma de $\bar{X}$ para várias formas da distribuição da população e vários valores do tamanho da amostra n .

Esses exemplos sugerem que, quando o tamanho da amostra aumenta, independentemente da forma da distribuição da população, a distribuição amostral de $\bar{X}$ aproxima-se cada vez mais de uma distribuição normal. Esse resultado, fundamental na teoria da Inferência Estatística, é conhecido como *Teorema do Limite Central (TLC)*.

Teorema 10.2 (TLC) Para amostras aleatórias simples $(X_1, \dots, X_n)$, retiradas de uma população com média μ e variância σ^2 finita, a distribuição amostral da média $\bar{X}$ aproxima-se, para n grande, de uma distribuição normal, com média μ e variância σ^2/n .

Com base no Teorema do Limite Central, vamos simular o comportamento da distribuição amostral da média $\bar{X}$ utilizando os dados históricos das medições da propriedade A constantes no anexo A.

Conforme análise já feita anteriormente, a distribuição da população da propriedade A do produto 1 tem uma forma desconhecida (ver gráfico 2.3.1). Tomando amostras de tamanho $n = 3$ elementos obtém-se o histograma abaixo:

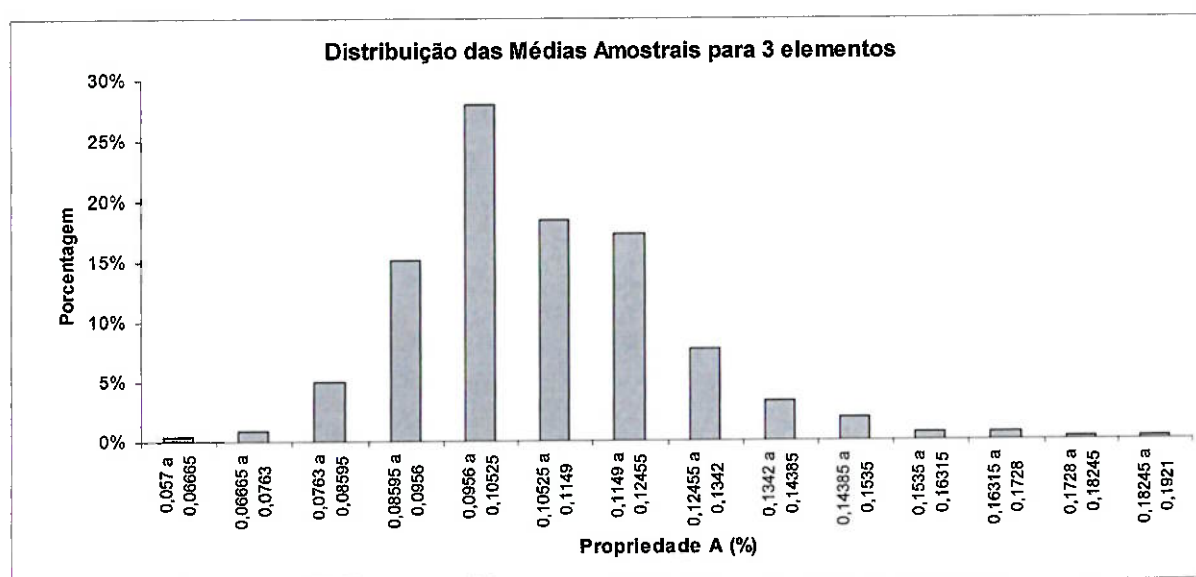


Gráfico 2.4.1 - Histograma das Médias Amostrais da Propriedade A para $n = 3$ elementos

Pelo comportamento do gráfico acima pode-se concluir que o tamanho da amostra utilizado ($n = 3$ elementos) não é suficiente, pois o histograma não se aproximou de uma distribuição normal.

Tomando amostras de tamanho $n = 6$ elementos obtém-se o histograma abaixo:

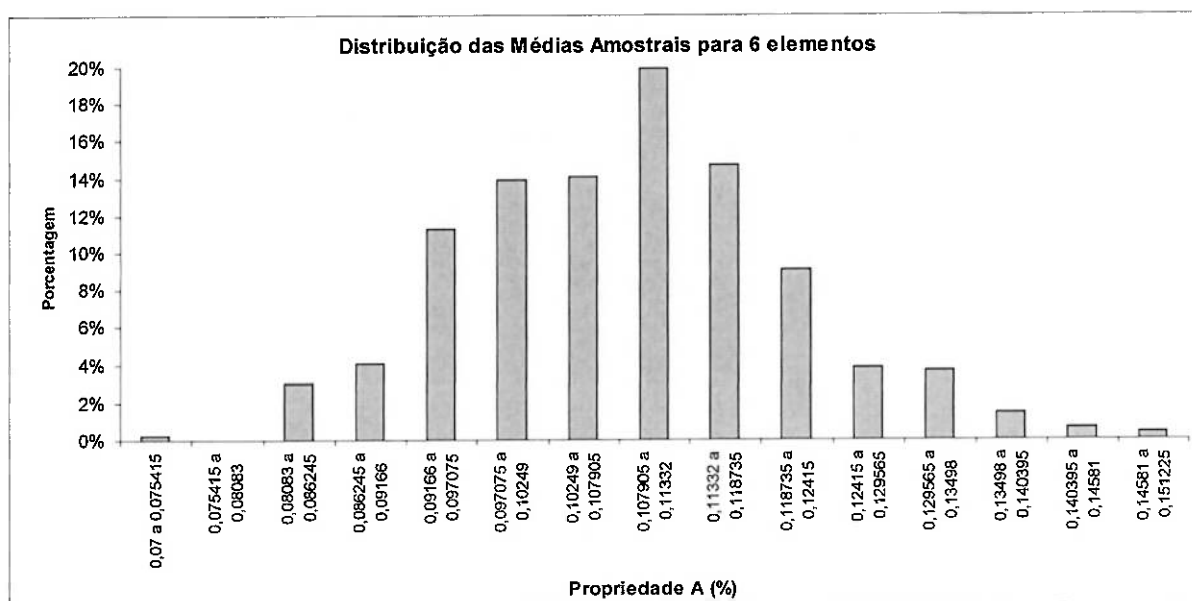


Gráfico 2.4.2 - Histograma das Médias Amostrais da Propriedade A para $n = 6$ elementos

Para $n = 6$ elementos, o histograma das médias amostrais se aproximou bem de uma distribuição normal. O ideal seria utilizar um tamanho da amostra (n) maior para que o histograma se aproximasse ainda mais de uma distribuição normal. No entanto, para a construção das cartas de controle do CEP, será utilizado o tamanho de amostra de 6 elementos, pois esta quantidade coincide justamente com o número de amostras coletadas diariamente para cada lote produzido, facilitando a análise das cartas de controle e a tomada de ações (cada ponto da carta de controle coincidirá com a média das 6 amostras de cada lote).

Tomando os dados históricos do ano de 2005 (ver Anexo A), dos meses de Janeiro a Julho, foram obtidas as seguintes cartas de controle estatístico:

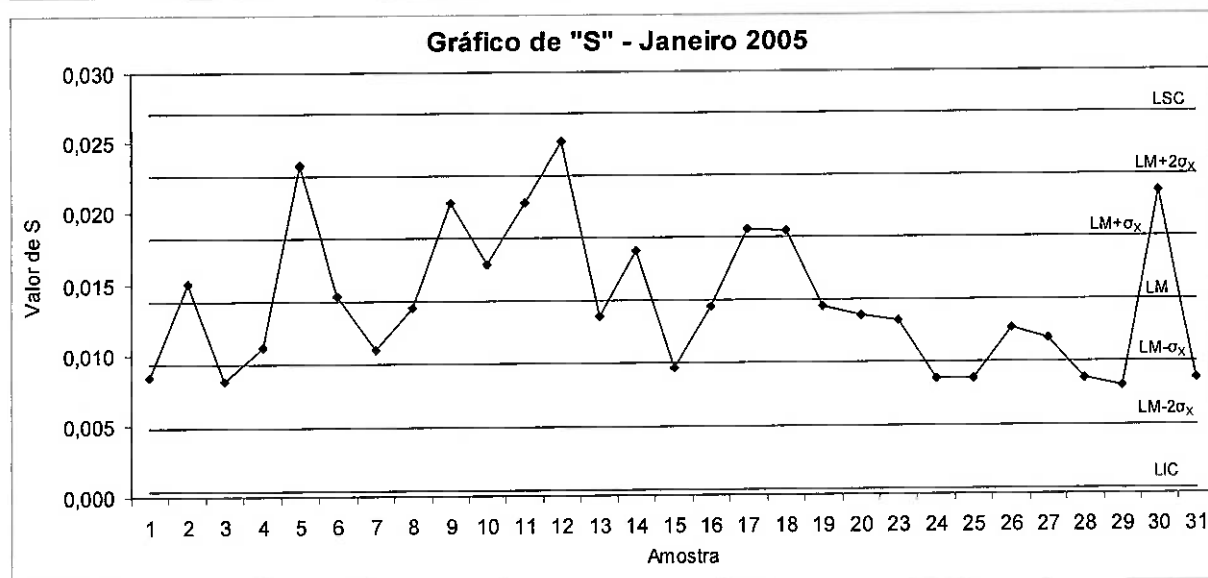
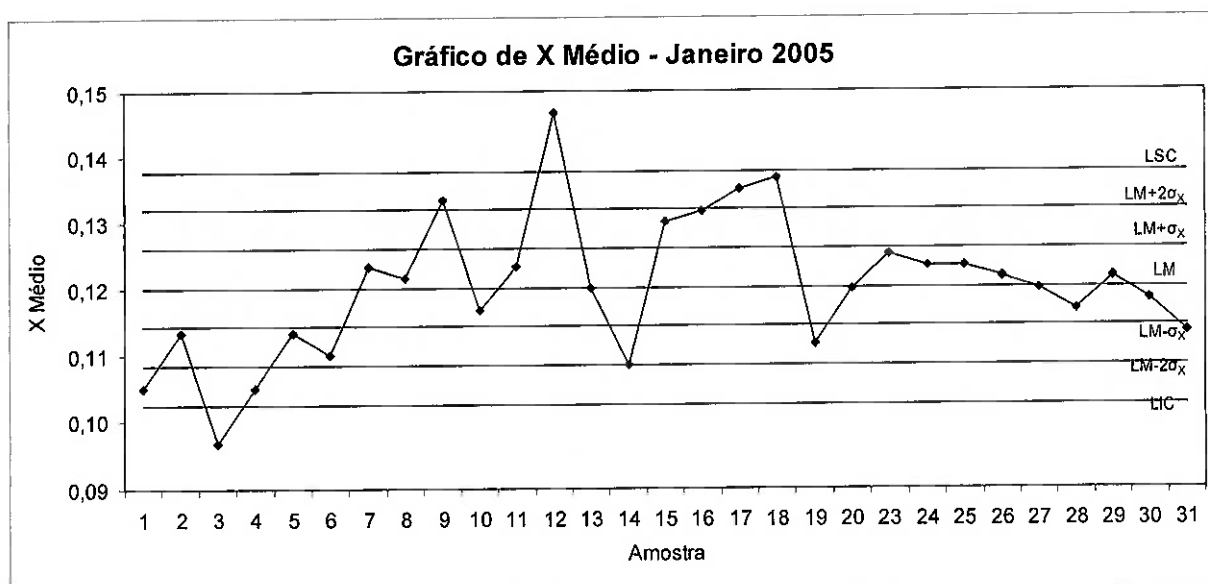


Gráfico 2.4.3 - Cartas de Controle da Propriedade A (Janeiro 2005)

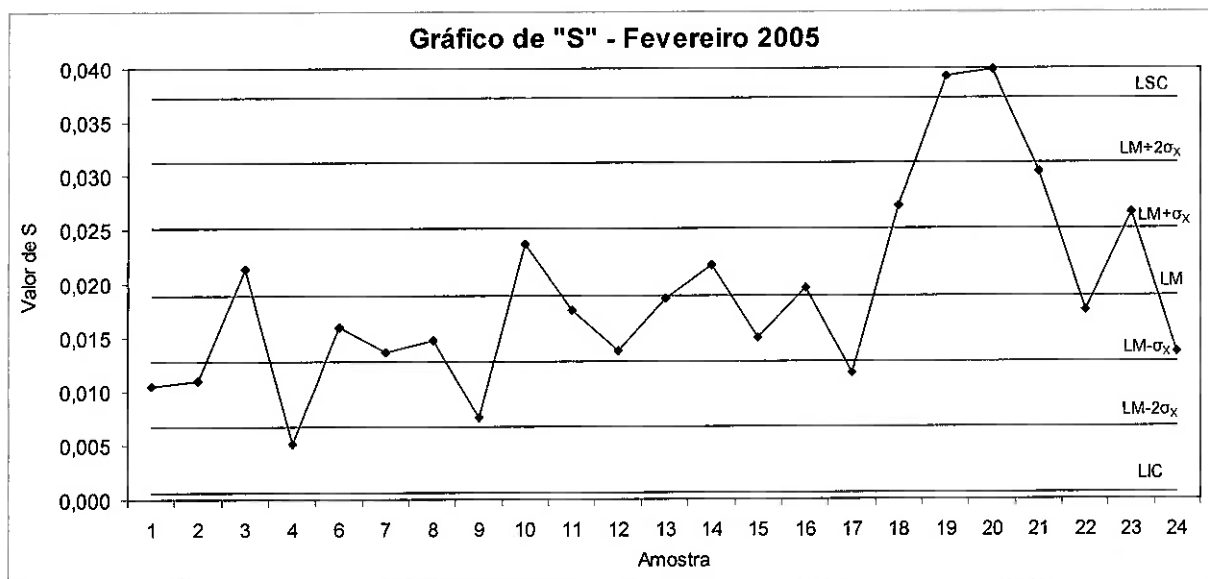
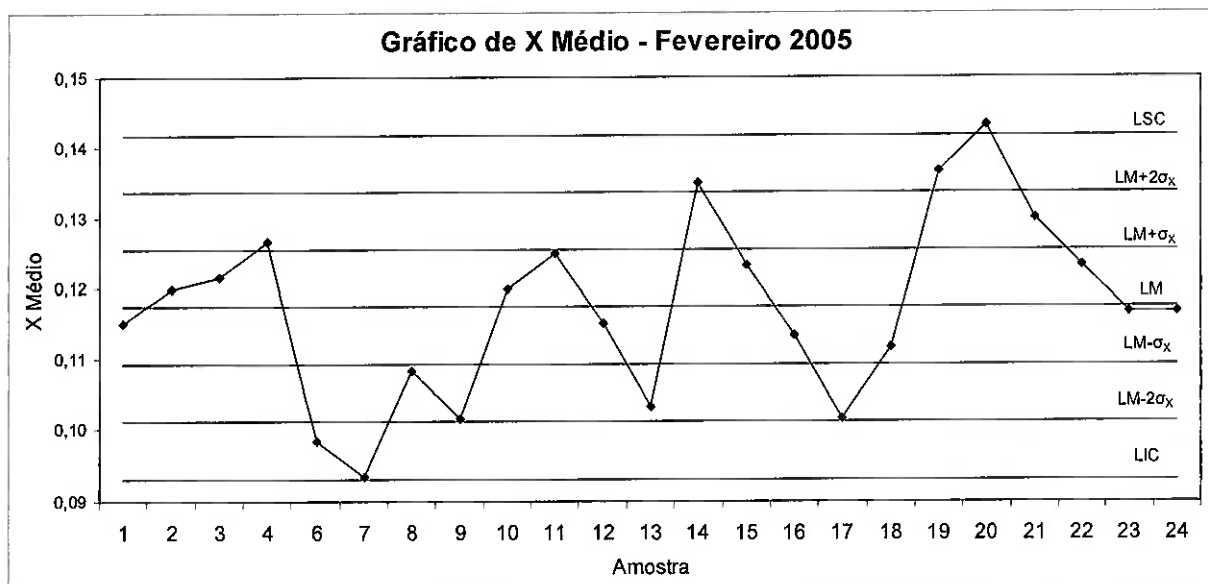


Gráfico 2.4.4 - Cartas de Controle da Propriedade A (Fevereiro 2005)

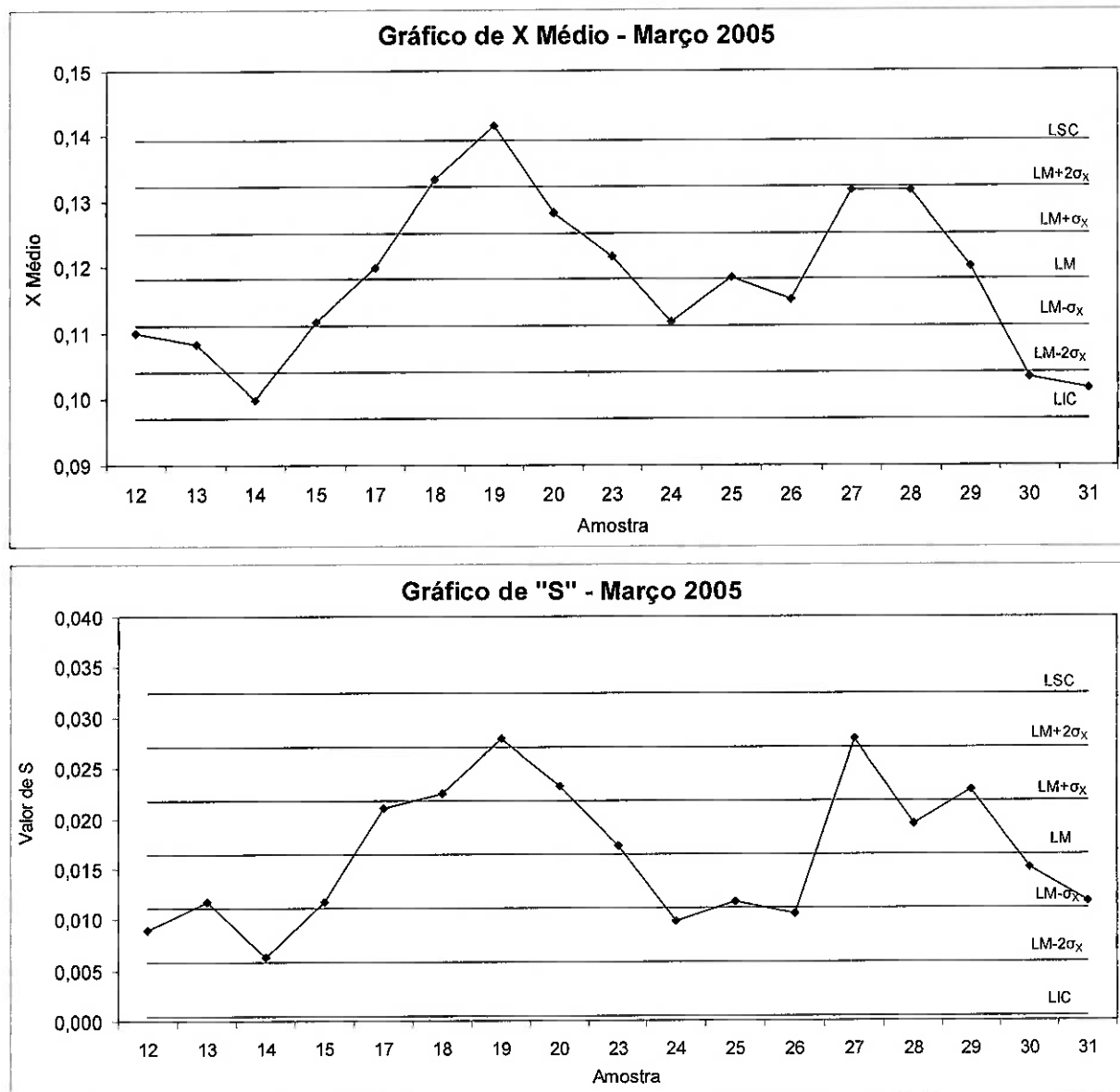


Gráfico 2.4.5 - Cartas de Controle da Propriedade A (Março 2005)

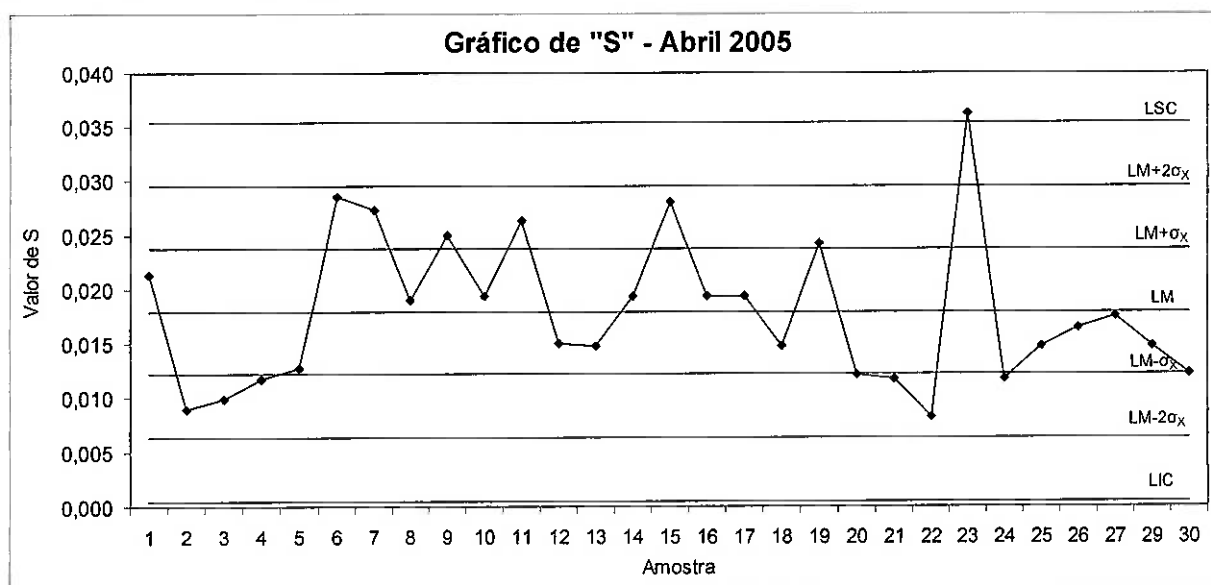
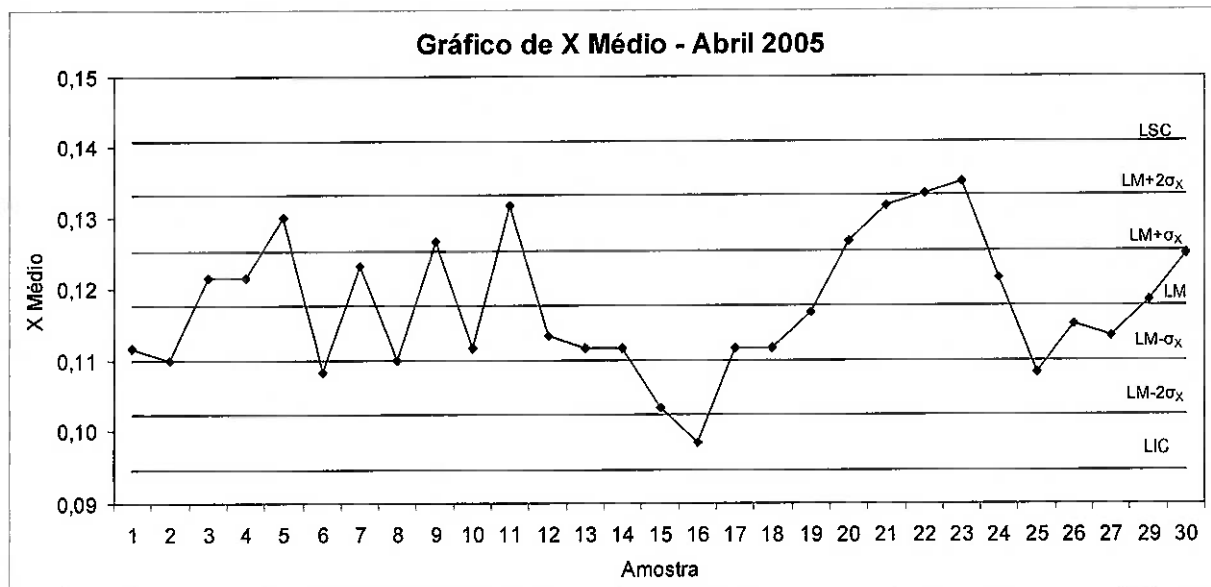


Gráfico 2.4.6 - Cartas de Controle da Propriedade A (Abril 2005)

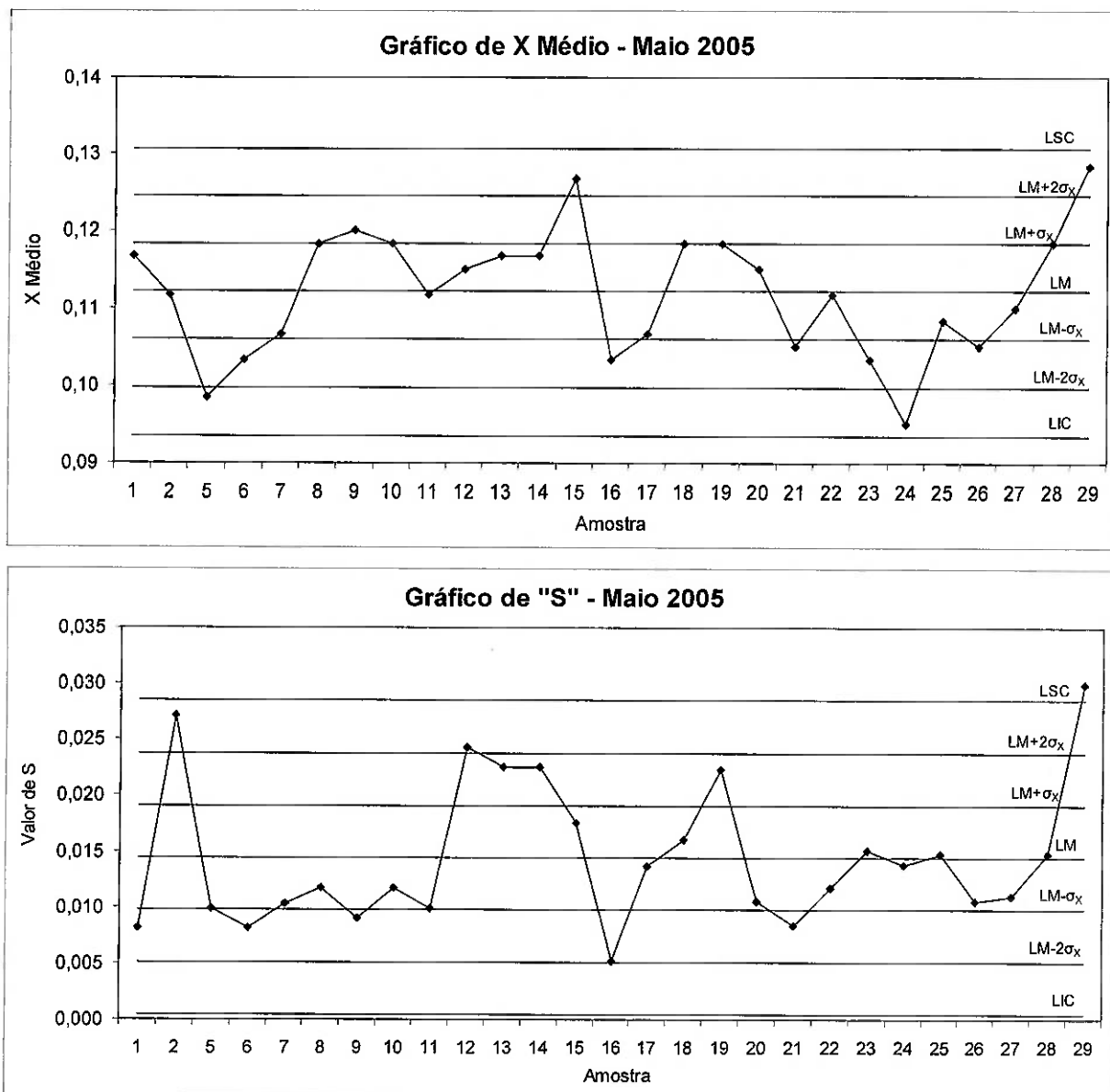


Gráfico 2.4.7 - Cartas de Controle da Propriedade A (Maio 2005)

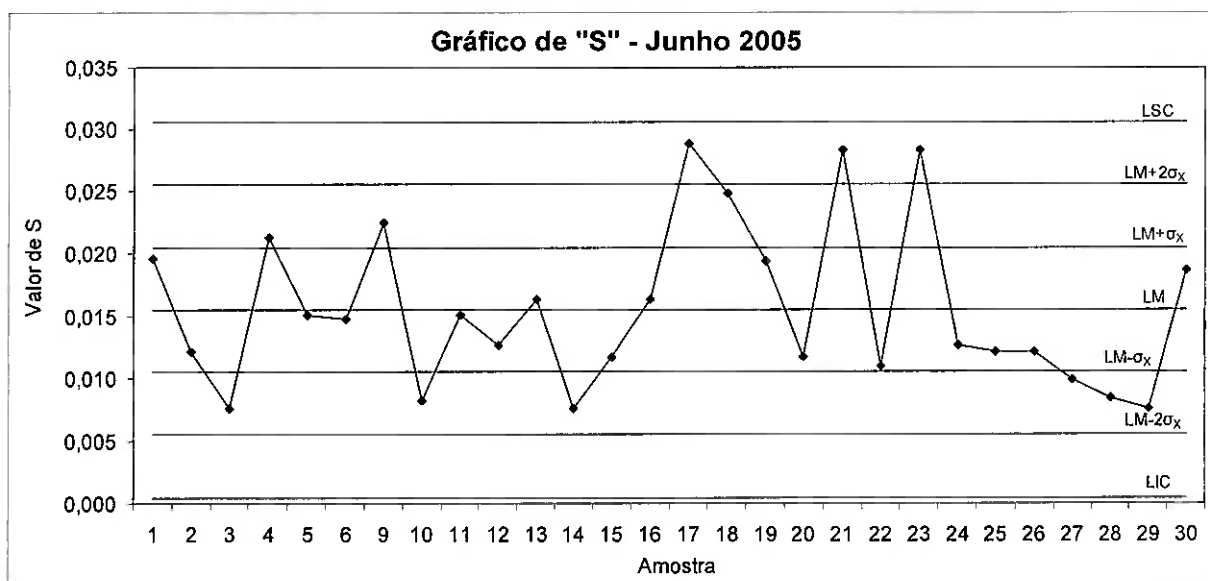
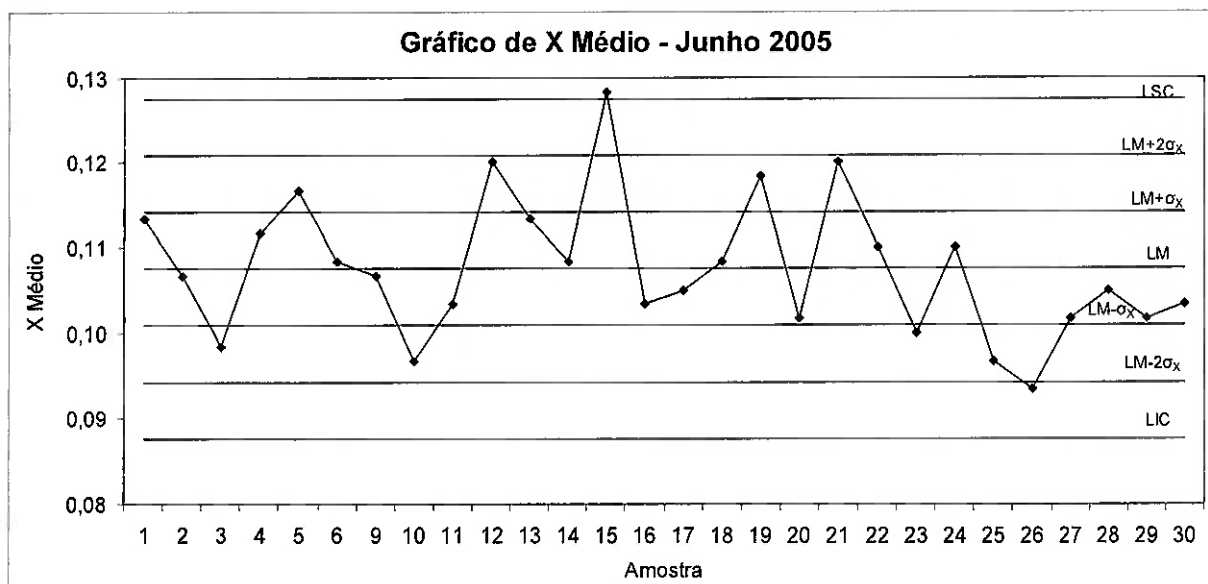


Gráfico 2.4.8 - Cartas de Controle da Propriedade A (Junho 2005)

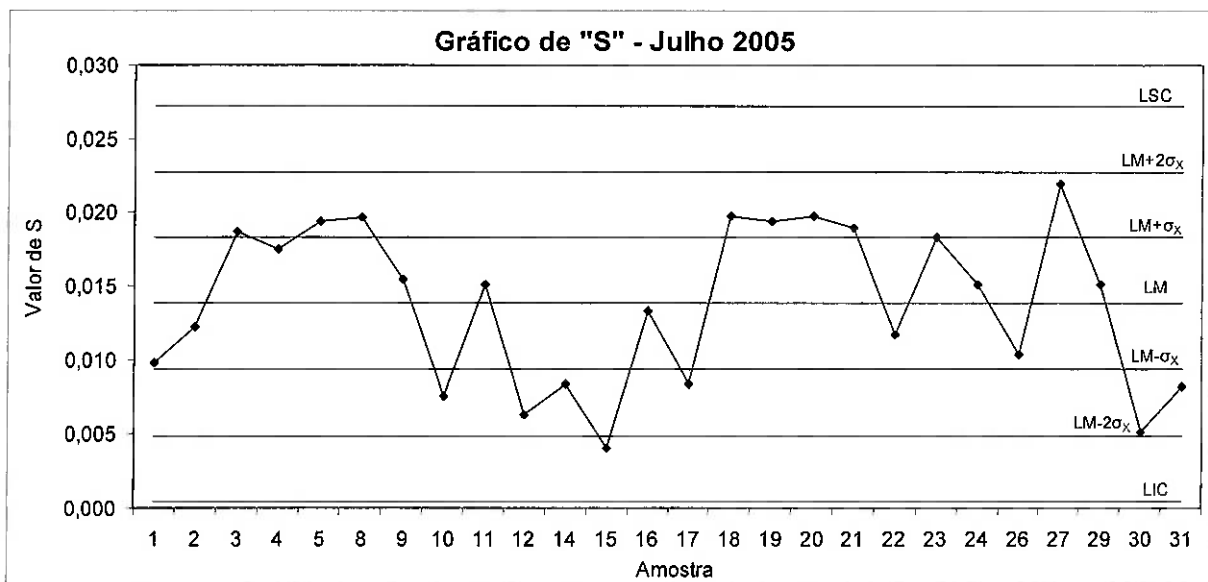
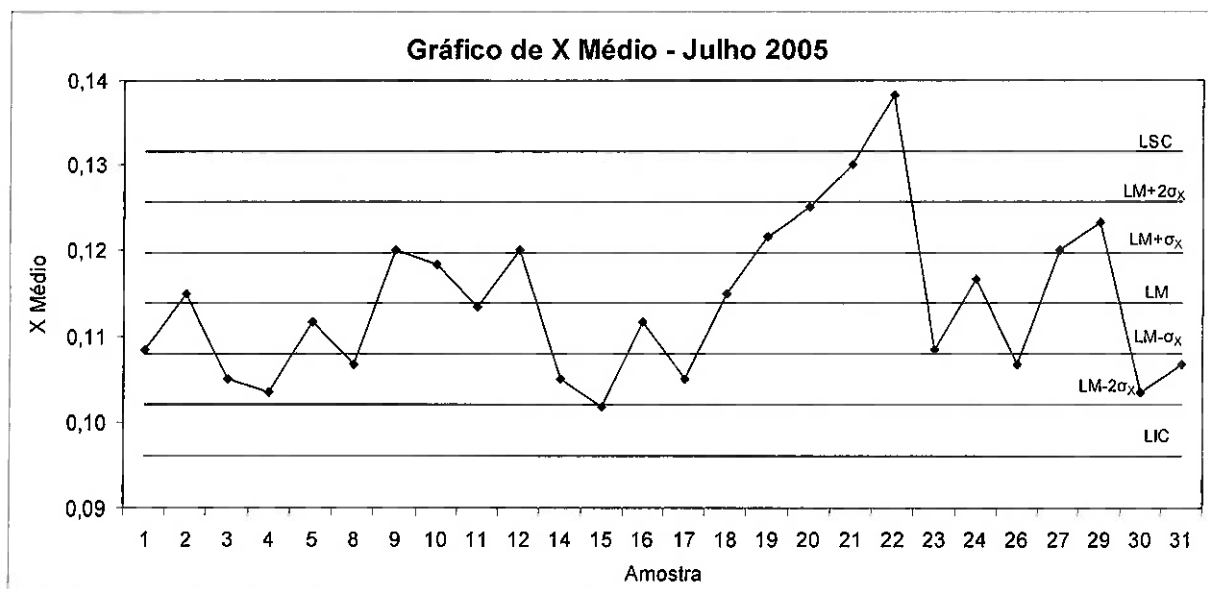


Gráfico 2.4.9 - Cartas de Controle da Propriedade A (Julho 2005)

Para cada mês analisado (Janeiro a Julho 2005) foram construídas 2 cartas de controle: 1 referente à média amostral ($\bar{X}$ Médio) e 1 referente ao desvio padrão amostral (S).

Cada carta possui os seguintes parâmetros:

- a) cada ponto representa a média ($\bar{X}$) das 6 amostras coletadas diariamente para cada lote produzido;
- b) valor médio das médias amostrais (LM);
- c) limite superior de controle (LSC);
- d) limite inferior de controle (LIC);
- e) LM acrescida de 1 desvio padrão ($LM + \sigma_X$);
- f) LM diminuída de 1 desvio padrão ($LM - \sigma_X$);
- g) LM acrescida de 2 desvios padrões ($LM + 2\sigma_X$);
- h) LM diminuída de 2 desvios padrões ($LM - 2\sigma_X$).

A construção das cartas de controle, assim como o cálculo dos seus parâmetros, foram determinados conforme apostila do curso EQ-004 (Controle Estatístico de Processos) ministrado no Curso de Pós Graduação de Engenharia da Qualidade da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Segundo Calegare (2001, p.67), várias regras que indicam instabilidade do processo podem ser observadas nas cartas de controle, conforme indicadas na tabela abaixo:

Tabela 2.4.1 - Regras de Instabilidade do Processo observadas nas Cartas de Controle

Mês	Gráfico de X Médio	Gráfico do Desvio Padrão Amostral
Janeiro 2005	- Médias amostrais dos dias 3 e 12 estão situadas fora dos limites de controle; - A seqüência de 6 pontos do dia 23 ao dia 28 diminuem consistentemente; - A seqüência de 6 pontos consecutivos compreendidos entre os dias 1 e 6 estão situados do mesmo lado em relação à LM e fora do intervalo de -1 desvio padrão em torno da média.	- Seqüência de desvios dos dias 19 ao 29 abaixo da LM.
Fevereiro 2005	- Média do dia 20 situado fora do limite superior de controle; - Nas médias dos dias 6, 7 e 8, 2 pontos estão situados do mesmo lado em relação à LM e fora do intervalo de -2 desvios padrões em torno da média.	- Os desvios dos dias 19 e 20 estão situados fora do limite superior de controle.
Março 2005	- Média do dia 19 situada fora do limite superior de controle.	- x -
Abril 2005	- A seqüência de 6 pontos dos dias 18 ao 23 aumenta consistentemente.	- Desvio do dia 23 situado fora do limite superior de controle.
Maio 2005	- x -	- x -
Junho 2005	- Média do dia 15 situada fora do limite superior de controle.	- Em 3 pontos consecutivos (desvios dos dias 21, 22 e 23), 2 pontos estão situados do mesmo lado em relação à LM e fora do intervalo de +2 desvios padrões em torno da média.
Julho 2005	- Média do dia 22 fora do limite superior de controle; - A seqüência de 6 pontos do dia 17 ao dia 22 aumentam consistentemente.	- Em 5 pontos consecutivos (desvios dos dias 12 ao 17) pelo menos 4 estão situados do mesmo lado em relação à LM e fora do intervalo de -1 desvio padrão em torno da média.

Devido ao comportamento muito instável do processo, observado nas cartas de controle e listado na tabela 2.4.1, conclui-se que a proposta de melhoria (aumentar a amostragem quando o processo se mostrar instável), inicialmente proposta para o problema da amostragem não representativa, talvez não seja a solução mais apropriada, pois não ataca a causa raiz do problema (grande instabilidade do processo).

De fato, a proposta inicial de melhoria poderia ser adotada, isoladamente, caso o processo se mostrasse estável a maior parte do tempo, ou seja, nos casos pontuais de instabilidade, aumentar-se-ia a quantidade de amostras analisadas naquele instante.

Levando essa situação em conta, a utilização do controle estatístico do processo nas amostras coletadas no bico da ensacadeira não se mostra uma solução adequada porque é feita na etapa final da produção (embalagem do produto).

Neste caso, o CEP não exerce a função que deveria, que é ser um alarme, um indicativo de instabilidade do processo, para que ações preventivas sejam tomadas antes da inspeção final do produto.

A nova proposta de melhoria seria então adotar o CEP numa etapa anterior do processo produtivo, para que ações preventivas sejam tomadas antes da embalagem do produto.

Abaixo segue um esquema do processo produtivo a fim de analisarmos o melhor ponto para adoção do CEP.

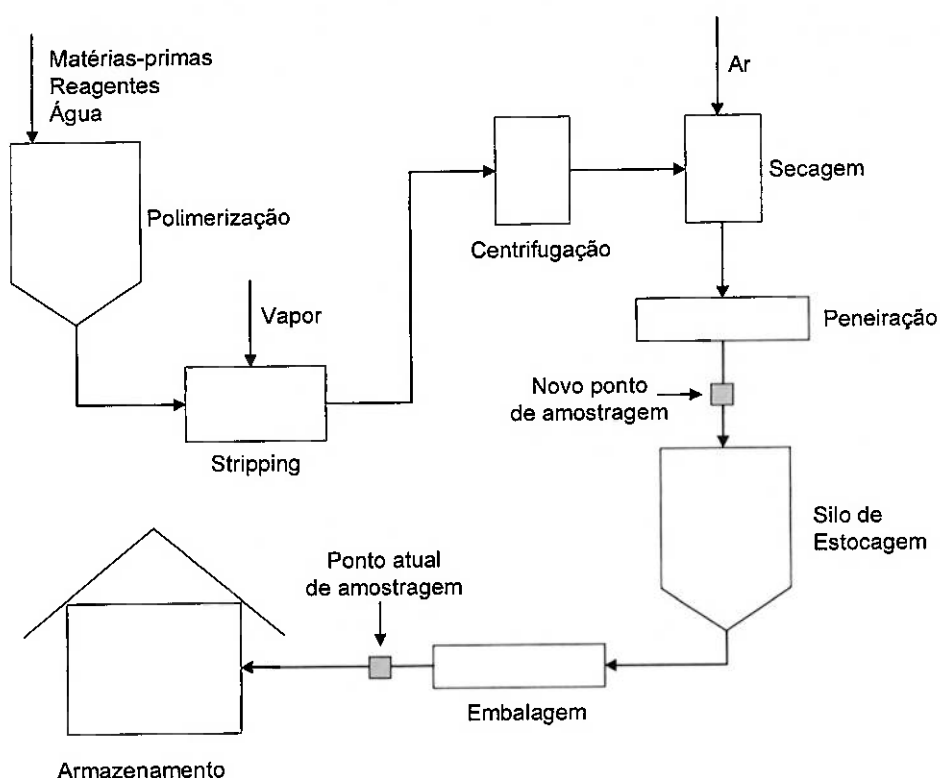


Figura 2.4.1 – Esquema do processo produtivo

Analisando as etapas de produção, verificou-se que o ponto ideal de tomada de amostras para adoção do CEP é antes do silo de estocagem do produto, logo após o processo de peneiração.

Com isso será possível detectar instabilidades do processo antes da etapa de embalagem, permitindo que ações preventivas sejam tomadas antes do envio do produto para os bicos da ensacadeira.

Essas instabilidades não significam que o valor da propriedade A se encontra necessariamente fora de especificação, sendo um alerta para que ações preventivas sejam tomadas antes que o produto saia fora de especificação. A classificação final do produto continuará a ser realizada com base na amostragem feita no bico da ensacadeira, conforme indicado na figura 2.4.1.

VALIDAÇÃO DAS ANÁLISES REALIZADAS PELA PRODUÇÃO

Com relação à validação das análises realizadas pelos analistas da produção, a proposta é tornar o critério de validação mais restritivo, a fim de cumprir com o real objetivo de uma auditoria, que é assegurar a confiabilidade do processo de medição efetuado pela produção.

Desta forma o novo critério de validação proposto é o seguinte:

a) $|X - Y| \leq \sigma$ Valor Y validado

b) $|X - Y| > \sigma$ Valor Y rejeitado

Onde:

X = Valor médio da análise em triplicata obtido pelo especialista do laboratório.

Y = Valor obtido pelo analista da produção.

σ = Desvio padrão de reprodutibilidade utilizando a amostra padrão.

Segue abaixo Plano de Ação para a implementação das propostas de melhoria citadas anteriormente:

Ação	Responsável	Prazo
Adicionar um novo ponto de amostragem (logo após etapa de peneiração) no processo produtivo	Engenheiro de processo	01/07/06
Incluir no plano de inspeção o novo ponto de amostragem introduzido no processo	Engenheiro de Processo	01/07/06
Treinar analistas e operadores da Produção a respeito dos conceitos do CEP	Engenheiro de Processo	01/07/06
Alterar a documentação (tabelas de acompanhamento, instruções, etc) utilizada na auditoria da Produção pelo Laboratório Central	Coordenador do Laboratório Central	Imediato

2.5. DMAIC - CONTROLAR

Após todas as melhorias implementadas, devemos garantir que as boas práticas aplicadas sejam respeitadas e mantidas ao longo do tempo. Para isso as seguintes estratégias de controle estão previstas:

- a) Elaborar um procedimento documentado para descrever as ações que devem ser tomadas em caso de instabilidade do processo indicada pelas cartas de controle;
- b) Treinar todos os envolvidos no procedimento documentado elaborado;
- c) Estabelecer auditorias de sistema periódicas para verificar o cumprimento das ações de melhoria introduzidas no processo de controle de qualidade.

3. ESTUDO DE CASO 2

3.1. DMAIC - DEFINIR

Na indústria automobilística, após avaliação dos indicadores internos e externos, percebemos uma disparidade enorme entre os resultados, além de não atender às expectativas de objetivos traçados para os indicadores, o desalinhamento entre ambos nos leva a atuar em prioridades nada lineares.

Prioridades

1. FTT médio de 78,3% versus um objetivo de 85%
2. CPA médio de 539 para um objetivo de 400 PPU

Questionou-se então qual o modelo mais adequado para o processo de inspeção e auditoria de manutenção, para que as ações de melhoria dos processos na indústria automobilística passassem a ser realizada de forma preventiva, e não mais como um modelo de reação às consideráveis indadoras da não qualidade, que tem como principal problema a perda de clientes para a concorrência.

Para avaliar o caso, é importante que inicialmente se avalie o atual processo. Para isso serão utilizadas algumas ferramentas de qualidade, como o SIPOC e o fluxograma de processo.

Essas duas ferramentas são fundamentais para que possamos entender melhor o problema e defini-lo de forma eficiente, a descrição completa desse elemento pode ser observada com detalhes nas figuras 3.1.1 e figura 3.1.2.

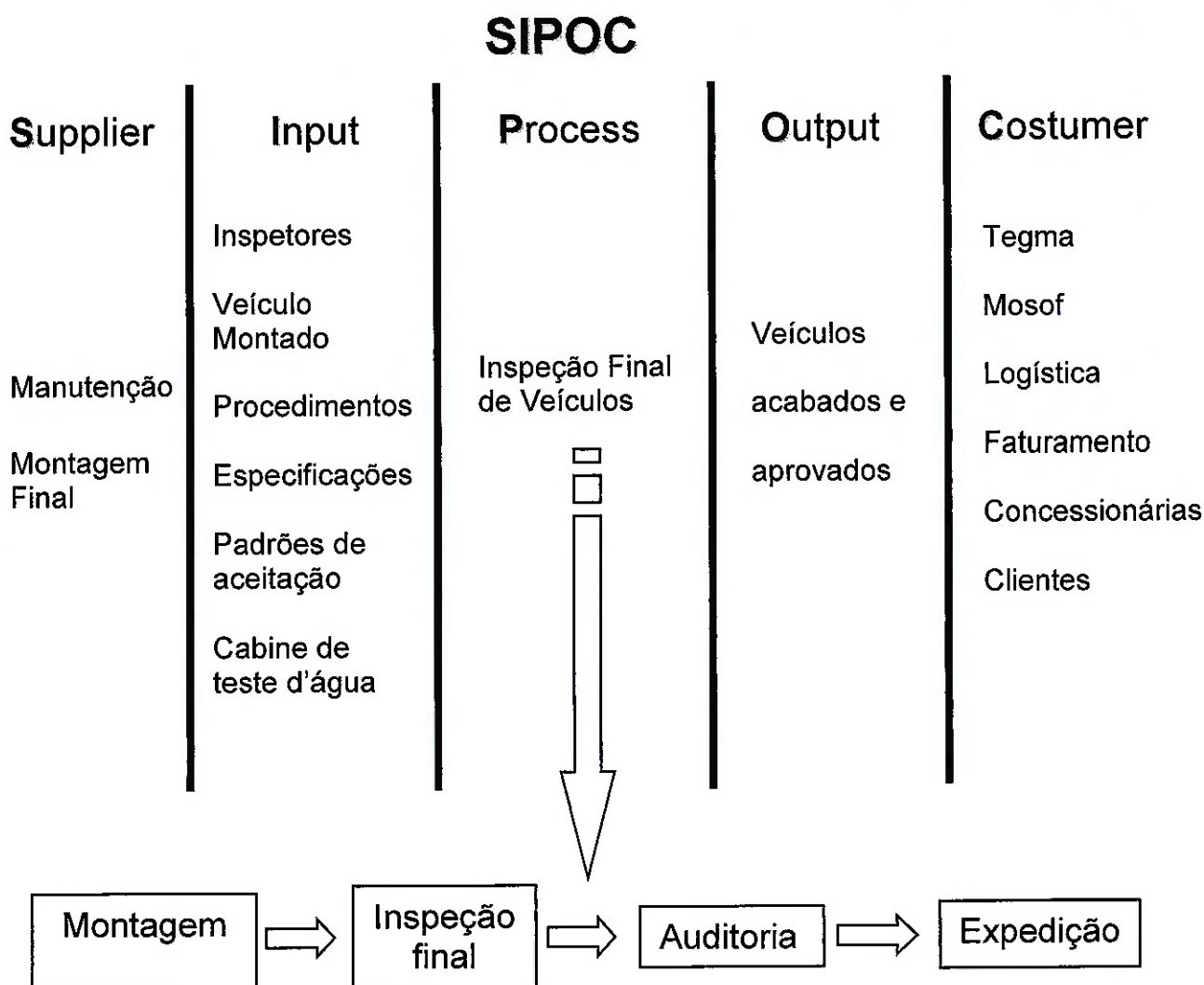


Figura 3.1.1 – SIPOC dos processos de inspeção e auditoria

Através do SIPOC na figura 3.1.1, podemos claramente identificar as entradas e saídas do processo atual, bem como os fornecedores e clientes envolvidos e os meios existentes para promovê-lo.

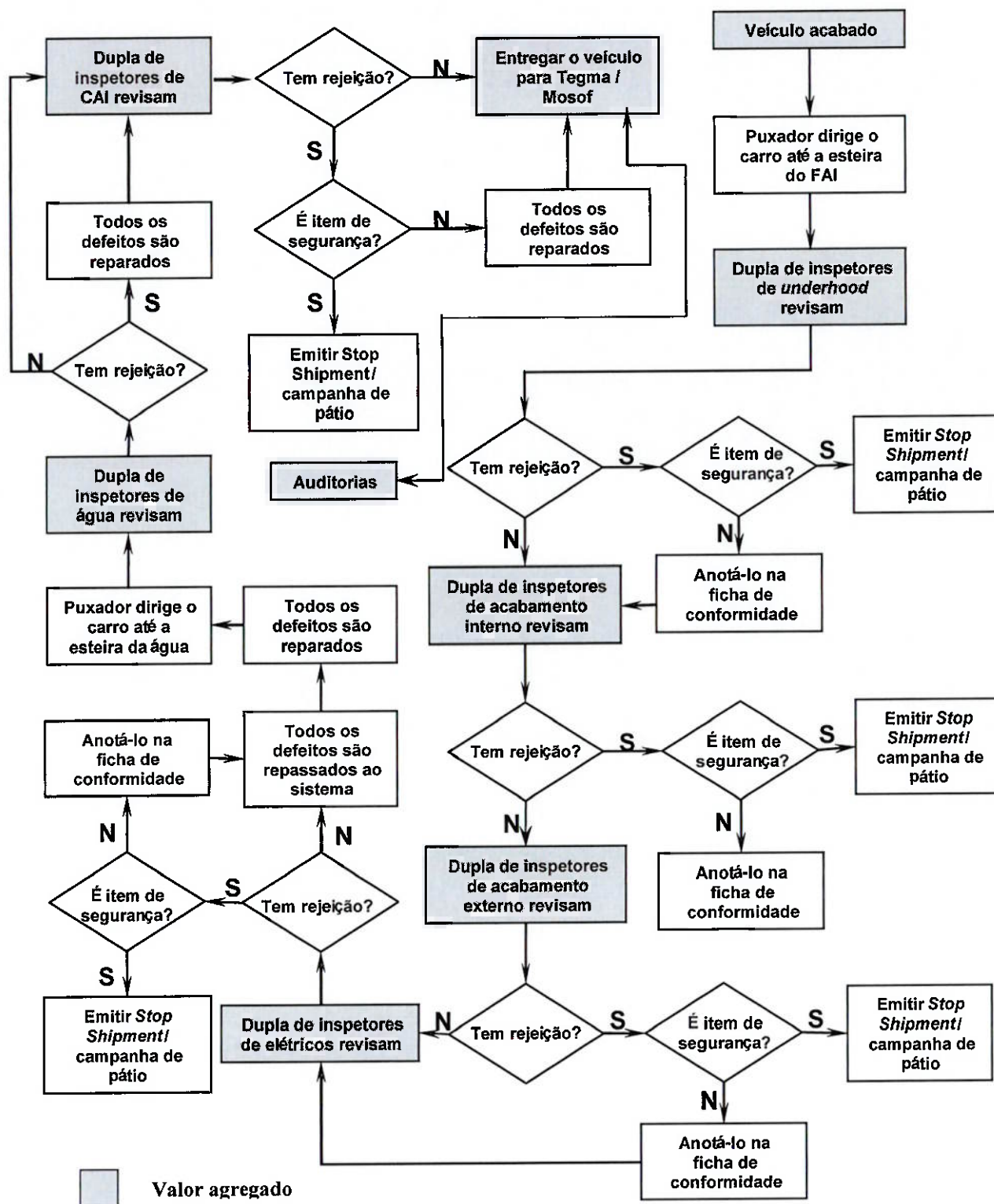


Figura 3.1.2 – Fluxograma dos processos de inspeção e auditoria

Com o fluxograma do processo na figura 3.1.2, temos uma visão detalhada do processo atual, facilitando a identificação de oportunidades de melhoria.

A partir desses dados identificamos a Voz do Cliente (VOC):

1. Produtos mais robustos
2. Produtos com preços competitivos
3. Menos operações de inspeções
4. Produtos com melhor qualidade

E então definimos aqueles indicadores que são críticos para qualidade (CTQ's):

1. FTT (*First time thru*)
2. Auditorias de qualidade
3. Pesquisas de satisfação dos clientes

Com o processo já definido, devemos agora avaliar sua eficiência através de levantamento de dados e medições, conhecendo o comportamento do processo a fim de extrair dele suas variações e peculiaridades.

3.2. DMAIC - MEDIR

Para que seja possível determinar a eficiência do processo, temos que determinar suas principais medições e variações; para isso utilizamos algumas ferramentas, a saber:

Diagrama de Causas e Efeitos (figura 3.2.1), Análise de falhas (tabela 3.2.1), FMEA (tabelas 3.2.2, 3.2.3, 3.2.4, 3.2.5), determinação dos tipos de dados (tabela 3.2.6), Plano de coleta de dados (tabela 3.2.7) e Folha de Verificação (tabelas 3.2.8, 3.2.9, 3.2.10, 3.2.11).

As quais agregadas e trabalhadas nos ajudarão na definição das causas raízes de variação do processo.

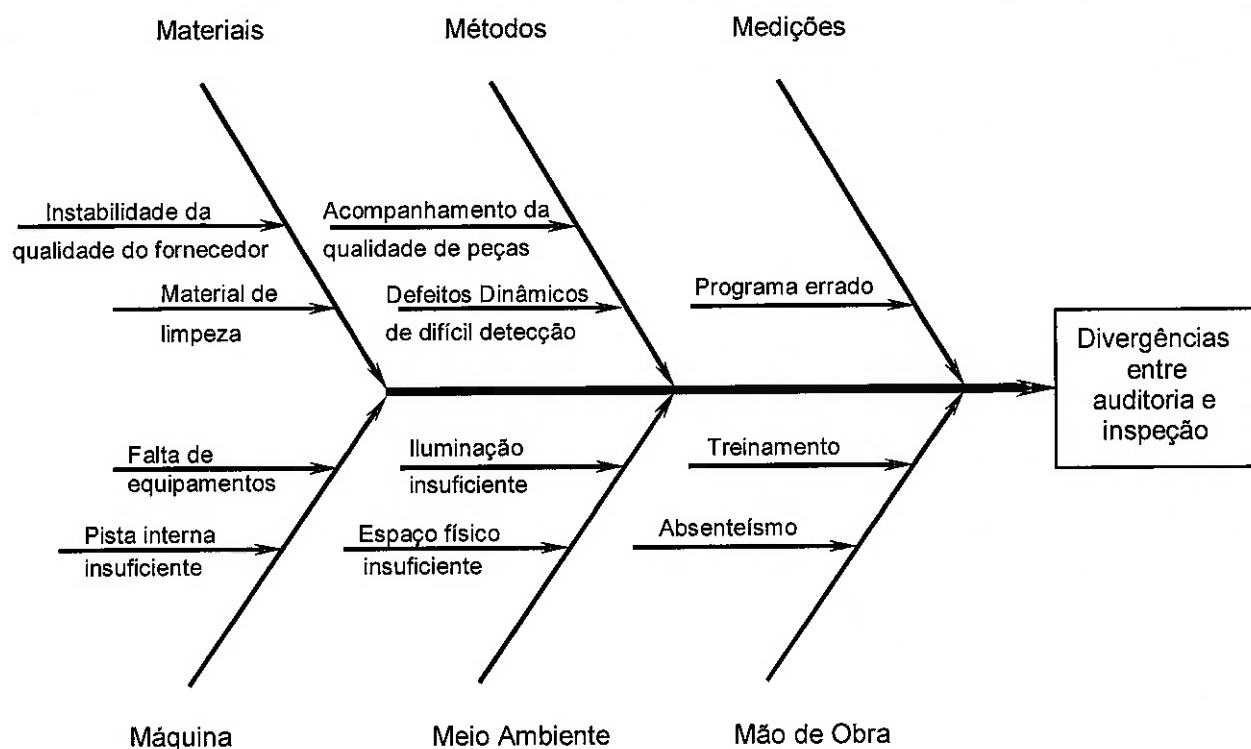


Figura 3.2.1 – Diagrama de causas e efeitos dos processos de inspeção e auditorias

Tabela 3.2.1 – Análise de falhas comuns ou especiais

Tipo de variação	Característica
Causas Comuns	• Acompanhamento da qualidade dos fornecedores • Defeitos dinâmicos de difícil detecção • Iluminação insuficiente • Treinamento
Causas Especiais	• Instabilidade na qualidade dos fornecedores • Absenteísmo

Tabela 3.2.2 -- FMEA de inspeção e auditoria elétrica

Processo	Modo de falha potencial	Efeito de falha potencial	S e v	Causas potenciais	O c o r r .	Controles atuais de detecção	Controles atuais de prevenção	D e t .	R P N	Ações recomendadas	Resp.
Inspeção elétrica	Inspetor não detecta falha	Defeito detectado na auditoria	8	Treinamento irregular	5	Carta de versatilidade	Não há	8	320	Certificar inspetores com frequência	Mário
				Absenteísmo acima do esperado	8	Não há	Não há	100	640	Programa de acompanhamento de faltosos	RH
				Falha detectável em rodagem	8	Pista de rodagem 100%	Auditoria do produto	7	448	Melhorar pista de rodagem interna	Rocha
	Veículo passa na inspeção sem falha			Falha intermitente	3	Não há	Não há	100	240	Intensificar o ISPC (controle de processo na estação)	Sergio
				Processo de reparo	3	Inspeção visual	Padrões de reparo	7	168	Revisar padrões de reparo com frequência	Sergio

Tabela 3.2.3 – FMEA de inspeção e auditoria do motor

Processo	Modo de falha potencial	Efeito de falha potencial	S e v	Causas potenciais	O c o r r .	Controles atuais de detecção	Controles atuais de prevenção	D e t .	R P N	Ações recomendadas	Resp.	
Inspeção do motor	Inspetor não detecta falha	Defeito detectado na auditoria	9	Treinamento irregular	5	Carta de versatilidade	Não há	8	360	Certificar inspetores com frequência	Mário	
				Absenteísmo acima do esperado	8	Não há	Não há	100	720	Programa de acompanhamento de faltosos	RH	
				Falha detectável em rodagem	8	Pista de rodagem 100%	Auditoria do produto	7	504	Melhorar pista de rodagem interna	Rocha	
	Veículo passa na inspeção sem falha			Falha intermitente	3	Não há	Não há	100	2700	Intensificar o ISPC (controle de processo na estação)	Sergio	
				Processo de reparo	3	Inspeção visual	Padrões de reparo	7	189	Revisar padrões de reparo com frequência	Sergio	

Tabela 3.2.4 – FMEA de inspeção e auditoria visual interna

Processo	Modo de falha potencial	Efeito de falha potencial	S e v	Causas potenciais	O c o r r .	Controles atuais de detecção	Controles atuais de prevenção	D e t .	R P N	Ações recomendadas	Resp.
Inspeção visual interna	Inspetor não detecta falha	Defeito detectado na auditoria	7	Treinamento irregular	5	Carta de versatilidade	Não há	8	280	Certificar inspetores com frequência	Mário
				Absenteísmo acima do esperado	8	Não há	Não há	10	560	Programa de acompanhamento de faltosos	RH
				Iluminação deficiente	6	Inspeção visual	Auditoria de Luz	7	294	Desenvolver estudo de <i>benchmarking</i>	Mário
				Peça deficiente de fornecedor	4	ISPC	Premiação Q1	5	140	Intensificar o ISPC (controle de processo na estação) + Trabalho do STA	Sergio Edu
	Veículo passa na inspeção sem falha			Processo de reparo	3	Inspeção visual	Padrões de reparo	7	147	Revisar padrões de reparo com frequência	Sergio

Tabela 3.2.5 – FMEA de inspeção e auditoria visual externa

Processo	Modo de falha potencial	Efeito de falha potencial	S e v	Causas potenciais	O c o r r .	Controles atuais de detecção	Controles atuais de prevenção	D e t .	R P N	Ações recomendadas	Resp.
Inspeção visual externa	Inspetor não detecta falha	Defeito detectado na auditoria	7	Treinamento irregular	5	Carta de versatilidade	Não há	8	280	Certificar inspetores com frequência	Mário
				Absenteísmo acima do esperado	8	Não há	Não há	10	560	Programa de acompanhamento de faltosos	RH
				Iluminação deficiente	6	Inspeção visual	Auditoria de Luz	7	294	Desenvolver estudo de <i>benchmarking</i>	Mário
				Peça deficiente de fornecedor	4	ISPC	Premiação Q1	5	140	Intensificar o ISPC (controle de processo na estação) + Trabalho do STA	Sergio Edu
				Falha no ajuste	6	Inspeção visual	Auditoria de produto	6	252	Implementação do plano de controle de feeler, flush e seal gap	Taka
	Veículo passa na inspeção sem falha			Processo de reparo	3	Inspeção visual	Padrões de reparo	7	147	Revisar padrões de reparo com frequência	Sergio

A valorização de Severidade, Ocorrência e Detecção seguem orientação da AIAG (*Automotive Industry Action Group*), conforme descrito nas tabelas 3.2.6, 3.2.7 e 3.2.8:

Tabela 3.2.6 - *Severity Definitions (AIAG)*

Effect	Criteria: Severity of Effect Defined	Ranking
Hazardous: Without Warning	May endanger operator. Failure mode affects safe vehicle operation and / or involves noncompliance with government regulation. Failure will occur <u>WITHOUT</u> warning.	10
Hazardous: With Warning	May endanger operator. Failure mode affects safe vehicle operation and / or involves noncompliance with government regulation. Failure will occur <u>WITH</u> warning.	9
Very High	Major disruption to production line. 100% of product may have to be scrapped. Vehicle / item inoperable, loss of primary function. Customer very dissatisfied.	8
High	Minor disruption to production line. Product may have to be sorted and a portion (less than 100%) scrapped. Vehicle operable, but at a reduced level of performance. Customer dissatisfied.	7
Moderate	Minor disruption to production line. A portion (less than 100%) may have to be scrapped (no sorting). Vehicle / item operable, but some comfort / convenience item(s) inoperable. Customers experience discomfort.	6
Low	Minor disruption to production line. 100% of product may have to be reworked. Vehicle / item operable, but some comfort / convenience item(s) operable at reduced level of performance. Customer experiences some dissatisfaction.	5
Very Low	Minor disruption to production line. The product may have to be sorted and a portion (less than 100%) reworked. Fit / finish / squeak / rattle item does not conform. Defect noticed by most customers.	4
Minor	Minor disruption to production line. A portion (less than 100%) of the product may have to be reworked on-line but out-of-station. Fit / finish / squeak / rattle item does not conform. Defect noticed by average customers.	3
Very Minor	Minor disruption to production line. A portion (less than 100%) of the product may have to be reworked on-line but in-station. Fit / finish / squeak / rattle item does not conform. Defect noticed by discriminating customers.	2
None	No effect.	1

Tabela 3.2.7 - Occurrence Probability (AIAG)

Probability of Failure	Possible Failure Rates	Cpk	Ranking
<u>Very High:</u>	≥ 1 in 2	< 0.33	10
Failure is almost inevitable	1 in 3	≥ 0.33	9
<u>High:</u> Generally associated with processes similar to previous	1 in 8	≥ 0.51	8
processes that have often failed	1 in 20	≥ 0.67	7
<u>Moderate:</u> Generally associated with processes similar to	1 in 80	≥ 0.83	6
previous processes which have	1 in 400	≥ 1.00	5
experienced occasional failures, but not in major proportions	1 in 2,000	≥ 1.17	4
<u>Low:</u> Isolated failures associated with similar processes	1 in 15,000	≥ 1.33	3
<u>Very Low:</u> Only isolated failures associated with almost identical processes	1 in 150,000	≥ 1.5	2
<u>Remote:</u> Failure is unlikely. No failures ever associated with almost identical processes	≤ 1 in 1,500,000	≥ 1.67	1

Tabela 3.2.8 - Detection Probabilities (AIAG)

Detection	Criteria: Likelihood the existence of a defect will be detected by test content before product advances to next or subsequent process	Ranking
Almost Impossible	Test content detects < 80 % of failures	10
Very Remote	Test content must detect 80 % of failures	9
Remote	Test content must detect 82.5 % of failures	8
Very Low	Test content must detect 85 % of failures	7
Low	Test content must detect 87.5 % of failures	6
Moderate	Test content must detect 90 % of failures	5
Moderately High	Test content must detect 92.5 % of failures	4
High	Test content must detect 95 % of failures	3
Very High	Test content must detect 97.5 % of failures	2
Almost Certain	Test content must detect 99.5 % of failures	1

Tabela 3.2.9 – Determinação qualitativa e quantitativa de dados

Qualitativo	Quantitativo	
	Atributos	Variáveis
Pontos por unidade	Resultado menor que 520 PPU	Não há
C/1000 (problemas por 1000 veículos produzidos)	Resultado menor que 96 C/1000	Não há
FTT (<i>first time thru</i>)	Resultado maior que 85%	Não há
TGW/ 1000 – 3MIS (<i>things gone wrong</i> p/1000 veículos produzidos)	Resultado menor que 1050 TGW/1000	Não há
HS – 3 MIS (Satisfação do cliente)	Resultado maior que 68%	Não há

Tabela 3.2.10 – Plano de coleta de dados

	Y	X1	X2	X3	X4
	Defeitos detectados em auditoria	Falhas pessoais	Falhas de método	Falhas de máquina	Falhas de fornecedor
Dados	Inspetor não detecta a falha Veículo passa pela inspeção sem falha	1.1. Treinamento insuficiente 1.2. Absenteísmo excessivo 1.3. Falha no ajuste 2.1. Reparo mal executado	1.1. Meio eficiente de detectar falhas dinâmicas	1.1. Sistema de iluminação deficiente	1.1. Peça deficiente 1.2. Falha intermitente

Definição Operacional:

1. Registre a data em formato DD/MM;
2. Registre o PPU total do veículo e auditoria executada por avaliadores certificados;
3. Registre o % total do veículo extraído do QLS da planta;
4. Registre o valor de C/1000 total do veículo extraído do QLS da planta;
5. Registre o valor de TGW/1000 total do veículo extraído da pesquisa de GQRS;
6. Registre o valor de HS total do veículo extraído da pesquisa de GQRS;
7. Caso haja alguma dúvida ou anormalidade, anotar no campo observações.

Percorrendo o processo para entendê-lo melhor:

1. Acompanhar a coleta de dado para garantir que os coletores estão efetuando a coleta de forma adequada;
2. Continuar acompanhando coleta para garantir que os dados compilados reflitam a precisão desejada para o trabalho.

Análise do sistema de medição:

1. Devido ao grau de profissionalismo e treinamento dos avaliadores a coleta foi facilitada;
2. O simples fato de consolidar informações advindas de grupos especializados e o formulário desenvolvido para coleta contribuiu positivamente para o sucesso do sistema de medição.

Treinamento e plano para coleta de dados:

1. Treinar os coletores de dados;
2. Monitorar freqüentemente para identificar mudanças;
3. Verificar se os dados são coerentes e reavaliar se não forem;
4. Coletar várias pequenas amostras ao longo do tempo;
5. Garantir que as medições permaneçam estáveis e consistentes.

Tabela 3.2.11 – Folha de Verificação Global, reunindo os dados de CPA "Consumer Product Audit", FTT "First Time Thru", C/1000 "Concerns per Thousand", TGW/1000 "Things Gone Wrong per Thousand" e HS "High Satisfaction"

Dia	CPA (PPU)	FTT (%)	C/1000	Onda	TGW/1000	HS (%)
01/09	575	77.2	248.5	2002 W2	1491	64
06/09	560	74.8	236.2	2002 W3	1450	72
15/09	553	79.0	235.8	2003 W1	1247	63
16/09	550	83.3	152.9	2003 W2	1303	65
22/09	570	74.9	174.1	2004 W1	1025	72
23/09	533	79.0	202.7	2004 W2	1367	63
27/09	510	81.7	184.7	2004 W3	906	70
05/10	550	74.4	270.7	2005 W1	1180	66
06/10	530	75.6	255.7	2005 W2	1267	71
19/10	530	81.2	203.8			
20/10	510	66.8	363.6			
25/10	495	69.7	321.1			
26/10	550	73.5	263.6			
28/10	540	79.1	213.2			
01/11	570	83.0	179.7			
03/11	500	59.1	473.2			
04/11	525	77.2	232.9			
07/11	520	79.2	187.0			
08/11	515	76.5	253.4			
09/11	550	76.6	248.8			
10/11	560	78.1	228.8			
16/11	525	77.3	238.8			
17/11	505	77.9	243.9			
Média	536	76.3	244.0	-	1248	67

Tabela 3.2.12 – Folha de Verificação do CPA

Dia	Ruídos	Pintura	Chassis	Externo	Superfície
01/09	0	50	15	115	220
05/09	20	66.7	0	113.4	143
06/09	15	55	0	110	140
13/09	15	70	0	105	125
14/09	30	80	0	100	220
15/09	0	56.7	13.3	147	193
16/09	0	70	10	120	180
20/09	0	60	0	130	220
21/09	0	50	0	110	200
22/09	15	105	20	105	185
23/09	20	70	10	63.3	220
26/09	15	65	0	62.5	200
27/09	10	50	0	106.7	203
10/10	0	60	0	110	180
11/10	0	75	5	45	220
13/10	0	45	0	120	190
14/10	10	60	0	110	220
17/10	30	60	0	100	180
18/10	15	50	0	90	220
19/10	30	60	0	120	190
20/10	0	80	0	95	195
01/11	30	60	0	130	185
03/11	0	50	0	95	195
04/11	15	70	0	130	190
07/11	15	50	0	130	215
08/11	0	55	0	100	235
09/11	30	55	0	115	210
10/11	30	70	0	170	160
16/11	0	65	0	100	220
17/11	0	75	0	75	190
Média	12	63	2	105	195

Tabela 3.2.13 – Folha de Verificação do C/1000

Dia	Ruídos	Pintura	Chassis	Externo	Superfície
01/09	0	5.9	11.8	5.9	207.1
06/09	10.1	5	5	15.1	175.9
15/09	9.4	18.9	9.4	23.6	165
16/09	23.5	17.6	5.9	11.8	76.5
22/09	4.5	8.9	4.5	8.9	116.1
23/09	0	8.8	4.4	13.2	163
27/09	0	13.5	4.5	9	144.1
05/10	0	0	9	17	60
06/10	0	0	24	80	48
13/10	0	8.7	0	4.4	196.5
14/10	0	4.5	9.1	9.1	95
19/10	0	36	0	45	54
20/10	0	4.6	18.2	9.1	131.8
25/10	0	5.3	15.8	10.5	194.7
26/10	0	5.3	4.8	4.8	205.7
28/10	4.1	14.3	42.9	28.6	114.3
01/11	0	18.4	0	9.2	138.3
03/11	0	111.6	4.5	4.5	156.3
04/11	0	4.6	0	4.6	141.6
07/11	0	10	29	39	108
08/11	4.5	9.1	4.5	9.1	172
09/11	0	0	18	64	73
10/11	0	8.5	12.7	8.5	169.5
16/11	0	0	31	42	31
17/11	0	9.8	0	4.9	141.5
Média	2	13	11	19	131

Tabela 3.2.14 – Folha de Verificação do TGW/1000

Onda	Ruídos	Interno	Elétrico	Chassis	Superfície
2004	290	121	113	47	20
2004	320	80	167	60	40
2004	262	107	47	81	20
2005	153	200	73	80	40
2005	420	213	60	80	7
Média	289	144	92	70	25

Para as tabelas 3.2.12, 3.2.13 e 3.2.14, coletamos os dados para os principais indicadores de qualidade, através de seus principais sub-sistemas, os quais chamamos de VRT.

Em posse de todos os dados coletados no processo efetuamos a análise de capacidade, a seguir você pode acompanhar passo a passo o processo de cálculo, bem como as entradas necessárias para o cálculo de capacidade do processo:

1. Unidade (N):
 - a. CPA – Número de veículos avaliados
 - b. C/1000 – Número de veículos produzidos
 - c. TGW/1000 – Número de clientes consultados
2. Defeito (D):
 - a. CPA – PPU
 - b. C/1000 – Problemas por mil veículos produzidos
 - c. TGW/1000 – Números de reclamações efetuadas
3. Número de oportunidades (O):
 - a. CPA – 11 VRT's * 10 defeitos por VRT
 - b. C/1000 – 11 VRT's * 8 defeitos por VRT

c. $TGW/1000 = 11 \text{ VRT's} * 10 \text{ defeitos por VRT}$

4. CPA:

- a. N – 60 veículos
- b. D – 1072 defeitos de 30 PPU
- c. O – 110 tipos de falhas cadastradas
- d. $DPMO = 1072/60 * 110 * 1000000 = 162424$
- e. Valor de Sigma (Z) – 2,48

5. C/1000:

- a. N – 3300 veículos em 22 dias
- b. D – 244 defeitos por 1000 veículos produzidos
- c. O – 90 tipos de falhas cadastradas
- d. $DPMO = 244/3300 * 90 * 1000000 = 821,55$
- e. Valor de Sigma (Z) – 4,64

6. TGW/1000:

- a. N – 1350 consultas em 9 pesquisas
- b. D – 1248 defeitos por 1000 veículos produzidos
- c. O – 110 tipos de falhas cadastradas
- d. $DPMO = 1248/1350 * 110 * 1000000 = 8404$
- e. Valor de Sigma (Z) – 3,89

Os valores de Sigma (Z), são calculados utilizando-se os valores de DPMO, interpolando-se os resultados extraídos da tabela enunciada por Mikel Harry, Ph.D., and Richard Schroeder, nas páginas 145 e 283 do livro *SLX SIGMA The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations*, e acrescenta:

[...] Using 1.5 sigma as a standard deviation gives us a strong advantage in improving quality not only in industrial process and designs, but in commercial processes as well. [...] The following table shows what the sigma shift means with regard to the number of nonconformities or defects per million opportunities. [...]

Tabela 3.2.15 – Relação entre o nível sigma e DPMO com o deslocamento de 1,5 sigma, de acordo com o livro

SIX SIGMA The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations

MEASURING PERFORMANCE ON THE SIGMA SCALE

SIGMA QUALITY LEVELS BEFORE AND AFTER SHIFT IN THE AVERAGE		
SIGMA LEVELS	DPMO*	
	WITHOUT SHIFT	WITH SHIFT
1	317,4000	697,700
2	45,400	308,537
3	2,700	66,807
4	63	6210
5	0,57	233
6	0,002	3,4

To compensate for the inevitable consequences associated with process centering errors, the distribution mean is offset by 1,5 standard deviations. This adjustments provides a more realistic idea of what the process capability will be over repeated cycles.

* Defects per million opportunities

Tabela 3.2.16 – Relação entre o nível sigma e DPMO, de acordo com o livro *SIX SIGMA The Breakthrough**Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations*

SIX SIGMA CONVERSION TABLE					
SIGMA VALUE	DEFECTS PER MILLION OPPORTUNITIES	SIGMA VALUE	DEFECTS PER MILLION OPPORTUNITIES	SIGMA VALUE	DEFECTS PER MILLION OPPORTUNITIES
0,00	933,193	2,20	241,964	4,40	1,866
0,05	926,471	2,25	226,627	4,45	1,589
0,10	919,243	2,30	211,856	4,50	1,350
0,15	911,492	2,35	197,663	4,55	1,144
0,20	903,199	2,40	184,060	4,60	968
0,25	894,350	2,45	171,056	4,65	816
0,30	884,930	2,50	158,655	4,70	687
0,35	874,928	2,55	146,859	4,75	577
0,40	864,334	2,60	135,666	4,80	483
0,45	853,141	2,65	125,072	4,85	404
0,50	841,345	2,70	115,070	4,90	337
0,55	828,944	2,75	105,650	4,95	280
0,60	815,940	2,80	96,800	5,00	233

SIX SIGMA CONVERSION TABLE

SIGMA VALUE	DEFECTS PER MILLION OPPORTUNITIES	SIGMA VALUE	DEFECTS PER MILLION OPPORTUNITIES	SIGMA VALUE	DEFECTS PER MILLION OPPORTUNITIES
0,65	802,338	2,85	88,508	5,05	193
0,70	788,145	2,90	80,757	5,10	159
0,75	773,373	2,95	73,529	5,15	131
0,80	758,036	3,00	66,807	5,20	108
0,85	742,154	3,05	60,571	5,25	89
0,90	725,747	3,10	54,799	5,30	72
0,95	708,840	3,15	49,471	5,35	59
1,00	691,462	3,20	44,565	5,40	48
1,05	673,645	3,25	40,059	5,45	39
1,10	655,422	3,30	35,930	5,50	32
1,15	636,831	3,35	32,157	5,55	26
1,20	617,911	3,40	28,717	5,60	21
1,25	598,706	3,45	25,588	5,65	17
1,30	579,260	3,50	22,750	5,70	13
1,35	559,618	3,55	20,182	5,75	11
1,40	539,828	3,60	17,865	5,80	9
1,45	519,939	3,65	15,778	5,85	7
1,50	500,000	3,70	13,904	5,90	5
1,55	480,061	3,75	12,225	5,95	4
1,60	460,172	3,80	10,724	6,00	3
1,65	440,382	3,85	9,387	Note: This table includes a 1,5 sigmas shift for all listed values of Z.	
1,70	420,740	3,90	8,198		
1,75	401,294	3,95	7,143		
1,80	382,088	4,00	6,210		
1,85	363,169	4,05	5,386		
1,90	344,578	4,10	4,661		
1,95	326,355	4,15	4,024		
2,00	308,537	4,20	3,467		
2,05	291,160	4,25	2,980		
2,10	274,253	4,30	2,555		
2,15	257,846	4,35	2,186		

3.3. DMA^{PC} - ANALISAR

Em posse das medições e conhecendo as limitações do processo atual de montagem, entramos na fase de estudo aprofundado dos problemas e análise de suas causas potenciais, onde através de algumas ferramentas vamos encontrar as causas reais. Dentre elas, vamos ver diagramas de pareto combinados (gráficos 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4, 3.3.5 e 3.3.6) e diagrama de causas e efeitos (figura 3.3.1).

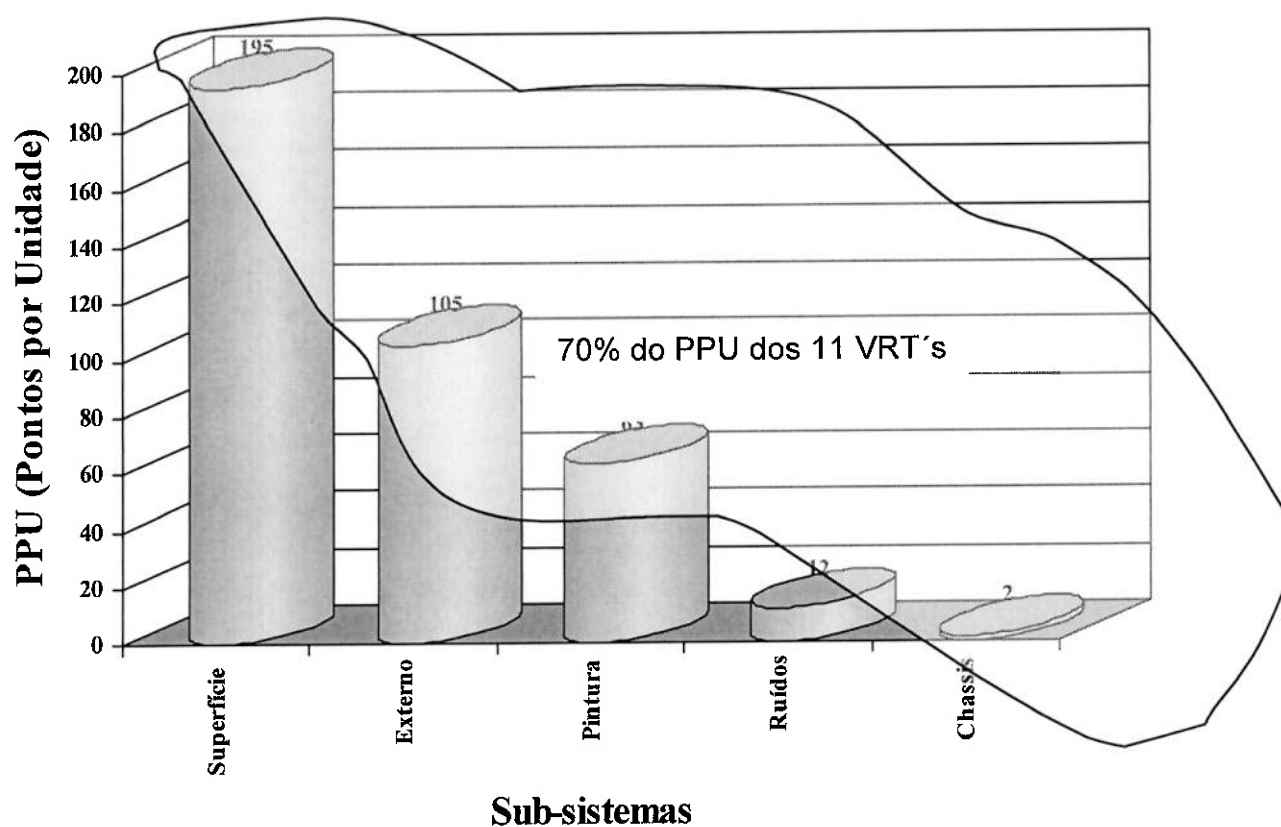


Gráfico 3.3.1 – Pareto do CPA em PPU (pontos por unidade)

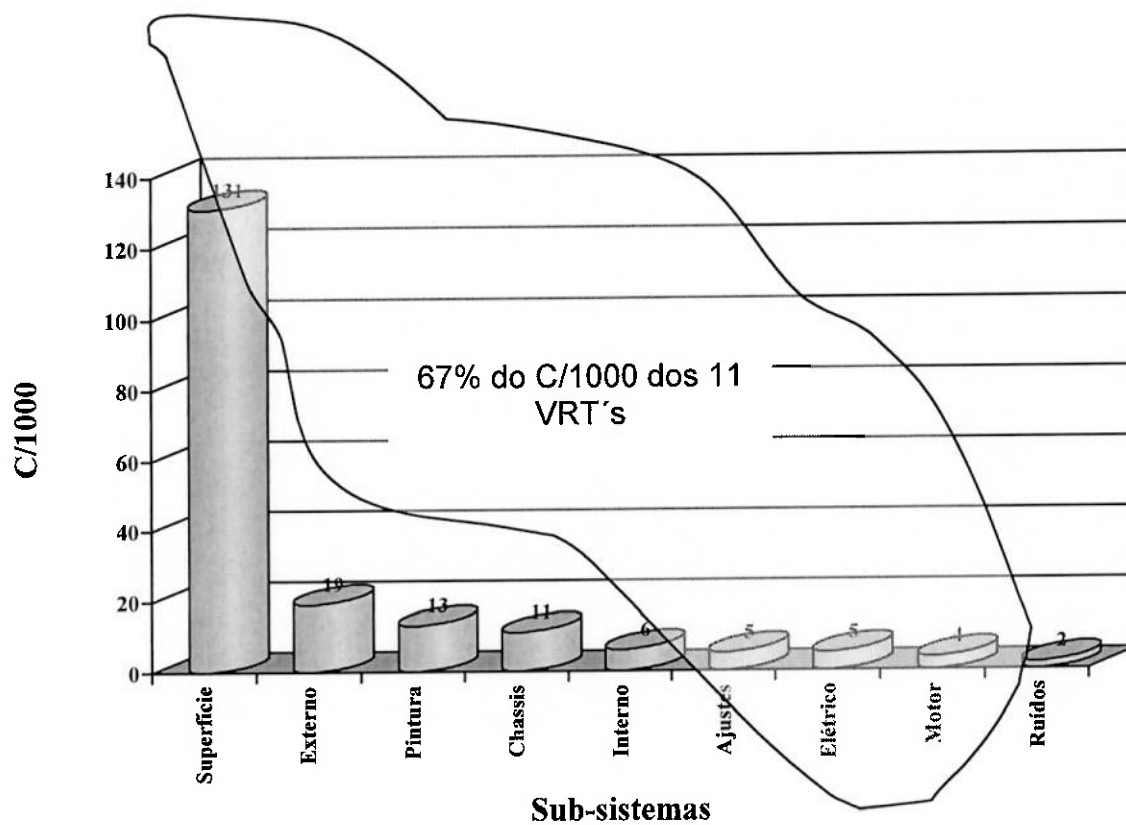


Gráfico 3.3. 2 – Pareto do C/1000

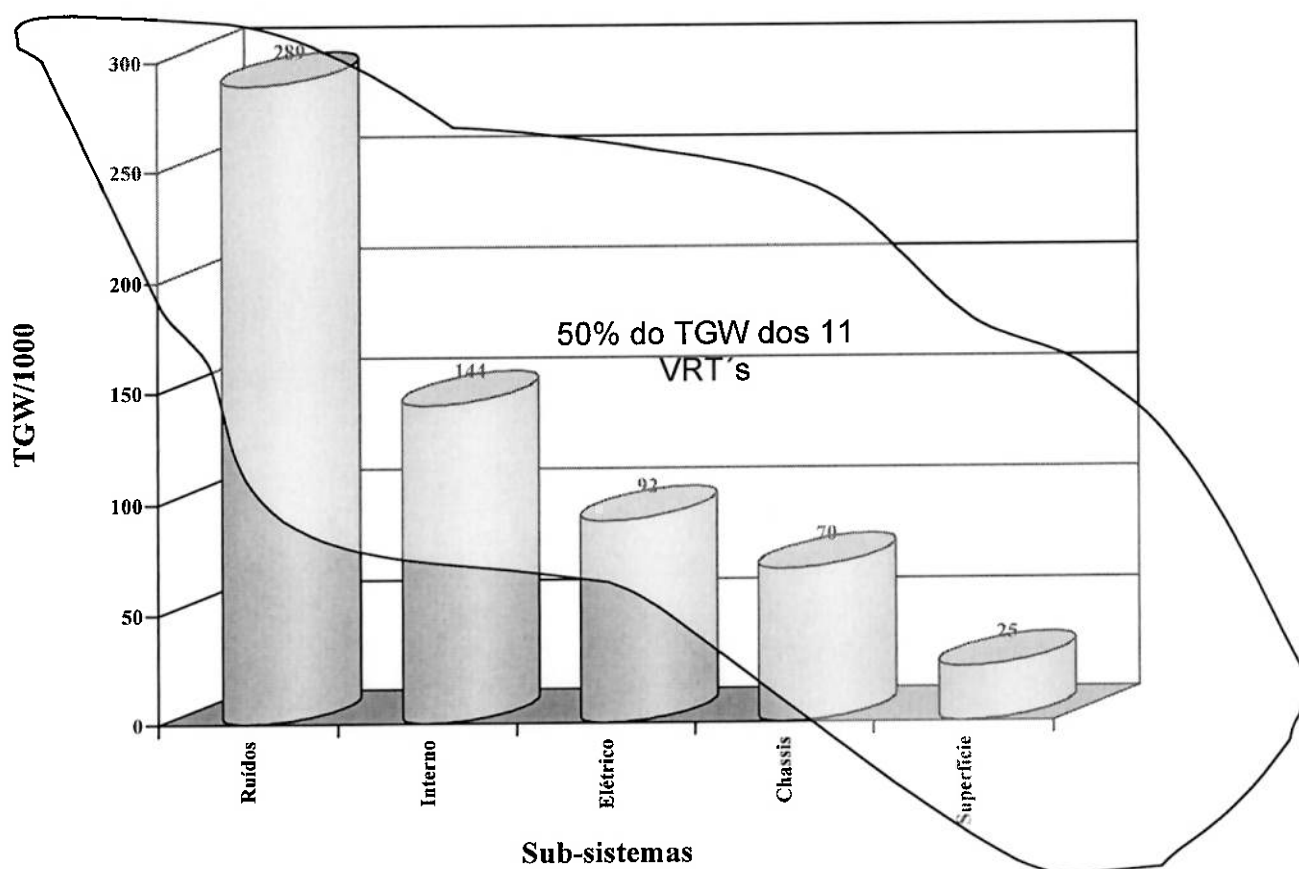


Gráfico 3.3.3 – Pareto do TGW/1000

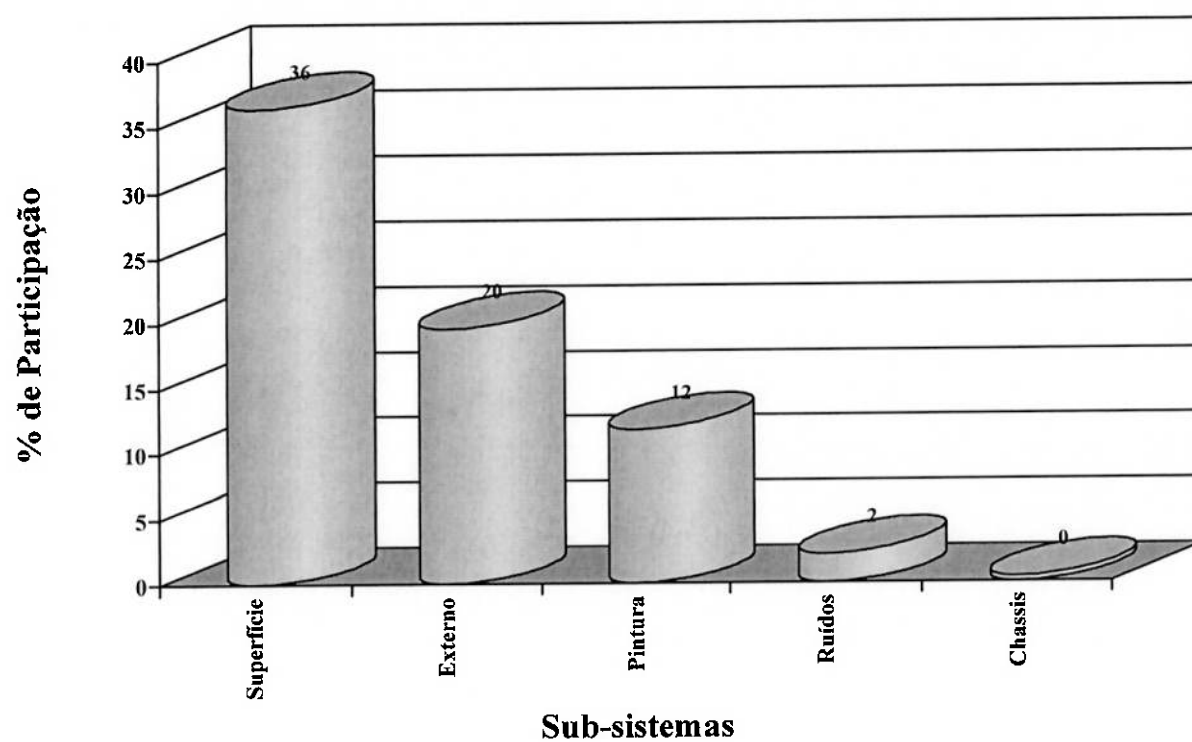


Gráfico 3.3.4 – Priorização do CPA

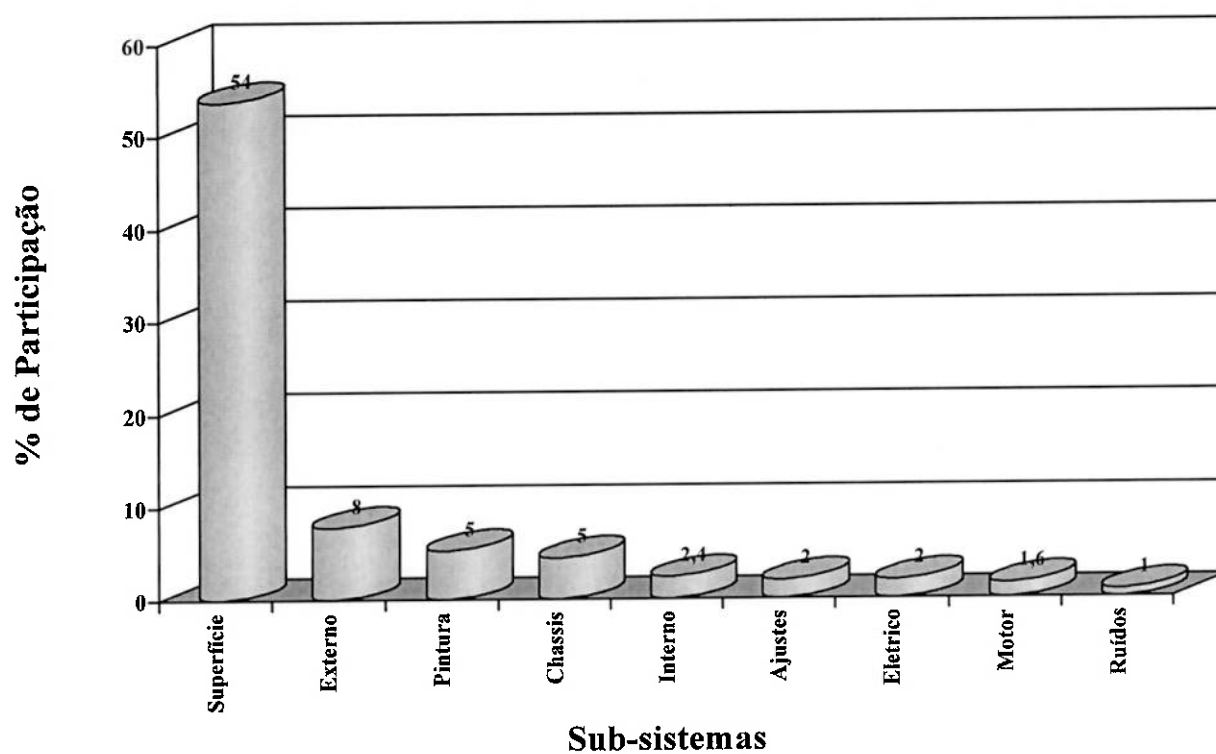


Gráfico 3.3.5 – Priorização do C/1000

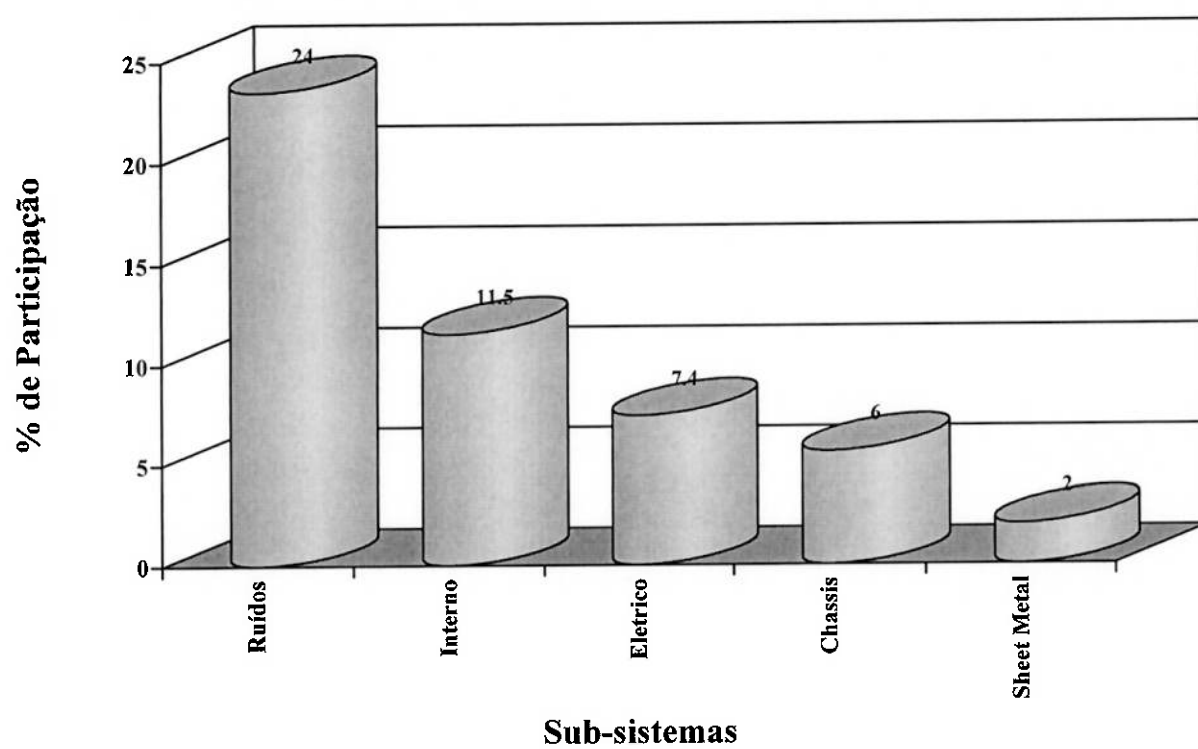


Gráfico 3.3.6 -- Priorização do TGW/1000

Seleção das causas mais importantes:

1. Avaliadas isoladamente:
 - a. CPA com superfície atingindo 36% de participação total do indicador
 - b. C/1000 com superfície atingindo 54% de participação total do indicador
 - c. TGW com ruídos atingindo 24% de participação total do indicador
2. Considerando apenas os indicadores internos (CPA e C/1000)
 - a. As prioridades seriam na ordem, superfície, externo e pintura
3. Aos olhos do cliente final:
 - a. As prioridades na ordem seriam, ruídos, interno, elétrico e chassis

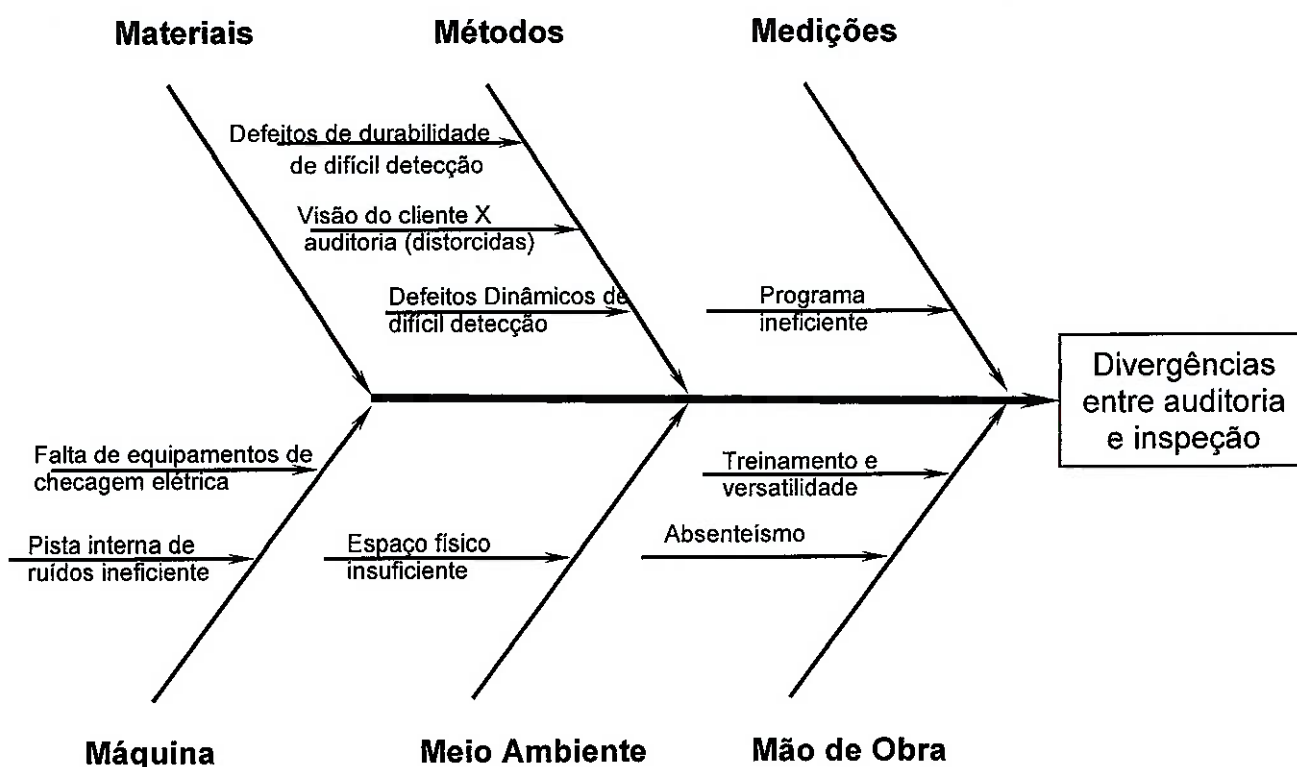


Figura 3.3.1 – Diagrama de causas e efeitos em função da leitura dos gráficos

3.4. DMAI²C – IMPROVE & INNOVATION (MELHORIA E INOVAÇÃO)

Mediante toda a análise efetuada podemos buscar ações que possam nos garantir uma estabilidade e capacidade maior de nosso processo, definindo critérios e alternativas, além de aplicar ferramentas, que possibilitem priorizar, dentre todas as ações, as factíveis e mais atrativas qualitativamente e quantitativamente, vide matriz de retorno (figura 3.4.1), matriz de decisão (tabela 3.4.1), priorização (gráfico 3.4.1) e mapeamento do estado futuro (figura 3.4.2), buscando utilizar a metodologia enunciada por Gary Vanuch, na *Competitive Advantage Magazine – Spring 2004*, onde, segundo ele (p.4):

[...] *Value analysis answers the question of WHAT to focus on. However, it does not tell a Six Sigma team much about HOW to actually reengineer a process. The streamlining guidelines explained below fills this void. [...] The first 6 guidelines are the "ESCAPE rules" of the process streamlining. They are:*

- *Eliminate*
- *Simplify*
- *Automate*
- *Parallel path and*
- *Empower*

E com essa visão, levantamos os critérios a serem considerados para efetuar as melhorias, definindo para cada $Y = f(X)$:

1. Alternativas que visem alinhar os resultados das auditorias aos das pesquisas de clientes externos;
2. Melhorias do processo de detecção interna dos defeitos;
3. Aprimoramento da especialidade de nossos auditores;
4. Ações que visem amplificar os resultados do trabalho dos auditores;

Alternativas de melhoria:

- X1 - Pista interna de ruídos ineficiente
 - a. Modificar a pista atual ou;
 - b. Construir pista mais eficiente.

- X2 - Falta de equipamento para checagem elétrica
 - a. Alterar o processo atual e/ou;
 - b. Comprar equipamentos eficientes de checagem elétrica.
- X3 - Defeito de durabilidade de difícil detecção
 - a. Definir a causa raiz para cada defeito de campo mesmo que sejam de durabilidade, a fim de atacar a raiz do problema e/ou;
 - b. Destinar uma amostragem significativa de veículos para acompanhamento da qualidade em frotas internas ou externas com kilometragens variadas.
- X4 - Desalinhamento entre a visão do cliente e das auditorias
 - a. Revisar programas e “*check-lists*” das auditorias de forma a traduzirem fielmente a voz do cliente externo e/ou;
 - b. Melhorar a frequência das pesquisas externas de forma a tornarem-se mais representativas do processo.
- X5 - Defeitos dinâmicos de difícil detecção
 - a. Vide ações X1.
- X6 - Espaço físico insuficiente
 - a. Melhorar o espaço atual, reduzindo os níveis de ruídos de fundo e intensificando a iluminação ou;
 - b. Mudar a área de auditoria adequando-a aos padrões globais de níveis e ruídos e iluminação.
- X7 - Programa de auditoria (*software*) ineficiente
 - a. Vide ações do X4.
- X8 - Falta de treinamento ou versatilidade
 - a. Revisar o treinamento e a versatilidade dos auditores atuais e/ou;
 - b. Treinar novos auditores de forma a criar uma maior massa crítica de auditorias.

▪ X9 - Absenteísmo excessivo

- a. Promover um programa interno de acompanhamento, caso a caso, dos mais faltosos e/ou;
- b. Desenvolver programas de saúde e segurança eficientes a fim de melhorar a aptidão física do empregados, além da promoção de programas preventivos a doenças previsíveis.

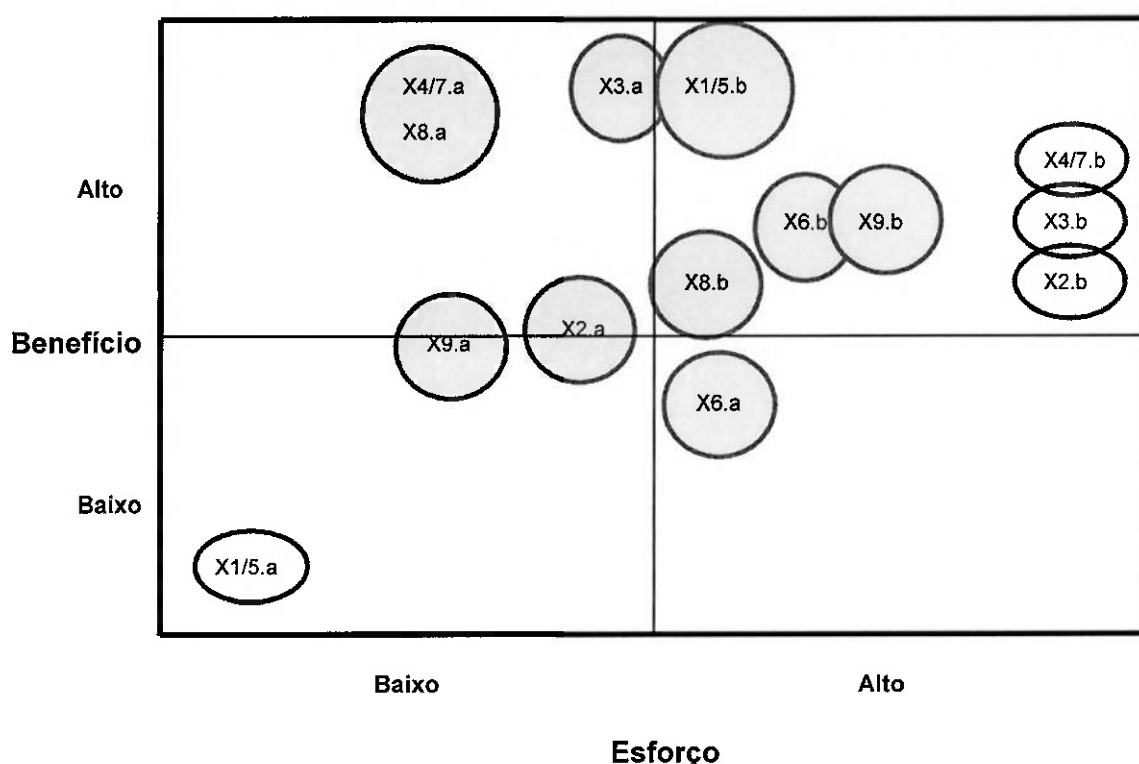


Figura 3.4.1 – Matriz de retorno para cada "X" identificado

A matriz abaixo (tabela 3.4.1) visa quantificar e comparar as alternativas viáveis descritas na figura 3.4.1, as quais geram maior benefício com um menor esforço, afim de priorizá-las, veja o gráfico 3.4.1. Foram pontuadas as alternativas versus os critérios desejados de forma a orientar o time de tomadas de ações.

Tabela 3.4.1 – Matriz de decisão, considerando apenas "x" com potencial de ganho em qualidade ou redução de desperdício

Critérios Desejáveis	Peso	Alternativas																			
		X1/5.b		X2.a		X3.a		X4/7.a		X6.a		X6.b		X8.a		X8.b		X9.a		X9.b	
		Pontuação	Peso *	Pontuação	Peso *	Pontuação	Peso *	Pontuação	Peso *	Pontuação	Peso *	Pontuação	Peso *	Pontuação	Peso *	Pontuação	Peso *	Pontuação	Peso *	Pontuação	Peso *
Alinhamento entre auditorias e pesquisas	8	9	7 2	9	7 2	1 0	8 0	1 0	8 0	7	5 6	8	6 4	7	5 6	7	5 6	4	3 2	8	6 4
Melhoria do processo de detecção interna	7	1 0	7 0	1 0	7 0	9	7 2	9	7 2	1 0	7 0	1 0	7 0	8	5 6	9	6 3	5	3 5	9	6 3
Aprimoramento da especialidade de nosso auditor	6	5	3 0	7	4 2	8	4 8	7	4 2	5	3 0	9	5 4	1 0	6 0	7	4 2	8	4 8	1 0	6 0
Amplificação dos resultados das auditorias	5	8	4 0	8	4 0	8	4 0	8	4 0	8	4 0	9	4 5	9	4 5	1 0	5 0	1 0	5 0	9	4 5
		212		224		240		234		196		233		217		211		165		232	

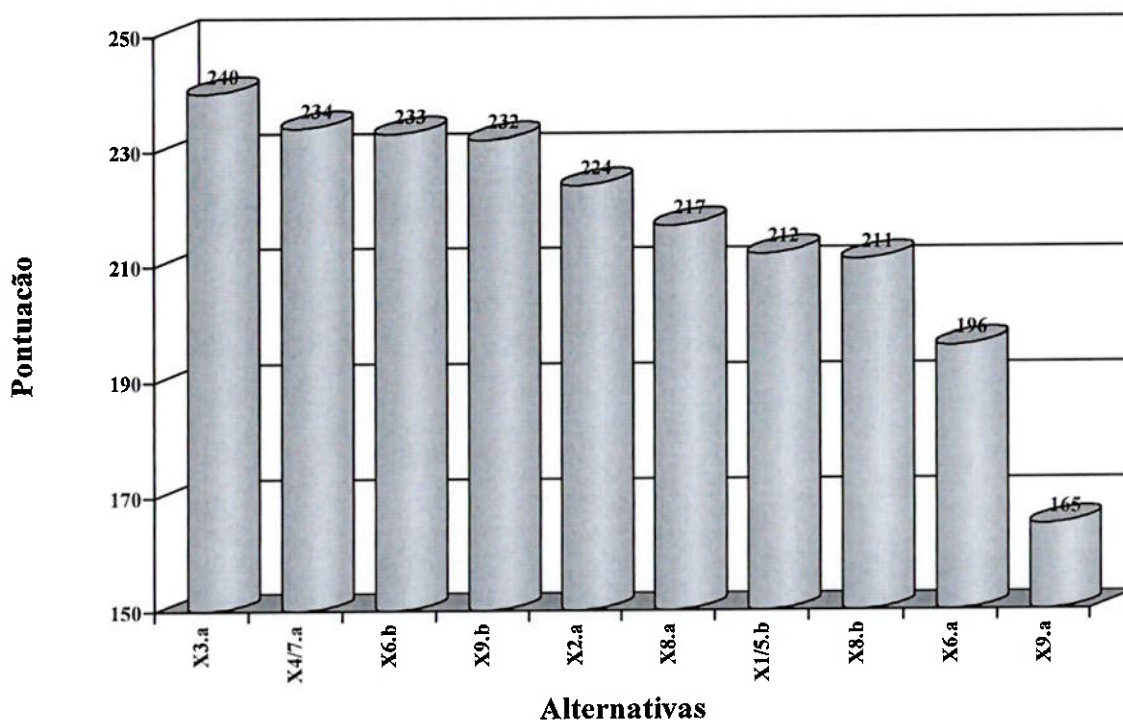


Gráfico 3.4.1 – Pareto de priorização das ações

Estratégia de condução de piloto, com implementação programada para 2006:

1. X1/5 – Não é necessário, pois estaremos aplicando o modelo padrão de pista de ruídos amplamente testada pelos Estados Unidos;
2. X2 – Desenvolver o plano e testar em uma estação de trabalho como área de aplicação inicial;
3. X3 – Aplicar o conceito do “6 Sigma Kaizen” para reestruturação dos “VRT’s (*Variability Reduction Teams*)”;
4. X4/7 – Iniciar com o VRT e ruídos, principal inibidor dos indicadores externos;
5. X6 – Não será necessário piloto, quando o objetivo será de conjunção de atividades e reunião de auditores;
6. X8 – A ser desenvolvido com cronograma de cascadeamento a 100% dos auditores;
7. X9 – Plano em atividade junto ao RH de manufatura.

A validação da melhoria será feita através do recálculo do nível sigma programada para meados de 2007:

Adicionalmente, temos os FMEA's (expectativa), pois as ações ainda não foram implementadas

Tabela 3.4.2 – Complemento do FMEA de inspeção e auditoria elétrica

Processo	Modo de falha potencial	Efeito de falha potencial	S e v	Causas potenciais	R P N	Ações recomendadas	Resp.	Ações tomadas	S e v .	O c o r r .	D e t .	R P N	
Inspeção elétrica	Inspetor não detecta falha	Defeito detectado na auditoria	8	Treinamento irregular	3 2 0	Certificar inspetores com frequência	Mário	X8.a	8	2	8	1 2 8	
				Absenteísmo acima do esperado	6 4 0	Programa de acompanhamento de faltosos	RH	X9.a e X9.b		3	8	1 9 2	
				Falha detectável em rodagem	4 4 8	Melhorar pista de rodagem interna	Rocha	X1.b		4	4	1 2 8	
	Veículo passa na inspeção sem falha			Falha intermitente	2 4 0	Intensificar o ISPC (controle de processo na estação)	Sergio	X2.a		2	9	1 4 4	
				Processo de reparo	1 6 8	Revisar padrões de reparo com frequência	Sergio	X4.a		2	6	9 6	

Tabela 3.4.3 – Complemento do FMEA de inspeção e auditoria do motor

Processo	Modo de falha potencial	Efeito de falha potencial	S e v	Causas potenciais	R P N	Ações recomendadas	Resp.	Ações tomadas	S e v .	O c o r r .	D e t .	R P N	
Inspeção do motor	Inspetor não detecta falha	Defeito detectado na auditoria	9	Treinamento irregular	3 6 0	Certificar inspetores com frequência	Mário	X8.a	8	2	8	1 2 8	
				Absenteísmo acima do esperado	7 2 0	Programa de acompanhamento de faltosos	RH	X9.a e X9.b		3	8	1 9 2	
				Falha detectável em rodagem	5 0 4	Melhorar pista de rodagem interna	Rocha	X1.b		4	4	1 2 8	
	Veículo passa na inspeção sem falha			Falha intermitente	2 7 0	Intensificar o ISPC (controle de processo na estação)	Sergio	X2.a		2	9	1 4 4	
				Processo de reparo	1 8 9	Revisar padrões de reparo com frequência	Sergio	X4.a		2	6	9 6	

Tabela 3.4.4 – Complemento do FMEA de inspeção e auditoria de visual interno

Processo	Modo de falha potencial	Efeito de falha potencial	S e v	Causas potenciais	R P N	Ações recomendadas	Resp.	Ações tomadas	S e v	O c o r r	D e t .	R P N
Inspeção visual interna	Inspetor não detecta falha	Defeito detectado na auditoria	7	Treinamento irregular	280	Certificar inspetores com frequência	Mário	X8.a	8	2	8	128
				Absenteísmo acima do esperado	560	Programa de acompanhamento de faltosos	RH	X9.a e X9.b		3	8	192
				Iluminação deficiente	294	Desenvolver estudo de <i>benchmarking</i>	Mário	X6.a		5	6	240
				Peça deficiente de fornecedor	140	Intensificar o ISPC (controle de processo na estação) + Trabalho do STA	Sergio Edu	X2.a e X4.a		3	4	96
	Veículo passa na inspeção sem falha			Processo de reparo	147	Revisar padrões de reparo com frequência	Sergio	X4.a		2	6	96

Tabela 3.4.5 – Complemento do FMEA de inspeção e auditoria de visual externo

Processo	Modo de falha potencial	Efeito de falha potencial	S e v	Causas potenciais	R P N	Ações recomendadas	Resp.	Ações tomadas	S e v	O c o r r	D e t .	R P N
Inspeção visual externa	Inspetor não detecta falha	Defeito detectado na auditoria	7	Treinamento irregular	280	Certificar inspetores com frequência	Mário	X8.a	8	2	8	128
				Absenteísmo acima do esperado	560	Programa de acompanhamento de faltosos	RH	X9.a e X9.b		3	8	192
				Iluminação deficiente	294	Desenvolver estudo de <i>benchmarking</i>	Mário	X6.a		5	6	240
				Peça deficiente de fornecedor	140	Intensificar o ISPC (controle de processo na estação) + Trabalho do STA	Sergio Edu	X2.a e X4.a		3	4	96
				Falha no ajuste	252	Implementação do plano de controle de <i>feeler, flush e seal gap</i>	Taka	Como ação recomend		4	5	160
	Veículo passa na inspeção sem falha			Processo de reparo	147	Revisar padrões de reparo com frequência	Sergio	X4.a		2	6	96

Execução da análise do custo benefício será programada para 2006, e conforme disse Soren Bisgaard and Johannes Freiesben na revista *Quality Progress – September 2004* (p.57):

[...] According to Peter Drucke, "Profit is not the explanation, cause or rationale of business behavior and business decisions, but the test of their validity". This test can also be adopted when evaluating the benefits of quality initiatives in a broad economic sense. We believe Six Sigma has become popular precisely because it applies this test and delivers measurable, tangible economic benefits. Managers from companies engaged in Six Sigma activities can produce solid data showing improved quality leads to reduce costs, better customer satisfaction and improved bottom-line profitability.

Essa era nossa expectativa ao final do ano de 2006.

Plano de ação para efetivação das melhorias:

- X1/5a. - Construir pista mais eficiente
 - a. Levantar especificações - J. Carvalho - Dez/05 (A)
 - b. Cotar as alternativas - Racional - Jan/06 (A)
 - c. Aprovar fundos - E. Rocha - Mar/06 (A)
 - d. Implementar - E. Rocha - Dez/06 (A)
- X2a. - Alterar o processo atual de checagem elétrica
 - a. Identificar oportunidades - C. Bastos - Dez/05 (A)
 - b. Revisar FMEA's - C. Bastos - Jan/06 (A)
 - c. Implementar modificações - C. Bastos - Jan/06 (A)
- X3a. - Definir causa raiz para defeito de campo
 - a. 6 Sigma Kaizen Fase#1 - E. Rocha - Dez/05 (A)
 - b. 6 Sigma Kaizen Fase#2 - E. Rocha - Fev/06 (A)
 - c. 100% dos VRT na Fase#2 - E. Rocha - Jun/07 (A)
- X4/7a. - Revisar programas e "check-lists" das auditorias
 - a. Efetuar a correlação entre os indicadores internos e externos, a fim de revisar os programas de CPA - E. Rocha - Jul/06 (A)

b. Revisar “*check-lists*” de inspeção e auditoria, correlacionado-os com indicadores

externos - E. Rocha - Ago/06 (A)

▪ X6a. - Melhorar níveis de ruído e iluminação do espaço atual

a. Medir nível luz do local - Segurança - Dez/05 (A)

b. Calcular luminárias incrementais - Manutenção - Dez/05 (A)

c. Revisar roldanas das carretas - Manutenção - Dez/05 (A)

d. Substituir aquelas danificadas - Manutenção - Jan/06 (A)

▪ X6b. - Mudar a área de auditoria adequando-a aos padrões globais

a. Definir novo local - E. Rocha - Ago/05 (A)

b. Efetuar medições de ruído e luz - Zandaren - Set/05 (A)

c. Modificar o prédio conf. projeto - Manutenção - Out/07 (S)

d. Desenvolver novos processos - E. Rocha - Out/07 (S)

e. Implementar nova área - E. Rocha - Out/07 (S)

▪ X8a. - Revisar treinamento e versatilidade dos auditores

a. Re-certificar junto ao VOGO nossos auditores correlacionando indicadores -

E. Rocha - Fev/06 (A)

b. Considerar “*cross-pollination*” entre plantas para padronizar auditorias e auditores -

E. Rocha - Abr/07 (A)

▪ X8b. - Treinar novos auditores

a. Identificar novos valores dentro da operação para que possam ser treinados auditores -

E. Rocha - Mar/06 (A)

b. Desenvolver plano de treinamento para os escolhidos, incluindo “*job-rotation*” -

E. Rocha - Out/07 (S)

c. Re-certificar junto ao VOGO nossos auditores correlacionando indicadores -

E. Rocha - Set/06 (A)

3.5. DMAI³C - CONTROLAR

Após todas as melhorias implementadas, devemos garantir que as boas práticas aplicadas sejam respeitadas e reproduzidas ao longo do processo e também ao longo do tempo de avaliação e inspeção:

Estratégias de controle:

1. Aplicação das técnicas de prevenção vs. detecção:
 - a. Programas preventivos de saúde e segurança vs. programa interno de acompanhamento de faltosos;
 - b. Treinar novos auditores vs. treinar e versatilizar os atuais.
2. Painéis visuais e controles visuais:
 - a. Indicadores atuais e tendências;
 - b. Tabelas de acompanhamento das unidades a serem avaliadas, de acordo com seus volumes e “mix”, através de códigos de cores para identificar aquelas já avaliadas;
 - c. Planilha de “*job-rotation*” semanal na área;
 - d. Identificação correta das unidades a serem avaliadas e aquelas que aguardam retornar aos pátios de veículos acabados.

Gráficos de controle a serem desenvolvidos em 2006 após implementação das ações

MSA (*measuring system analysis*) de longo prazo será desenvolvido durante o ano de 2006, após a conclusão e implementação das ações, contudo, devemos considerar:

1. Definição dos formulários a serem utilizados nas auditorias e inspeções
2. Definição da frequência de revisões de padrões e informações
3. Definição de um processo eficiente de acompanhamento das modificações de produto e processo

Plano de controle será desenvolvido em 2006, durante a implementação das ações, contudo devemos considerar:

1. Reduzir oportunidades de falha e desvio de qualidade
2. Reduzir defeitos através da manutenção de processos centralizados
3. Reduzir o tempo para solucionar os problemas no processo
4. Servir como fator de comunicação de mudanças aos CTQ's
5. Promover a melhoria

Plano de reação será desenvolvido em 2006, após implementação das ações de melhoria, deve-se incluir ainda:

1. Como diferenciar uma causa especial de uma tendência de processo
2. Quando é apropriado reagir a um problema no processo
3. Que ações deverão ser tomadas
4. Quem deverá tomar as ações
5. Quem deverá certificá-las

Atualização dos procedimentos operacionais padrão (SOP) será executada em 2007.

4. ESTUDO DE CASO 3

4.1. DMAI^{PC} - DEFINIR

Na fábrica de cosméticos, após avaliação dos dados referentes a reclamações dos clientes internos e externos, dos indicadores de não conformidades e dos valores referentes aos custos de perda de produtos e materiais, observou-se do o atual processo de inspeção e auditoria de manutenção apresentava uma eficiência menor do que a esperada.

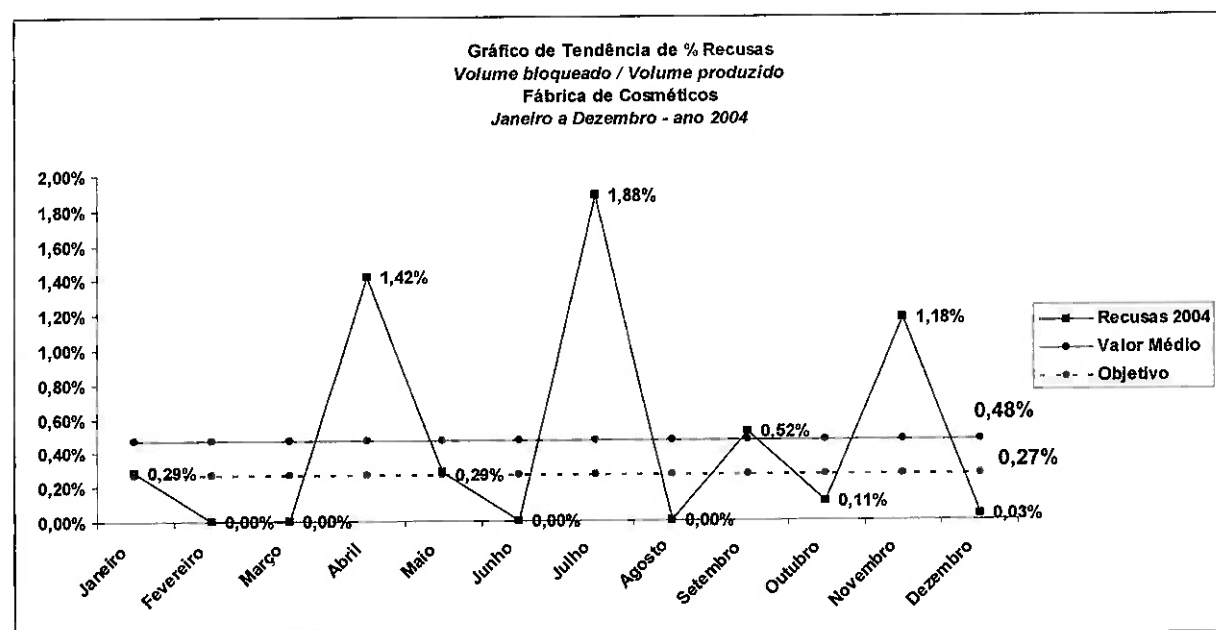
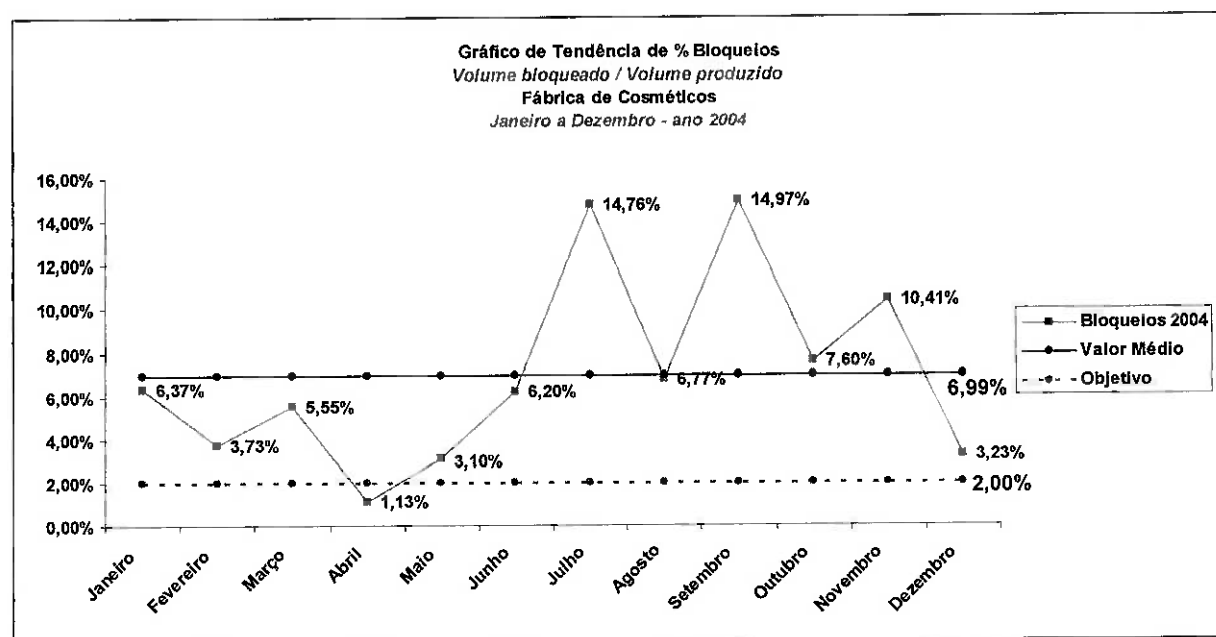


Gráfico 4.1.1 – Indicador de Não Conformidades - % de Bloqueios e Recusas

Como é possível verificar no Gráfico número 4.1.1, o percentual de bloqueios, que se baseia no volume de produtos bloqueados por apresentarem algum tipo de não conformidade, e o percentual de recusas, que se baseia nos volumes de produtos bloqueados por apresentar algum tipo de não conformidade que não puderam ser recuperados e foram destruídos, apresentam um valor médio acima daqueles estabelecidos como objetivos.

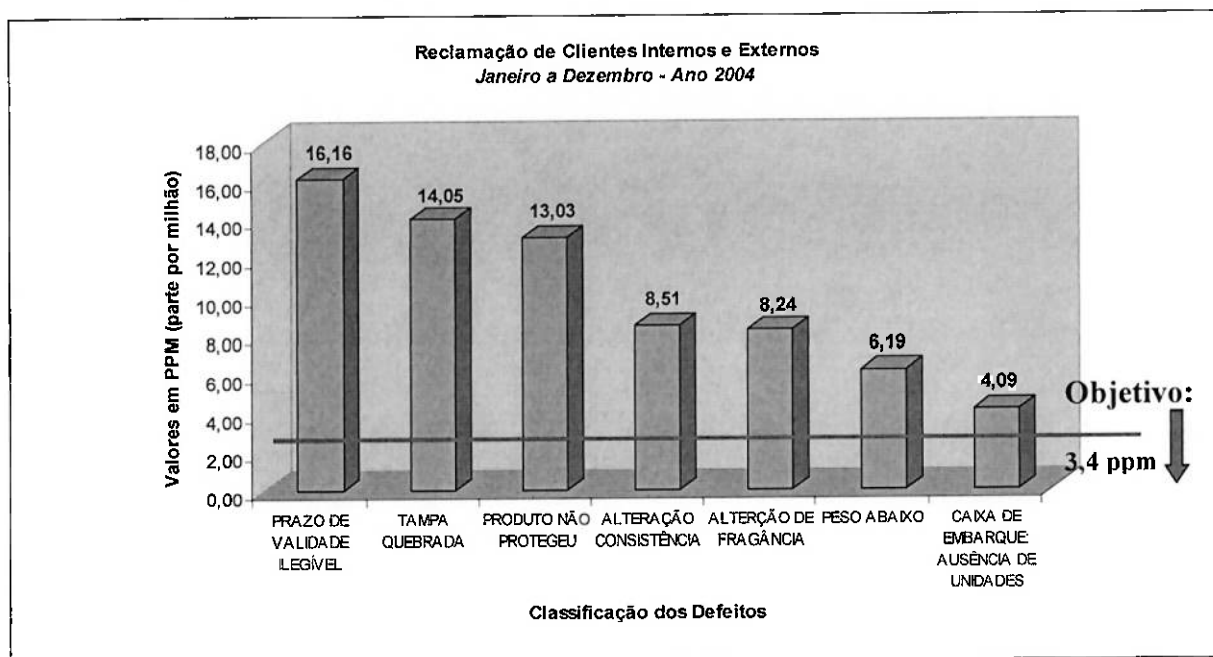


Gráfico 4.1.2 – Indicador de Reclamações dos clientes

No gráfico número 4.1.2 é possível verificar que a quantidade de reclamações de clientes internos e externos excede o número considerado como aceitável em mais de um tipo de defeito.

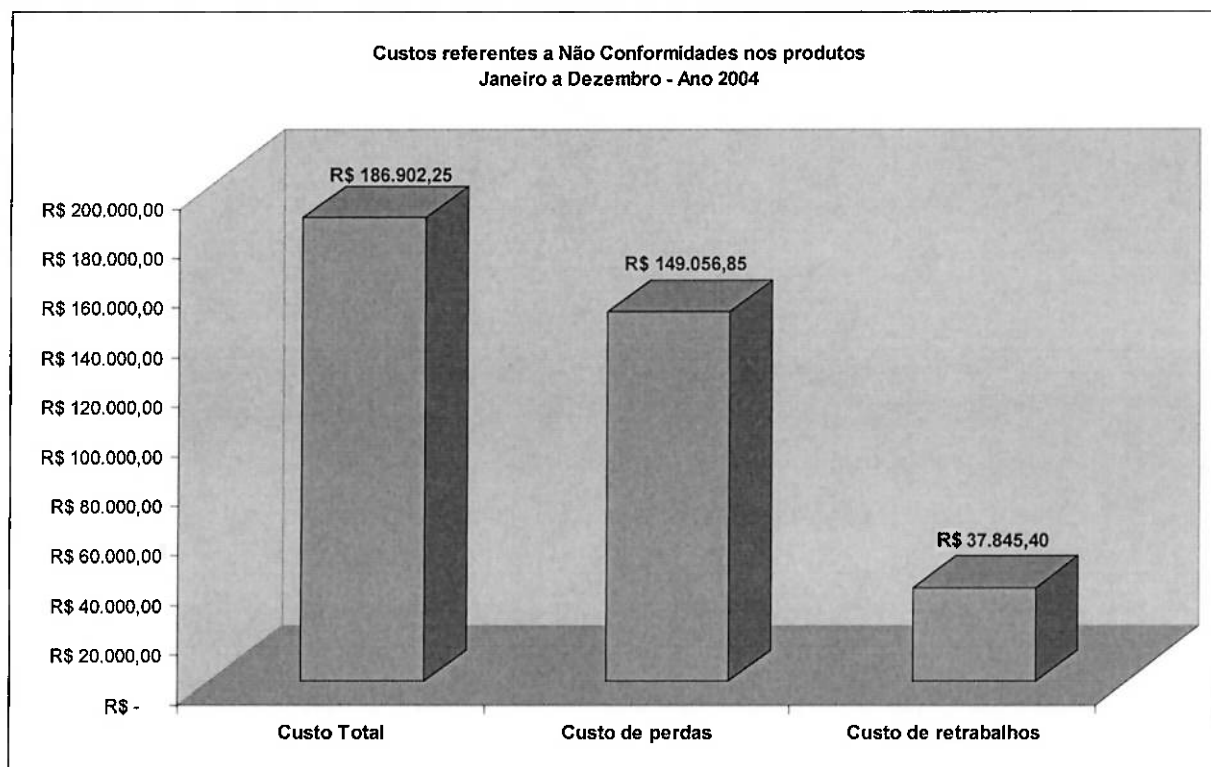


Gráfico 4.1.3 – Custos referentes a retrabalhos e perda de produtos

Já no gráfico número 4.1.3 podemos ver os custos de falhas internas nas quais alguns produtos foram recuperados e outros enviados para destruição.

Em todos os gráficos acima temos descritos objetivos estabelecidos pela organização, baseados em aspirações e necessidades financeiras. Ao estabelecer objetivos nestas bases, corre-se o risco de não atingi-los no período determinado já que não foram realizados estudos prévios dos meios e possibilidades de realização, e com isso podemos gerar problemas tais como:

- Decepção da gerência
- Desmotivação dos envolvidos
- Previsões de redução de custo enganosas

Para comprovar se existe a possibilidade de que os objetivos sejam atingidos, seria necessário realizar um breve estudo através de comparação com outras organizações do mesmo segmento, da observação variação média (redução ou aumento) dos índices destes

indicadores nos últimos períodos ou, no mínimo, da possibilidade de revisão destes objetivos após estudos para determinar as causas mais prováveis que estão gerando estes índices.

Entretanto, com os objetivos já estabelecidos e dados dos índices atuais, questionou-se então qual o modelo mais adequado para o processo de inspeção e auditoria de manutenção, para que as ações de melhoria dos processos da fábrica de cosméticos passassem a ser realizadas de forma preventiva, e não mais como um modelo de reação as consideráveis perdas e seus referentes custos, atuando também na diminuição dos custos de falha externa, que tem como principal problema à perda de clientes para a concorrência.

Para avaliar o caso, é importante que inicialmente se avalie o atual processo. Para isso serão utilizadas algumas ferramentas de qualidade, como o SIPOC e o fluxograma de processo.

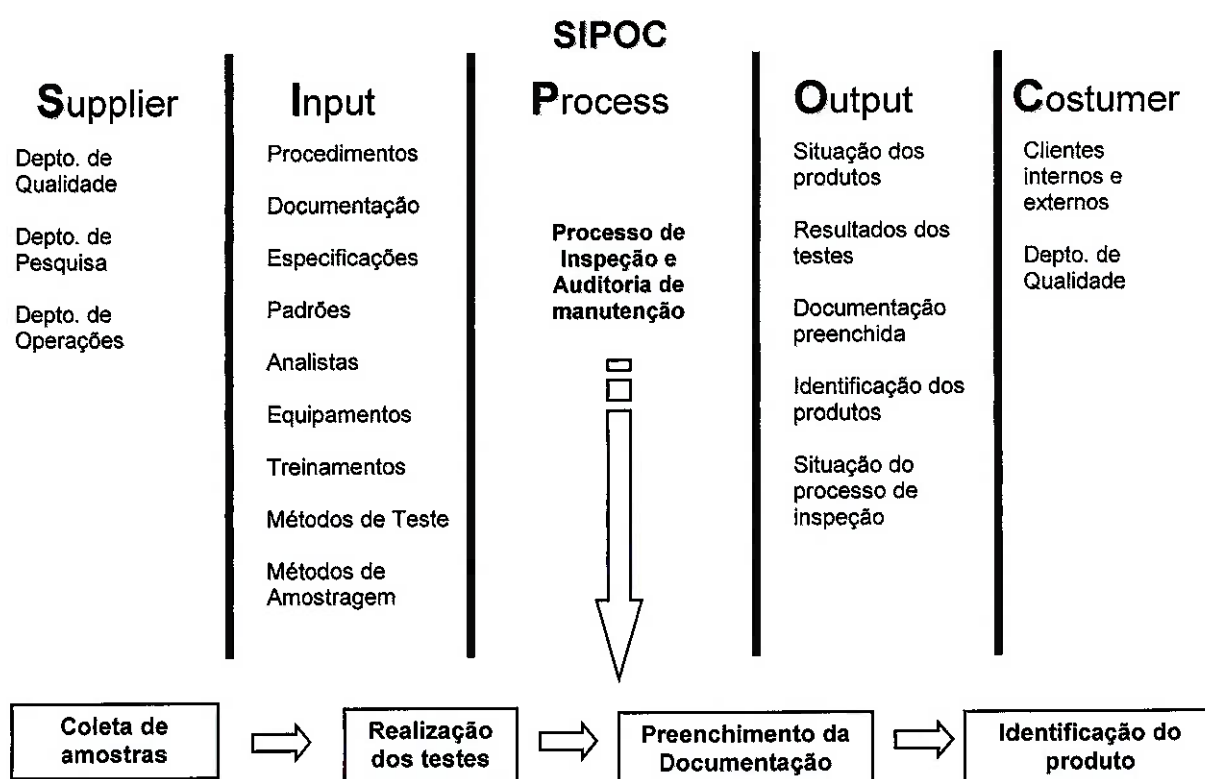


Figura 4.1.1 – SIPOC do processo de inspeção e auditoria de manutenção

Através do SIPOC representado na figura 4.1.1, pode-se claramente identificar as entradas e saídas do processo atual, bem como os fornecedores e clientes envolvidos.

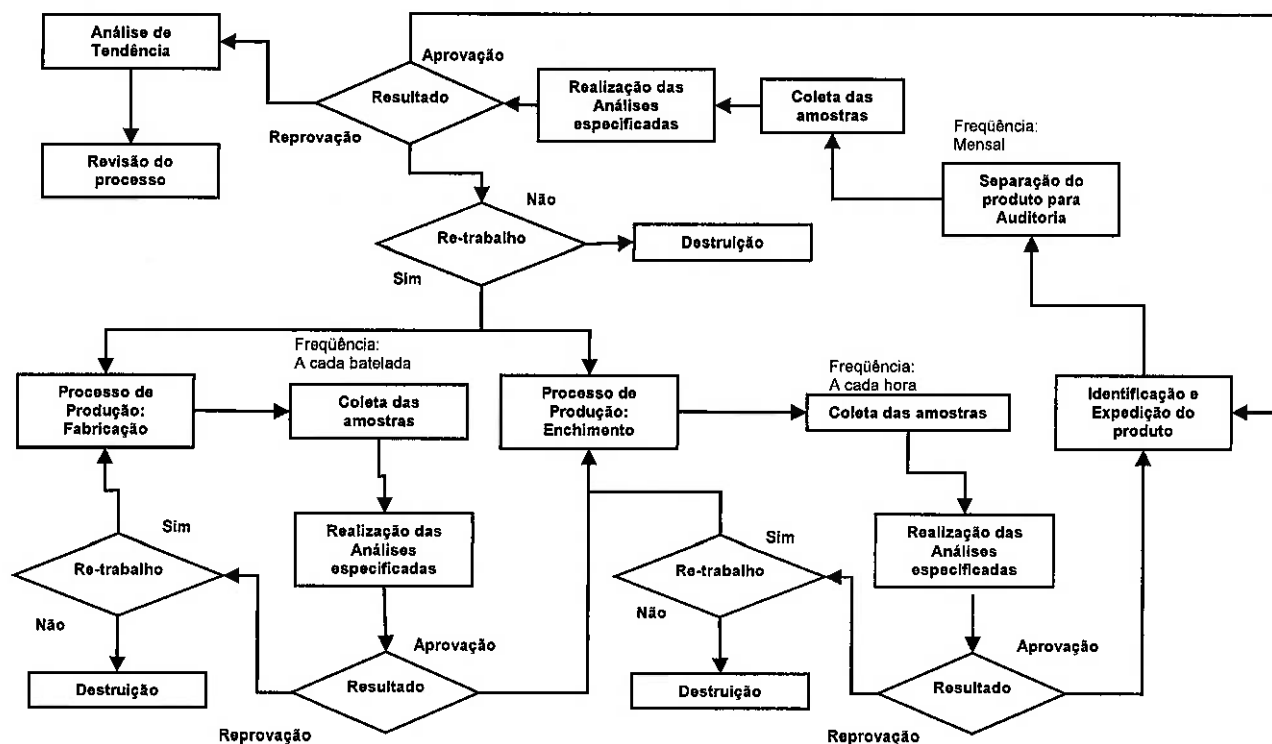


Figura 4.1.2 – Fluxograma do processo de inspeção e auditoria de manutenção

Com o fluxograma do processo representado na figura 4.1.2, tem-se uma visão detalhada do processo atual, facilitando a identificação de oportunidades de melhoria.

Com o processo já definido, devemos agora avaliar sua eficiência através de levantamento de dados e medições.

4.2. DMAIC - MEDIR

Para que seja possível determinar a eficiência do processo, temos que determinar suas principais saídas e os itens de controle referentes a essas saídas.

Processo de inspeção:

- Saídas:
 - Situação dos produtos
 - Resultados dos testes
 - Documentação preenchida
 - Produtos identificados
- Item de controle:
 - Número de lotes bloqueados por não conformidades

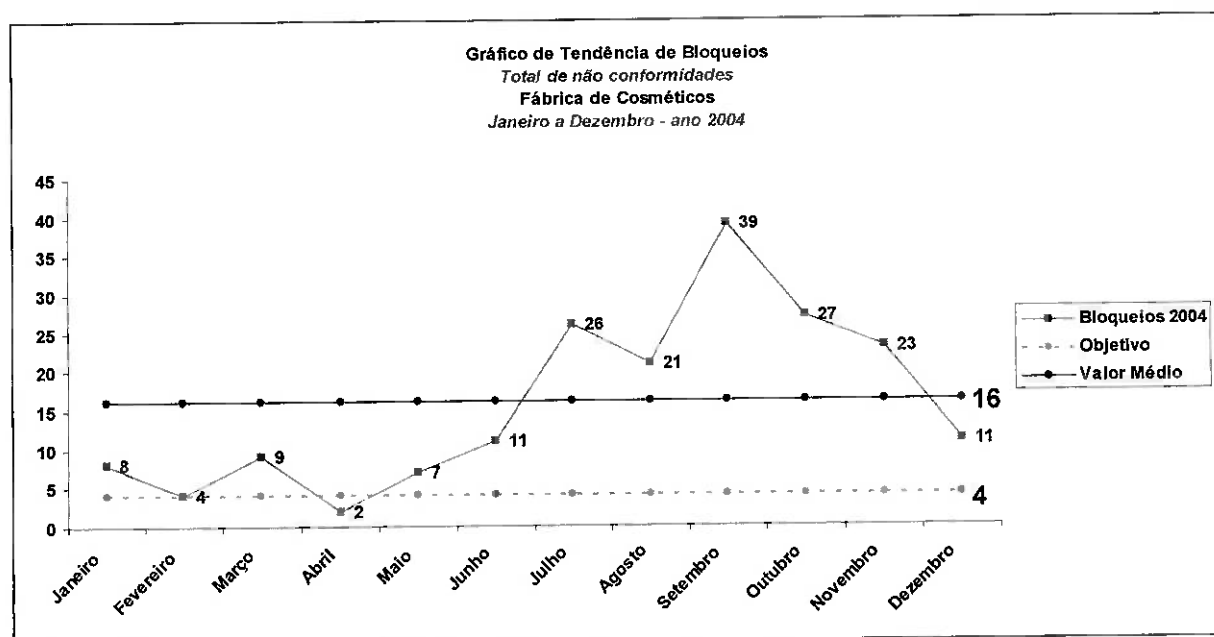


Gráfico 4.2.1 – Total de lotes bloqueados por não conformidades

No gráfico 4.2.1 podemos verificar que o número de não conformidades está acima do objetivo proposto para o ano de 2004, com uma média de 16 bloqueios ao mês quando o objetivo seria no máximo uma média de 04 bloqueios.

Processo de auditoria de manutenção:

- Saídas:
 - Situação do processo de inspeção
- Item de Controle:
 - Percentual de unidades aprovadas na auditoria de manutenção

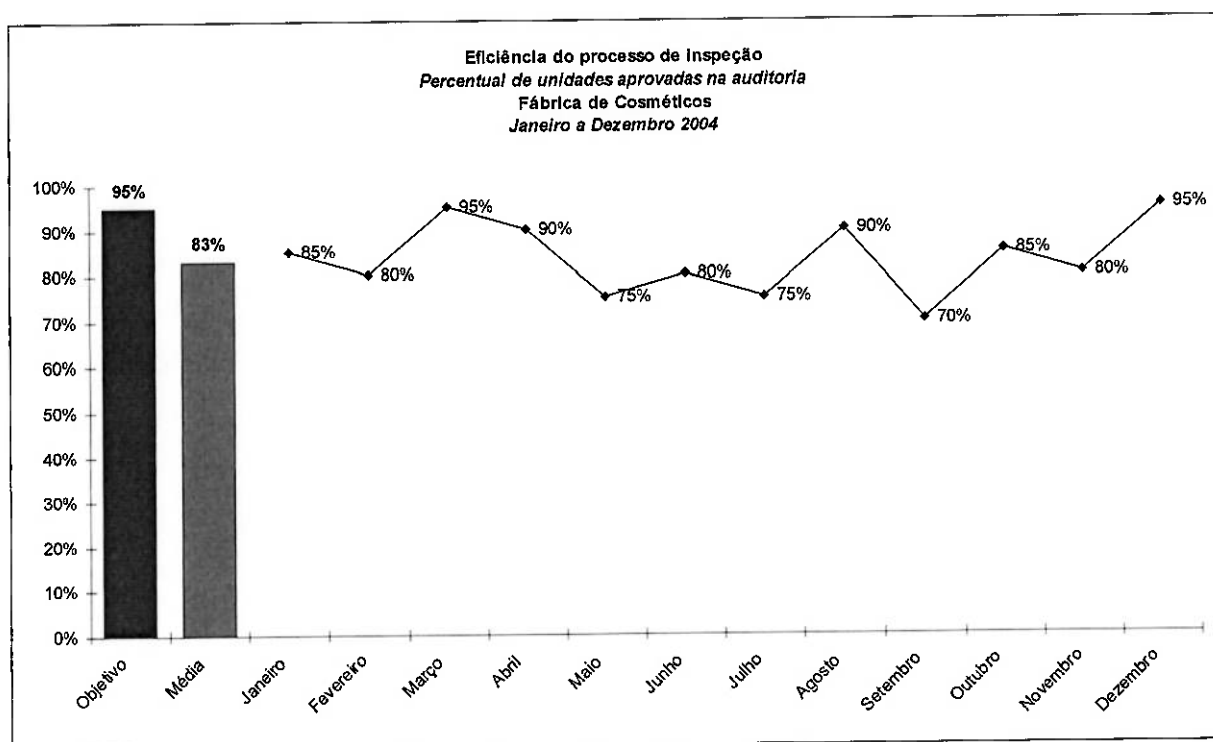


Gráfico 4.2.2 – Eficiência do processo de inspeção

Já no gráfico 4.2.2 temos uma evidência de que o processo de inspeção está com a eficiência abaixo do limite especificado, pois obtivemos uma média de unidades aprovadas de 83% no ano de 2004 quando o objetivo é de 95%.

Dentre os dados disponíveis, podemos verificar quais são os maiores problemas encontrados nos resultados dos testes da Fábrica de Cosméticos empregando o gráfico de Pareto, possibilitando que sejam evidenciados as não conformidades de maior incidência.

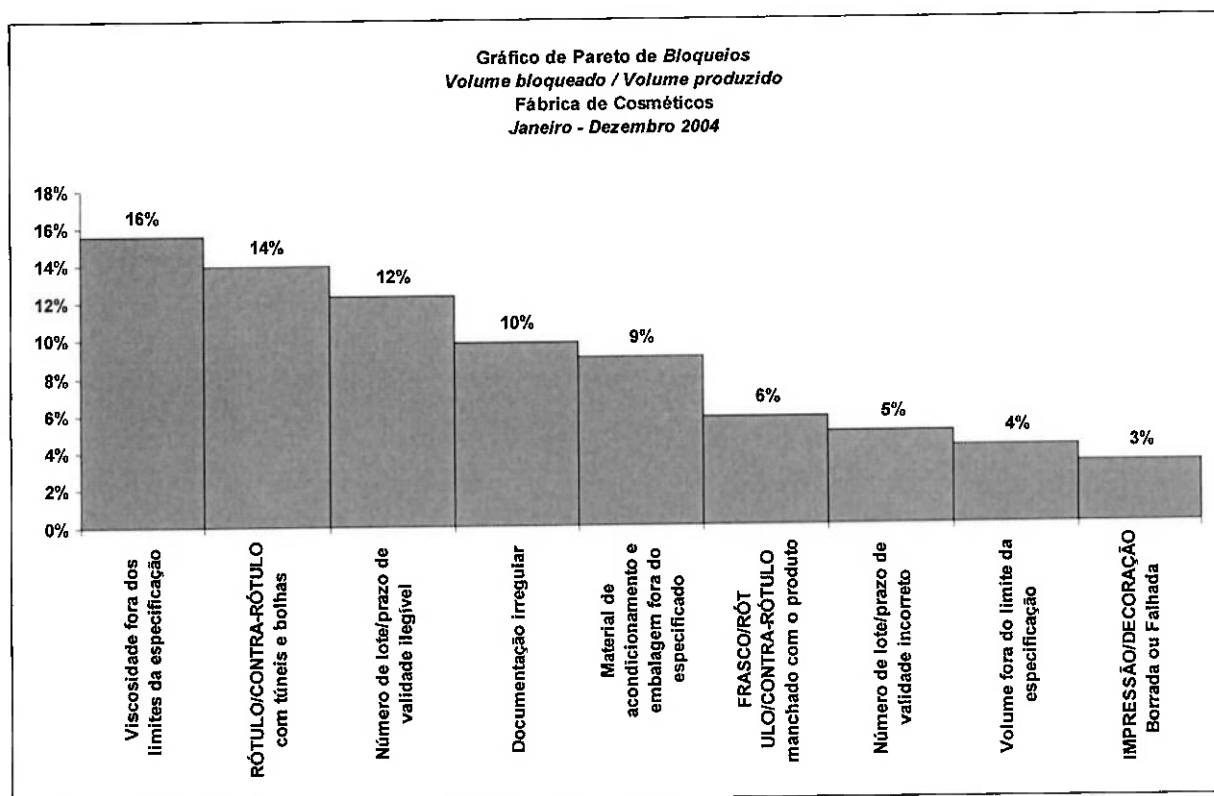


Gráfico 4.2.3 – Gráfico de Pareto de não conformidades

No gráfico 4.2.3 temos as principais não conformidades, dentro de um universo de quase 60 tipos, que representam aproximadamente 80% dos problemas encontrados nas inspeções e nas auditorias de manutenção.

Comparando as principais não conformidades com as maiores reclamações dos clientes, na tabela 4.2.1, podemos notar que alguns dos problemas reclamados pelos clientes estão entre os maiores índices de não conformidades encontrados nas inspeções e nas auditorias de manutenção.

Tabela 4.2.1 – Tabela comparativa entre os maiores índices de reclamações e de não conformidades

Tabela para comparação dos principais problemas detectados nos produtos			
Maiores Não Conformidades		Maiores Reclamações dos clientes	
Falhas Internas	%	Falhas Externas	ppm
Número de lote / prazo de validade ilegível	12,00	Prazo de Validade Ilegível	16,16
Material de acondicionamento e embalagem fora do especificado	9,00	Tampa Quebrada	14,05
Viscosidade fora dos limites especificados	16,00	Alteração de consistência	8,51

4.3. DMA²C - ANALISAR

Visando a definição das prováveis causas do problema na eficiência do processo de inspeção e auditoria de manutenção, podemos inicialmente utilizar o diagrama de causa e efeito para evidenciar as causas potenciais da ineficiência.

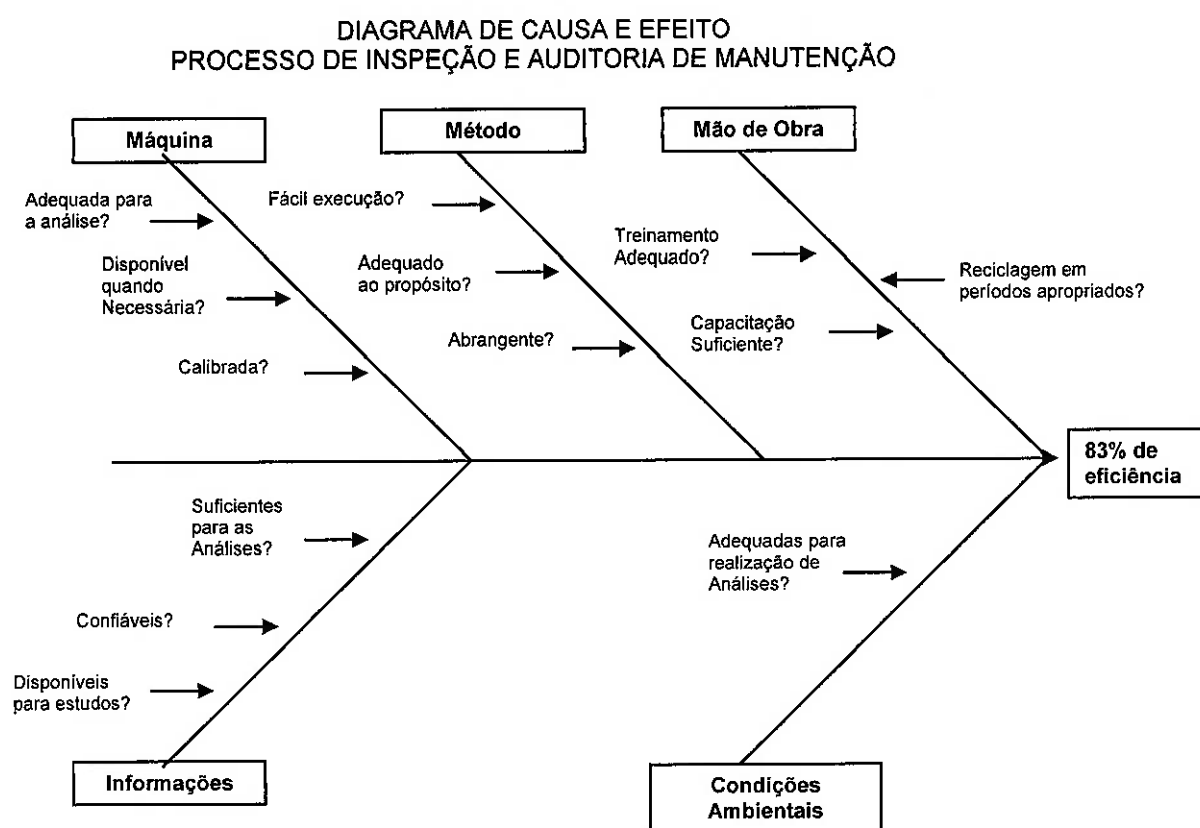


Figura 4.3.1 – Diagrama de causa e efeito

Com as hipóteses levantadas no diagrama da figura 4.3.1, partiremos para a utilização dos dados de não conformidades detectadas no processo e na auditoria de produto, utilizando a estratificação para que possamos nos aproximar das causas mais influentes para a ineficiência do processo.

Para início do processo de estratificação, podemos coletar inicialmente os dados referentes às não conformidades do ano de 2004 e dividi-las do seguinte modo:

Por local de produção:

- Setor de Fabricação
- Setor de Acondicionamento

Por turno de produção: 1º Turno 2º turno 3º turno

Gráfico de Frequência de Não Conformidades
Divisão por Local
Fábrica de Cosméticos
Janeiro - Dezembro 2004

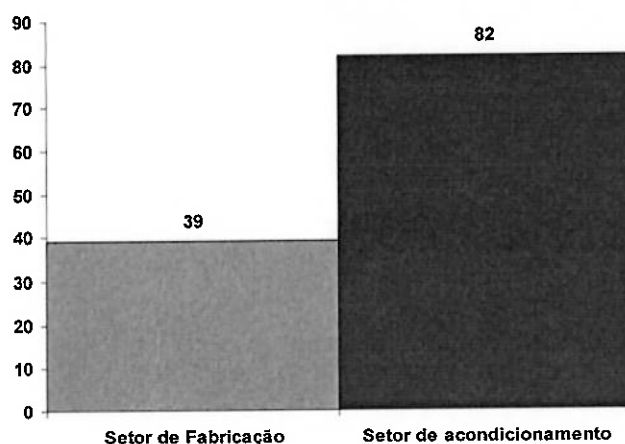


Gráfico de Frequência de Não Conformidades
Setor de Fabricação - Divisão por Turno
Fábrica de Cosméticos
Janeiro - Dezembro 2004

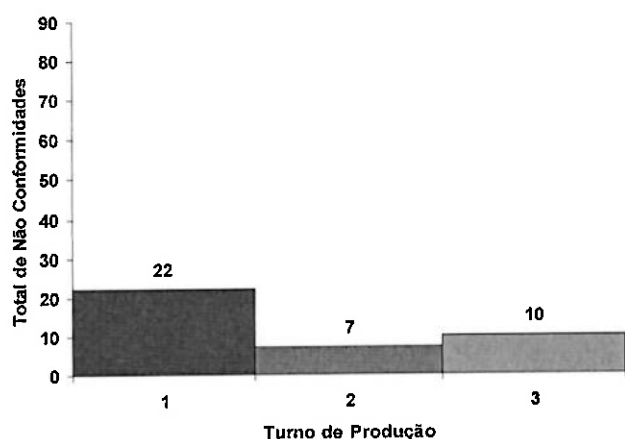


Gráfico de Frequência de Não Conformidades
Setor de Acondicionamento - Divisão por Turno
Fábrica de Cosméticos
Janeiro - Dezembro 2004

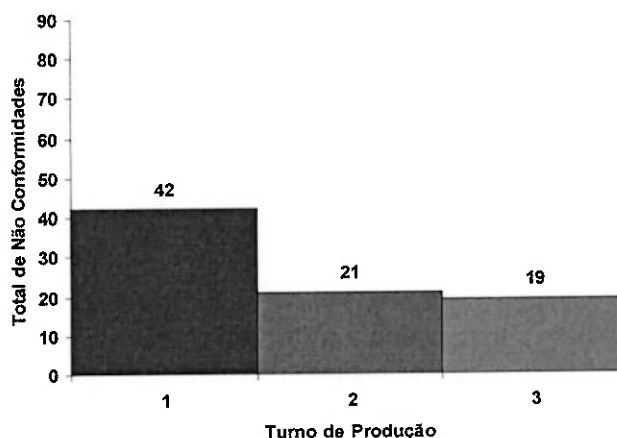


Gráfico 4.3.1 – Estratificação dos índices de não conformidades por local e por turno

Após a estratificação dos dados conforme o gráfico 4.3.1, é possível notar que apesar do setor de acondicionamento possuir um número maior de incidências de não conformidades, o primeiro turno de produção é o momento no qual a ocorrência é maior tanto no setor de fabricação como no setor de acondicionamento.

Podemos aprofundar ainda mais o estudo dividindo o primeiro turno de produção por equipe de máquina ou célula produtiva, do seguinte modo:

- Setor de Fabricação:
 - Reatores de formulações simples: R1 – R2 – R3 – R4 – R7
 - Reatores de formulações complexas: R6 – R5 – R8
- Setor de Acondicionamento:
 - Equipe S1 – Equipe S2 - Equipe S4 – Equipe S5 - Equipe C1

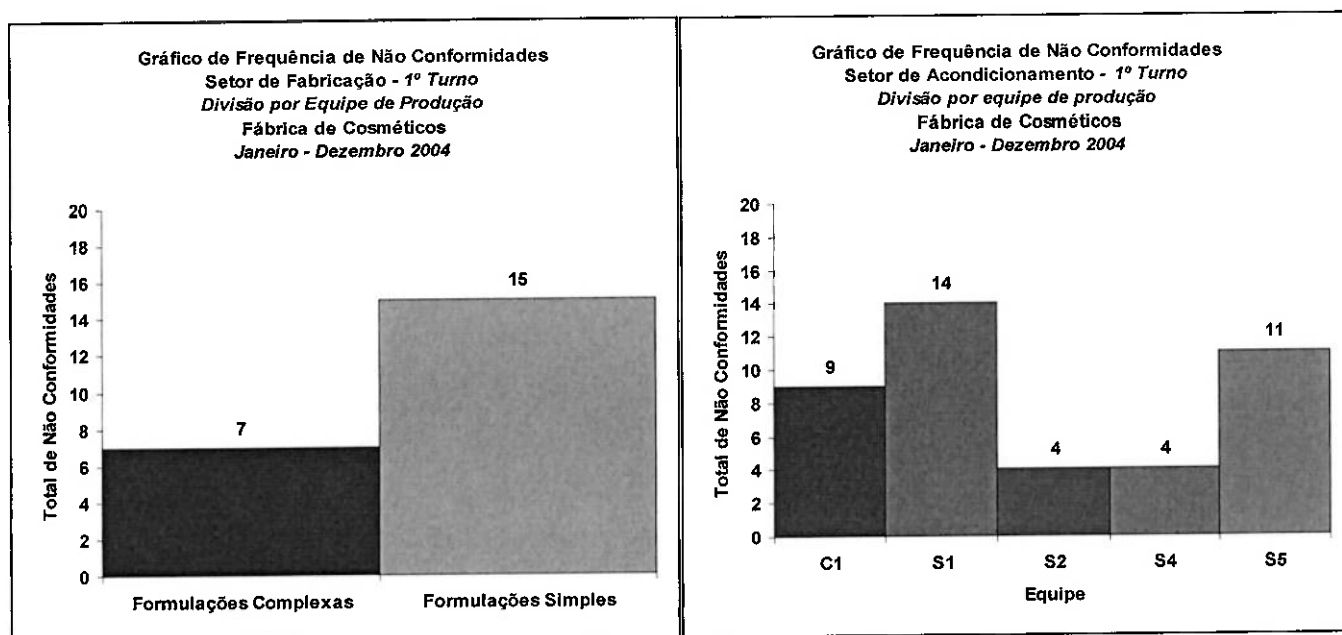


Gráfico 4.3.2 – Estratificação dos índices de não conformidades por equipe de produção no 1º turno

Através do gráfico 4.3.2, podemos voltar o foco da análise dos problemas para a equipe de Formulações Simples do primeiro turno do setor de fabricação e para as equipes S1

e S5, também do primeiro turno do setor de condicionamento, pois são as equipes que apresentam maiores índices de não conformidades.

Complementando as análises através de estratificações, pode-se ainda confirmar a hipótese levantada acima através dos dados do gráfico 4.3.3, no qual temos a evidência de que as equipes destacadas apresentam os maiores índices de não conformidades encontradas durante as auditorias.

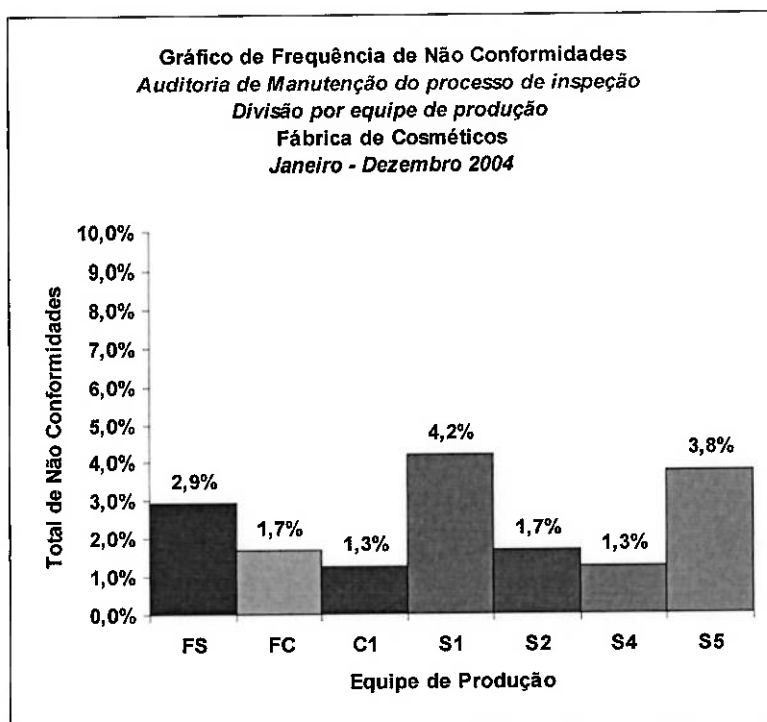


Gráfico 4.3.3 – Percentual de não conformidades encontradas na auditoria de manutenção estratificada por equipe de produção

Ainda para as equipes em destaque, podemos mais uma vez utilizar a técnica da estratificação para determinar quais são as não conformidades de maior incidência detectadas na inspeção e na auditoria de manutenção para estas equipes e nestes turnos.

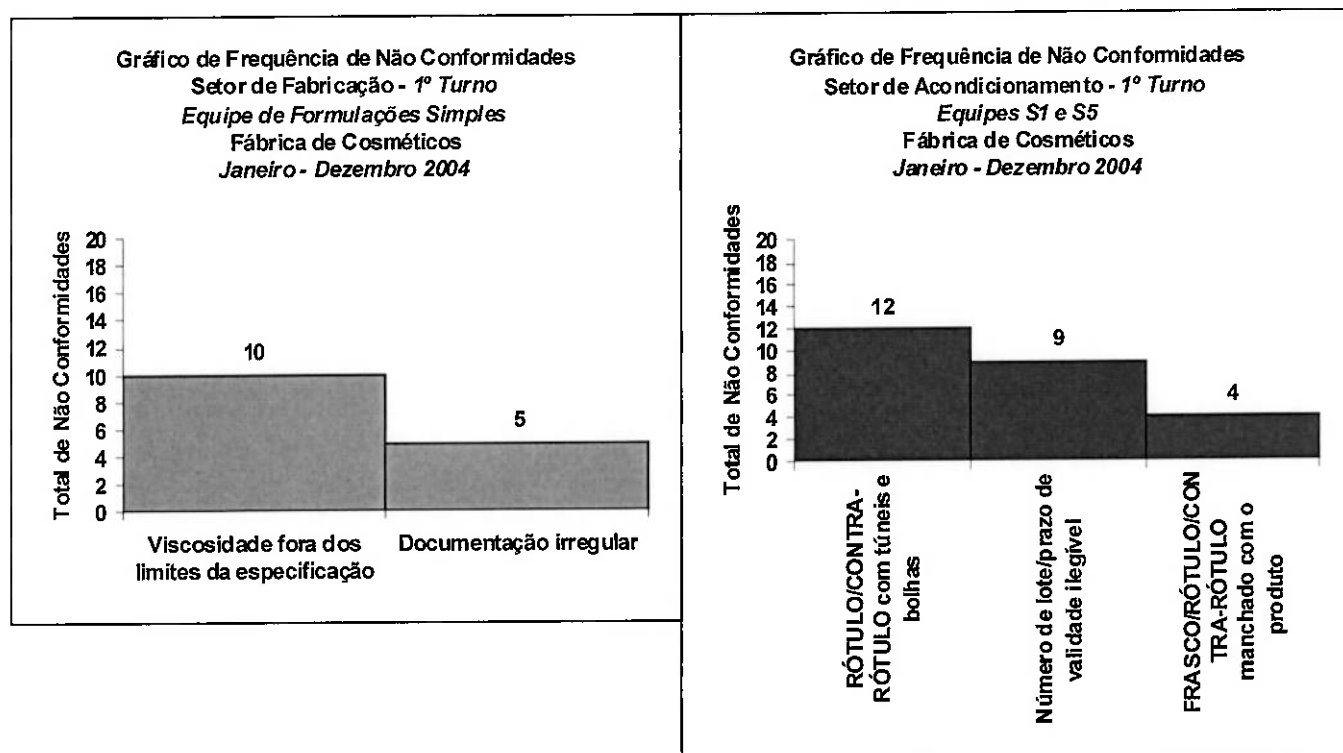


Gráfico 4.3.4 – Estratificação dos tipos de não conformidades por turno e por equipe

Com os dados do gráfico 4.3.4, podemos trabalhar nas hipóteses levantadas no diagrama de causa e efeito. Como os problemas aparentemente têm maior incidência nestas equipes e nestes turnos, podemos focar os estudos nos seguintes itens:

- Mão de Obra:
 - Treinamento;
 - Capacitação;
 - Reciclagem;
- Informações:
 - Suficientes;
 - Confiáveis;
 - Disponíveis;

Tabela 4.3.1 – Tabela comparativa dos requisitos de mão de obra

Diagrama de análise da Mão de Obra							
Equipe	Funcionário	Treinamento	Requisito	Capacitação	Requisito	Reciclagem	Requisito
FS	01	Conforme	Procedimento de controle em processo	Conforme	No mínimo 2º completo	Conforme	No mínimo a cada 02 anos após o treinamento
	02	Conforme		Conforme		Conforme	
	03	Conforme		Conforme		Não Conforme	
S1	01	Conforme		Conforme		Conforme	
	02	Conforme		Conforme		Não Conforme	
	03	Não Conforme		Não Conforme		Não Conforme	
	04	Conforme		Conforme		Não Conforme	
	05	Não Conforme		Não Conforme		Não Conforme	
S5	01	Conforme		Conforme		Não Conforme	
	02	Conforme		Conforme		Não Conforme	
	03	Não Conforme		Conforme		Não Conforme	
	04	Conforme		Conforme		Não Conforme	
	05	Não Conforme		Não Conforme		Não Conforme	

Após levantamento dos registros dos funcionários das equipes FS, S1 e S5, podemos constatar através dos dados dispostos na tabela 4.3.1 que as maiores pendências são referentes à reciclagem dos funcionários, principalmente nas equipes S1 e S5.

As pendências referentes aos treinamentos e a capacitação têm menor interferência sobre possíveis problemas, pois em cada equipe existem pelo menos dois funcionários capazes de executar as inspeções necessárias.

Com os dados acima, podemos considerar como uma provável causa dos problemas no processo de inspeção e auditoria de manutenção a ineficiência no programa de reciclagem e atualização dos funcionários.

Quanto às informações disponíveis para o andamento do processo, podemos checar os equipamentos de medição utilizados durante as inspeções e auditorias das equipes em questão.

Tabela 4.3.2 – Tabela comparativa dos requisitos de equipamentos

Controle dos Equipamentos de Medição		
Equipamentos	Calibração	Frequência
B001	Conforme	Semestral
B002	Conforme	Semestral
T001	Conforme	Semestral
VS003	Conforme	Trimestral
PH002	Conforme	Trimestral
ES001	Conforme	Anual

Através dos dados dispostos na tabela 4.3.2, podemos considerar a confiabilidade nas informações disponíveis, não considerando este um fator que possa influenciar os resultados dos indicadores.

Entretanto, ao verificar a disponibilidade das informações e se estas são suficientes para as análises necessárias, encontramos alguns problemas. Todos os dados constam nas documentações referentes aos lotes de produto, dispostas em forma de tabelas e de difícil acesso para análise, não possuindo gráficos demonstrativos e impossibilitando a visualização de tendências dos requisitos do processo.

Para verificar se estes problemas podem estar de algum modo influenciando as reclamações de clientes e a ocorrência de não conformidades, podemos verificar os maiores problemas do processo de fabricação da equipe de Formulações Simples, pois dentre as três equipes listadas é a que tem menor número de problemas nos requisitos de treinamento.

Verificando os gráficos 4.3.4, referente às não conformidades, e 4.1.2, referente às reclamações dos clientes, temos os problemas de viscosidade como o maior índice nas estratificações.

Analisando este problema através de estratificação, podemos verificar através do gráfico 4.3.5, que os shampoos da linha infantil são os que apresentam o maior índice deste problema.

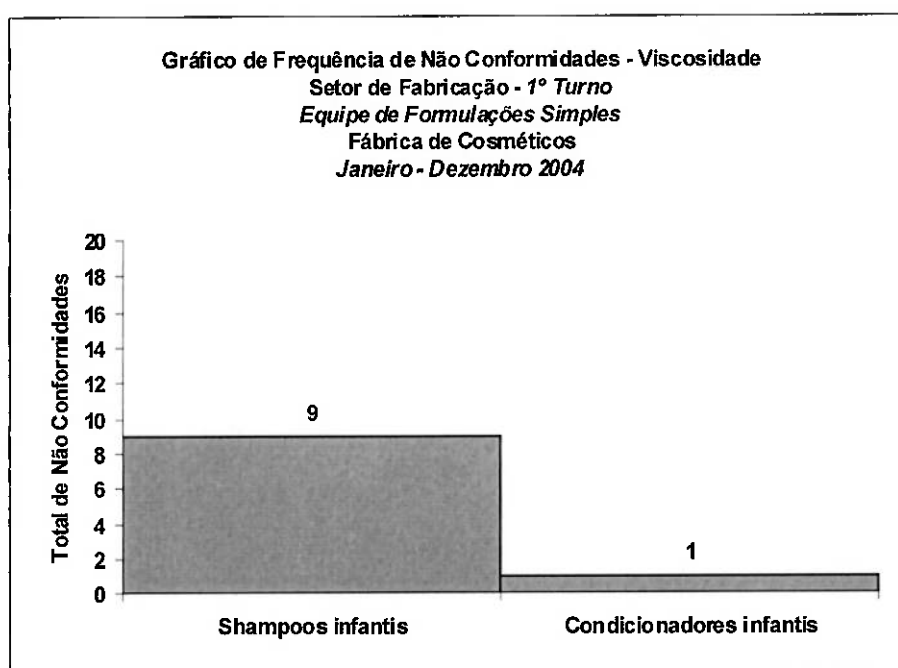


Gráfico 4.3.5 – Estratificação das não conformidades por problemas de viscosidade

Para análise deste processo, foram levantados todos os dados que constavam na documentação dos produtos desta linha nos últimos meses e a melhor maneira de verificar este indicador é traçar uma carta de controle para verificar as condições do processo (CAMPOS, 2002).

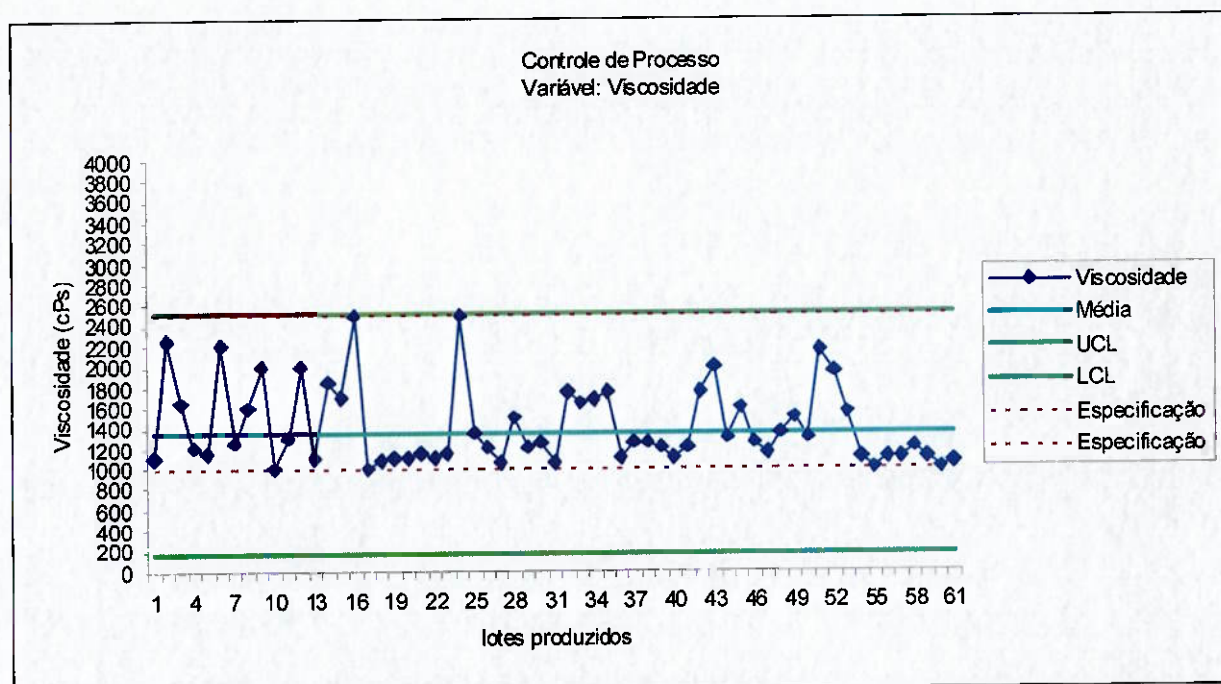


Gráfico 4.3.6 – Carta de controle dos resultados de viscosidade do processo de fabricação de shampoos infantis

Como podemos analisar no gráfico 4.3.6, uma breve análise da produção do último mês demonstra que o processo está instável, e o limite superior do processo está junto ao limite superior da especificação, demonstrando uma baixa capacidade do processo para este requisito.

Estes estudos demonstram que caso os dados levantados com os resultados dos testes estivessem disponíveis em formas gráficas e fossem levantados mais dados como a média, o desvio padrão e as condições de estabilidade e capacidade do processo, poderíamos ter atuado preventivamente no processo, evitando os custos de falha interna e externa.

4.4. DMAI²C – IMPROVE & INNOVATION (MELHORIA E INOVAÇÃO)

Para avaliar as melhores soluções para os problemas apresentados, primeiramente podemos levantar idéias utilizando uma das ferramentas da qualidade disponíveis, o *brainstorming*.

Tabela 4.4.1 – Pontuação das idéias geradas no *Brainstorming*

Problemas	Idéias	Avaliação			Pontuação total
		Participante 01	Participante 02	Participante 03	
Falha no programa de reciclagem	Matriz de necessidades por funcionário	05	03	05	13
	Programa de reciclagem anual	01	05	01	07
	Avaliação da performance individual ou por equipe	03	03	05	11
Informações insuficientes para análise	Levantamento de novos dados no controle	01	01	03	05
	Implementação de formas de análise gráficas	05	05	05	15
	Análise dos dados de todas as documentações	01	01	01	03
	Revisão dos itens de controle do processo	05	03	05	13
	Criação de procedimento de análise de tendência	05	05	05	15
Informações disponibilizadas inadequadamente	Criação de meios eletrônicos de coleta de dados	05	05	05	15
	Criação de banco de dados por tipo de produto	05	05	03	13
	Disponibilização das informações em forma gráfica	03	05	03	11
	Criação da função de revisor de dados das documentações	05	01	01	07
Critérios:		01 – baixo valor	03 – valor médio	05 – alto valor	

Foram convidados para a reunião 05 participantes de diferentes áreas. Após as idéias serem anotadas, foram separadas as principais idéias e levadas para uma segunda reunião com os membros da fábrica de cosméticos envolvidos com o projeto, as idéias foram então pontuadas de acordo com a tabela 4.4.1 e as que receberam uma pontuação final maior do que 10 pontos foram consideradas para implementação pelo grupo.

Para organização das idéias aceitas pelo grupo e início de implementação, estas foram dispostas no diagrama de relação, que consta na figura 4.4.1.

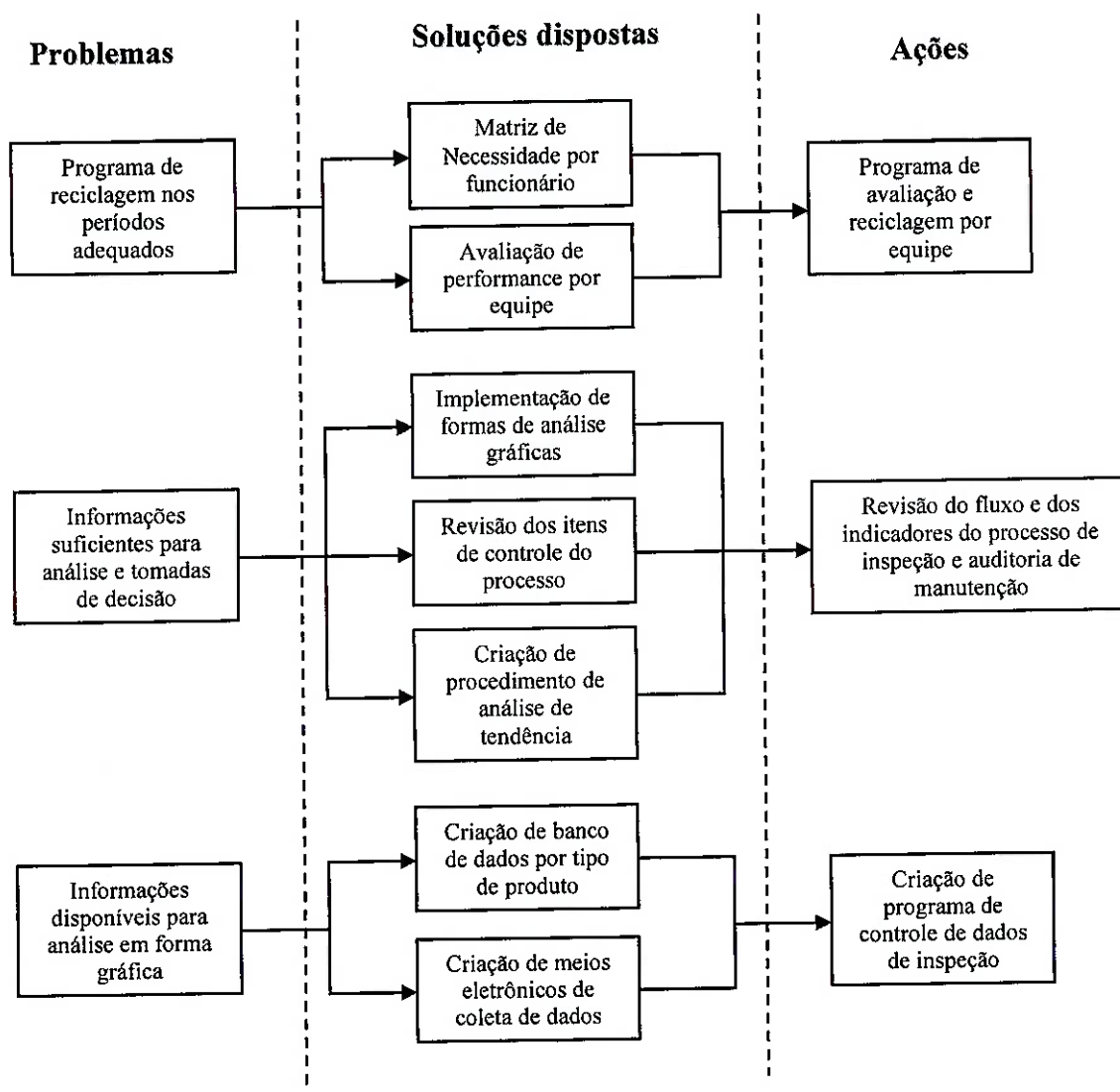


Figura 4.4.1 – Diagrama de relação

reclamações dos clientes, permitindo assim uma análise completa das tendências do processo produtivo sobre a visão das falhas internas e externas.

Conforme SLACK, NIGEL (1999, p 425):

Procurar tendências é um uso importante dos gráficos de controle. Se a tendência sugere que o processo está constantemente pior, então valerá a pena investigar o processo. Se a tendência está constantemente melhorando, ainda pode valer a pena investigar, tentando identificar o que está acontecendo, o que está fazendo o processo melhor.

Com o novo processo já traçado, podemos definir quais seriam os indicadores mais apropriados e seus formatos. Na figura 4.4.3 os indicadores foram dispostos sobre as respectivas fases do processo, e os detalhes operacionais destes indicadores constam na tabela 4.4.2 na forma de um padrão técnico do processo (CAMPOS, 2002) que contém as descrições dos testes a serem realizados.

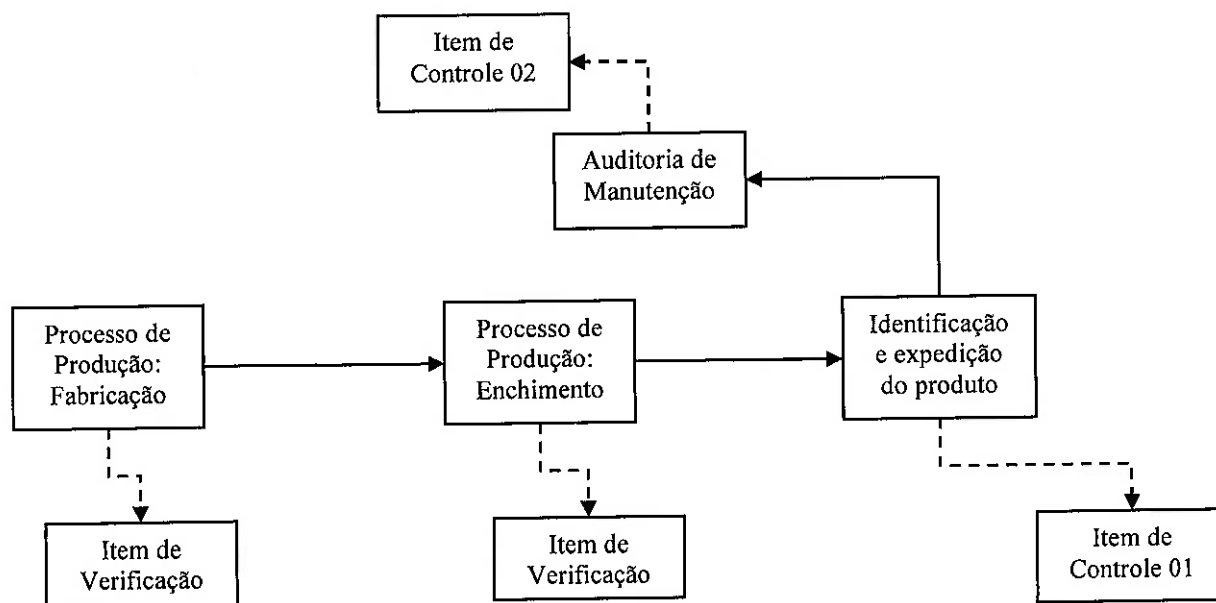


Figura 4.4.3 – Disposição dos indicadores do processo

Tabela 4.4.2 – Padrão Técnico de processo – Itens de controle

Processo	Item de Verificação	Descrição	Item de Controle	Responsável	Frequência	Equipamento de medida	Registro
Produção	Análise de variáveis	Viscosidade	N/A	Operador	A cada lote	Viscosímetro	Carta de controle de variáveis
		pH				pHmetro	
		Limpidez		Analista químico		Espectrofotometro	
		Teor de ativos				HPLC	
	Análise de Atributos	Rotulagem	N/A	Operador	A cada pallet completo	Tabela de Amostragem	Carta de controle de atributos
		Impressão					
		Codificação de lote					
		N/A	Percentual de não conformidades	Analista de qualidade	Mensal	N/A	Planilha de controle dos indicadores
Auditoria	N/A	N/A	Percentual de não conformidades	Analista de qualidade	Mensal	N/A	Planilha de controle dos indicadores

Para controle do programa de reciclagem dos treinamentos, cada equipe deverá ter o seu diagrama de necessidades e pontuação junto aos demais cadastros dos funcionários, no qual deverá constar:

- Capacidades necessárias
 - Escolaridade
 - Formação técnica
- Treinamentos necessários
 - Procedimentos
 - Métodos de teste
- Pontuação na auditoria
 - Últimos 12 meses
- Datas do próximo treinamento
 - Período máximo para reciclagem de 02 anos

Com as ações já definidas e as mudanças necessárias já detalhadas, para finalizar a fase de implementação das soluções propostas é necessário o desenho do cronograma, como disposto na figura 4.4.4.

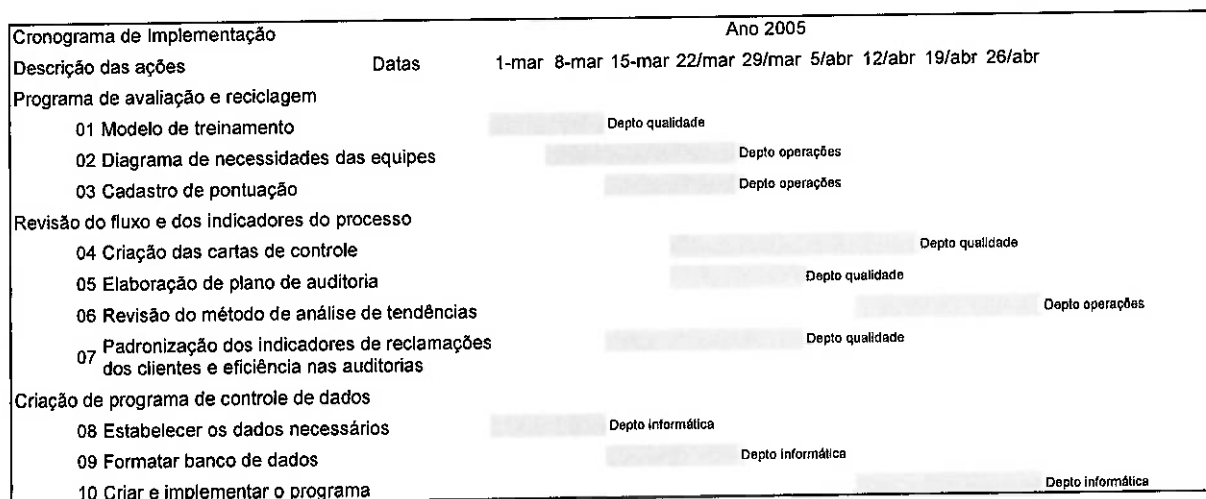


Figura 4.4.4 – Cronograma de implementação

4.5. DMAIC³ - CONTROLAR

Para verificação da eficácia das ações implementadas, foram verificados os indicadores inicialmente apresentados (Gráficos 4.1.1, 4.1.2 e 4.1.3) para comparação.

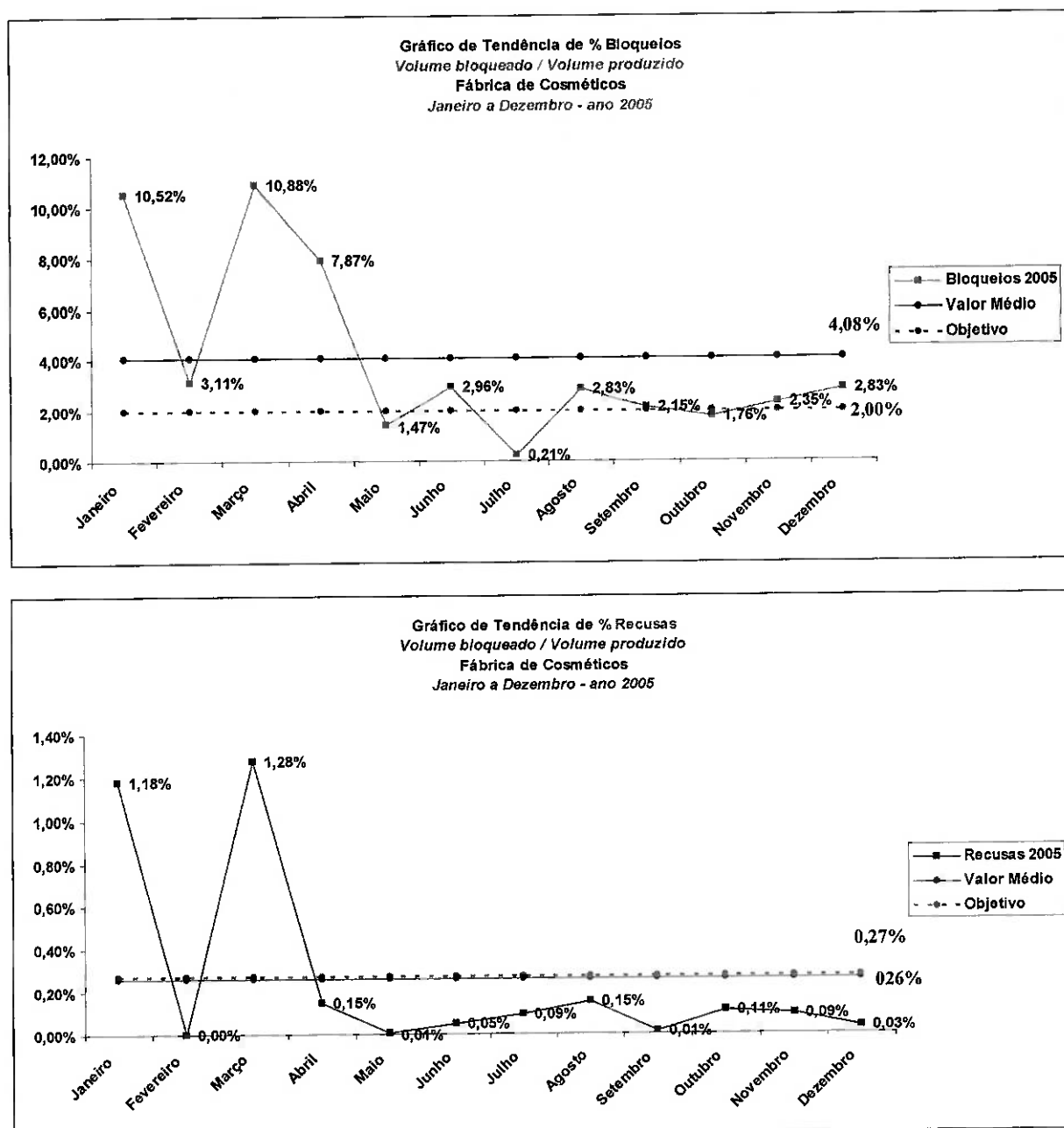


Gráfico 4.5.1 – Indicador de não conformidades - % de bloqueios e recusas

Como podemos verificar no gráfico 4.5.1, tivemos uma significativa melhoria no indicador de não conformidades, com a média anual de bloqueios caindo de 6,99% no ano de 2004 para 4,08% no ano de 2005, mas ainda não atingindo o objetivo proposto, e ainda a média anual de recusas caindo de 0,48% para 0,26%, neste caso atingindo o objetivo proposto.

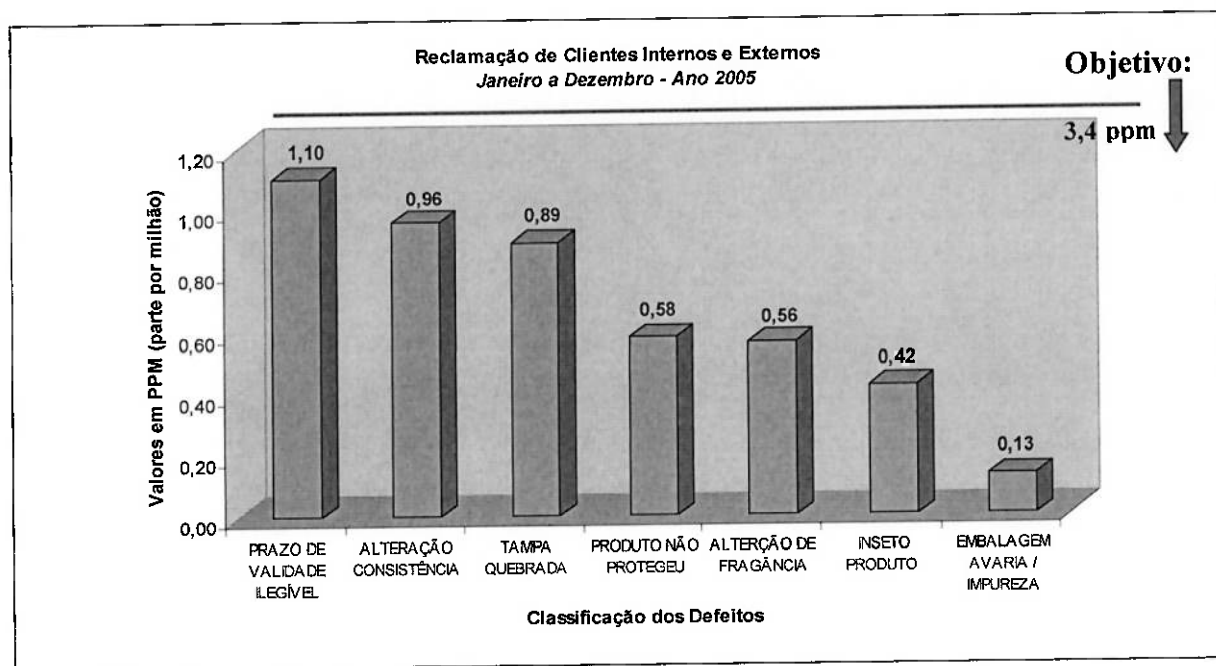


Gráfico 4.5.2 – Indicador de reclamações dos clientes

Já no gráfico 4.5.2 podemos verificar uma significativa queda no número de reclamações dos clientes com o objetivo proposto alcançado, entretanto as principais reclamações continuam sendo semelhantes.

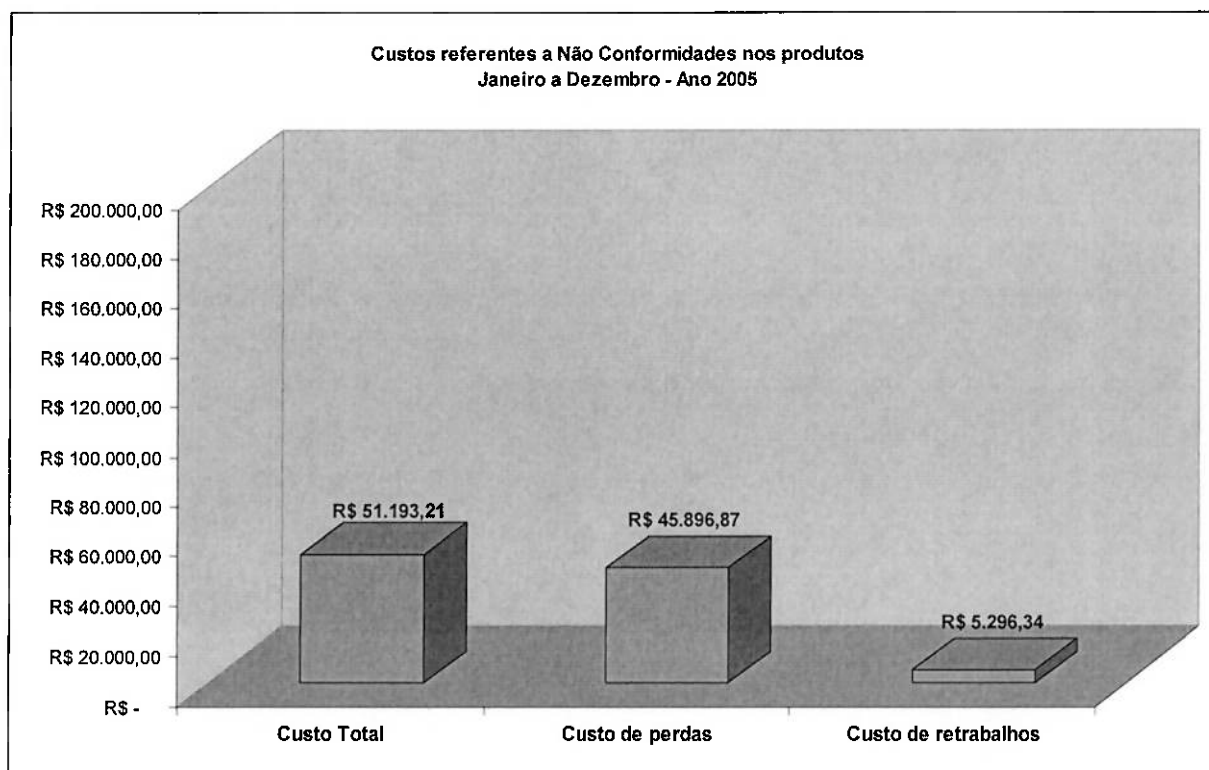


Gráfico 4.5.3 – Custos referentes a retrabalhos e perda de produtos

E em consequência dos dados apresentados nos gráficos anteriores, os custos referentes as perdas e recuperação de produtos também teve uma queda significativa, de aproximadamente R\$ 190.000,00 para cerca de R\$ 50.000,00 no ano de 2005, de acordo como gráfico 4.5.3.

5. CONCLUSÃO

Dentre todos os custos de qualidade, os custos de falha externa (aquela detectada pelo cliente final) são os mais representativos para uma empresa, tanto em termos financeiros como em relação à sua imagem e credibilidade.

Dentro desse contexto vimos neste trabalho, nos 3 estudos de caso, que existem diversas oportunidades de melhoria que podem ser implementadas no controle de qualidade dos casos estudados, através da aplicação de uma metodologia comum, o 6 Sigma, que pode ser fundamentado pelas palavras de Larry Schurski na *Competitive Advantage Magazine – Summer 2004*, onde, segundo ele (p.7):

[...] There must be tangible incentives associated with the operation and impact of the VOC process, those companies that were most effective had 20-33% of at-risk compensation associated with improvements. A clear, simple formula worked best complex formula diluted the impact of the VOC feed back.

de forma que os desvios da produção sejam identificados nas atividades de inspeção e auditoria do processo e do produto, antes do produto ser entregue ao cliente.

No estudo de caso 1 verificou-se que o índice de reclamações de clientes por tonelada de produto vendido se encontra acima do esperado. Três causas principais foram identificadas para este problema: repetibilidade e reprodutividade inadequada dos analistas que executam a análise do produto, falta de representatividade da amostragem utilizada na inspeção final do produto e validação inapropriada das análises da produção pelo laboratório. Em relação à repetibilidade e reprodutividade dos analistas verificou-se, através de estudos de RR, que este processo está adequado e que não necessita de melhorias. Com relação à representatividade da amostragem utilizada na inspeção final um resultado inesperado foi obtido. Após uma análise histórica dos dados de inspeção utilizando as cartas de controle do controle estatístico de processo (CEP), verificou-se que o processo se encontra muito instável, apresentando várias regras padrões de instabilidade listadas na tabela 2. O foco do estudo, que inicialmente estava

relacionado à falta de representatividade da amostragem no processo de inspeção final do produto, passou a ser o controle do processo de produção em si. De nada adiantaria buscar uma representatividade adequada da amostragem com um processo tão instável. A proposta de melhoria passou a ser então a adoção do CEP numa etapa anterior do processo de produção, para ser um alarme contra instabilidades do processo a fim de que ações preventivas sejam tomadas antes que o produto saia fora de especificação. Finalmente, com relação ao processo de auditoria realizado pelo laboratório, verificou-se que um critério mais restrito de validação das análises feitas pelos analistas da produção deve ser adotado para tornar a auditoria mais confiável.

No estudo de caso 2, no decorrer do processo de solução da problemática identificada, visualizamos potenciais causas em todas as vertentes do Diagrama de causas e efeitos, algumas mais e outras menos representativas para os resultados, medimos todas, avaliamos algumas, identificamos ações de melhoria para poucas e ainda estamos perseguindo esse plano que visa se completar em 2006. Percebemos ainda que as diretrizes e procedimentos que regimentam cada uma das auditorias e inspeções estavam progredindo em desacordo com as expectativas do cliente externo, que na realidade é objetivo número 1, o que requer muito esforço e redirecionamento dos esforços internos rumo as indicações de descontentamento do consumidor. Tais preocupações foram endereçadas nesse trabalho e, como visão otimista, entendemos que, além de trazer uma melhoria significativa na diferença hoje existente entre os problemas relatados interna e externamente, ajudarão a resolver grandes preocupações preventivamente. Finalizando, consideramos, segundo a bibliografia aplicada, fundamental que sejam revistos e atualizados todos os procedimentos e regras para que as ações não funcionem como andorinhas de verão, que vem e vão sem mais nem menos, e sim como cultura que deve se perpetuar por toda a organização.

No estudo de caso 3, após o desenho e implementação de um novo processo produtivo, é estritamente necessário que seja estabelecido em paralelo a este, um processo de inspeção e auditoria de manutenção, para que seja possível avaliar, ainda durante o processo e preferencialmente antes que os produtos cheguem às mãos dos clientes, qual a condição atual de variação do processo. Ainda que durante o desenvolvimento do processo sejam utilizadas as mais variadas técnicas e ferramentas de qualidade e os processos sejam devidamente validados, as variações dos fatores que alimentam o processo ao longo do tempo, como por exemplo, variação de mão de obra (novas pessoas, experiência na função, motivação), variação dos equipamentos (manutenção, calibração, confiabilidade) e variações do meio ambiente (estações climáticas). Criam a necessidade de um monitoramento das principais saídas dos processos por meio de inspeções, e mesmo das variações neste sistema de inspeção por meio da auditoria de manutenção. Entretanto não podemos perder de vista que o processo de inspeção e auditoria de manutenção é um processo como outro qualquer, portanto necessita ser cuidadosamente projetado e executado de acordo com os procedimentos estabelecidos, para que possa ser comprovadamente eficiente em seus objetivos. Além disso, deve-se desenhá-lo para que seja uma ferramenta de indicação para ações preventivas, revelando, através dos dados disponíveis, a tendência do processo inspecionado, e não indicando problemas somente após o acontecimento dos mesmos, tornando-se assim uma ferramenta útil para redução dos custos de perdas e recuperações.

REFERÊNCIAS

- BUSSAB, W. O. **Estatística Básica**. 5ª Edição. Editora Saraiva, 2003.
- CALEGARE, A. J. A. **Conhecendo o Controle Estatístico de Processos**. International Quality Systems S/C Ltda, 2001.
- CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. 8ª edição – Belo horizonte, Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002, p. 83 e p. 127-128
- COMPETITIVE ADVANTAGE MAGAZINE** (SPRING 2004 - VOLUME 12 - NUMBER 2) - ASQ (American Society For Quality). Auxiliar em 6 Sigmas.
- COMPETITIVE ADVANTAGE MAGAZINE** (SUMMER 2004 - VOLUME 12 - NUMBER 3) - ASQ (American Society For Quality). Auxiliar em 6 Sigmas.
- DOMENECH, C. H. **Análise de Repetibilidade e Reprodutibilidade para Dados Atributo**. Revista Banas Qualidade, 2004.
- ITIKAWA, R. **Metodologia “Six Sigma” para a Excelência**. Notas de Aula da Disciplina EQ-32 do Curso de Pós-Graduação de Engenharia da Qualidade da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2003.
- QUALITY PROGRESS MAGAZINE** (SEPTEMBER 2004) - ASQ (American Society For Quality) Auxiliar em 6 Sigmas (p. 57-62).
- SLACK, N. **Administração de Produção**. Edição Compacta - São Paulo, Editora Atlas, 1999, p. 425
- Harry, Mikel, Ph.D., and Schroeder, Richard. **SIX SIGMA The Breakthrough Management Strategy, Revolutionizing The World's Top Corporations**. First Edition – New York, Editora Currency Doubleday, 2000, p. 144, 145 e 283

GLOSSÁRIO

Tegma	Empresa terceirizada de movimentação de veículos acabados e aprovados
Mosof	Empresa terceirizada de movimentação de veículos acabados e aprovados
FTT	Indicador interno de qualidade que visa medir o índice de veículo aprovados pela primeira vez na inspeção final de veículos
TGW	Indicador externo de qualidade que visa, através de pesquisa telefônica a clientes que tenham adquirido o veículo no período máximo de 3 meses, resgatar informações de possíveis problemas técnicos ou funcionais que tenha havido com o objeto de sua
QLS	Sistema computadorizado interno de coleta de dados de rejeição interna de veículos
C/1000	Indicador interno de qualidade que visa medir o índice de problemas encontrados em veículos rejeitados pela inspeção final de veículos
GQRS	Sistema de pesquisa gerenciado por um órgão externo a companhia que visa identificar 2 aspectos básicos de qualidade de nossos veículos, o montante de problemas por veículo (TGW/1000) e o índice de satisfação dos clientes (HS)
HS	Indicador externo de qualidade que visa, através de pesquisa telefônica a clientes que tenham adquirido o veículo no período máximo de 3 meses, entender o nível de satisfação desses com nossos produtos
VRT	Times de redução de variabilidade, os quais através de uma descrição de função específica, procuram resolver os problemas de qualidades respectivos, temos em nossa operação, 11 sub-sistemas (Superfície, Infiltração d'água, ruídos de vento, pintura, ruídos, mecanismos, acabamento interno, acabamento externo, elétrico, chassis e motores)

DPMO	Índice de defeitos, o qual utilizamos para prever o potencial de falha do processo
Z	Valor de Sigmas do processo, utilizado para quantificar a robustez do processo,
CPA	Sistema de auditoria do produto final
PPU	Sistema de pontuação de qualidade utilizada pelo CPA
CAI	Sistema de inspeção 100% com a visão do cliente final
FAI	Sistema de inspeção 100% com a visão técnica de produto
<i>Stop Shipment</i>	Sistema de bloqueio de faturamento de veículos acabados
ISPC	Sistema de gerenciamento de qualidade executada pela própria produção
<i>Check list</i>	Listagem compilada de defeitos conhecidos no veículo
<i>6 Sigma Kaizen</i>	Sistemática de resolução de problemas, que usa como metodologia um 6 sigma rápido aplicado a assuntos específicos
VOGO	Divisão corporativa de manufatura, localizada na Matriz
<i>Mix</i>	Relação de catálogos a serem produzidos por período de tempo
Q1	Qualidade 1 – Premiação de qualidade cedida aos fornecedores mediante o atendimento a inúmeras questões ligadas a sistema de qualidade

ANEXO A – Dados históricos de medição da propriedade “A” do produto 1

Dia	Hora	Medição	Dia	Hora	Medição	Dia	Hora	Medição
1/1/2004	00H	0,1	13/1/2004	00H	0,06	25/1/2004	00H	0,09
	04H	0,11		04H	0,07		04H	0,08
	08H	0,09		08H	0,09		08H	0,07
	12H	0,1		12H	0,08		12H	0,1
	16H	0,13		16H	0,12		16H	0,08
2/1/2004	20H	0,1	14/1/2004	20H	0,1	1/2/2004	20H	0,1
	00H	0,1		00H	0,08		00H	0,1
	04H	0,11		04H	0,1		04H	0,09
	08H	0,08		08H	0,09		08H	0,09
	12H	0,1		12H	0,11		12H	0,1
3/1/2004	16H	0,1	15/1/2004	16H	0,12	2/2/2004	16H	0,09
	20H	0,09		20H	0,11		20H	0,11
	00H	0,1		00H	0,1		00H	0,1
	04H	0,09		04H	0,1		04H	0,1
	08H	0,09		08H	0,09		08H	0,09
4/1/2004	12H	0,08	16/1/2004	12H	0,13	3/2/2004	12H	0,09
	16H	0,09		16H	0,08		16H	0,07
	20H	0,1		20H	0,1		20H	0,07
	00H	0,09		00H	0,13		00H	0,11
	04H	0,09		04H	0,08		04H	0,11
5/1/2004	08H	0,09	17/1/2004	08H	0,12	4/2/2004	08H	0,11
	12H	0,1		12H	0,1		12H	0,08
	16H	0,08		16H	0,1		16H	0,09
	20H	0,1		20H	0,1		20H	0,1
	00H	0,1	18/1/2004	00H	0,09	5/2/2004	00H	0,06
6/1/2004	04H	0,1		04H	0,09		04H	0,08
	08H	0,10		08H	0,10		08H	0,09
	12H	0,12		12H	0,12		12H	0,1
	16H	0,12		16H	0,1		16H	0,07
7/1/2004	20H	0,1	19/1/2004	20H	0,08	6/2/2004	20H	0,09
	00H	0,1		00H	0,1		00H	0,06
	04H	0,07		04H	0,1		04H	0,06
	08H	0,09		08H	0,09		08H	0,05
	12H	0,1	20/1/2004	12H	0,08	7/2/2004	12H	0,08
8/1/2004	16H	0,11		16H	0,1		16H	0,09
	20H	0,09		20H	0,09		20H	0,08
	00H	0,09	21/1/2004	00H	0,11	8/2/2004	00H	0,07
	04H	0,11		04H	0,11		04H	0,09
9/1/2004	08H	0,10		08H	0,10		08H	0,08
	12H	0,12		12H	0,08		12H	0,08
	16H	0,08	22/1/2004	16H	0,09	9/2/2004	16H	0,13
10/1/2004	20H	0,1		20H	0,1		20H	0,11
	00H	0,08		00H	0,11		00H	0,09
	04H	0,1		04H	0,09		04H	0,09
	08H	0,11	23/1/2004	08H	0,09	10/2/2004	08H	0,09
11/1/2004	12H	0,11		12H	0,1		12H	0,15
	16H	0,12		16H	0,12		16H	0,12
	20H	0,07		20H	0,1		20H	0,09
	00H	0,11	24/1/2004	00H	0,08	11/2/2004	00H	0,1
12/1/2004	04H	0,1		04H	0,09		04H	0,09
	08H	0,12		08H	0,08		08H	0,09
	12H	0,11		12H	0,09		12H	0,08
	16H	0,12		16H	0,12		16H	0,07
12/1/2004	20H	0,09	25/1/2004	20H	0,1	1/2/2004	20H	0,09
	00H	0,08		00H	0,11		00H	0,09
	04H	0,08		04H	0,1		04H	0,09
	08H	0,09		08H	0,09		08H	0,08
	12H	0,11		12H	0,11		12H	0,1
12/1/2004	16H	0,09	26/1/2004	16H	0,09	2/2/2004	16H	0,08
	20H	0,11		20H	0,05		20H	0,06

Continua

Continuação

Dia	Hora	Medição	Dia	Hora	Medição	Dia	Hora	Medição
12/2/2004	00H	0,07	24/2/2004	00H	0,08	10/3/2004	00H	0,1
	04H	0,07		04H	0,06		04H	0,09
	08H	0,09		08H	0,07		08H	0,10
	12H	0,07		12H	0,08		12H	0,07
	16H	0,1		16H	0,09		16H	0,09
13/2/2004	20H	0,1	25/2/2004	20H	0,11	11/3/2004	20H	0,09
	00H	0,1		00H	0,08		00H	0,11
	04H	0,08		04H	0,08		04H	0,09
	08H	0,10		08H	0,08		08H	0,10
	12H	0,09		12H	0,07		12H	0,09
14/2/2004	16H	0,11	26/2/2004	16H	0,1	12/3/2004	16H	0,08
	20H	0,1		20H	0,09		20H	0,07
	00H	0,15		00H	0,09		00H	0,1
	04H	0,1		04H	0,08		04H	0,1
	08H	0,10		08H	0,08		08H	0,10
15/2/2004	12H	0,08	27/2/2004	12H	0,09	13/3/2004	12H	0,1
	16H	0,1		16H	0,09		16H	0,07
	20H	0,09		20H	0,1		20H	0,08
	00H	0,11		00H	0,09		00H	0,09
	04H	0,09		04H	0,11		04H	0,1
16/2/2004	08H	0,10	28/2/2004	08H	0,08	14/3/2004	08H	0,11
	12H	0,06		12H	0,1		12H	0,1
	16H	0,08		16H	0,09		16H	0,07
	20H	0,09		20H	0,07		20H	0,09
	00H	0,09		00H	0,08		00H	0,16
17/2/2004	04H	0,08	29/2/2004	04H	0,07	15/3/2004	04H	0,08
	08H	0,09		08H	0,09		08H	0,10
	12H	0,08		12H	0,1		12H	0,1
	16H	0,08		16H	0,09		16H	0,07
	20H	0,08		20H	0,08		20H	0,09
18/2/2004	00H	0,1	1/3/2004	00H	0,08	16/3/2004	00H	0,14
	04H	0,09		04H	0,07		04H	0,09
	08H	0,12		08H	0,08		08H	0,10
	12H	0,11		12H	0,09		12H	0,11
	16H	0,12		16H	0,09		16H	0,15
19/2/2004	20H	0,1	2/3/2004	20H	0,08	17/3/2004	20H	0,1
	00H	0,1		00H	0,07		00H	0,1
	04H	0,11		04H	0,09		04H	0,08
	08H	0,11		08H	0,07		08H	0,09
	12H	0,08		12H	0,08		12H	0,1
20/2/2004	16H	0,09	3/3/2004	16H	0,08	18/3/2004	16H	0,09
	20H	0,1		20H	0,1		20H	0,12
	00H	0,12		00H	0,18		00H	0,08
	04H	0,09		04H	0,12		04H	0,090
	08H	0,10		08H	0,10		08H	0,07
21/2/2004	12H	0,09	6/3/2004	12H	0,07	19/3/2004	12H	0,11
	16H	0,09		16H	0,09		16H	0,09
	20H	0,09		20H	0,08		20H	0,1
	00H	0,09		00H	0,13		00H	0,07
	04H	0,1		04H	0,11		04H	0,080
22/2/2004	08H	0,09	7/3/2004	08H	0,10	20/3/2004	08H	0,07
	12H	0,1		12H	0,07		12H	0,09
	16H	0,1		16H	0,1		16H	0,1
	20H	0,08		20H	0,1		20H	0,1
	00H	0,09		00H	0,11		00H	0,1
23/2/2004	04H	0,09	9/3/2004	04H	0,11	22/3/2004	04H	0,100
	08H	0,08		08H	0,12		08H	0,09
	12H	0,08		12H	0,12		12H	0,11
	16H	0,09		16H	0,11		16H	0,12
	20H	0,09		20H	0,1		20H	0,11
	00H	0,09		00H	0,13		00H	0,1
	04H	0,11		04H	0,12		04H	0,080
	08H	0,09		08H	0,12		08H	0,09
	12H	0,08		12H	0,09		12H	0,12
	16H	0,09		16H	0,08		16H	0,1
	20H	0,1		20H	0,08		20H	0,1

Continuação

Dia	Hora	Medição	Dia	Hora	Medição	Dia	Hora	Medição
23/3/2004	00H	0,1	6/4/2004	02H	0,07	19/4/2004	02H	0,12
	04H	0,130		06H	0,090		06H	0,11
	08H	0,14		10H	0,09		10H	0,10
	12H	0,1		14H	0,09		14H	0,11
	16H	0,12		18H	0,11		18H	0,06
	20H	0,11		22H	0,1		22H	0,08
24/3/2004	00H	0,11	7/4/2004	02H	0,1	20/4/2004	02H	0,11
	04H	0,120		06H	0,08		06H	0,10
	08H	0,11		10H	0,10		10H	0,11
	12H	0,12		14H	0,09		14H	0,11
	16H	0,1		18H	0,12		18H	0,09
	20H	0,1		22H	0,1		22H	0,12
25/3/2004	00H	0,11	8/4/2004	02H	0,1	21/4/2004	02H	0,08
	04H	0,140		06H	0,08		06H	0,09
	08H	0,13		10H	0,10		10H	0,10
	12H	0,07		14H	0,09		14H	0,12
	16H	0,11		18H	0,09		18H	0,08
	20H	0,09		22H	0,08		22H	0,08
26/3/2004	00H	0,12	9/4/2004	02H	0,09	22/4/2004	02H	0,14
	04H	0,110		06H	0,08		06H	0,10
	08H	0,12		10H	0,10		10H	0,11
	12H	0,08		14H	0,1		14H	0,1
	16H	0,11		18H	0,09		18H	0,12
	20H	0,12		22H	0,09		22H	0,13
27/3/2004	00H	0,1	10/4/2004	02H	0,11	23/4/2004	02H	0,11
	04H	0,090		06H	0,09		06H	0,11
	08H	0,09		10H	0,09		10H	0,11
	12H	0,09		14H	0,11		14H	0,1
	16H	0,12		18H	0,11		18H	0,13
	20H	0,1		22H	0,11		22H	0,11
28/3/2004	00H	0,11	11/4/2004	02H	0,11	24/4/2004	02H	0,09
	04H	0,100		06H	0,09		06H	0,13
	08H	0,10		10H	0,09		10H	0,11
	12H	0,07		14H	0,11		14H	0,12
	16H	0,11		18H	0,09		18H	0,12
	20H	0,12		22H	0,11		22H	0,11
29/3/2004	00H	0,12	12/4/2004	02H	0,11	26/4/2004	02H	0,07
	04H	0,100		06H	0,11		06H	0,08
	08H	0,10		10H	0,11		10H	0,11
	12H	0,08		14H	0,1		14H	0,11
	16H	0,1		18H	0,12		18H	0,12
	20H	0,08		22H	0,11		22H	0,1
1/4/2004	02H	0,1	13/4/2004	02H	0,1	27/4/2004	02H	0,1
	06H	0,110		06H	0,12		06H	0,12
	10H	0,12		10H	0,09		10H	0,11
	14H	0,12		14H	0,09		14H	0,11
	18H	0,12		18H	0,11		18H	0,11
	22H	0,09		22H	0,11		22H	0,12
2/4/2004	02H	0,09	15/4/2004	02H	0,1	28/4/2004	02H	0,11
	06H	0,090		06H	0,09		06H	0,10
	10H	0,12		10H	0,08		10H	0,11
	14H	0,13		14H	0,1		14H	0,12
	18H	0,11		18H	0,1		18H	0,12
	22H	0,12		22H	0,1		22H	0,12
3/4/2004	02H	0,08	16/4/2004	02H	0,1	29/4/2004	02H	0,11
	06H	0,100		06H	0,10		06H	0,14
	10H	0,12		10H	0,07		10H	0,10
	14H	0,12		14H	0,08		14H	0,1
	18H	0,09		18H	0,1		18H	0,12
	22H	0,11		22H	0,1		22H	0,1
4/4/2004	02H	0,08	17/4/2004	02H	0,09	30/4/2004	02H	0,1
	06H	0,080		06H	0,11		06H	0,12
	10H	0,11		10H	0,12		10H	0,10
	14H	0,09		14H	0,1		14H	0,1
	18H	0,08		18H	0,1		18H	0,11
	22H	0,11		22H	0,09		22H	0,1
5/4/2004	02H	0,1	18/4/2004	02H	0,12	1/5/2004	02H	0,11
	06H	0,100		06H	0,13		06H	0,10
	10H	0,11		10H	0,10		10H	0,09
	14H	0,09		14H	0,09		14H	0,1
	18H	0,11		18H	0,08		18H	0,11
	22H	0,1		22H	0,08		22H	0,1

Continuação

Dia	Hora	Medição	Dia	Hora	Medição	Dia	Hora	Medição
2/5/2004	02H	0,11	15/5/2004	02H	0,11	30/5/2004	02H	0,11
	06H	0,10		06H	0,12		06H	0,12
	10H	0,10		10H	0,11		10H	0,12
	14H	0,1		14H	0,12		14H	0,1
	18H	0,12		18H	0,1		18H	0,11
3/5/2004	22H	0,12	16/5/2004	22H	0,09	31/5/2004	22H	0,09
	02H	0,1		02H	0,1		02H	0,11
	06H	0,11		06H	0,09		06H	0,09
	10H	0,09		10H	0,08		10H	0,12
	14H	0,1		14H	0,09		14H	0,11
5/5/2004	18H	0,14	17/5/2004	18H	0,09	1/6/2004	18H	0,11
	22H	0,13		22H	0,09		22H	0,1
	02H	0,1		02H	0,1		02H	0,09
	06H	0,11		06H	0,11		06H	0,10
	10H	0,07		10H	0,09		10H	0,08
6/5/2004	14H	0,08	18/5/2004	14H	0,08	2/6/2004	14H	0,1
	18H	0,09		18H	0,11		18H	0,1
	22H	0,1		22H	0,11		22H	0,09
	02H	0,11		02H	0,1		02H	0,12
	06H	0,10		06H	0,11		06H	0,11
7/5/2004	10H	0,09	19/5/2004	10H	0,06	3/6/2004	10H	0,12
	14H	0,1		14H	0,08		14H	0,11
	18H	0,07		18H	0,11		18H	0,11
	22H	0,06		22H	0,11		22H	0,09
	02H	0,11	20/5/2004	02H	0,11	4/6/2004	02H	0,11
8/5/2004	06H	0,10		06H	0,09		06H	0,11
	10H	0,11		10H	0,09		10H	0,09
	14H	0,13		14H	0,1		14H	0,1
	18H	0,08		18H	0,11		18H	0,12
9/5/2004	22H	0,1	21/5/2004	22H	0,11	5/6/2004	22H	0,12
	02H	0,09		02H	0,09		02H	0,11
	06H	0,09		06H	0,09		06H	0,11
	10H	0,10		10H	0,09		10H	0,09
	14H	0,1		14H	0,1		14H	0,09
10/5/2004	18H	0,07	22/5/2004	18H	0,08	6/6/2004	18H	0,11
	22H	0,09		22H	0,08		22H	0,1
	02H	0,11		02H	0,1		02H	0,12
	06H	0,10		06H	0,11		06H	0,10
	10H	0,11		10H	0,09		10H	0,10
11/5/2004	14H	0,1	23/5/2004	14H	0,1	7/6/2004	14H	0,09
	18H	0,06		18H	0,1		18H	0,11
	22H	0,1		22H	0,12		22H	0,1
	02H	0,08		02H	0,1		02H	0,11
	06H	0,09		06H	0,11		06H	0,10
12/5/2004	10H	0,10	26/5/2004	10H	0,11	8/6/2004	10H	0,09
	14H	0,09		14H	0,09		14H	0,11
	18H	0,13		18H	0,09		18H	0,11
	22H	0,11		22H	0,09		22H	0,11
	02H	0,1	28/5/2004	02H	0,08	9/6/2004	02H	0,09
13/5/2004	06H	0,09		06H	0,10		06H	0,08
	10H	0,09		10H	0,10		10H	0,09
	14H	0,1		14H	0,11		14H	0,11
	18H	0,1		18H	0,09		18H	0,09
14/5/2004	22H	0,11	29/5/2004	22H	0,12	10/6/2004	22H	0,09
	02H	0,08		02H	0,11		02H	0,1
	06H	0,10		06H	0,09		06H	0,10
	10H	0,11		10H	0,11		10H	0,08
	14H	0,09		14H	0,09		14H	0,1
	18H	0,09		18H	0,12		18H	0,09
	22H	0,09		22H	0,1		22H	0,09
	02H	0,09		02H	0,09		02H	0,11
	06H	0,08		06H	0,08		06H	0,11
	10H	0,08		10H	0,09		10H	0,10
	14H	0,1		14H	0,08		14H	0,11
	18H	0,1		18H	0,1		18H	0,08
	22H	0,09		22H	0,11		22H	0,1

Continuação

Dia	Hora	Medição	Dia	Hora	Medição	Dia	Hora	Medição
11/6/2004	02H	0,11	25/6/2004	02H	0,09	7/7/2004	02H	0,11
	06H	0,11		06H	0,08		06H	0,12
	10H	0,12		10H	0,09		10H	0,11
	14H	0,09		14H	0,09		14H	0,12
	18H	0,1		18H	0,12		18H	0,1
12/6/2004	22H	0,08	26/6/2004	22H	0,11	8/7/2004	22H	0,09
	02H	0,11		02H	0,17		02H	0,13
	06H	0,09		06H	0,14		06H	0,12
	10H	0,13		10H	0,13		10H	0,08
	14H	0,12		14H	0,1		14H	0,08
13/6/2004	18H	0,1	27/6/2004	18H	0,1	9/7/2004	18H	0,11
	22H	0,1		22H	0,09		22H	0,12
	02H	0,15		02H	0,12		02H	0,11
	06H	0,12		06H	0,12		06H	0,12
	10H	0,13		10H	0,11		10H	0,11
16/6/2004	14H	0,1	28/6/2004	14H	0,11	10/7/2004	14H	0,1
	18H	0,11		18H	0,09		18H	0,11
	22H	0,11		22H	0,08		22H	0,12
	02H	0,1		02H	0,11		02H	0,09
	06H	0,08		06H	0,12		06H	0,09
17/6/2004	10H	0,10	29/6/2004	10H	0,11	11/7/2004	10H	0,10
	14H	0,09		14H	0,11		14H	0,12
	18H	0,11		18H	0,1		18H	0,1
	22H	0,11		22H	0,09		22H	0,11
	02H	0,1	30/6/2004	02H	0,12	12/7/2004	02H	0,11
18/6/2004	06H	0,09		06H	0,11		06H	0,09
	10H	0,11		10H	0,12		10H	0,10
	14H	0,12		14H	0,11		14H	0,09
	18H	0,09		18H	0,1		18H	0,09
19/6/2004	22H	0,09	1/7/2004	22H	0,1	13/7/2004	22H	0,1
	02H	0,1		02H	0,1		02H	0,1
	06H	0,09		06H	0,12		06H	0,09
	10H	0,10		10H	0,11		10H	0,10
	14H	0,11		14H	0,09		14H	0,09
20/6/2004	18H	0,09	2/7/2004	18H	0,12	14/7/2004	18H	0,08
	22H	0,09		22H	0,11		22H	0,09
	02H	0,11		02H	0,09		02H	0,11
	06H	0,11		06H	0,09		06H	0,11
	10H	0,09		10H	0,10		10H	0,06
21/6/2004	14H	0,1	3/7/2004	14H	0,08	15/7/2004	14H	0,08
	18H	0,09		18H	0,11		18H	0,11
	22H	0,09		22H	0,12		22H	0,09
	02H	0,11		02H	0,08		02H	0,11
	06H	0,12		06H	0,10		06H	0,10
22/6/2004	10H	0,12	4/7/2004	10H	0,08	16/7/2004	10H	0,15
	14H	0,11		14H	0,09		14H	0,12
	18H	0,07		18H	0,12		18H	0,09
	22H	0,1		22H	0,11		22H	0,1
	02H	0,11	5/7/2004	02H	0,1	17/7/2004	02H	0,11
23/6/2004	06H	0,12		06H	0,10		06H	0,12
	10H	0,10		10H	0,09		10H	0,12
	14H	0,09		14H	0,1		14H	0,12
	18H	0,11		18H	0,09		18H	0,12
24/6/2004	22H	0,1		22H	0,12	18/7/2004	22H	0,11
	02H	0,08	6/7/2004	02H	0,09		02H	0,12
	06H	0,07		06H	0,10		06H	0,10
	10H	0,08		10H	0,11		10H	0,12
	14H	0,09		14H	0,12		14H	0,13
	18H	0,09		18H	0,09		18H	0,11
	22H	0,09		22H	0,09		22H	0,1

Continuação

Dia	Hora	Medição	Dia	Hora	Medição	Dia	Hora	Medição
19/7/2004	02H	0,13	31/7/2004	02H	0,1	12/8/2004	02H	0,13
	06H	0,11		06H	0,11		06H	0,11
	10H	0,10		10H	0,09		10H	0,10
	14H	0,09		14H	0,1		14H	0,09
	18H	0,12		18H	0,16		18H	0,11
20/7/2004	22H	0,13	1/8/2004	22H	0,1	14/8/2004	22H	0,11
	02H	0,13		02H	0,1		02H	0,12
	06H	0,11		06H	0,10		06H	0,10
	10H	0,11		10H	0,10		10H	0,11
	14H	0,11		14H	0,1		14H	0,11
21/7/2004	18H	0,12	2/8/2004	18H	0,1	15/8/2004	18H	0,11
	22H	0,12		22H	0,1		22H	0,1
	02H	0,1		02H	0,1		02H	0,09
	06H	0,09		06H	0,10		06H	0,10
	10H	0,13		10H	0,10		10H	0,10
22/7/2004	14H	0,11	3/8/2004	14H	0,12	16/8/2004	14H	0,12
	18H	0,1		18H	0,11		18H	0,12
	22H	0,1		22H	0,1		22H	0,13
	02H	0,09		02H	0,11		02H	0,12
	06H	0,10		06H	0,11		06H	0,13
23/7/2004	10H	0,10	4/8/2004	10H	0,11	17/8/2004	10H	0,09
	14H	0,11		14H	0,12		14H	0,1
	18H	0,11		18H	0,1		18H	0,08
	22H	0,1		22H	0,11		22H	0,08
	02H	0,09		02H	0,1		02H	0,11
24/7/2004	06H	0,10	5/8/2004	06H	0,11	18/8/2004	06H	0,11
	10H	0,11		10H	0,11		10H	0,10
	14H	0,11		14H	0,1		14H	0,08
	18H	0,11		18H	0,12		18H	0,11
	22H	0,09		22H	0,12		22H	0,09
25/7/2004	02H	0,13	6/8/2004	02H	0,1	19/8/2004	02H	0,11
	06H	0,11		06H	0,12		06H	0,11
	10H	0,10		10H	0,10		10H	0,12
	14H	0,09		14H	0,09		14H	0,11
	18H	0,1		18H	0,12		18H	0,1
26/7/2004	22H	0,11	7/8/2004	22H	0,12	20/8/2004	22H	0,09
	02H	0,11		02H	0,11		02H	0,12
	06H	0,13		06H	0,10		06H	0,11
	10H	0,09		10H	0,09		10H	0,12
	14H	0,1		14H	0,1		14H	0,13
27/7/2004	18H	0,11	8/8/2004	18H	0,13	21/8/2004	18H	0,1
	22H	0,12		22H	0,12		22H	0,1
	02H	0,12		02H	0,1		02H	0,1
	06H	0,10		06H	0,10		06H	0,09
	10H	0,12		10H	0,11		10H	0,11
28/7/2004	14H	0,1	9/8/2004	14H	0,12	2/9/2004	14H	0,11
	18H	0,1		18H	0,13		18H	0,08
	22H	0,12		22H	0,11		22H	0,09
	02H	0,09		02H	0,1		02H	0,1
	06H	0,11		06H	0,10		06H	0,09
29/7/2004	10H	0,09	10/8/2004	10H	0,11	3/9/2004	10H	0,10
	14H	0,09		14H	0,11		14H	0,09
	18H	0,11		18H	0,1		18H	0,29
	22H	0,1		22H	0,09		22H	0,1
	02H	0,12		02H	0,1		02H	0,11
30/7/2004	06H	0,12	11/8/2004	06H	0,10	4/9/2004	06H	0,12
	10H	0,11		10H	0,11		10H	0,10
	14H	0,1		14H	0,12		14H	0,09
	18H	0,1		18H	0,1		18H	0,1
	22H	0,12		22H	0,13		22H	0,14
	02H	0,09		02H	0,12		02H	0,11
	06H	0,09		06H	0,11		06H	0,10
	10H	0,11		10H	0,12		10H	0,08
	14H	0,1		14H	0,12		14H	0,08
	18H	0,1		18H	0,13		18H	0,08
	22H	0,16		22H	0,1		22H	0,06

Continuação

Dia	Hora	Medição	Dia	Hora	Medição	Dia	Hora	Medição
5/9/2004	02H	0,09	17/9/2004	02H	0,13	1/10/2004	02H	0,07
	06H	0,10		06H	0,12		06H	0,09
	10H	0,11		10H	0,08		10H	0,11
	14H	0,09		14H	0,09		14H	0,11
	18H	0,08		18H	0,1		18H	0,12
6/9/2004	22H	0,09	18/9/2004	22H	0,11	2/10/2004	22H	0,15
	02H	0,1		02H	0,14		02H	0,11
	06H	0,09		06H	0,12		06H	0,15
	10H	0,12		10H	0,10		10H	0,11
	14H	0,11		14H	0,1		14H	0,1
7/9/2004	18H	0,1	21/9/2004	18H	0,12	3/10/2004	18H	0,1
	22H	0,07		22H	0,13		22H	0,1
	02H	0,1		02H	0,12		02H	0,12
	06H	0,15		06H	0,13		06H	0,12
	10H	0,13		10H	0,10		10H	0,11
8/9/2004	14H	0,12	22/9/2004	14H	0,08	5/10/2004	14H	0,09
	18H	0,1		18H	0,07		18H	0,1
	22H	0,07		22H	0,07		22H	0,13
	02H	0,1		02H	0,11		02H	0,17
	06H	0,07		06H	0,11		06H	0,15
9/9/2004	10H	0,09	23/9/2004	10H	0,07	6/10/2004	10H	0,13
	14H	0,11		14H	0,07		14H	0,1
	18H	0,07		18H	0,08		18H	0,1
	22H	0,09		22H	0,07		22H	0,13
	02H	0,13		02H	0,11		02H	0,17
10/9/2004	06H	0,11	24/9/2004	06H	0,12	7/10/2004	06H	0,13
	10H	0,15		10H	0,12		10H	0,11
	14H	0,12		14H	0,13		14H	0,08
	18H	0,12		18H	0,1		18H	0,12
	22H	0,11		22H	0,07		22H	0,13
11/9/2004	02H	0,1	25/9/2004	02H	0,11	8/10/2004	02H	0,09
	06H	0,09		06H	0,11		06H	0,12
	10H	0,12		10H	0,12		10H	0,15
	14H	0,14		14H	0,12		14H	0,1
	18H	0,11		18H	0,1		18H	0,09
12/9/2004	22H	0,12	26/9/2004	22H	0,08	9/10/2004	22H	0,13
	02H	0,18		02H	0,08		02H	0,1
	06H	0,07		06H	0,10		06H	0,14
	10H	0,12		10H	0,11		10H	0,11
	14H	0,15		14H	0,11		14H	0,1
13/9/2004	18H	0,16	27/9/2004	18H	0,09	10/10/2004	18H	0,09
	22H	0,13		22H	0,11		22H	0,1
	02H	0,1		02H	0,11		02H	0,12
	06H	0,14		06H	0,09		06H	0,12
	10H	0,15		10H	0,11		10H	0,14
14/9/2004	14H	0,16	28/9/2004	14H	0,1	11/10/2004	14H	0,13
	18H	0,13		18H	0,08		18H	0,09
	22H	0,12		22H	0,07		22H	0,14
	02H	0,1		02H	0,17		02H	0,12
	06H	0,09		06H	0,12		06H	0,11
15/9/2004	10H	0,10	29/9/2004	10H	0,08	12/10/2004	10H	0,10
	14H	0,09		14H	0,1		14H	0,11
	18H	0,14		18H	0,16		18H	0,14
	22H	0,16		22H	0,11		22H	0,12
	02H	0,1		02H	0,08		02H	0,12
16/9/2004	06H	0,12	30/9/2004	06H	0,09	13/10/2004	06H	0,12
	10H	0,11		10H	0,09		10H	0,13
	14H	0,11		14H	0,1		14H	0,15
	18H	0,14		18H	0,12		18H	0,13
	22H	0,14		22H	0,14		22H	0,12
17/9/2004	02H	0,12		02H	0,09		02H	0,13
	06H	0,14		06H	0,12		06H	0,11
	10H	0,12		10H	0,10		10H	0,13
	14H	0,11		14H	0,1		14H	0,15
	18H	0,14		18H	0,12		18H	0,13
18/9/2004	22H	0,14		22H	0,14		22H	0,12
	02H	0,12		02H	0,12		02H	0,12
	06H	0,14		06H	0,10		06H	0,10
	10H	0,09		10H	0,11		10H	0,14
	14H	0,16		14H	0,13		14H	0,12
19/9/2004	18H	0,11		18H	0,11		18H	0,09
	22H	0,11		22H	0,11		22H	0,09
	02H	0,12		02H	0,11		02H	0,11
	06H	0,14		06H	0,10		06H	0,10
	10H	0,09		10H	0,11		10H	0,14
20/9/2004	14H	0,16		14H	0,13		14H	0,12
	18H	0,11		18H	0,11		18H	0,09
	22H	0,11		22H	0,11		22H	0,09
	02H	0,12		02H	0,11		02H	0,11
	06H	0,14		06H	0,10		06H	0,10
21/9/2004	10H	0,09		10H	0,11		10H	0,14
	14H	0,16		14H	0,13		14H	0,12
	18H	0,11		18H	0,11		18H	0,09
	22H	0,11		22H	0,11		22H	0,09
	02H	0,12		02H	0,11		02H	0,11
22/9/2004	06H	0,14		06H	0,10		06H	0,10
	10H	0,12		10H	0,11		10H	0,14
	14H	0,11		14H	0,13		14H	0,12
	18H	0,1		18H	0,11		18H	0,09
	22H	0,07		22H	0,11		22H	0,09
23/9/2004	02H	0,1		02H	0,11		02H	0,11
	06H	0,09		06H	0,10		06H	0,10
	10H	0,12		10H	0,11		10H	0,14
	14H	0,12		14H	0,13		14H	0,12
	18H	0,1		18H	0,11		18H	0,09
24/9/2004	22H	0,07		22H	0,11		22H	0,09
	02H	0,13		02H	0,11		02H	0,11
	06H	0,15		06H	0,10		06H	0,10
	10H	0,13		10H	0,11		10H	0,14
	14H	0,12		14H	0,13		14H	0,12
25/9/2004	18H	0,12		18H	0,11		18H	0,09
	22H	0,07		22H	0,11		22H	0,09
	02H	0,1		02H	0,11		02H	0,11
	06H	0,09		06H	0,10		06H	0,10
	10H	0,12		10H	0,11		10H	0,14
26/9/2004	14H	0,12		14H	0,13		14H	0,12
	18H	0,12		18H	0,11		18H	0,09
	22H	0,11		22H	0,11		22H	0,09
	02H	0,1		02H	0,11		02H	0,11
	06H	0,09		06H	0,10		06H	0,10
27/9/2004	10H	0,12		10H	0,11		10H	0,14
	14H	0,12		14H	0,13		14H	0,12
	18H	0,1		18H	0,11		18H	0,09
	22H	0,07		22H	0,11		22H	0,09
	02H	0,17		02H	0,11		02H	0,11
28/9/2004	06H	0,12		06H	0,10		06H	0,10
	10H	0,12		10H	0,11		10H	0,14
	14H	0,1		14H	0,13		14H	0,12
	18H	0,16		18H	0,11		18H	0,09
	22H	0,11		22H	0,11		22H	0,09
29/9/2004	02H	0,08		02H	0,11		02H	0,11
	06H	0,09		06H	0,12		06H	0,12
	10H	0,12		10H	0,11		10H	0,13
	14H	0,1		14H	0,1		14H	0,13
	18H	0,14		18H	0,16		18H	0,12
30/9/2004	22H	0,15		22H	0,11		22H	0,11
	02H	0,12		02H	0,12		02H	0,12
	06H	0,14		06H	0,10		06H	0,10
	10H	0,09		10H	0,11		10H	0,14
	14H	0,16		14H	0,13		14H	0,12
1/10/2004	18H	0,11		18H	0,11		18H	0,09
	22H	0,11		22H	0,11		22H	0,09
	02H	0,13		02H	0,12		02H	0,11
	06H	0,15		06H	0,12		06H	0,15
	10H	0,11		10H	0,10		10H	0,11
2/10/2004	14H	0,11		14H	0,1		14H	0,1
	18H	0,12		18H	0,12		18H	0,1
	22H	0,15		22H	0,13		22H	0,13
	02H	0,11		02H	0,11			

Continuação

Dia	Hora	Medição	Dia	Hora	Medição	Dia	Hora	Medição
14/10/2004	02H	0,11	27/10/2004	02H	0,13	9/11/2004	02H	0,11
	06H	0,10		06H	0,12		06H	0,13
	10H	0,11		10H	0,13		10H	0,10
	14H	0,11		14H	0,12		14H	0,12
	18H	0,13		18H	0,12		18H	0,12
15/10/2004	22H	0,11	29/10/2004	22H	0,1	10/11/2004	22H	0,11
	02H	0,09		02H	0,15		02H	0,1
	06H	0,08		06H	0,14		06H	0,09
	10H	0,11		10H	0,12		10H	0,12
	14H	0,1		14H	0,12		14H	0,11
16/10/2004	18H	0,12	30/10/2004	18H	0,07	11/11/2004	18H	0,12
	22H	0,13		22H	0,11		22H	0,11
	02H	0,1		02H	0,1		02H	0,11
	06H	0,10		06H	0,08		06H	0,11
	10H	0,12		10H	0,10		10H	0,11
17/10/2004	14H	0,1	31/10/2004	14H	0,1	12/11/2004	14H	0,1
	18H	0,12		18H	0,1		18H	0,1
	22H	0,13		22H	0,1		22H	0,15
	02H	0,1		02H	0,1		02H	0,11
	06H	0,10		06H	0,09		06H	0,12
18/10/2004	10H	0,12	1/11/2004	10H	0,10	13/11/2004	10H	0,12
	14H	0,11		14H	0,09		14H	0,1
	18H	0,13		18H	0,12		18H	0,12
	22H	0,11		22H	0,1		22H	0,1
	02H	0,14		02H	0,09		02H	0,13
19/10/2004	06H	0,14	2/11/2004	06H	0,11	14/11/2004	06H	0,12
	10H	0,10		10H	0,12		10H	0,10
	14H	0,09		14H	0,06		14H	0,1
	18H	0,12		18H	0,11		18H	0,11
	22H	0,11		22H	0,12		22H	0,11
20/10/2004	02H	0,16	3/11/2004	02H	0,1	15/11/2004	02H	0,12
	06H	0,10		06H	0,11		06H	0,09
	10H	0,10		10H	0,12		10H	0,10
	14H	0,09		14H	0,13		14H	0,1
	18H	0,12		18H	0,11		18H	0,12
21/10/2004	22H	0,11	4/11/2004	22H	0,15	16/11/2004	22H	0,09
	02H	0,16		02H	0,1		02H	0,11
	06H	0,12		06H	0,10		06H	0,13
	10H	0,13		10H	0,10		10H	0,16
	14H	0,13		14H	0,1		14H	0,13
22/10/2004	18H	0,11	5/11/2004	18H	0,13	17/11/2004	18H	0,11
	22H	0,12		22H	0,13		22H	0,15
	02H	0,14		02H	0,1		02H	0,13
	06H	0,14		06H	0,10		06H	0,14
	10H	0,12		10H	0,13		10H	0,14
23/10/2004	14H	0,14	6/11/2004	14H	0,12	18/11/2004	14H	0,12
	18H	0,12		18H	0,1		18H	0,12
	22H	0,09		22H	0,11		22H	0,1
	02H	0,12		02H	0,11		02H	0,09
	06H	0,13		06H	0,12		06H	0,10
24/10/2004	10H	0,11	7/11/2004	10H	0,14	19/11/2004	10H	0,12
	14H	0,09		14H	0,12		14H	0,13
	18H	0,1		18H	0,12		18H	0,1
	22H	0,1		22H	0,09		22H	0,11
	02H	0,17		02H	0,12		02H	0,1
25/10/2004	06H	0,10	8/11/2004	06H	0,13	20/11/2004	06H	0,13
	10H	0,11		10H	0,12		10H	0,11
	14H	0,11		14H	0,12		14H	0,1
	18H	0,1		18H	0,14		18H	0,12
	22H	0,09		22H	0,16		22H	0,1
26/10/2004	02H	0,12	9/11/2004	02H	0,13	21/11/2004	02H	0,11
	06H	0,09		06H	0,10		06H	0,09
	10H	0,09		10H	0,10		10H	0,10
	14H	0,13		14H	0,12		14H	0,11
	18H	0,14		18H	0,13		18H	0,13
27/10/2004	22H	0,12	10/11/2004	22H	0,12	22/11/2004	22H	0,13
	02H	0,11		02H	0,13		02H	0,1
	06H	0,11		06H	0,13		06H	0,11
	10H	0,11		10H	0,12		10H	0,12
	14H	0,11		14H	0,12		14H	0,11
28/10/2004	18H	0,13	11/11/2004	18H	0,12	23/11/2004	18H	0,13
	22H	0,11		22H	0,1		22H	0,12
	02H	0,09		02H	0,15		02H	0,11
	06H	0,08		06H	0,14		06H	0,09
	10H	0,11		10H	0,12		10H	0,12
29/10/2004	14H	0,1	12/11/2004	14H	0,12	24/11/2004	14H	0,11
	18H	0,12		18H	0,07		18H	0,12
	22H	0,13		22H	0,11		22H	0,12
	02H	0,1		02H	0,1		02H	0,11
	06H	0,10		06H	0,08		06H	0,11
30/10/2004	10H	0,12	13/11/2004	10H	0,10	25/11/2004	10H	0,11
	14H	0,1		14H	0,1		14H	0,1
	18H	0,12		18H	0,1		18H	0,1
	22H	0,13		22H	0,1		22H	0,15
	02H	0,1		02H	0,1		02H	0,11
31/10/2004	06H	0,10	14/11/2004	06H	0,09	26/11/2004	06H	0,12
	10H	0,12		10H	0,10		10H	0,12
	14H	0,11		14H	0,09		14H	0,1
	18H	0,13		18H	0,12		18H	0,12
	22H	0,11		22H	0,1		22H	0,1
1/11/2004	02H	0,14	15/11/2004	02H	0,09	27/11/2004	02H	0,13
	06H	0,14		06H	0,11		06H	0,12
	10H	0,10		10H	0,12		10H	0,10
	14H	0,11		14H	0,13		14H	0,13
	18H	0,12		18H	0,11		18H	0,11
2/11/2004	22H	0,11	16/11/2004	22H	0,12	28/11/2004	22H	0,15
	02H	0,16		02H	0,1		02H	0,11
	06H	0,10		06H	0,11		06H	0,12
	10H	0,10		10H	0,12		10H	0,12
	14H	0,09		14H	0,13		14H	0,1
3/11/2004	18H	0,12	17/11/2004	18H	0,11	29/11/2004	18H	0,12
	22H	0,11		22H	0,15		22H	0,09
	02H	0,16		02H	0,1		02H	0,11
	06H	0,12		06H	0,10		06H	0,13
	10H	0,13		10H	0,10		10H	0,16
4/11/2004	14H	0,13	18/11/2004	14H	0,1	30/11/2004	14H	0,13
	18H	0,11		18H	0,13		18H	0,11
	22H	0,12		22H	0,13		22H	0,15
	02H	0,14		02H	0,1		02H	0,13
	06H	0,14		06H	0,10		06H	0,14
5/11/2004	10H	0,12	19/11/2004	10H	0,13	1/12/2004	10H	0,14
	14H	0,14		14H	0,12		14H	0,12
	18H	0,12		18H	0,1		18H	0,12
	22H	0,09		22H	0,11		22H	0,1
	02H	0,12		02H	0,11		02H	0,09
6/11/2004	06H	0,13	20/11/2004	06H	0,12	2/12/2004	06H	0,10
	10H	0,11		10H	0,14		10H	0,12
	14H	0,09		14H	0,12		14H	0,13
	18H	0,1		18H	0,12		18H	0,1
	22H	0,1		22H	0,09		22H	0,11
7/11/2004	02H	0,17	21/11/2004	02H	0,12	3/12/2004	02H	0,1
	06H	0,10		06H	0,13		06H	0,13
	10H	0,11		10H	0,12		10H	0,11
	14H	0,11		14H	0,12		14H	0,1
	18H	0,1		18H	0,14		18H	0,12
8/11/2004	22H	0,09	22/11/2004	22H	0,16	4/12/2004	22H	0,1
	02H	0,12		02H	0,13		02H	0,11
	06H	0,10		06H	0,10		06H	0,09
	10H	0,09		10H	0,10		10H	0,10
	14H	0,13		14H	0,12		14H	0,11
9/11/2004	18H	0,14	23/11/2004	18H	0,13	5/12/2004	18H	0,13
	22H	0,12		22H	0,12		22H	0,13
	02H	0,11		02H	0,13		02H	0,1
	06H	0,11		06H	0,13		06H	0,11
	10H	0,15		10H	0,11		10H	0,12

Continuação

Dia	Hora	Medição	Dia	Hora	Medição	Dia	Hora	Medição
21/11/2004	02H	0,09	5/12/2004	02H	0,1	24/12/2004	02H	0,1
	06H	0,12		06H	0,11		06H	0,11
	10H	0,12		10H	0,10		10H	0,10
	14H	0,15		14H	0,12		14H	0,1
	18H	0,1		18H	0,06		18H	0,12
22/11/2004	22H	0,14	6/12/2004	22H	0,11	25/12/2004	22H	0,14
	02H	0,1		02H	0,1		02H	0,1
	06H	0,10		06H	0,18		06H	0,10
	10H	0,12		10H	0,12		10H	0,12
	14H	0,13		14H	0,18		14H	0,1
23/11/2004	18H	0,08	7/12/2004	18H	0,13	26/12/2004	18H	0,13
	22H	0,12		22H	0,14		22H	0,11
	02H	0,12		02H	0,1		02H	0,1
	06H	0,10		06H	0,18		06H	0,11
	10H	0,10		10H	0,11		10H	0,12
24/11/2004	14H	0,06	8/12/2004	14H	0,1	27/12/2004	14H	0,11
	18H	0,09		18H	0,1		18H	0,12
	22H	0,1		22H	0,08		22H	0,14
	02H	0,11		02H	0,11		02H	0,1
	06H	0,12		06H	0,09		06H	0,10
25/11/2004	10H	0,09	16/12/2004	10H	0,12	29/12/2004	10H	0,10
	14H	0,09		14H	0,11		14H	0,11
	18H	0,09		18H	0,11		18H	0,14
	22H	0,12		22H	0,14		22H	0,12
	02H	0,11		02H	0,11		02H	0,12
26/11/2004	06H	0,12	17/12/2004	06H	0,10	30/12/2004	06H	0,17
	10H	0,09		10H	0,10		10H	0,12
	14H	0,1		14H	0,1		14H	0,1
	18H	0,07		18H	0,11		18H	0,14
	22H	0,12		22H	0,12		22H	0,13
27/11/2004	02H	0,11	18/12/2004	02H	0,13	1/1/2005	02H	0,13
	06H	0,12		06H	0,09		06H	0,16
	10H	0,09		10H	0,10		10H	0,10
	14H	0,1		14H	0,1		14H	0,1
	18H	0,12		18H	0,11		18H	0,11
28/11/2004	22H	0,15	19/12/2004	22H	0,11	2/1/2005	22H	0,1
	02H	0,16		02H	0,12		02H	0,11
	06H	0,12		06H	0,11		06H	0,10
	10H	0,13		10H	0,13		10H	0,09
	14H	0,35		14H	0,25		14H	0,11
29/11/2004	18H	0,15	20/12/2004	18H	0,12	3/1/2005	18H	0,11
	22H	0,16		22H	0,15		22H	0,11
	02H	0,16		02H	0,11		02H	0,1
	06H	0,13		06H	0,12		06H	0,14
	10H	0,14		10H	0,10		10H	0,11
30/11/2004	14H	0,11	21/12/2004	14H	0,12	4/1/2005	14H	0,12
	18H	0,09		18H	0,1		18H	0,1
	22H	0,07		22H	0,1		22H	0,11
	02H	0,1		02H	0,12		02H	0,09
	06H	0,10		06H	0,11		06H	0,11
1/12/2004	10H	0,11	22/12/2004	10H	0,12	5/1/2005	10H	0,10
	14H	0,11		14H	0,12		14H	0,09
	18H	0,1		18H	0,12		18H	0,09
	22H	0,09		22H	0,12		22H	0,1
	02H	0,12		02H	0,12		02H	0,1
2/12/2004	06H	0,11	23/12/2004	06H	0,10	6/1/2005	06H	0,10
	10H	0,10		10H	0,12		10H	0,11
	14H	0,18		14H	0,13		14H	0,11
	18H	0,16		18H	0,13		18H	0,09
	22H	0,1		22H	0,12		22H	0,12
1/12/2004	02H	0,09	22/12/2004	02H	0,12	5/1/2005	02H	0,1
	06H	0,08		06H	0,17		06H	0,11
	10H	0,10		10H	0,16		10H	0,11
	14H	0,09		14H	0,11		14H	0,1
	18H	0,1		18H	0,11		18H	0,1
2/12/2004	22H	0,09	23/12/2004	22H	0,09	6/1/2005	22H	0,16
	02H	0,05		02H	0,1		02H	0,11
	06H	0,11		06H	0,10		06H	0,11
	10H	0,13		10H	0,11		10H	0,12
	14H	0,1		14H	0,1		14H	0,13
2/12/2004	18H	0,11	23/12/2004	18H	0,14	6/1/2005	18H	0,1
	22H	0,1		22H	0,14		22H	0,09
	02H	0,05		02H	0,1		02H	0,11
	06H	0,11		06H	0,10		06H	0,11
	10H	0,13		10H	0,11		10H	0,12
2/12/2004	14H	0,1	23/12/2004	14H	0,1	6/1/2005	14H	0,13
	18H	0,11		18H	0,14		18H	0,1
	22H	0,1		22H	0,14		22H	0,09
	02H	0,05		02H	0,1		02H	0,11
	06H	0,11		06H	0,10		06H	0,11
2/12/2004	10H	0,13	23/12/2004	10H	0,11	6/1/2005	10H	0,12
	14H	0,1		14H	0,1		14H	0,13
	18H	0,11		18H	0,14		18H	0,1
	22H	0,1		22H	0,14		22H	0,09
	02H	0,05		02H	0,1		02H	0,11
2/12/2004	06H	0,11	23/12/2004	06H	0,10	6/1/2005	06H	0,11
	10H	0,13		10H	0,11		10H	0,12
	14H	0,1		14H	0,1		14H	0,13
	18H	0,11		18H	0,14		18H	0,1
	22H	0,1		22H	0,14		22H	0,09

Continuação

Dia	Hora	Medição	Dia	Hora	Medição	Dia	Hora	Medição
7/1/2005	02H	0,12	19/1/2005	02H	0,11	2/2/2005	02H	0,13
	06H	0,12		06H	0,13		06H	0,13
	10H	0,13		10H	0,11		10H	0,12
	14H	0,12		14H	0,09		14H	0,1
	18H	0,14		18H	0,12		18H	0,12
8/1/2005	22H	0,11	20/1/2005	22H	0,11	3/2/2005	22H	0,12
	02H	0,12		02H	0,13		02H	0,13
	06H	0,12		06H	0,13		06H	0,16
	10H	0,14		10H	0,12		10H	0,11
	14H	0,13		14H	0,13		14H	0,1
9/1/2005	18H	0,12	23/1/2005	18H	0,11	4/2/2005	18H	0,11
	22H	0,1		22H	0,1		22H	0,12
	02H	0,11		02H	0,12		02H	0,13
	06H	0,12		06H	0,14		06H	0,13
	10H	0,17		10H	0,12		10H	0,13
10/1/2005	14H	0,14	24/1/2005	14H	0,11	6/2/2005	14H	0,13
	18H	0,13		18H	0,14		18H	0,12
	22H	0,13		22H	0,12		22H	0,12
	02H	0,12		02H	0,12		02H	0,1
	06H	0,12		06H	0,12		06H	0,07
11/1/2005	10H	0,12	25/1/2005	10H	0,12	7/2/2005	10H	0,11
	14H	0,09		14H	0,14		14H	0,11
	18H	0,11		18H	0,12		18H	0,09
	22H	0,14		22H	0,12		22H	0,11
	02H	0,11		02H	0,11		02H	0,11
12/1/2005	06H	0,13	26/1/2005	06H	0,12	8/2/2005	06H	0,10
	10H	0,12		10H	0,13		10H	0,09
	14H	0,1		14H	0,13		14H	0,1
	18H	0,12		18H	0,13		18H	0,07
	22H	0,16		22H	0,12		22H	0,09
13/1/2005	02H	0,12	27/1/2005	02H	0,14	9/2/2005	02H	0,11
	06H	0,12		06H	0,11		06H	0,12
	10H	0,15		10H	0,13		10H	0,10
	14H	0,18		14H	0,12		14H	0,13
	18H	0,17		18H	0,12		18H	0,1
14/1/2005	22H	0,14	28/1/2005	22H	0,11	10/2/2005	22H	0,09
	02H	0,11		02H	0,12		02H	0,11
	06H	0,11		06H	0,11		06H	0,10
	10H	0,11		10H	0,12		10H	0,11
	14H	0,13		14H	0,11		14H	0,1
15/1/2005	18H	0,12	29/1/2005	18H	0,12	11/2/2005	18H	0,09
	22H	0,14		22H	0,14		22H	0,1
	02H	0,1		02H	0,11		02H	0,13
	06H	0,11		06H	0,12		06H	0,14
	10H	0,13		10H	0,11		10H	0,14
16/1/2005	14H	0,08	30/1/2005	14H	0,11	12/2/2005	14H	0,13
	18H	0,11		18H	0,12		18H	0,09
	22H	0,12		22H	0,13		22H	0,09
	02H	0,13		02H	0,12		02H	0,12
	06H	0,14		06H	0,13		06H	0,12
17/1/2005	10H	0,13	31/1/2005	10H	0,11	13/2/2005	10H	0,15
	14H	0,13		14H	0,12		14H	0,14
	18H	0,11		18H	0,13		18H	0,1
	22H	0,15		22H	0,12		22H	0,12
	02H	0,14		02H	0,1		02H	0,1
18/1/2005	06H	0,16	1/2/2005	06H	0,12	14/2/2005	06H	0,11
	10H	0,15		10H	0,13		10H	0,13
	14H	0,11		14H	0,09		14H	0,13
	18H	0,12		18H	0,15		18H	0,12
	22H	0,13		22H	0,12		22H	0,1
	02H	0,16		02H	0,12		02H	0,1
	06H	0,14		06H	0,12		06H	0,09
	10H	0,14		10H	0,10		10H	0,13
	14H	0,11		14H	0,11		14H	0,12
	18H	0,12		18H	0,1		18H	0,1
	22H	0,15		22H	0,11		22H	0,08
				02H	0,11		02H	0,11
				06H	0,12		06H	0,12
				10H	0,10		10H	0,12
				14H	0,11		14H	0,16
				18H	0,12		18H	0,16
				22H	0,13		22H	0,14

Continuação

Dia	Hora	Medição	Dia	Hora	Medição	Dia	Hora	Medição
15/2/2005	02H	0,12	14/3/2005	02H	0,09	29/3/2005	02H	0,12
	06H	0,11		06H	0,10		06H	0,14
	10H	0,12		10H	0,10		10H	0,14
	14H	0,11		14H	0,11		14H	0,08
	18H	0,13		18H	0,1		18H	0,11
16/2/2005	22H	0,15	15/3/2005	22H	0,1	30/3/2005	22H	0,13
	02H	0,12		02H	0,13		02H	0,12
	06H	0,10		06H	0,11		06H	0,11
	10H	0,09		10H	0,10		10H	0,08
	14H	0,1		14H	0,1		14H	0,09
17/2/2005	18H	0,13	17/3/2005	18H	0,12	31/3/2005	18H	0,11
	22H	0,14		22H	0,11		22H	0,11
	02H	0,1		02H	0,11		02H	0,12
	06H	0,09		06H	0,12		06H	0,10
	10H	0,10		10H	0,15		10H	0,10
18/2/2005	14H	0,11	18/3/2005	14H	0,14	1/4/2005	14H	0,11
	18H	0,09		18H	0,1		18H	0,09
	22H	0,12		22H	0,1		22H	0,09
	02H	0,08		02H	0,12		02H	0,12
	06H	0,16		06H	0,11		06H	0,10
19/2/2005	10H	0,10	19/3/2005	10H	0,17	2/4/2005	10H	0,10
	14H	0,12		14H	0,15		14H	0,09
	18H	0,1		18H	0,13		18H	0,15
	22H	0,11		22H	0,12		22H	0,11
	02H	0,2		02H	0,18		02H	0,12
20/2/2005	06H	0,17	20/3/2005	06H	0,16	3/4/2005	06H	0,12
	10H	0,11		10H	0,14		10H	0,11
	14H	0,12		14H	0,15		14H	0,10
	18H	0,12		18H	0,11		18H	0,10
	22H	0,1		22H	0,11		22H	0,11
21/2/2005	02H	0,13	23/3/2005	02H	0,13	4/4/2005	02H	0,12
	06H	0,15		06H	0,17		06H	0,12
	10H	0,13		10H	0,12		10H	0,11
	14H	0,11		14H	0,13		14H	0,12
	18H	0,22		18H	0,12		18H	0,14
22/2/2005	22H	0,12	24/3/2005	22H	0,1	5/4/2005	22H	0,12
	02H	0,15		02H	0,10		02H	0,12
	06H	0,18		06H	0,10		06H	0,12
	10H	0,13		10H	0,13		10H	0,14
	14H	0,11		14H	0,12		14H	0,13
23/2/2005	18H	0,11	25/3/2005	18H	0,11	6/4/2005	18H	0,12
	22H	0,11		22H	0,13		22H	0,15
	02H	0,14		02H	0,10		02H	0,06
	06H	0,15		06H	0,11		06H	0,10
	10H	0,11		10H	0,13		10H	0,13
24/2/2005	14H	0,11	26/3/2005	14H	0,12	7/4/2005	14H	0,14
	18H	0,13		18H	0,13		18H	0,12
	22H	0,12		22H	0,12		22H	0,10
	02H	0,10		02H	0,12		02H	0,16
	06H	0,11		06H	0,11		06H	0,10
12/3/2005	10H	0,12	27/3/2005	10H	0,11	8/4/2005	10H	0,10
	14H	0,14		14H	0,10		14H	0,10
	18H	0,11		18H	0,13		18H	0,13
	22H	0,12		22H	0,12		22H	0,15
	02H	0,1		02H	0,18		02H	0,09
13/3/2005	06H	0,12	28/3/2005	06H	0,15	9/4/2005	06H	0,10
	10H	0,10		10H	0,12		10H	0,09
	14H	0,11		14H	0,11		14H	0,12
	18H	0,12		18H	0,11		18H	0,13
	22H	0,1		22H	0,12		22H	0,13
	02H	0,10		02H	0,13		02H	0,13
	06H	0,12		06H	0,15		06H	0,12
	10H	0,11		10H	0,16		10H	0,10
	14H	0,09		14H	0,11		14H	0,10
	18H	0,11		18H	0,12		18H	0,16
	22H	0,12		22H	0,12		22H	0,15

Continuação

Dia	Hora	Medição	Dia	Hora	Medição	Dia	Hora	Medição
10/4/2005	02H	0,09	22/4/2005	02H	0,12	7/5/2005	02H	0,11
	06H	0,10		06H	0,13		06H	0,12
	10H	0,11		10H	0,14		10H	0,11
	14H	0,10		14H	0,14		14H	0,10
	18H	0,14		18H	0,13		18H	0,09
11/4/2005	22H	0,13	23/4/2005	22H	0,14	8/5/2005	22H	0,11
	02H	0,18		02H	0,11		02H	0,12
	06H	0,12		06H	0,12		06H	0,13
	10H	0,11		10H	0,12		10H	0,13
	14H	0,13		14H	0,17		14H	0,12
12/4/2005	18H	0,11	24/4/2005	18H	0,10	9/5/2005	18H	0,10
	22H	0,14		22H	0,19		22H	0,11
	02H	0,10		02H	0,13		02H	0,12
	06H	0,10		06H	0,11		06H	0,12
	10H	0,13		10H	0,12		10H	0,13
13/4/2005	14H	0,12	25/4/2005	14H	0,14	10/5/2005	14H	0,13
	18H	0,13		18H	0,12		18H	0,11
	22H	0,10		22H	0,11		22H	0,11
	02H	0,13		02H	0,11		02H	0,12
	06H	0,13		06H	0,10		06H	0,12
14/4/2005	10H	0,10	26/4/2005	10H	0,10	11/5/2005	10H	0,13
	14H	0,10		14H	0,09		14H	0,13
	18H	0,11		18H	0,13		18H	0,10
	22H	0,10		22H	0,12		22H	0,11
	02H	0,13		02H	0,09		02H	0,12
15/4/2005	06H	0,14	27/4/2005	06H	0,13	12/5/2005	06H	0,10
	10H	0,09		10H	0,12		10H	0,12
	14H	0,10		14H	0,10		14H	0,12
	18H	0,10		18H	0,12		18H	0,11
	22H	0,11		22H	0,13		22H	0,10
16/4/2005	02H	0,13	29/4/2005	02H	0,10	13/5/2005	02H	0,09
	06H	0,14		06H	0,10		06H	0,08
	10H	0,07		10H	0,10		10H	0,13
	14H	0,08		14H	0,11		14H	0,14
	18H	0,09		18H	0,13		18H	0,12
17/4/2005	22H	0,11	30/4/2005	22H	0,14	14/5/2005	22H	0,13
	02H	0,11		02H	0,10		02H	0,10
	06H	0,15		06H	0,11		06H	0,10
	10H	0,11		10H	0,11		10H	0,11
	14H	0,10		14H	0,13		14H	0,10
18/4/2005	18H	0,10	1/5/2005	18H	0,11	15/5/2005	18H	0,15
	22H	0,11		22H	0,13		22H	0,14
	02H	0,12		02H	0,13		02H	0,10
	06H	0,13		06H	0,12		06H	0,15
	10H	0,12		10H	0,11		10H	0,13
19/4/2005	14H	0,11	2/5/2005	14H	0,11	16/5/2005	14H	0,12
	18H	0,10		18H	0,11		18H	0,12
	22H	0,09		22H	0,12		22H	0,14
	02H	0,10		02H	0,11		02H	0,10
	06H	0,11		06H	0,13		06H	0,10
20/4/2005	10H	0,10	5/5/2005	10H	0,15	17/5/2005	10H	0,11
	14H	0,10		14H	0,07		14H	0,10
	18H	0,13		18H	0,10		18H	0,10
	22H	0,16		22H	0,11		22H	0,11
	02H	0,12		02H	0,10		02H	0,09
21/4/2005	06H	0,12	6/5/2005	06H	0,10	18/5/2005	06H	0,11
	10H	0,12		10H	0,10		10H	0,12
	14H	0,13		14H	0,10		14H	0,11
	18H	0,12		18H	0,11		18H	0,12
	22H	0,15		22H	0,08		22H	0,09
	02H	0,12		02H	0,10		02H	0,13
	06H	0,12		06H	0,10		06H	0,13
	10H	0,13		10H	0,10		10H	0,12
	14H	0,14		14H	0,10		14H	0,13
	18H	0,15		18H	0,12		18H	0,11
	22H	0,13		22H	0,10		22H	0,09

Continuação

Dia	Hora	Medição	Dia	Hora	Medição	Dia	Hora	Medição
19/5/2005	02H	0,15	2/6/2005	02H	0,10	16/6/2005	02H	0,12
	06H	0,14		06H	0,12		06H	0,08
	10H	0,10		10H	0,12		10H	0,09
	14H	0,10		14H	0,11		14H	0,10
	18H	0,10		18H	0,10		18H	0,11
20/5/2005	22H	0,12	3/6/2005	22H	0,09	17/6/2005	22H	0,12
	02H	0,12		02H	0,10		02H	0,10
	06H	0,12		06H	0,10		06H	0,06
	10H	0,13		10H	0,09		10H	0,09
	14H	0,10		14H	0,09		14H	0,13
21/5/2005	18H	0,11	4/6/2005	18H	0,10	18/6/2005	18H	0,14
	22H	0,11		22H	0,11		22H	0,11
	02H	0,10		02H	0,14		02H	0,10
	06H	0,10		06H	0,13		06H	0,11
	10H	0,11		10H	0,12		10H	0,09
22/5/2005	14H	0,10	5/6/2005	14H	0,09	19/6/2005	14H	0,08
	18H	0,10		18H	0,10		18H	0,12
	22H	0,12		22H	0,09		22H	0,15
	02H	0,10		02H	0,12		02H	0,15
	06H	0,11		06H	0,13		06H	0,12
23/5/2005	10H	0,13	6/6/2005	10H	0,11	20/6/2005	10H	0,10
	14H	0,12		14H	0,13		14H	0,10
	18H	0,11		18H	0,12		18H	0,13
	22H	0,10		22H	0,09		22H	0,11
	02H	0,09		02H	0,12		02H	0,09
24/5/2005	06H	0,09	9/6/2005	06H	0,13	21/6/2005	06H	0,10
	10H	0,10		10H	0,09		10H	0,12
	14H	0,11		14H	0,10		14H	0,11
	18H	0,13		18H	0,10		18H	0,10
	22H	0,10		22H	0,11		22H	0,09
25/5/2005	02H	0,10	10/6/2005	02H	0,12	22/6/2005	02H	0,15
	06H	0,11		06H	0,12		06H	0,15
	10H	0,10		10H	0,13		10H	0,10
	14H	0,10		14H	0,11		14H	0,08
	18H	0,09		18H	0,07		18H	0,13
26/5/2005	22H	0,07	11/6/2005	22H	0,09	23/6/2005	22H	0,11
	02H	0,11		02H	0,09		02H	0,12
	06H	0,12		06H	0,11		06H	0,12
	10H	0,10		10H	0,10		10H	0,11
	14H	0,09		14H	0,09		14H	0,09
27/5/2005	18H	0,13	12/6/2005	18H	0,10	24/6/2005	18H	0,11
	22H	0,10		22H	0,09		22H	0,11
	02H	0,12		02H	0,10		02H	0,14
	06H	0,09		06H	0,13		06H	0,12
	10H	0,11		10H	0,10		10H	0,08
28/5/2005	14H	0,11	13/6/2005	14H	0,09	25/6/2005	14H	0,06
	18H	0,10		18H	0,09		18H	0,10
	22H	0,10		22H	0,11		22H	0,10
	02H	0,11		02H	0,12		02H	0,12
	06H	0,10		06H	0,13		06H	0,13
29/5/2005	10H	0,13	14/6/2005	10H	0,13	26/6/2005	10H	0,10
	14H	0,11		14H	0,10		14H	0,10
	18H	0,10		18H	0,11		18H	0,11
	22H	0,11		22H	0,13		22H	0,10
	02H	0,11		02H	0,09		02H	0,11
1/6/2005	06H	0,10	15/6/2005	06H	0,11	27/6/2005	06H	0,11
	10H	0,14		10H	0,11		10H	0,09
	14H	0,13		14H	0,14		14H	0,08
	18H	0,12		18H	0,12		18H	0,10
	22H	0,11		22H	0,11		22H	0,09
	02H	0,10		02H	0,10		02H	0,08
	06H	0,18		06H	0,11		06H	0,10
	10H	0,13		10H	0,12		10H	0,10
	14H	0,14		14H	0,11		14H	0,08
	18H	0,12		18H	0,11		18H	0,09
	22H	0,10		22H	0,10		22H	0,11
	02H	0,10		02H	0,14		02H	0,09
	06H	0,10		06H	0,12		06H	0,12
	10H	0,09		10H	0,13		10H	0,10
	14H	0,12		14H	0,13		14H	0,10
	18H	0,13		18H	0,11		18H	0,10
	22H	0,14		22H	0,14		22H	0,10

Conclusão

Dia	Hora	Medição
28/6/2005	02H	0,11
	06H	0,10
	10H	0,10
	14H	0,10
	18H	0,10
29/6/2005	22H	0,12
	02H	0,09
	06H	0,11
	10H	0,10
	14H	0,10
30/6/2005	18H	0,10
	22H	0,11
	02H	0,09
	06H	0,08
	10H	0,12
1/7/2005	14H	0,13
	18H	0,10
	22H	0,10
	02H	0,10
	06H	0,11
2/7/2005	10H	0,12
	14H	0,12
	18H	0,10
	22H	0,10
	02H	0,10
3/7/2005	06H	0,13
	10H	0,12
	14H	0,12
	18H	0,12
	22H	0,10
4/7/2005	02H	0,09
	06H	0,08
	10H	0,13
	14H	0,12
	18H	0,11
5/7/2005	22H	0,10
	02H	0,09
	06H	0,09
	10H	0,09
	14H	0,10
8/7/2005	18H	0,12
	22H	0,13
	02H	0,14
	06H	0,10
	10H	0,10
9/7/2005	14H	0,13
	18H	0,08
	22H	0,13
	02H	0,12
	06H	0,15
10/7/2005	10H	0,12
	14H	0,11
	18H	0,11
	22H	0,11
	02H	0,12
11/7/2005	06H	0,11
	10H	0,12
	14H	0,11
	18H	0,12
	22H	0,13
	02H	0,13
	06H	0,14
	10H	0,11
	14H	0,10
	18H	0,11
	22H	0,10

Dia	Hora	Medição
12/7/2005	02H	0,12
	06H	0,13
	10H	0,12
	14H	0,12
	18H	0,11
14/7/2005	22H	0,12
	02H	0,11
	06H	0,10
	10H	0,10
	14H	0,10
15/7/2005	18H	0,10
	22H	0,12
	02H	0,11
	06H	0,10
	10H	0,10
16/7/2005	14H	0,10
	18H	0,10
	22H	0,10
	02H	0,10
	06H	0,12
17/7/2005	10H	0,10
	14H	0,10
	18H	0,12
	22H	0,13
	02H	0,10
18/7/2005	06H	0,12
	10H	0,11
	14H	0,10
	18H	0,10
	22H	0,10
19/7/2005	02H	0,11
	06H	0,11
	10H	0,15
	14H	0,12
	18H	0,11
20/7/2005	22H	0,09
	02H	0,11
	06H	0,10
	10H	0,15
	14H	0,14
21/7/2005	18H	0,11
	22H	0,12
	02H	0,12
	06H	0,12
	10H	0,13
22/7/2005	14H	0,16
	18H	0,12
	22H	0,10
	02H	0,11
	06H	0,15
23/7/2005	10H	0,12
	14H	0,11
	18H	0,15
	22H	0,14
	02H	0,13
24/7/2005	06H	0,12
	10H	0,14
	14H	0,15
	18H	0,15
	22H	0,14
	02H	0,09
	06H	0,10
	10H	0,10
	14H	0,10
	18H	0,14
	22H	0,12
	02H	0,10
	06H	0,10
	10H	0,11
	14H	0,13
	18H	0,13
	22H	0,13

Dia	Hora	Medição
26/7/2005	02H	0,10
	06H	0,10
	10H	0,12
	14H	0,12
	18H	0,10
27/7/2005	22H	0,10
	02H	0,13
	06H	0,15
	10H	0,13
	14H	0,09
29/7/2005	18H	0,10
	22H	0,12
	02H	0,13
	06H	0,15
	10H	0,12
30/7/2005	14H	0,12
	18H	0,11
	22H	0,11
	02H	0,10
	06H	0,11
31/7/2005	10H	0,10
	14H	0,10
	18H	0,11
	22H	0,10
	02H	0,11
	06H	0,11
	10H	0,10
	14H	0,10
	18H	0,12
	22H	0,10