

**ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

TRABALHO DE FORMATURA

**IMPLEMENTANDO O PROCESSO
QUALITY GATES
EM UMA LINHA DE MONTAGEM
AUTOMOBILÍSTICA**

EDUARDO HISATUGO

PROF^a. ORIENTADORA: MARLY MONTEIRO DE CARVALHO

1998

*XF 1998
H62 i*

**Agradeço à minha professora orientadora,
pela sua compreensão e paciência.**

**E dedico este trabalho à Carla, sem a qual
nada disso seria possível.**

RESUMO

O *Quality Gate* é uma ferramenta para auxiliar a empresa na eliminação de não-conformidades do processo produtivo, que consiste no estabelecimento de pontos de inspeção e reparos em locais estratégicos da linha de produção, permitindo a retroalimentação das informações em tempo real. Neles são aplicados métodos estatísticos para estabelecer a melhoria contínua do processo e das características do produto, direcionando as ações para os requisitos dos clientes. Este trabalho define a implementação deste sistema em uma linha de montagem de veículos.

SUMÁRIO

RESUMO	I
1 - INTRODUÇÃO	1
1.1. Justificativa / Origem do trabalho	1
1.2. A EMPRESA	3
1.3. O Estágio	3
1.4. O Objetivo	3
1.5. Estrutura do Trabalho	4
2 - REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1. KAIZEN segundo IMAI	5
2.2. Melhoria Contínua - Enfoque de SHIBA	13
3 - INICIANDO O PROCESSO	19
3.1. A Importância dos <i>Quality Gates</i>	19
3.2. Os Objetivos	20
3.3. Os Elementos	21
3.4 Regras e Responsabilidades	42
4 - IMPLEMENTAÇÃO DO GATE - FINAL DA TAPEÇARIA	51
4.1. Introdução	51
4.2. Definindo os elementos da Planilha de Registros	52
4.2. O local e espaço físico	60
4.3. Os Equipamentos	65
4.4. O Treinamento Inicial	67

4.5. O trabalho no <i>Gate</i>	68
4.6. Análise e Resolução dos Problemas	71
5 - APÓS A IMPLEMENTAÇÃO	75
5.1. Análise do Sistema de Inspeção	75
5.2. Recálculo dos Limites de Controle	79
5.3. Atualização da lista de verificação	79
5.4. Análise dos Resultados	81
6 - CONCLUSÃO	85
ANEXO - O Sistema de Determinação das Características Principais (SDCP)	88
BIBLIOGRAFIA	102

CAPÍTULO 1º - INTRODUÇÃO

1.1. Justificativa / Origem do trabalho

Um dos principais problemas de uma montadora de veículos são os custos gerados pelos serviços de Garantia. Para se ter uma idéia, com o capital gasto neste tipo de serviço em um ano, a empresa poderia construir uma nova linha de montagem, incluindo equipamentos e ferramentas.

Por outro lado, os prejuízos são minimizados quando os problemas que geram estes serviços são descobertos e contidos antes de chegarem nas mãos do cliente. E são menores quando constatados ainda na linha de montagem, onde uma ação de contenção poderia ser tomada e a necessidade de retrabalho em massa estaria descartada.

Desde 1992 o Controle da Qualidade de processo passou a ser mais uma das atividades dos funcionários da linha de montagem. O valor da qualidade, o preço que se paga por desprezá-la, etc. passaram a fazer parte da filosofia dos mesmos.

Porém, com esta mudança um fator muito importante foi esquecido. A variação do processo existe e nem sempre é facilmente perceptível. Por mais atento que o operador esteja, algumas falhas estarão sendo cometidas, e a possibilidade de localizá-las a tempo de eliminá-las, em alguns casos, se torna ínfima. Um parafuso mal colocado, um ajuste mal feito, um chicote mal conectado, são alguns exemplos. E numa linha de montagem, a

maioria destes problemas são constatados apenas na inspeção final; ou pior, nas mãos do cliente.

A partir destas idéias originou-se o conceito dos *Quality Gates*. Eliminar os defeitos antes dos veículos saírem da linha de montagem, e conseqüentemente eliminar os onerosos custos de Garantia, aumentando o índice de satisfação do cliente. Ele se baseia na idéia da inspeção durante o processo, onde o *Gate* (“portão”) é estrategicamente alocado em pontos do processo, geralmente no término de etapas do mesmo (final da pintura, final da funilaria, após a tapeçaria, etc.). Baseado nos requisitos estabelecidos pelo cliente, o *Gate* possui um time para inspecionar e analisar as informações, e acionar as pessoas responsáveis pela tomada de ações, quando necessário. Para isso, o *Gate* mantém uma lista com as principais características do processo anterior, as quais terão impacto direto sobre o produto final/cliente se houver a incidência de uma causa especial. Assim, quando a unidade passar pelo ponto do processo onde está alocado o *Gate*, será realizada a inspeção com base nestas características e serão feitos levantamentos estatísticos no sentido de prever as possíveis causas especiais. Desta forma, as possíveis discrepâncias encontradas são imediatamente controladas (na área de reparos), e as ações corretivas são encaminhadas, reduzindo a variação do processo de maneira considerável.

Paralelamente, o processo dos *Quality Gates* foi introduzido através de um programa de Melhoria Contínua, a fim de estabelecer o aprimoramento das técnicas de análise de problemas baseadas em dados estatísticos.

1.2. A EMPRESA

A EMPRESA em questão é uma das maiores montadoras de automóveis do país. Seus produtos englobam os veículos de passeio, utilitários e caminhões. Possui cerca de 25.000 funcionários em todo o Brasil, distribuídos nas suas plantas e escritórios regionais. A distribuição dos veículos é feita pelas 580 concessionárias espalhadas por todo o país, garantindo a facilidade de aquisição e assistência técnica para os seus produtos. Possui a maior variedade de modelos dentre as montadoras, atuando em todos os segmentos de mercado, o que, associado com seus projetos de última geração, torna-a uma das líderes em vendas. Além disso, exporta alguns de seus modelos para a Europa, África e EUA.

1.3. O Estágio

O período de estágio foi compreendido entre fevereiro de 97 a janeiro de 98, e foi desenvolvido no Departamento de Qualidade. Autonomia e responsabilidade foram as duas características principais deste estágio.

1.4. O Objetivo

O objetivo deste trabalho foi permitir a visualização do processo de implantação de um dos *Quality Gates* e os resultados obtidos na EMPRESA em questão. E citar as técnicas utilizadas e sua influência nestes resultados.

1.5. Estrutura do Trabalho

A Estrutura deste trabalho consiste em:

- 1) RESUMO - Uma breve conceituação a respeito do tema abordado, sua utilidade e seus benefícios;
- 2) SUMÁRIO - Permitindo a rápida localização dos Capítulos e tópicos dos mesmos;
- 3) CAPÍTULO INTRODUTÓRIO - Este capítulo dá uma visão geral a respeito do trabalho, da EMPRESA, do tema e os motivos da escolha;
- 4) CAPÍTULO DE REVISÃO DE LITERATURA - Aqui encontram-se algumas considerações de outros autores, a respeito de temas citados neste trabalho;
- 5) CAPÍTULO DE INTRODUÇÃO AO *QUALITY GATES* - Na introdução são descritos os elementos e os requisitos necessários para garantir a consistência da implementação.
- 6) CAPÍTULOS DA IMPLEMENTAÇÃO E PÓS-IMPLEMENTAÇÃO - Nos Capítulos 4 e 5 foi abordado um único *Quality Gate*, no sentido de permitir uma visão mais específica do processo.
- 7) CONCLUSÃO - A conclusão expõe os méritos do processo relacionando os resultados e benefícios atingidos, e a visão crítica a respeito da eficácia do mesmo.
- 8) ANEXO E BIBLIOGRAFIA - Por último encontram-se um texto complementar e uma revisão das publicações utilizadas como referência.

CAPÍTULO 2º - REVISÃO DE LITERATURA

2.1. KAIZEN segundo IMAI

Para IMAI (1992), KAIZEN significa melhoramento. A idéia básica é aprimorar constantemente o processo, de forma que as mudanças aconteçam de maneira gradual e contínua. Mas estas mudanças devem ser absorvidas por toda a organização, desde os operários até o nível mais alto da administração. Tudo pode e deve ser melhorado.

O mesmo autor conta que KAIZEN surgiu no Japão pós-guerra. Na tentativa de reerguer o país das ruínas, toda e qualquer melhoria era importante e levada em consideração. Com isso, devagar e gradativamente, o país foi ressurgindo até finalmente despontar como uma grande potência. Neste momento, os funcionários das grandes empresas passaram a dedicar-se ao contínuo aprimoramento de suas atividades, dentro e fora da empresa, fazendo com que este pensamento se incorporasse em suas vidas. Os resultados foram o surgimento e/ou aprimoramento dos sistemas de qualidade e produtividade hoje famosos e amplamente implementados nas empresas no mundo inteiro. Foi com base nas idéias do TQC que originou-se o conceito de qualidade voltada para o processo, onde a melhoria contínua é uma regra. Segundo o conceito KAIZEN, nenhum dia deve passar sem que algum tipo de melhoramento tenha sido feito em algum lugar da empresa.

Além disso, IMAI¹ descreveu as ferramentas que compõem o KAIZEN. São elas:

- Orientação para o consumidor;
- TQC;
- Robótica;
- Círculos de Qualidade;
- Sistema de sugestões;
- Automação;
- Disciplina no local de trabalho;
- TPM (Manutenção Produtiva Total);
- KANBAN;
- Melhoramento da qualidade;
- “Just-in-time”
- Zero defeitos;
- Atividades em grupos pequenos;
- Relações cooperativas entre administração e mão-de-obra;
- Melhoramento da produtividade;
- Desenvolvimento de novos produtos.

¹ IMAI, 1992, pág. 4

A estratégia do KAIZEN deve originar-se na alta administração e ser difundida entre toda a corporação. Segue abaixo as relações entre o KAIZEN e os sistemas da empresa:

KAIZEN e a Administração - Segundo o KAIZEN, a administração de uma empresa possui dois componentes principais: “a manutenção e o melhoramento”². O primeiro se refere ao cumprimento dos padrões atuais, através de treinamento e disciplina dos funcionários. Já o segundo diz que os padrões atuais devem ser constantemente questionados e melhorados. Desta forma, uma vez estabelecida uma melhoria, deve-se padronizá-la e incorporá-la aos envolvidos. Cabe à administração manter o cumprimento destes novos padrões. Logo, os dois princípios estão diretamente relacionados.

KAIZEN e a Qualidade - “O ponto de partida para o melhoramento (da qualidade) é a descoberta da necessidade”. Se nenhum problema for descoberto, a necessidade de melhoramento, na teoria, não existe. Desta forma, o KAIZEN oferece indícios para descoberta do problema e sua identificação.

Uma vez identificados os problemas, deve-se prosseguir a análise dos mesmos. Para isso o KAIZEN possui várias ferramentas de resolução de problemas, como as Sete Novas Ferramentas da Qualidade (vide “KAIZEN e o TQC”).

² IMAI, 1992, pág. 5

Porém, existem os outros aspectos da qualidade. Um exemplo claro da melhoria contínua imposta pelo KAIZEN é a mudança do enfoque, do controle de processos para o controle de projetos. Os problemas atuais devem ser considerados nos projetos futuros, no sentido de “cortar o mal pela raiz”. Além disso, outro aspecto importante é a consideração dos requisitos do consumidor. As pesquisas de mercado e as expectativas do cliente devem estar presentes e definidas desde o início do desenvolvimento de um novo produto.

KAIZEN e o TQC - De acordo com o KAIZEN, “o TQC deve passar por mudanças e melhoramentos perpétuos”³. Um exemplo é o aprimoramento e consequente suplementação das Sete Ferramentas da Qualidade. Como resultado, foram criadas as “Sete Novas”, frequentemente “...utilizadas para resolver problemas mais sofisticados, como o desenvolvimento de novos produtos, o melhoramento das instalações, melhoramento da qualidade e a redução de custos”⁴. São elas:

- “1. *Diagrama de relações* - (...) Esclarece as correlações de uma situação complexa, que envolve muitos fatores correlacionados, e serve para esclarecer as relações de causa e efeito entre os fatores;
2. *Diagrama de afinidade* - Este é essencialmente um método de debate aberto, que se baseia no trabalho em grupo, onde todos os participantes escrevem as suas idéias e, depois, elas são reunidas e separadas por temas;

³ IMAI, 1992, pág. 12

⁴ IDEM IBIDEM.

3. *Diagrama de árvore* - (...) uma extensão do conceito de análise funcional da engenharia do valor (...) aplicado para mostrar as correlações entre as metas e as medidas;
4. *Diagrama de matriz* - (...) usada para esclarecer as relações entre dois fatores diferentes (...) geralmente (para o) desdobramento das necessidades de qualidade, nas características do correlativo e, por último, nas necessidades da produção;
5. *Diagrama de análise dos dados da matriz* - (...) usado quando o diagrama da matriz não oferece informações suficientemente detalhadas (...) dentre as 'Sete Novas' (...) é o único que se baseia na análise dos dados e dá resultados numéricos;
6. *PDPC (Carta do Programa de Decisão sobre o Processo)* - (...) Como os programas de implantação para realização de metas específicas nem sempre ocorrem conforme o planejado e como é provável que os desenvolvimentos inesperados tenham consequências sérias, a PDPC foi desenvolvida não apenas para chegar à conclusão ótima, mas também para evitar surpresas;
7. *Diagrama das setas* - (...) (É frequentemente) usado no PERT (Técnica de Avaliação e Revisão do Programa) e no CPM (Método do Caminho Crítico). (...) (utiliza) uma representação em forma de rede para mostrar as etapas necessárias para (se) implantar um plano.”⁵

⁵ IMAI, 1992, pág. 223

“A incorporação da qualidade nas pessoas, significa ajudá-las a se tornarem cientes do KAIZEN” ⁶. Ou seja, o comprometimento com a qualidade deve ser comum para as pessoas, bem como os princípios do KAIZEN. Ajudar as pessoas a identificar possíveis problemas presentes no “ambiente de trabalho” é fundamental. Para isso, deve-se ensiná-las a utilizar as ferramentas necessárias, e padronizar as soluções que forem implementadas, evitando possíveis reincidências. Desta forma, estimula-se a prática do melhoramento contínuo. A cultura do KAIZEN só será incorporada pelos funcionários quando a administração realizar um programa de treinamento, difundindo suas idéias.

KAIZEN e o Sistema de Sugestões - Toda empresa deve incorporar ao processo do KAIZEN um programa de sugestões, que deve funcionar em conjunto com o sistema de qualidade. Um processo de sugestões, quando devidamente implementado, leva a dois aspectos bastante positivos. O primeiro é que, uma vez que toda sugestão entregue é considerada, analisada e, quando aceita, é incorporada e o sugestor é recompensado, os funcionários passam a ter a motivação em desenvolver idéias e redigi-las, e passam a analisar suas atividades na busca de alternativas para a melhoria contínua. O segundo aspecto sugere que cada sugestão implementada implique na revisão de um padrão. Quando uma mudança é estabelecida, é comum haver dificuldades de adaptação. Porém, uma vez que o próprio funcionário tenha proposto a criação desse novo padrão, este terá

⁶ IMAL, 1992, pág. 37

mais estímulo para adaptar-se e realizar suas atividades. Desta forma, o KAIZEN se difunde também entre os operários.

KAIZEN e a Inovação - A grande dificuldade na adaptação ao modelo KAIZEN é a sua “monotonia”. O KAIZEN é um processo lento de melhorias, resultante de esforços e ações contínuas, onde o impacto só pode ser visualizado, quantitativamente, a longo prazo, e onde todos devem estar envolvidos. Já o modo usual é a inovação, onde um grande impacto no processo é imposto, através de um grande investimento em tecnologia e/ou equipamentos, e onde pode-se mensurar, a curto prazo, os benefícios obtidos. Com isso, é mais difícil convencer os gerentes de que deve-se manter as atividades de acordo com os conceitos do KAIZEN, visto que seus resultados serão menores do que as mudanças de impacto. Por outro lado, o KAIZEN não exige técnicas sofisticadas ou tecnologias avançadas. Muitas vezes, tudo o que é necessário é bom senso, aliado a algumas ferramentas estatísticas, como as Sete Ferramentas, além de muito esforço e comprometimento para manter o trabalho contínuo de melhorias.

Mas o ideal é que os dois conceitos estejam correlacionados. A inovação estabelece novos padrões, com altos investimentos, mas a tendência natural é que com o tempo, o novo sistema implantado como resultado da inovação esteja sujeito à deterioração constante. Neste aspecto, o KAIZEN entra para manter a melhoria contínua e evitar este aspecto negativo.

KAIZEN e o Consumidor - Os serviços de atendimento ao consumidor deveriam receber maior importância. Na maioria das empresas isso não acontece, já que o serviço não é designado àqueles que tem a capacidade de utilizar estas informações para melhoria do produto. “O problema é que mesmo se estas informações valiosas estiverem disponíveis, poucas pessoas se dão ao trabalho de utilizá-las (corretamente) (...) Obcecados pelos lucros a curto prazo, a maioria dos gerentes prefere se esquecer dos consumidores. Para esses gerentes, as reclamações do consumidor são apenas um aborrecimento”. Assim, “perdem uma excelente oportunidade de reunir informações e passá-las às pessoas que podem (utilizá-las para o benefício da empresa) (...) A troca de informações entre os executivos é tão importante quanto a reunião e o processamento delas.”⁷ Uma vez que estas informações sejam devidamente aplicadas, tornam-se uma ferramenta consistente na busca do contínuo melhoramento.

Por outro lado, quando se fala em consumidores, deve-se lembrar dos chamados “clientes internos”. Dessa forma, “sempre que um produto ou serviço malfeito é passado adiante, as pessoas do processo seguinte são prejudicadas.”⁸ No geral, as discrepâncias originadas no processo anterior são constatadas somente pelos seus clientes, internos e externos. As informações obtidas com estes são primordiais para a localização e eliminação dos problemas.

⁷ IMAI, 1992, págs. 41,42.

⁸ IMAI, 1992, pág. 45.

KAIZEN e o Fornecedor - O KAIZEN estabelece a busca pelas causas reais dos problemas. Desta forma, deve-se conhecer o processo anterior, para que a origem da discrepância seja determinada. Porém, uma vez localizado o ponto de origem, deve-se prosseguir com a análise até que a verdadeira causa da falha seja descoberta.

Além disso, é importante que a análise dos problemas não encontre como barreira o portão da empresa. Assim, se suas causas são provenientes do fornecedor, deve-se trabalhar em conjunto com o mesmo até que sejam eliminadas, de modo a assegurar a melhoria contínua do seu processo e a garantir que não ocorram reincidências.

O KAIZEN deve ser assimilado por todos os funcionários da empresa. Aliado aos diversos sistemas de qualidade e produtividade, às incessantes inovações e com o apoio total da alta administração, o KAIZEN faz com que os processos se tornem a cada dia melhores, resultando em aumento da produtividade, da qualidade dos produtos e, conseqüentemente, garante a satisfação e a confiança dos clientes.

2.2. Melhoria Contínua - Enfoque de SHIBA

De acordo com o TQM (Gerenciamento da Qualidade Total), uma vez que todos os produtos ou serviços são resultados de um processo, a maneira efetiva de se melhorar a qualidade é melhorar o processo de manufatura do produto.

Esta teoria é denominada “Gerenciamento voltado ao processo”. Nele, um objetivo é definido e a partir de então desenvolve-se um plano de implementação para conseguir alcançá-lo, considerando o comprometimento das pessoas envolvidas. Deve-se estudar e implementar um sistema para medir o nível de aderência ao plano e se os resultados esperados estão sendo alcançados. Com estes dados, segue-se uma análise de quanto e porque os resultados alcançados não se refletem no que se esperava, e desta forma todos os elementos anteriores são revistos. Enfatizando a mudança do processo e de suas entradas, na busca de se conseguir os resultados esperados, as saídas serão a constatação (ou não) da sua eficácia.

O modelo de melhoria para o processo de resolução de problemas desenvolvido por SHIBA (1993) é denominado Modelo WV. Ele demonstra os passos do processo de resolução de problemas e sua alternância entre os aspectos de idealização (como planejar, analisar) e de experimentação (onde se obtém as informações concretas, através de medições, reuniões, levantamento de dados, etc.). Desta forma, a oscilação entre estes dois níveis resulta no formato das letras W e V, daí o nome WV (FIGURA 2.1).

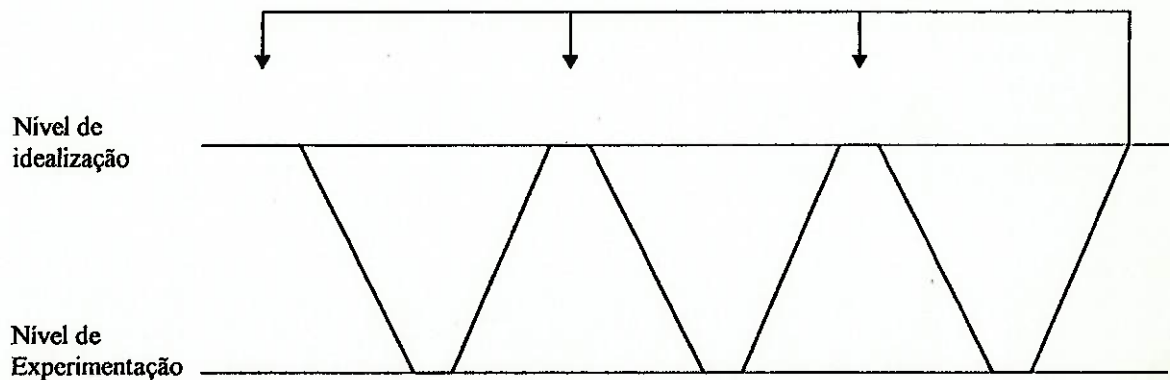


FIGURA 2.1. Diagrama WV para o processo de resolução de problemas.

Fonte - (SHIBA; 1993).

Existem três tipos diferentes de resolução de problemas, utilizando-se o modelo

WV:

1. Controle de Processo - É o formato mais conhecido de melhoria de processo.

Considera-se que o processo em questão está padronizado de maneira efetiva, e desta forma deve-se estabelecer meios de controlar os parâmetros a fim de certificar-se que tudo está correndo conforme esperado, reagindo com a tomada de ações corretivas quando houver algum problema. Estas ações são tomadas conforme o ciclo SDCA (Padronize, Faça, Cheque, Aja), como demonstrado na FIGURA 2.2.

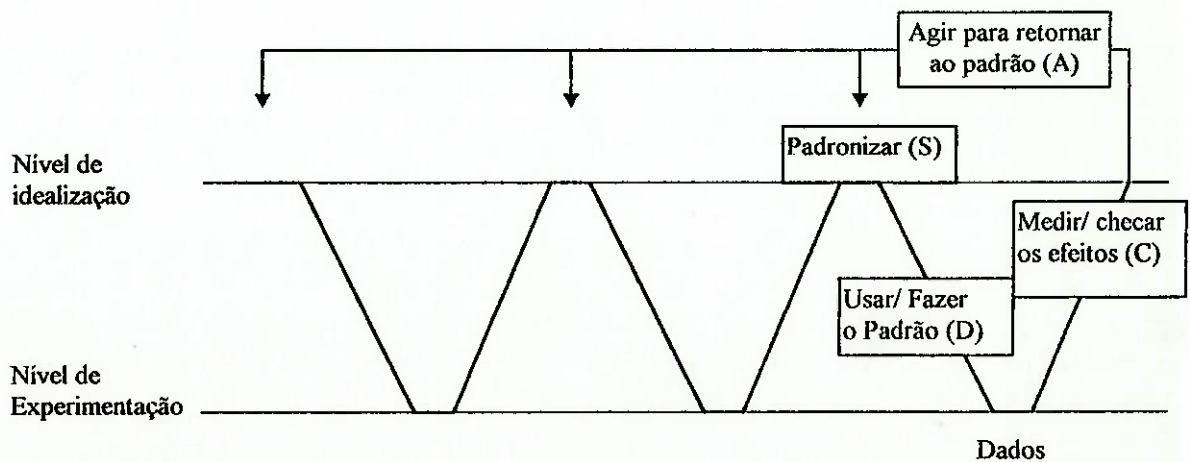


FIGURA 2.2. O Ciclo SDCA.

Fonte - (SHIBA; 1993)

2. Melhoria Reativa - Este tipo de modelo deve ser utilizado em processos onde é nítida a necessidade de um plano de melhorias, pois já constatou-se estatisticamente que o processo não é confiável. Neste caso, deve-se coletar dados, analisá-los, encontrar as raízes das causas do problema, e implementar sistemas de medição apropriados. Ou seja, há uma reação para o problema específico através de uma ferramenta de resolução de problemas. Para este caso, a ferramenta é o “Processo 7 Passos” (Figura 2.3).

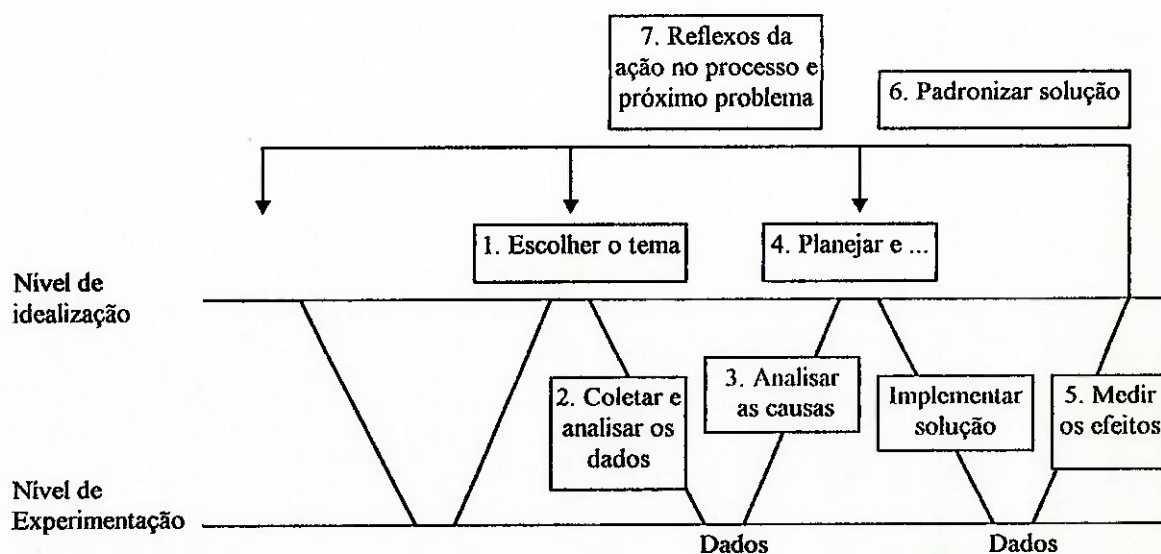


FIGURA 2.3. Os Sete Passos para resolução de problemas.

Fonte - (SHIBA; 1993)

Para se garantir o processo de melhoria, os três últimos passos devem se tornar um ciclo SDCA.

3. Melhoria proativa - Este modelo é utilizado quando não se sabe ao certo o que deve ser melhorado. Neste caso, deve-se decidir primeiro o que o cliente quer, qual produto desenvolver, ou qual processo necessita de uma atividade de melhoria.

Inicialmente, deve haver um pressentimento de que existe um problema, mas ainda não se sabe nada a respeito. Com isso, a situação deve ser

analisada para que se possa entender o que está acontecendo, e então formular um problema claramente. A partir de então, deve ser utilizado o “processo dos 7 Passos”.

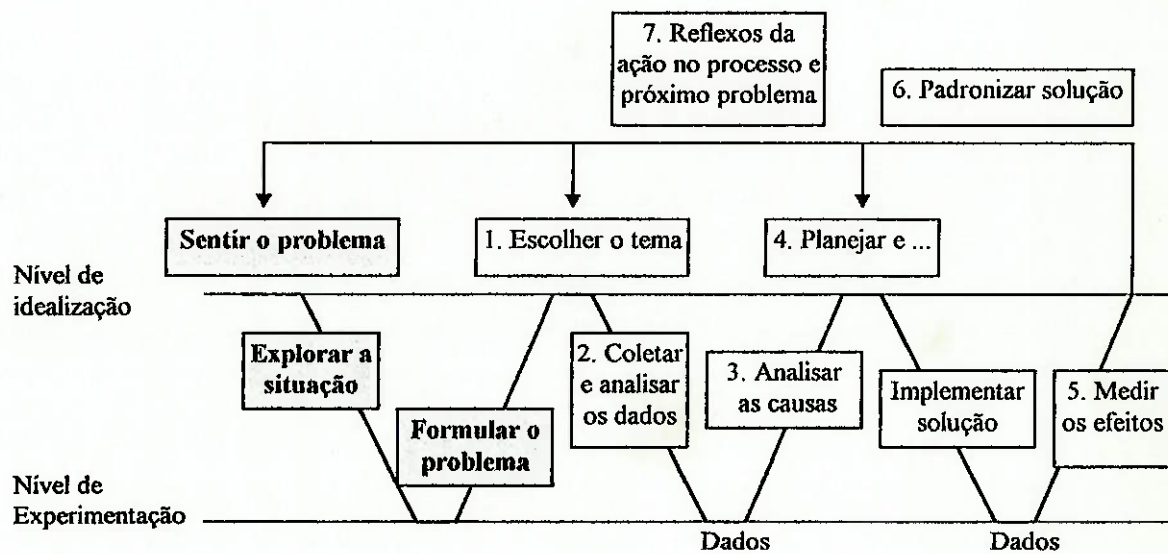


FIGURA 2.4. Os passos da melhoria Proativa.

Fonte - (SHIBA; 1993)

Nos estágios do modelo WV, a medida que o processo alterna-se entre as formulações dos problemas ou soluções e a coleta de dados, move-se entre as linhas que sobem e descem, oscilando entre os momentos de Idealização e Experimentação. Por exemplo, no estágio proativo define-se um tema - o processo está no nível de Idealização. A seguir, coleta-se os dados - o processo passa para o nível de Experimentação. E daí por diante, sempre ocorre a alternância entre a idealização e a coleta de dados, o que ilustra o princípio do TQM de se basear em fatos para a tomada de decisões, e não em opiniões.

CAPÍTULO 3º - INICIANDO O PROCESSO

3.1. A Importância dos *Quality Gates*

Como já foi dito inicialmente, desde 1992 os operadores passaram a ter a responsabilidade pelo controle de qualidade de suas operações. Dessa forma, se muitos operadores podem perceber quando algo está errado, então por quê a necessidade de se utilizar gráficos de controle, ou alocar *Gates*? O fato é que, mesmo que os operadores sejam capazes de perceber uma discrepância (e são), ainda assim são apenas suposições. Na procura de se obter as informações do processo, e notar que algo diferente aconteceu, é necessário um gráfico de controle. Com isso, pode-se perceber a tendência de um item crítico e acompanhá-la. Mas, para reagir de maneira consistente, é importante a presença de um *Gate* corretamente alocado na linha de montagem. Quando um gráfico de controle mostra algum ponto fora dos limites, significa que a organização deve tomar providências. O *Gate* é uma oportunidade para que os gerentes, engenheiros, supervisores, projetistas, entre outros, compartilhem e vejam quais são os problemas reais, na sua exata proporção.

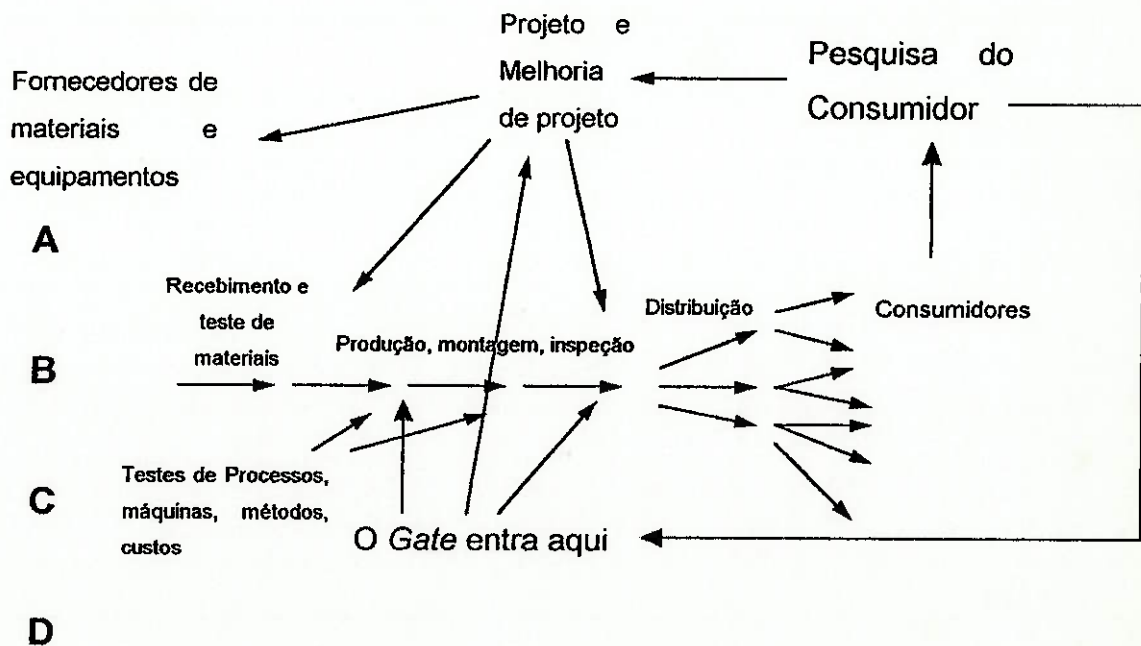


FIGURA 3.1. Visualização do *Gate* e sua abrangência no Sistema
Fonte - Elaborada pelo AUTOR

3.2. Os Objetivos

Os objetivos dos *Quality Gates* são:

- Eliminar os custos de Garantia, através da contenção total das discrepâncias e eliminação das mesmas ainda dentro das dependências da empresa;
- Promover a melhoria contínua do processo produtivo, através da formação de times de trabalho para atacar e prevenir a incidência de causas especiais, e reduzir a variação das causas comuns;

- Estabelecer os requisitos do cliente como conceito-chave, baseando-se neles quando realizar as ações de melhoria;
- Melhorar a qualidade do processo.

3.3. Os Elementos

Os *Quality Gates* possuem uma série de elementos, que devem ser constantemente aprimorados a fim de atender os requisitos da Melhoria Contínua. Todos são importantes na garantia da eliminação das discrepâncias. São eles:

3.3.1. Planilhas de Registros

A planilha de registro é o principal documento de um *Gate*, pois com base nas informações nela descritas, as decisões são tomadas e os problemas são eliminados. Nela estão definidos quais itens devem ser verificados, e quantas discrepâncias podem ocorrer dentro de determinado período ou quantidade de veículos. Logo, o levantamento de seus dados deve ser minucioso e consistente, a fim de garantir a eficiência do processo de inspeção. Estes dados são: os Itens de Verificação e os respectivos Limites de Ação (vide FIGURA 3.2).

Planilha de Registros - Quality Gate - <i>Tapeçaria Final</i>					
Turno: <i>Nocturno</i>	Data: <i>12/10/97</i>		Inspetor: <i>José Matias</i>		
Item	Limite de Ação	Horas			
		1	2	3	4 ...
Lanternas traseiras	8 / Turno	\\ \\	\\		
Chicote Principal P.I.	6 / Turno	\\	\\		
Pára-choque diant.	5 / Turno		\\	\\	
Palheta limpador	2 / Turno	\\			
Banco traseiro 1/3	2 / Turno		\\		

FIGURA 3.2 - Exemplo de uma Planilha de Registros

Fonte - Elaborada pelo AUTOR.

3.3.2. Itens de Verificação

Os itens de verificação são os aspectos do veículo, como peças, componentes, sistemas, que devem ser inspecionados no *Gate* quanto ao seu funcionamento, posicionamento, ajuste, etc. Cada item deve ser considerado de maneira global, ou seja, todas as características da peça devem ser consideradas no momento da inspeção e nas análises dos problemas.

O primeiro passo para estabelecer os itens das planilhas de registros é o levantamento das Características Principais de Produto (CPP's). Estas características são os aspectos da peça que podem influenciar na qualidade do produto final. (Vide Anexo). Elas foram definidas durante a fase de projeto e desenvolvimento do veículo, pela Engenharia de Produtos. A seguir, deve-se definir quais delas possuem um histórico de

problemas no processo, devendo ser controladas. Assim, com base nestas características, é feita uma seleção preliminar dos itens.

O próximo passo a ser seguido é considerar os requisitos dos clientes. Para isso, é adotado o seguinte procedimento:

- São utilizados os dados de uma pesquisa trimestral, onde são entrevistados 160 novos compradores de veículos da EMPRESA. Os aspectos pesquisados variam da satisfação com o veículo em termos gerais, até detalhes mais específicos como ruídos ou volante puxando para os lados.

- Os dados desta pesquisa servem de referência para a escolha dos itens. Para cada cliente entrevistado, são levantados todos os problemas referentes ao seu veículo, junto ao Sistema de Garantia, para conhecer suas causas e quais reparos foram realizados na Concessionária.

- Novamente a pesquisa é consultada para verificação do reparo. Se o cliente ficou satisfeito com o serviço realizado, e se os problemas realmente foram eliminados, então estas informações devem ser consideradas como referência, para a tomada de ações corretivas e adoção dos métodos de inspeção. Por outro lado, se o serviço não foi suficiente para resolver o problema, então deve-se considerar este item como prioridade em relação aos demais.

Desta forma, considerando as informações referentes a cada um dos clientes, é definida a lista dos itens que cada um dos *Gates* deveria controlar. Porém, apenas os mais críticos foram inicialmente alocados na lista de verificação (de acordo com o levantamento

de Diagramas de Pareto), para que o funcionário que realizasse a coleta das informações pudesse completar a inspeção com o veículo dentro da área do *Gate*. Com os demais itens, que não foram considerados na listagem inicial, foi criada uma “lista de espera”. Assim, à medida que os problemas forem eliminados, outros serão incorporados de acordo com a criticidade apontada nos Diagramas de Pareto.

Por último, os itens são alocados nas Planilhas de Registros. Cada *Gate* possui uma listagem diferenciada, para controlar somente os componentes do “seu” processo.

3.3.3. Limites de Ação

Os limites de ação são os limites de controle para cada um dos itens da lista de verificação. Um limite de ação é considerado o número máximo de discrepâncias, calculado por horas ou por uma quantidade de produção específica.

Para realizar os cálculos destes limites, devem ser coletados sete dias corridos (14 turnos) de informações para cada um dos *Gates*. É importante salientar que os valores aqui considerados são sempre atributos (ou seja, conforme ou não-conforme). A seguir, deve ser utilizado o “Cálculo da Fração Defeituosa”, para a determinação estatística destes limites, conforme abaixo:

- Calcula-se as frações defeituosas (p) referentes a cada um dos períodos, de acordo com a fórmula:

$$p = \text{discrepâncias observadas} / \text{total de veículos inspecionados} \quad (1)$$

- A seguir, calcula-se p barra através da fórmula:

$$p \text{ barra} = \text{Total de discrepâncias anotadas} / \text{Total de veículos verificados} \quad (2)$$

ou

$$p \text{ barra} = \text{soma dos } p\text{'s} / (\text{número de medições considerado} = 14) \quad (3)$$

- Com isso, utiliza-se as fórmulas abaixo para o cálculo dos limites de controle:

$$LSC = (p \text{ barra} + 3 \sqrt{p \text{ barra} (1 - p \text{ barra}) / N}) N; \quad (4)$$

$$LM = p \text{ barra} \times N; \quad (5)$$

$$LIC = (\text{Não existe})$$

Assim, uma vez determinados estes limites de controle, eles devem ser alocados nas planilhas de registros de acordo com o intervalo considerado (vide TABELA 3.1).

TABELA 3.1 - Exemplo da determinação dos limites de ação

Item	LSC	Limite de ação
Mangueira Condensador ao Evaporador	5	5/ turno
Pára-choque dianteiro	3	3/ turno
Palheta limpador p.brisa	2	2/ turno

Fonte - Elaborada pelo AUTOR

3.3.4. Gráficos de Controle

Ao final do dia, o número de não-conformidades encontrado deve ser somado e registrado em um gráfico de controle, que será utilizado para mensurar a eficiência das ações implementadas no *Gate* durante a semana. Ele contém o valor total das discrepâncias encontradas, sem divisão de itens ou Subsistemas. Dessa forma, no início de cada semana um novo gráfico deve ser colocado na Prancha do *Gate*, contendo as informações da semana anterior. E no início do mês deve ser realizado um novo gráfico com todas as informações do mês anterior, para ser apresentado na reunião mensal do Conselho da Qualidade.

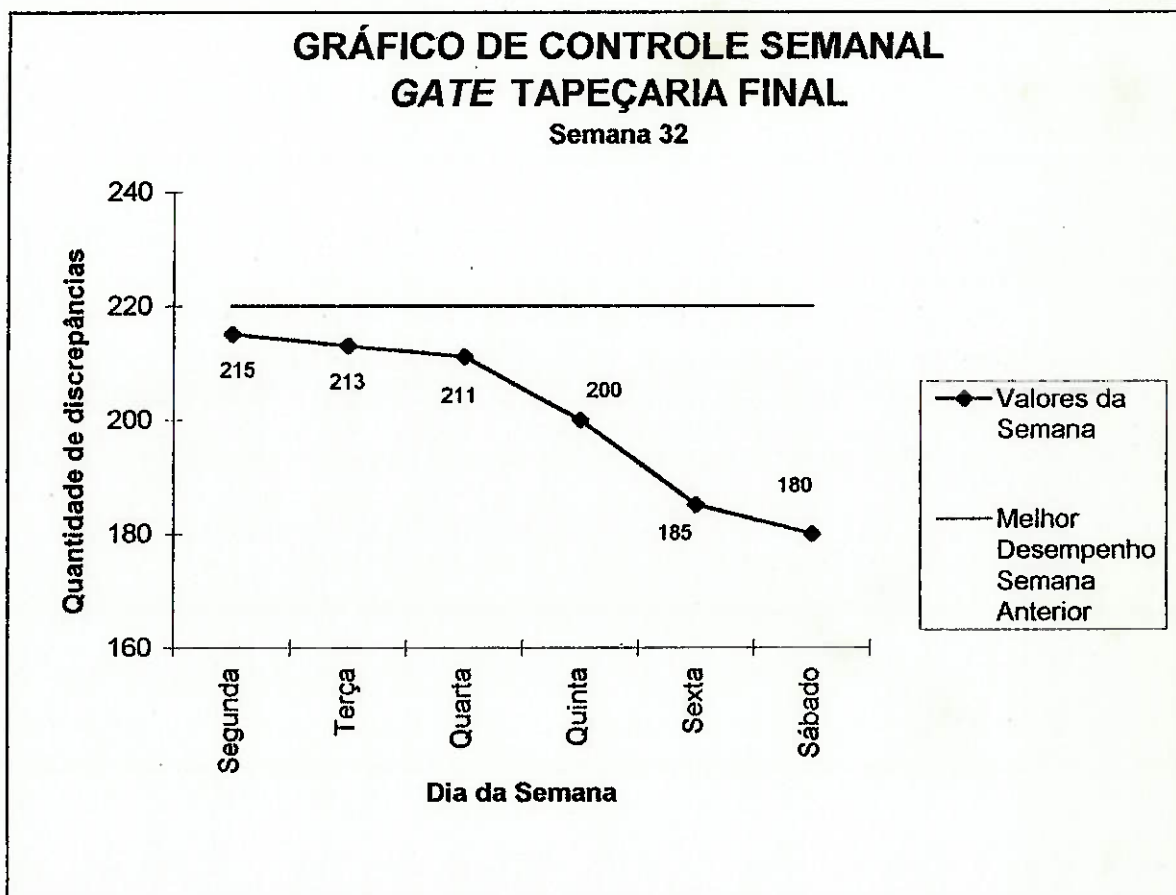


FIGURA 3.3 - Exemplo de um Gráfico de Controle Semanal.

Fonte - Elaborado pelo AUTOR.

3.3.5. Equipes de análise dos problemas

Os times de análise de problemas atuam em diferentes circunstâncias. São eles:

1. *Times de Redução de Variação dos Subsistemas (TRVS)*: são permanentes e possuem a responsabilidade de direcionar as ações dos Times de Redução de Variação (TRV's), ou decidir, em conjunto com seu coordenador (membro do Conselho da

Qualidade), a formação de novos TRV's. Fazem parte destes times, funcionários dos departamentos envolvidos com o processo de Melhoria Contínua (Engenharia de Produtos, de Processos, de Qualidade de Fornecedores, de Produção, de Qualidade, de Confiabilidade e de Melhoria Contínua). Um time possui representantes de cada departamento citado. A participação de cada um deles é a seguinte:

- Engenheiro de Produto - deve possuir o conhecimento das Características Principais de Produto (CPP's) do Subsistema, podendo ajudar na identificação dessas características e nos seus requisitos e especificações ;
- Engenheiro de Processos - quando o Subsistema analisado (ou alguns de seus componentes) é produzido na EMPRESA, e não em fornecedores externos, este funcionário deve conhecer os processos de manufatura relacionados à sua produção, fornecendo todos os detalhes a respeito;
- Engenheiro de Qualidade de Fornecedores - este integrante da equipe exerce o papel do Engenheiro de processos, em relação aos componentes do Subsistema produzidos por fornecedores externos. Ele deve garantir que esses fornecedores resolvam os problemas das peças do Subsistema, podendo receber ajuda dos demais membros do time;
- Engenheiro de Produção - deve ser o responsável pela área da montagem do Subsistema no veículo, na linha de produção, para que conheça muito bem os equipamentos, os tempos necessários para execução das operações, as dificuldades e as necessidades;

- Engenheiro de Qualidade - é o coordenador interno do grupo, que agenda as reuniões, organiza os passos e mostra os resultados obtidos. É a ligação entre o time e o Conselho de Qualidade;
- Engenheiro de Confiabilidade - é o responsável pelo levantamento das informações dos serviços de Garantia, e expõe seus conhecimentos a respeito dos problemas que os clientes vêm encontrando no Subsistema;
- Engenheiro de Melhoria Contínua - padroniza todas as ações que forem implementadas pelo time, o que inclui monitoramento das modificações de desenhos, de especificações, de material, etc, garantindo que o ciclo de melhoria seja mantido.

2. *Times de Redução de Variação* (TRV's): Os TRV's também são equipes multi-departamentais, que são formados pelos TRVS's para análise e eliminação de problemas específicos de um Subsistema. Os membros dos TRVS's podem e devem participar dos Times de Redução de Variação, quando forem as pessoas mais indicadas para a função.

3. *Times de Resolução de problemas*: são formados para a análise dos problemas cujas causas são de fácil localização. Exemplo: o inspetor do turno diurno do *Gate* Final Tapeçaria constatou um problema de torque em sete unidades seguidas. Imediatamente foi montado um time de resolução de problemas, composto por 2 operadores, 2 supervisores de linha e o solucionador de problemas do *Gate*. Rapidamente foi constatado que uma das apertadeiras que realiza a operação de torqueamento estava ocasionando o problema.

Todas as unidades foram rastreadas, e o equipamento foi substituído até que fosse realizada a devida manutenção.

3.3.5. Planos de Reação

Quando um limite de ação for excedido, deve ser imediatamente executado um plano de reação. Assim, uma equipe deve ser formada a fim de analisar as causas do problema, e implementar ações corretivas para garantir sua eliminação definitiva. O desenvolvimento deste processo é gerenciado através do “Relatório 5 Passos de Resolução de Problemas” (uma adaptação da EMPRESA do processo “Sete Passos” de Shiba), onde são descritas as ações e prazos de cada uma das fases (Vide FIGURA 3.4).

Relatório 5 PASSOS para Resolução de Problemas	
Relatório nº _____	Data início: _____
Passo 1 (Formulação do problema e definição das causas): _____ _____	
Passo 2 (Ação de Contenção do problema): _____	Data: _____
_____	Data: _____
Passo 3 (Análise das causas e formulação de alternativas): _____ _____	
_____	Data: _____
Passo 4 (Escolha e implementação da melhor alternativa proposta): _____	
_____	Data: _____
_____	Data da implementação: _____
Breaking Point: _____	
Passo 5 (Constatação da eficácia da ação implementada): _____	
_____	Data: _____

FIGURA 3.4 - Relatório “5 Passos para Resolução de Problemas”.

Fonte - A EMPRESA.

Os passos (e as respectivas responsabilidades) do relatório “5 Passos” são os seguintes:

1. Uma vez encontrado um problema, determinar qual(is) a(s) causa(s) principal(is). O preenchimento deve ser realizado pelo responsável pela detecção do problema (no caso dos *Gates*, o supervisor ou o solucionador de problemas);

2. Estabelecer uma ação de contenção do problema, até que seja analisado e implementada uma solução definitiva. A responsabilidade pelo Passo 2 é geralmente do Supervisor da área de montagem da peça discrepante;
3. Analisar detalhadamente o problema, utilizando o diagrama de Causa e Efeito, e estabelecer as alternativas de solução. Esta análise é feita pelo time responsável pelo problema, podendo ser um TRV (Time de Redução de Variação) ou um TRP (Time de Resolução de Problemas);
4. Escolher a melhor alternativa, levando em conta investimento e tempo necessário, e implementá-la. Aqui a responsabilidade também é da equipe de análise do problema ;
5. Verificar a eficácia da solução implementada, e certificar-se da eliminação definitiva do problema. A responsabilidade, neste caso, é geralmente de um Engenheiro de Confiabilidade, que irá consultar o sistema de Garantia e comparar os dados de antes e após a implementação. Além disso, serão consideradas as informações dos *Gates* (local e da Inspeção final), e da pesquisa do cliente.

3.3.7. Localização dos *Gates*

Os locais escolhidos para os *Quality Gates* devem ser determinados seguindo dois critérios básicos, que são: a disponibilidade de espaço físico, que possibilite as etapas de

inspeção e reparos, e a manutenção de uma distância mínima entre um *Gate* e outro, a fim de possibilitar que o(s) Subistema(s) montados neste intervalo sejam checados por um único *Gate*. Com isso, foram definidos 16 pontos ao longo da linha de montagem, para localização dos *Quality Gates* (vide FIGURA 3.5).

Além desses pontos, a área da Inspeção Final passou a ser considerada um *Quality Gate*, com o objetivo de monitorar a eficácia dos demais.

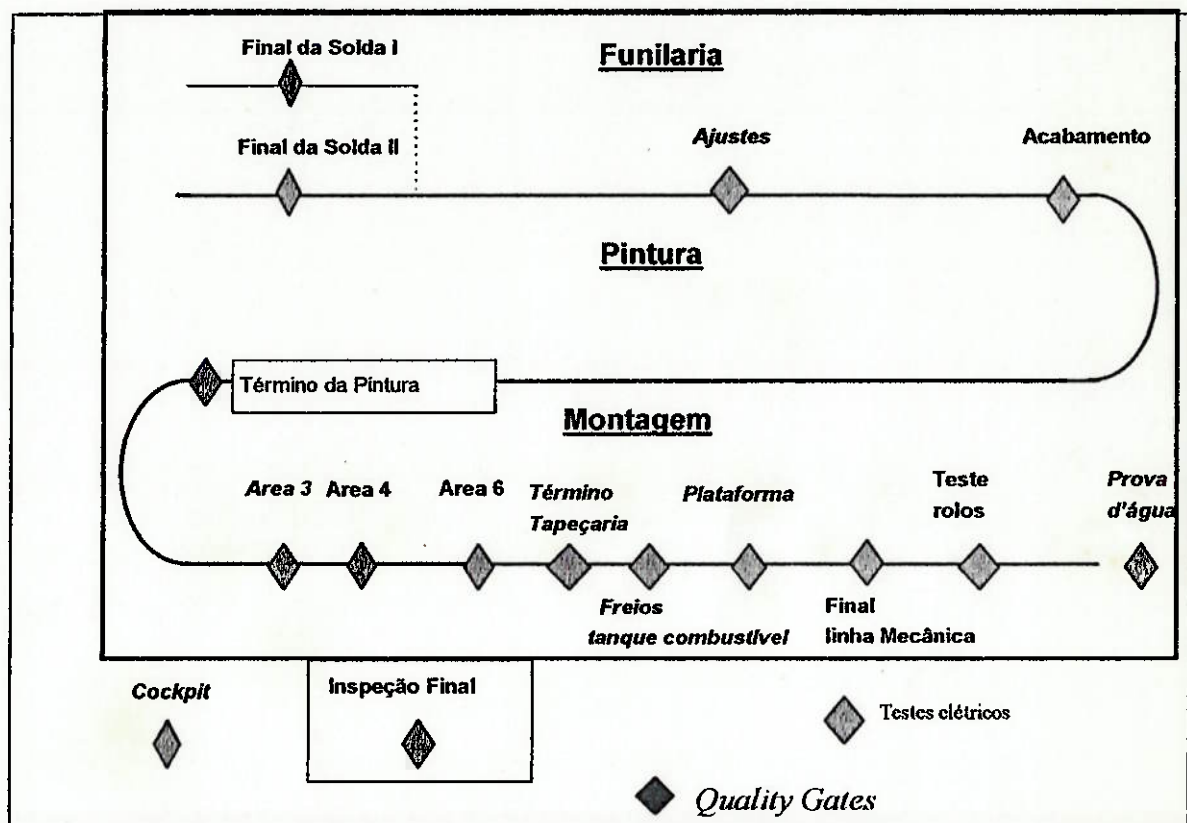


FIGURA 3.5. Visualização dos *Gates* ao longo da linha de montagem.

Fonte - Elaborada pelo AUTOR

Para possibilitar o posicionamento destes *Gates*, algumas operações de montagem devem ser transferidas de um posto de trabalho para outro. Neste aspecto, o comprometimento do pessoal da Fábrica é fundamental, visto que realocar uma etapa de montagem significa recalcular todos os tempos-padrão, refazer o balanceamento da linha e treinar operadores para realizar estas atividades. É importante ressaltar que um operador realiza várias operações em cada unidade produzida, e quando uma determinada operação é transferida de local este operador passa a desempenhar outras tarefas.

3.3.8. Os Equipamentos

A estrutura física dos *Gates* é basicamente composta por:

- Prancha de visualização dos dados: um “*display*” onde as cartas de controle e os demais documentos do *Gate* são colocados de uma maneira que possibilite a visualização dos aspectos gerais, a performance do período e a tendência dos itens mais críticos, além dos indicadores de qualidade e os planos de ação e reação (vide FIGURA 3.6);

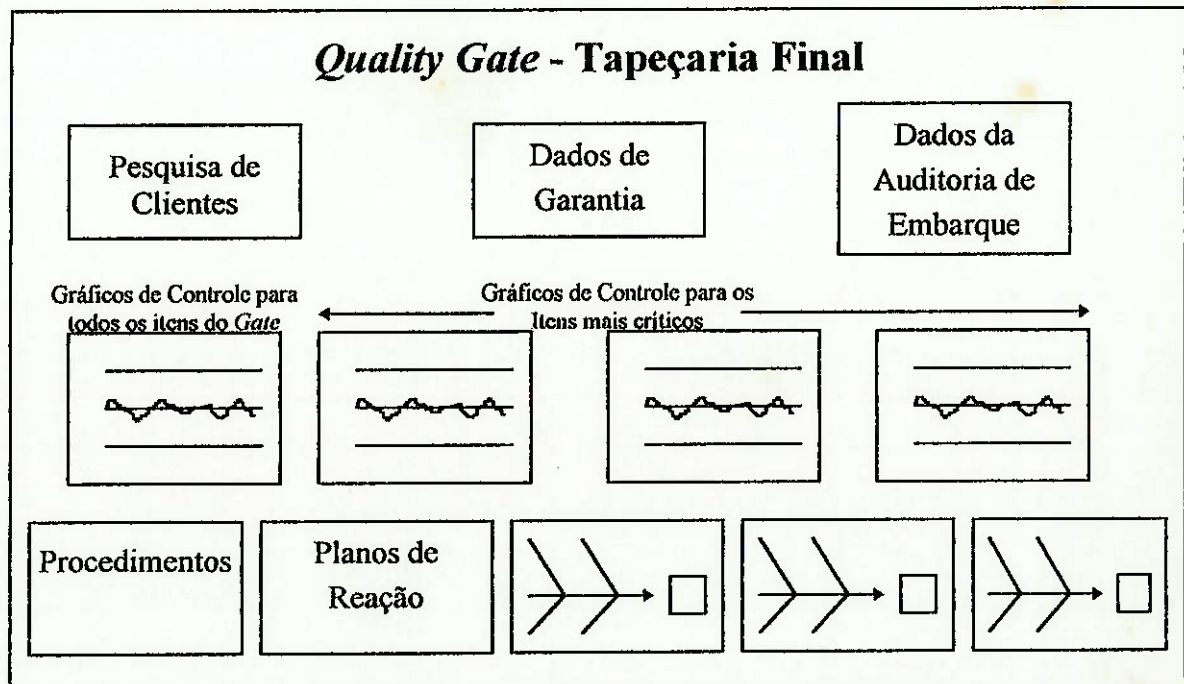


FIGURA 3.6 - Exemplo de uma Prancha de dados.

Fonte - Elaborada pelo AUTOR

- Ferramentas de reparos: grande parte dos equipamentos e ferramentas do *Gate* fica na área de reparos. Cada *Gate* possui suas ferramentas próprias, adequadas ao tipo de reparo que será feito. Por exemplo, o *Gate* alocado após a Linha Mecânica possui torquímetros, apertadeiras pneumáticas (algumas de torque-ângulo), etc. enquanto que o do final da pintura possui pistolas de tinta, reparador de primer, etc.

- Ferramentas de inspeção: variam de um *Gate* para outro. No geral, consistem em torquímetros, paquímetros, medidores elétricos e dispositivos (confeccionados para a utilização específica no *Gate*).

Para assegurar a integridade das informações, todos os equipamentos elétricos, mecânicos ou hidráulicos, utilizados para identificar as discrepâncias, devem estar muito bem calibrados. Desta forma, o departamento de Manutenção deve adequar o Sistema de Manutenção Preventiva para atender estes equipamentos nos prazos estabelecidos. Porém, devido ao seu constante uso, os prazos de validade das aferições e calibrações devem ser revistos, a fim de manter o sistema de acordo com as normas internas da EMPRESA.

3.3.9. Indicadores de qualidade

Os indicadores de qualidade são elementos indispensáveis na medição da eficácia das ações implementadas. Além disso, a utilização destes indicadores serve para demonstrar as deficiências do processo, e a conseqüente necessidade de investimento adicional para aquisição de novos equipamentos. Os indicadores da EMPRESA são:

- Inspeção final: uma vez que é realizada em 100% dos veículos, seus resultados devem ser considerados. Porém, é importante salientar que muitos dos itens que serão checados pelos Gates locais não podem ser verificados pela Inspeção final, pois sua posição no veículo impossibilita até mesmo sua visualização, como é o caso da coluna de direção.

- Sistema de Garantia: este é o indicador de qualidade mais confiável. Se as ações tomadas para eliminação de um problema forem efetivas, haverá uma diminuição de suas incidências nos veículos produzidos e conseqüente redução do número de veículos levados

para as concessionárias. Porém, é importante considerar que os veículos demoram, em média, cerca de dois meses desde a sua produção até a entrega ao cliente.

- Pesquisa de mercado: A mesma pesquisa utilizada para definição dos itens da lista de verificação deve servir como termômetro para medir a melhoria no índice de satisfação do cliente, através das ações tomadas para redução das discrepâncias.

3.3.10. Os Times dos *Gates*

O time de cada *Gate* foi formado por funcionários que já trabalhavam na EMPRESA. A experiência, os conhecimentos das técnicas estatísticas e o desempenho anterior, foram os requisitos básicos para a escolha. Foram escolhidas 3 a 5 pessoas para cada *Gate*, incluindo inspetores, pessoal de reparos, especialistas no sistema informatizado e supervisão. O suporte foi dado pelas Engenharias de Produto, de Melhoria Contínua, de Processos, de Qualidade dos Fornecedores, da Confiabilidade e de Qualidade, além do setor de Projetos.

3.3.11. O Treinamento contínuo

O treinamento contínuo visa a atualização das informações referentes às características dos componentes verificados nos *Gates*. Além disso, à medida que novas

metodologias de trabalho forem desenvolvidas, elas devem ser levadas ao conhecimento dos funcionários para que sejam assimiladas.

Os engenheiros se comprometem com o processo, buscando sempre que possível, informações de outras plantas da EMPRESA no mundo.

3.3.12. Reuniões de Qualidade

As Reuniões de Qualidade foram estabelecidas com os seguintes objetivos:

- Manter o foco e os conceitos dos *Gates*;
- Ajudar os *Gates* nos problemas mais críticos;
- Mostrar as ações tomadas e os resultados obtidos;
- Decidir sobre a inclusão e retirada de novos itens de verificação, com base nos indicadores de qualidade (Inspeção Final, Auditoria de Embarque, Sistema de Garantia e Pesquisa do Consumidor).

Existem três reuniões de qualidade, que são:

- Reunião Semanal do *Gate* (FIGURA 3.7) - Acontece geralmente no início da semana. Nesta reunião são definidos os passos do *Gate* para os próximos dias, com base nos resultados da semana anterior, mostrados no Gráfico de Controle Semanal e no Diagrama de Pareto. Nela participam o time do *Gate* e os TRV's (times de redução de variação) que estiverem atuando em algum elemento do processo relacionado. A

coordenação é de responsabilidade do Gerente do *Gate*, que recebe o apoio do Solucionador de problemas. Dura cerca de 15 a 30 minutos, e é realizada na própria área do *Gate*, próximo à prancha de dados.

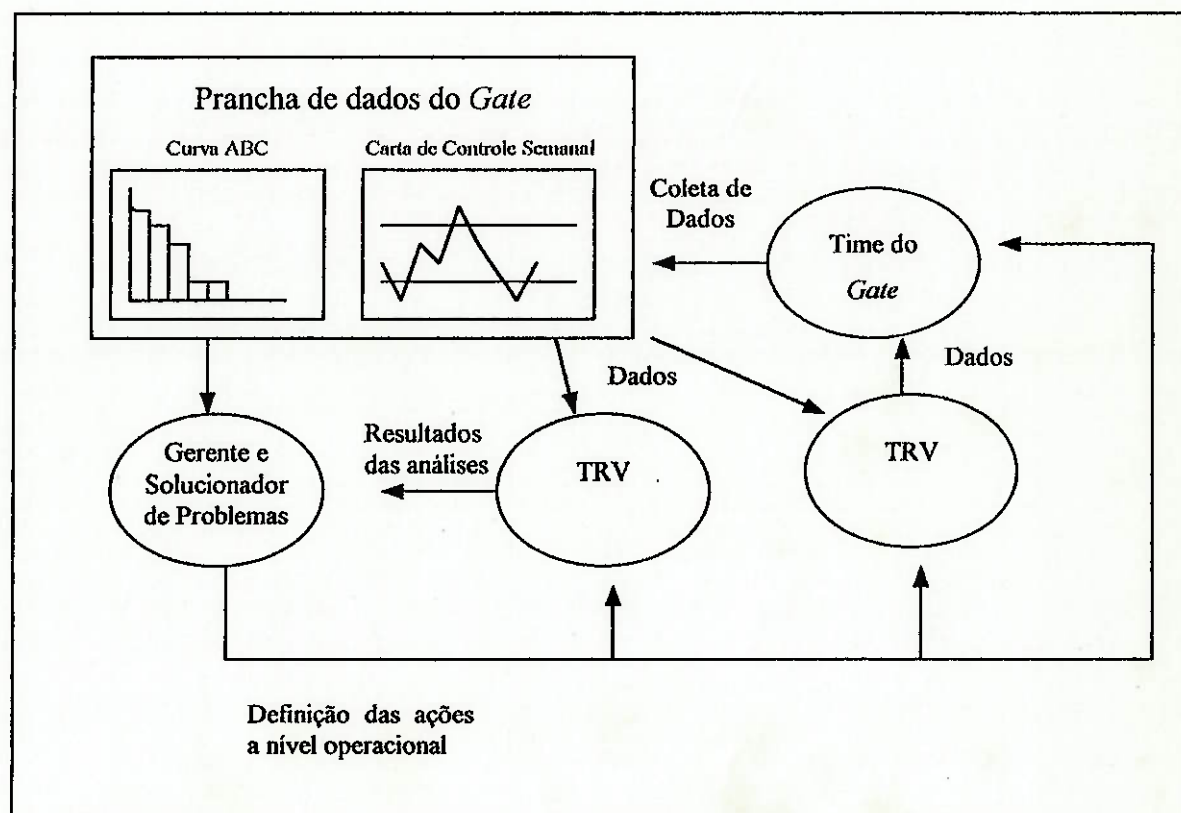


FIGURA 3.7 - Fluxograma das informações na Reunião Semanal do *Gate*.

Fonte - Elaborado pelo AUTOR.

- Reunião Mensal dos TRVS's (Times de redução de variação de Subsistemas (FIGURA 3.8)) - nesta reunião os integrantes da equipe analisam as ações dos TRV's atuais e a formação de novos times, de acordo com as necessidades levantadas pelos dados dos *Gates* durante o mês. É importante salientar que a formação dos times de resolução de

problemas (TRP) pode ser realizada a qualquer momento, mediante a comprovação de sua necessidade. Porém, a formação de novos TRV's está sujeita a análise e aprovação do respectivo TRVS e do Conselho de Qualidade, o que só acontece nesta reunião. Com isso, se um determinado problema necessita de análise urgente, e nenhum time está definido para tal, ela será iniciada pelo Solucionador de problemas, que pode convocar um TRP composto por funcionários da fábrica. Mas se as ações corretivas necessitarem de investimento adicional, será necessário que um TRV assuma o processo.

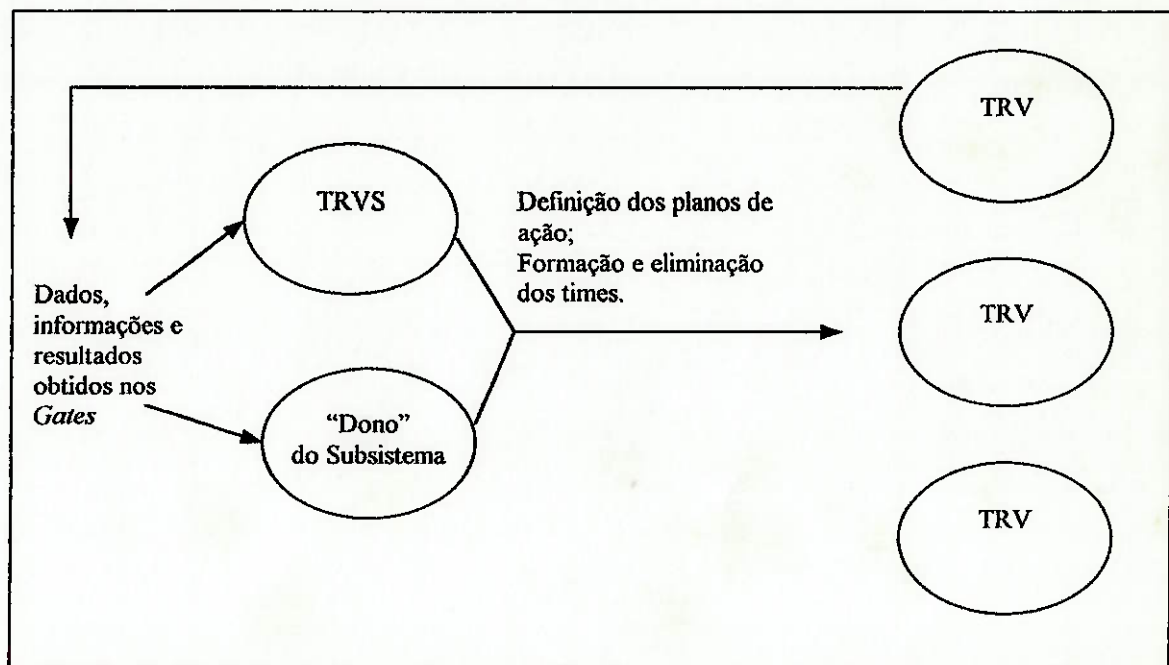


FIGURA 3.8 - Fluxograma das informações e decisões tomadas na Reunião Mensal dos TRVS's.

Fonte - Elaborado pelo AUTOR.

- Reunião Mensal do Conselho da Qualidade (FIGURA 3.9) - Esta reunião é chamada de "*Quality Planning Meeting*" (Reunião de Planejamento da Qualidade), onde podem participar membros do Conselho da Qualidade ("donos" dos Subsistemas), coordenadores dos TRVS's, Gerentes dos *Gates*, representantes da Alta Administração, como Diretores e o Presidente da EMPRESA. Nela são definidos todos os planos de qualidade, como implementação de novos sistemas, necessidades de equipamentos, etc. Além disso, são demonstrados os resultados gerais das ações tomadas nos *Gates* e em todos os outros sistemas de qualidade já implementados. Os Gerentes apresentam a Carta de Controle Mensal de seus respectivos *Gates*, e os coordenadores dos Times de Redução de Variação de Subsistemas apresentam os resultados gerais obtidos nos indicadores de qualidade.

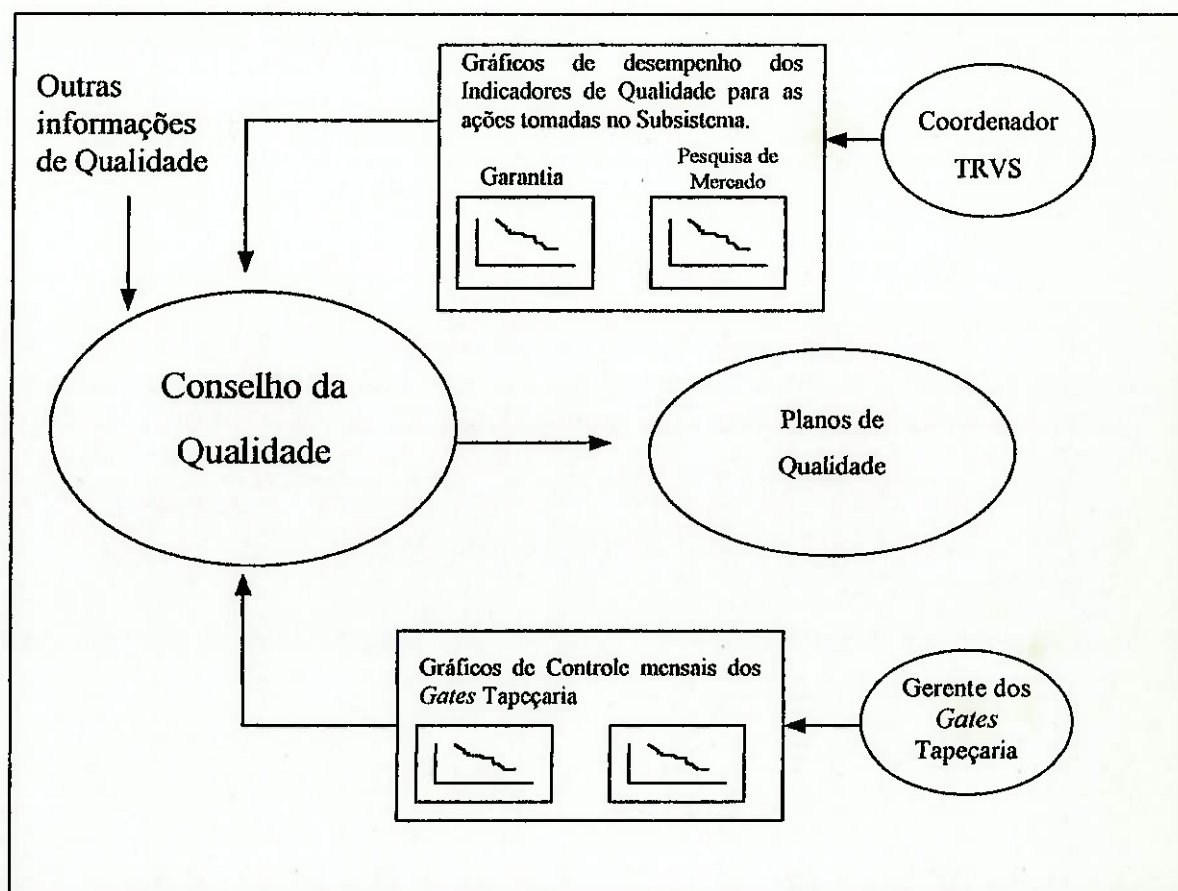


FIGURA 3.9 - Fluxograma das informações e decisões tomadas na Reunião Mensal do Conselho de Qualidade.

Fonte - Elaborado pelo AUTOR.

3.4 Regras e Responsabilidades

Cada funcionário envolvido no processo deve exercer suas atividades de acordo com as regras impostas ao cargo que ocupa. Segue abaixo a relação das funções e respectivas responsabilidades:

3.4.1. *Coletor de dados (ou Inspetor)*

O coletor de dados, selecionado entre os funcionários do processo inspecionado pelo *Gate*, é fundamental para o processo, uma vez que as ações são tomadas com base nas informações que ele coleta. As técnicas estatísticas devem estar bem assimiladas. Suas responsabilidades são:

1. Marcar a discrepância encontrada, na planilha de registros;
2. Identificar a discrepância, e passá-la ao reparador do *Gate*;
3. Comparar o total de discrepâncias com o limite de ação correspondente, sempre que uma nova discrepância for diagnosticada;
4. Notificar o supervisor quando um limite de ação é violado;
5. Anotar no campo "Descrição da Discrepância", na planilha de Reação, qual falha específica causou a violação do limite de ação. A descrição deve ser padronizada, de acordo com o sistema, para possibilitar o correto armazenamento das informações e a procura das causas prováveis. Por exemplo, "Módulo de Controle inoperante" ao invés de "Cabo azul desconectado na junção do bloco".

3.4.2. *Solucionador de problemas*

O solucionador de problemas é geralmente o Engenheiro de Produção da fábrica responsável pelo(s) Subistema(s) inspecionado(s) pelo *Gate*. Deve tomar as decisões, assim como encaminhar uma discrepância para análise do grupo, verificar as causas,

manter os registros, etc. Ele possui um profundo conhecimento de todas as técnicas estatísticas utilizadas, e como levantar os dados no sistema. Suas responsabilidades são:

1. Coletar as planilhas de controle e de Reação;
2. Registrar os dados diários nos gráficos de controle do *Gate*;
3. Manter cópias das cartas de controle, das planilhas de Reação e de controle, guardadas em local seguro;
4. Manter quadro de registros, tendo a certeza de que todos os documentos estão registrados;
5. Agir sobre qualquer condição diária que ficar fora de controle;
6. Identificar a causa destas condições;
7. Documentar todos os eventos importantes e as investigações encontradas no gráfico de controle;
8. Acompanhar o trabalho dos times, ajudando a eliminar os aspectos do processo que estão fora de controle;
9. Se a condição continuar fora de controle, contactar um nível mais alto da supervisão (a gerência, se for o caso);
10. Interpretar o que o gráfico "está tentando dizer" para a organização;
11. Auxiliar a Garantia de Qualidade dos Fornecedores e a Engenharia de Produtos no esclarecimento dos resultados das causas comuns.
12. Trabalhar com pessoal da própria linha de produção, para analisar e solucionar problemas;

13. Ajudar nas produções-piloto ou na administração de experiências na produção;
14. Atualizar todas as curvas de Pareto utilizadas nas atividades de resolução de problemas;
15. Recalcular os limites de controle e os limites de ação, quando necessário;
16. Coordenar as “Reuniões Semanais do *Gate*” (auxiliando o Gerente do *Gate*).

3.4.3. *Coordenador da Redução de Variação*

O Coordenador de Redução de Variação é o engenheiro de qualidade responsável pela coordenação dos trabalhos de um Time de Redução de Variação de Subistema (TRVS). Deve analisar de maneira crítica as ações e conclusões tomadas pela equipe, a fim de certificar que as mesmas terão realmente o resultado esperado. É o principal responsável pela manutenção dos fundamentos do processo *Quality Gates*. Suas responsabilidades são:

1. Manter a liderança focada na Redução da Variação onde a mesma for aplicada ao *Quality Gate* e, por consequência, a Melhoria Contínua;
2. Revisar o processo e o progresso de cada *Quality Gate* com os respectivos solucionadores de problemas e gerentes, preferencialmente um de cada vez. Manter a crítica construtiva e o processo como desenhado originalmente;
3. Consultar os solucionadores de problemas e gerentes sobre a sistemática de análise de dados;

4. Realçar onde for necessário o envolvimento adicional de um nível de gerência maior;
5. Agir como interface (ligação) entre a fábrica e a Alta Administração;
6. Treinar os funcionários dos *Quality Gates*;
7. Auxiliar o Time de Redução de Variação a direcionar o *Quality Gate* para as expectativas dos clientes;
8. Auxiliar os solucionadores de problemas com os cálculos do CEP (Controle Estatístico de Processo);
9. Auxiliar os solucionadores de problemas na determinação de quando recalcular os limites de controle;
10. Auxiliar nas atividades de solução de problemas.

3.4.4. *Supervisor do Quality Gate*

Deve ser um Supervisor de uma área não relacionada com o *Gate* em questão, para que possa desenvolver as atividades sem a preocupação de estar “prejudicando o seu processo”. É o responsável pelas ações imediatas tomadas no processo. Ele trabalha junto com o(s) supervisor(es) das áreas envolvidas pelo seu *Gate*, a fim de encontrar as causas das discrepâncias e encaminhar as ações. Suas responsabilidades são:

1. Definir os limites de controle;
2. Identificar a gravidade de uma violação do limite de ação;
3. Acionar o supervisor do grupo de trabalho de onde foi gerada a discrepância;

4. Atualizar o “Relatório 5 Passos” com a descrição das discrepâncias, o nome do supervisor acionado e o horário;
5. Uma vez completa a investigação, atualizar o “Relatório 5 Passos” com a descrição da ação de contenção;
6. Atualizar o diagrama de causa e efeito;
7. Se a discrepância continuar em uma escala anormal, avisar um nível mais alto de supervisão.

3.4.5. *Supervisor da área responsável pela violação do Limite de Ação*

Quando um limite de ação é violado e as causas são conhecidas, o supervisor responsável é avisado e imediatamente realiza a rastreabilidade das unidades ao longo da linha, tomando as devidas ações para eliminar o problema. Suas responsabilidades são:

1. Identificar e corrigir as razões das causas especiais;
2. Correr a linha de produção, corrigindo as discrepâncias desde o *Gate* até a estação de trabalho onde a discrepância foi gerada;
3. Fornecer ao supervisor do *Quality Gate* o *Breaking Point* (que é um aviso que certifica a eliminação do problema a partir de determinado número de série de produção), a partir do qual a causa especial foi (ou será) eliminada.

3.4.6. "Dono" do *Quality Gate*

Na fábrica há quatro gerentes, e cada um é responsável por um sistema. Assim, a Tapeçaria, a Pintura, a Funilaria e a Mecânica possuem o seu gerente. Este é o "dono" do *Gate*, possuindo um *status* hierárquico suficiente para controlar e verificar se todas as atividades estão sendo realizadas conforme as definições e conceitos preestabelecidos. Suas responsabilidades são:

1. Monitorar os *Quality Gates* para assegurar que os dados estão sendo devidamente coletados;
2. Garantir que o *Quality Gate* está considerando as violações dos limites de ação e as condições fora de controle diárias;
3. Monitorar o *Quality Gate* para assegurar o progresso das atividades de redução de variação;
4. Eliminar os obstáculos;
5. Aprender a liderar o departamento utilizando sólidos princípios estatísticos.

3.4.7. Reparador

O reparador é selecionado entre os funcionários da área inspecionada pelo *Gate*. Ele deve ser uma pessoa experiente, que conhece os componentes e as etapas do processo de montagem do Subsistema ao qual o *Gate* está relacionado, sendo capaz de identificar as discrepâncias e corrigi-las. Suas responsabilidades são:

1. Completar os reparos de todas as discrepâncias anotadas na Planilha de Registros, antes do veículo deixar a área do *Quality Gate*;

2. Fornecer informações para os envolvidos, auxiliando na identificação e resolução de problemas.

O treinamento do reparador deve ser específico para cada *Gate* e é ministrado de acordo com o plano de treinamento contínuo, onde é dada maior ênfase aos itens considerados críticos no momento.

3.4.8. *Conselho da Qualidade*

O Conselho da Qualidade é formado por gerentes dos departamentos envolvidos com o processo de Melhoria Contínua. Cada membro é o “dono” de um Subsistema do veículo (transmissão, motor, freios, pintura são alguns exemplos de Subsistemas), e todas as ações e planos de melhoria que estiverem focalizados neste Subsistema, estarão sob sua responsabilidade e coordenação. Ou seja, é ele quem coordena a estratégia dos TRVS (Times de Redução de Variação de Subsistema) e, conseqüentemente, dos Times de Redução de Variação (vide FIGURA 3.10).

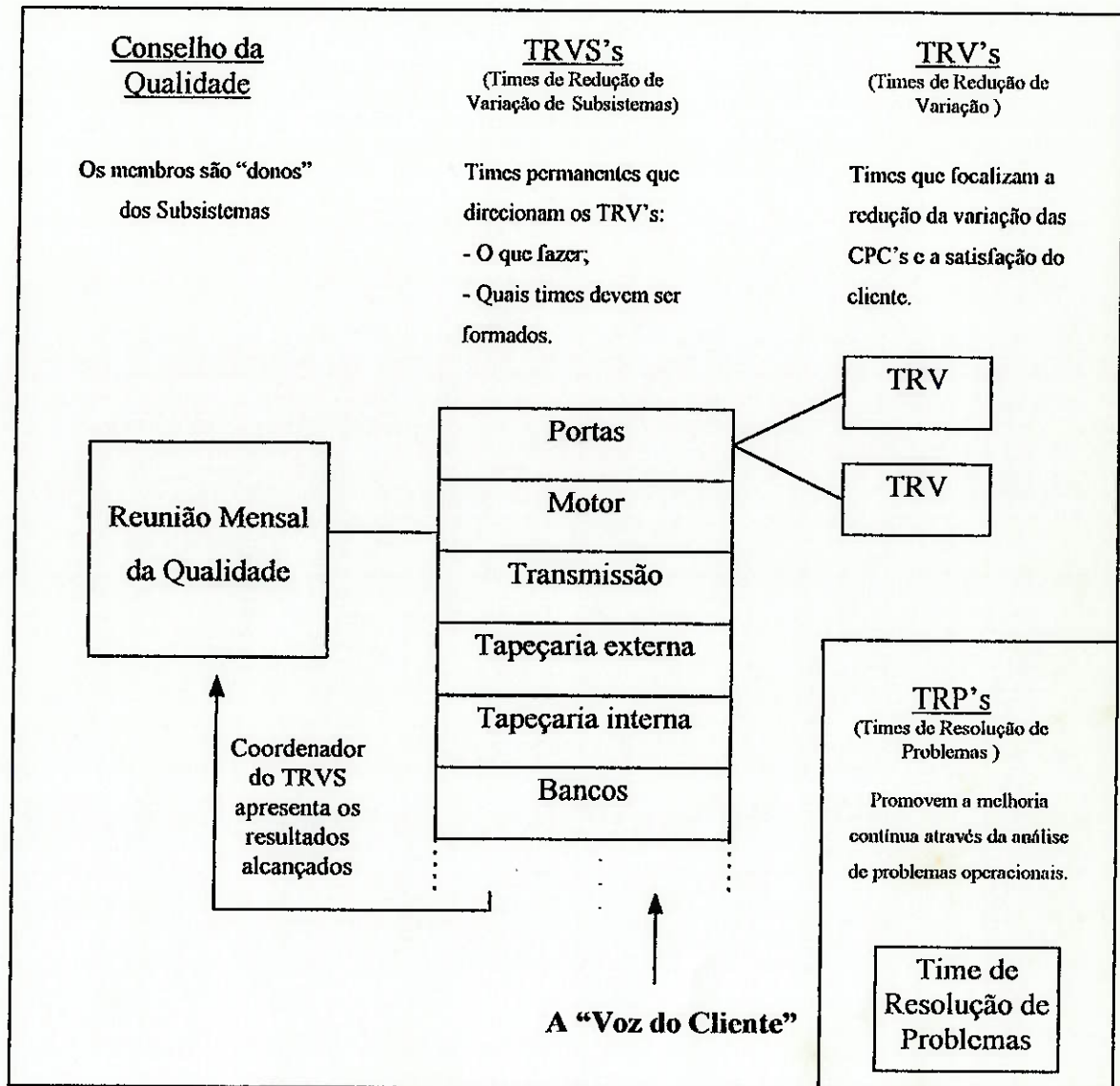


FIGURA 3.10 - Diagrama do Sistema da Qualidade.

Fonte - Adaptação de Documento da EMPRESA.

CAPÍTULO 4º - IMPLEMENTAÇÃO DO GATE - FINAL DA TAPEÇARIA

4.1. Introdução

O processo de implementação dos *Quality Gates* envolveu diversos departamentos da EMPRESA. Foram formados times de implantação, sendo que cada um destes times ficou responsável pela coordenação do processo de um *Gate*, garantindo o seu efetivo funcionamento. Como cada time de implementação era multi-departamental, fui convocado a participar de um deles, como representante do departamento de Qualidade, no qual realizava estágio. Minha contribuição para o processo foi a participação nos trabalhos de implantação do *Gate* do Final da Tapeçaria. Desta forma, neste trabalho será abordado apenas os aspectos da implementação referentes a este *Gate*. O Conselho da Qualidade coordenou as atividades de todos os grupos de trabalho, no sentido de garantir a padronização dos métodos e documentos criados.

Os Subsistemas do veículo sob a responsabilidade deste *Gate* são: o Ar Condicionado, o Conjunto de Chicotes do Painel de Instrumentos, os Componentes Externos de Tapeçaria (Molduras, Espelhos Retrovisores, Pára-choques, Limpadores de Pára-brisa, etc.) e os Bancos. A partir deles foram definidas a quantidade de componentes

verificados na planilha de registros, o roteiro de inspeção, o treinamento, e as demais atividades do *Gate*.

4.2. Definindo os elementos da Planilha de Registros

Para definir quais os itens e os respectivos limites de ação que fariam parte da Planilha de Registros, foi adotado o procedimento descrito no Capítulo 3, pág. 22. Assim, segue abaixo a aplicação para o *Gate* em questão.

Itens de verificação

Foram levantadas as Características Principais de Produto (CPP's), referentes aos Subsistemas controlados pelo *Gate*. Como elas já tinham sido definidas, na ocasião do desenvolvimento do projeto, foram consideradas somente as características que possuíam um histórico de discrepâncias de produto. Por exemplo, durante o desenvolvimento do projeto de um determinado veículo foram definidas 3 CPP's para um dos componentes do sistema de ar condicionado, o anel vedador do acumulador. São elas: diâmetro interno, espessura e resistência térmica, e cada uma destas características possui uma especificação (por exemplo, diâmetro interno de $(6,00 \pm 0,10)$ mm). Tomando como base estas características, foi elaborada uma lista contendo os componentes com histórico de problemas de montagem e funcionamento.

Com isso, foram definidos 40 componentes potenciais, que deveriam ser controlados. O próximo passo foi a utilização da pesquisa trimestral, a fim de determinar quais destes itens eram os mais críticos, em relação aos requisitos do cliente.

Um dos entrevistados na pesquisa reclamou de mal funcionamento do Ar condicionado de seu veículo. Com o número de seu chassi, foram levantadas informações tanto dos possíveis reparos efetuados em virtude de discrepâncias encontradas na Inspeção Final, quanto dos serviços realizados em Garantia (vide TABELA 4.1).

TABELA 4.1 - Informações do veículo de chassi nº XXXXXXXXX

Defeito	Pecas trocadas/ Serviços realizados em Garantia	Reparos efetuados na Fábrica após a montagem
Ar condicionado inoperante	- Troca da mangueira do Acumulador ; - Colocação do liquido refrigerante.	#
Portas mal ajustadas	#	- Troca dos batentes das portas; - Ajuste das braçadeiras.
Barulho na Suspensão dianteira	- Troca da bucha da barra estabilizadora; - Retorqueamento dos parafusos conforme a especificação da fábrica.	#
Moldura da porta traseira lado direito solta	- Troca da peça.	- Troca da peça.
Mal funcionamento do interruptor do vidro elétrico da porta	- Troca do interruptor; - Troca do módulo de controle dos vidros; - Troca do fusível.	#

- Não foram realizados serviços nesta peça

Fonte - A EMPRESA.

Para os itens em que haviam sido feitos reparos na concessionária, foi verificado se o problema foi eliminado. Neste caso, a resposta foi afirmativa para o ar condicionado, mas negativa para a moldura da porta traseira, que segundo o entrevistado, já estava

soltando-se novamente. Assim, considerando todas as informações da pesquisa, concluiu-se que estes dois itens (ar condicionado e moldura da porta traseira) deveriam constar na lista, uma vez que a necessidade de controlá-los foi comprovada. E apesar da aparente satisfação deste cliente com o serviço prestado no sistema de ar condicionado, o mesmo não ocorreu com outros clientes entrevistados.

A escolha dos itens foi determinada através do levantamento de um Diagrama de Pareto para cada Subsistema. Um exemplo pode ser visualizado na FIGURA 4.1.

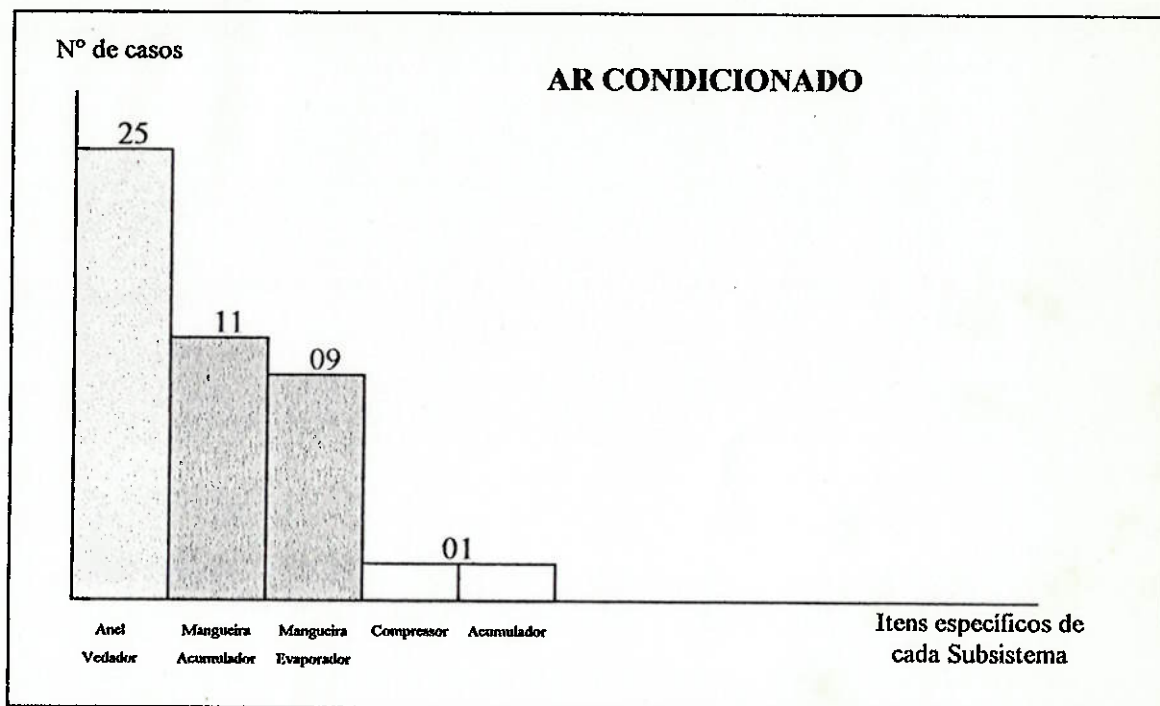


FIGURA 4.1 - Exemplo de uma Curva de Pareto utilizada para determinação dos itens da lista de verificação.

Fonte - Elaborada pelo AUTOR.

Segundo o Conselho de Qualidade, o levantamento destes itens deve levar em consideração todos os Subsistemas. Como garantia, deve ser utilizado um Diagrama de Pareto para cada um deles.

No caso do Ar condicionado (FIGURA 4.1), o Anel Vedador, a Mangueira do Acumulador e a Mangueira do Evaporador foram os itens escolhidos. Já o Compressor e o Acumulador entraram para a “lista de espera”.

A definição da lista inicial também levou em consideração o tempo gasto para inspecionar cada componente, respeitando o tempo-limite de 24 minutos por veículo (conforme descrito no item 4.2 - **O local e espaço físico**).

Assim foram definidos os itens para este *Gate*, descritos na TABELA 4.2:

TABELA 4.2 - Lista inicial dos componentes a serem inspecionados no *Gate*.

Subsistema	Itens inclusos
Ar condicionado	• Anel do vedador do Acumulador; • Anel do vedador do Condensador; • Mangueira do Condensador ao Evaporador; • Mangueira do Acumulador.
Componentes externos Tapeçaria	• Pára-choque dianteiro; • Pára-choque traseiro; • Moldura da porta dianteira (ambos os lados); • Moldura da porta traseira (ambos os lados); • Guarnição do vidro da porta dianteira (ambos os lados); • Guarnição do vidro traseiro (ambos os lados); • Lanterna dianteira (ambos os lados); • Lanterna traseira (ambos os lados); • Motor do limpador; • Palhetas do limpador (ambas); • Suportes do limpador (ambos);
Bancos	• Encosto do banco individual traseiro; • Encosto do banco 2/3 traseiro; • Encosto de cabeça traseiro (ambos); • Assento do banco individual traseiro; • Assento do banco 2/3 traseiro; • Encosto do banco dianteiro (ambos); • Assento do banco dianteiro (ambos); • Encosto de cabeça do banco dianteiro (ambos);
Chicotes do Painel de Instrumentos	• Chicote principal do P.I.; • Chicote do Ar Condicionado; • Chicote da caixa de fusíveis

Fonte: A EMPRESA

Com isso, o número de itens diminuiu de 40 para 26, e os 14 remanescentes formaram a “lista de espera”.

Limites de Ação

Utilizando como exemplo o componente “Anel do vedador do Acumulador”, será demonstrado o cálculo dos limites de controle que foi realizado para este *Gate*. A TABELA 4.4 mostra os dados de ambos os turnos ao longo dos 7 dias da amostra. (Nota: os valores reais foram multiplicados por uma variável, a fim de manter sigilo dos mesmos).

TABELA 4.4 - Levantamento dos dados do item “Anel do vedador do Acumulador”

Dias	Total de veículos		Total de discrepâncias observadas	
	Dia	Noite	Dia	Noite
1	374	374	3	4
2	374	374	5	6
3	374	374	5	12
4	374	374	6	3
5	374	374	10	4
6	374	374	2	4
7	374	374	7	5

Fonte - Elaborada pelo AUTOR

Assim, o cálculo foi feito da seguinte forma:

- Calculou-se as frações defeituosas (p):

$$p = \text{discrepâncias observadas} / \text{veículos inspecionados por turno} \quad (1)$$

A TABELA 4.4 mostra os resultados deste cálculo.

TABELA 4.4 - Cálculo da fração defeituosa (p)

Dias	Total de veículos		Total de discrepâncias observadas		p	
	Dia	Noite	Dia	Noite	Dia	Noite
1	374	374	3	4	0,008021	0,010695
2	374	374	5	6	0,013369	0,016043
3	374	374	5	12	0,013369	0,032086
4	374	374	6	3	0,016043	0,008021
5	374	374	10	4	0,026738	0,010695
6	374	374	2	4	0,005348	0,010695
7	374	374	7	5	0,018717	0,013369

Fonte - Elaborada pelo AUTOR

2. A seguir, calcula-se o valor médio de p (p barra), através da fórmula:

$$p \text{ barra} = \text{Total de discrepâncias anotadas} / \text{Total de veículos verificados} \quad (2)$$

Logo:

$$\text{Total de discrepâncias} = 76;$$

$$\text{Total de veículos verificados} = 5236;$$

$$p \text{ barra} = 76 / 5236 = 0,014515.$$

3. Agora é possível calcular-se os limites de controle. As fórmulas utilizadas são as seguintes:

$$LSC = (p \text{ barra} + 3 \sqrt{p \text{ barra} (1 - p \text{ barra}) / N}) N \quad (4)$$

$$LM = p \text{ barra} \times N; \quad (5)$$

Assim:

$$LSC = (0,014515 + 3 \sqrt{0,014515(1 - 0,014515) / 374}) 374$$

$$LSC = 12,37 = 13 \text{ discrepâncias por turno.}$$

Da mesma forma:

$$LM = 5,43 = 6 \text{ discrepâncias por turno;}$$

Portanto, os limites de controle iniciais para o elemento “Anel vedador do Acumulador” são:

LSC = 13 (discrepâncias por turno);

LM = 6 (discrepâncias por turno);

Sempre utilizando este método estatístico, foram calculados os outros limites de controle, e os limites superiores foram alocados nas planilhas de registros como limites de ação.

4.2. O local e espaço físico

A localização do *Gate* na linha de montagem (FIGURA 4.1) e a área necessária para a realização da inspeção e reparos, foi previamente definida pelo Comitê da Qualidade. Este local foi escolhido porque alguns dos mais importantes Subsistemas do veículo são montados em estações de trabalho anteriores, e desta forma passariam a ser controlados pelo *Gate* em questão. Além disso, haviam apenas duas operações de montagem na área escolhida para a implantação do *Gate*. Assim, somente estas deveriam ser realocadas, o que não alteraria o processo de maneira significativa.

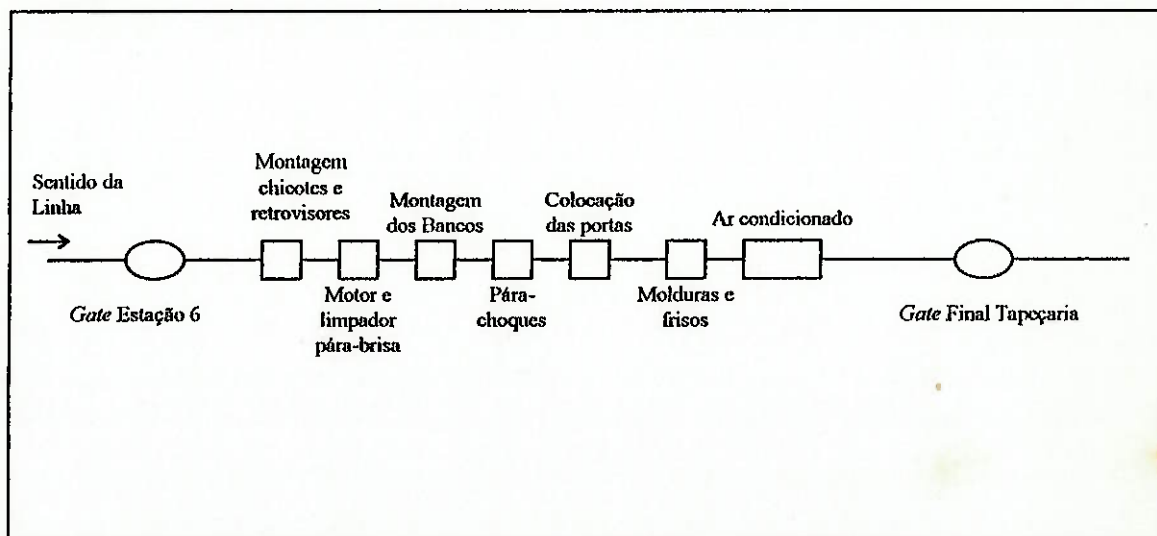


FIGURA 4.2 - Localização do *Gate* em relação às etapas de montagem dos Subsistemas.

Fonte - Elaborada pelo AUTOR.

As duas operações de montagem transferidas foram:

- A operação de marcação do Número de Identificação do Veículo (VIN) nos vidros, que passou a ser realizada na estação de colocação das portas (*"Doors In"*). Aqui a funcionária que realizava este trabalho se tornou inspetora do *Gate*, e suas funções anteriores passaram a ser exercidas por outro operador.

- O ajuste final das portas, que passou a ser realizado pelo mesmo operador que faz a fixação das mesmas no veículo. O operador que realizava este serviço passou a ser o reparador do *Gate*.

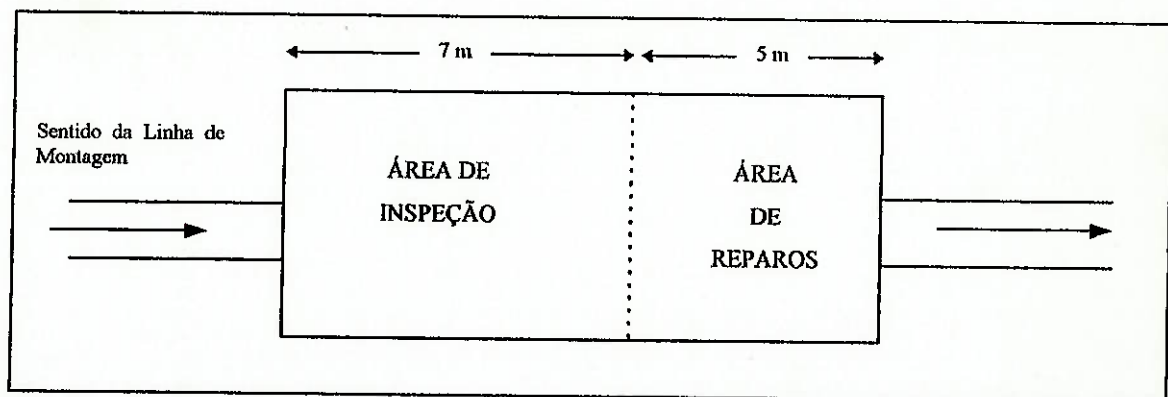
Desta forma, estas operações foram incorporadas em duas estações de trabalho próximas ao *Gate*. Para isso, foi feito um estudo de tempos e métodos para rebalancear a

linha de montagem, e os operadores destas estações foram treinados, pelo Supervisor da área, para realizar as novas atividades.

Neste caso, quatro operadores destas etapas (as 2 funcionárias que marcavam o VIN, e os dois operadores que faziam os ajustes das portas) foram designados para os times do *Gate* (dois para o time do primeiro turno e dois para o do segundo), sem que fosse necessária a contratação externa.

Já a área definida para este *Gate* está demonstrada na FIGURA 4.3. O comprimento de 10 metros para a inspeção foi definido pelo Comitê da Qualidade, e a partir dessa medida foram definidos todos os aspectos do processo de inspeção e reparos. Considerando que a velocidade da linha de montagem é de 30 metros por hora, o tempo entre a entrada e saída de cada veículo na área do *Gate* é de 24 minutos. Ou seja, para cada veículo que entra nesta área, o inspetor deve realizar a verificação, e passar as discrepâncias para o reparador, que deve realizar os serviços necessários. E tudo isso em, no máximo, 24 minutos.

Desta forma, uma vez definida a lista inicial de verificação, a quantidade de itens colocadas na planilha de registros foi definida considerando este intervalo de tempo.

FIGURA 4.3 - A Área do *Gate*.

Fonte - A EMPRESA

Para calcular os tempo mínimos de verificação, foram levantados 24 ciclos de inspeção para cada item. Esta atividade foi realizada na área escolhida para o *Gate*, com a ajuda de um auditor da Inspeção Final. Alguns dos resultados estão descritos na TABELA 4.5.

TABELA 4.5 - Tempos de inspeção para cada componente

ITEM	Tempo médio
Molduras da porta traseira e dianteira	10 seg.
Guarnições das portas traseira e dianteira	15 seg.
Encosto banco traseiro 2/3	35 seg.
Apoio de cabeça	10 seg.
Assento banco traseiro 1/3	20 seg.
Pára-choque dianteiro	40 seg.
Palhetas do limpador de pára-brisa	15 seg.
Lanterna traseira	10 seg.
Motor do limpador pára-brisa	40 seg.

Fonte - A EMPRESA.

A soma dos tempos calculados neste estudo foi de 13 minutos e 12 segundos. Desta forma, se todos os 26 itens previamente selecionados fossem inclusos na lista da planilha de verificação, restariam cerca de 12 minutos para a realização dos possíveis reparos. A equipe de implementação concluiu que este tempo seria suficiente, e desta forma os 26 foram incluídos. Assim, o roteiro de inspeção foi definido conforme a FIGURA 4.4.

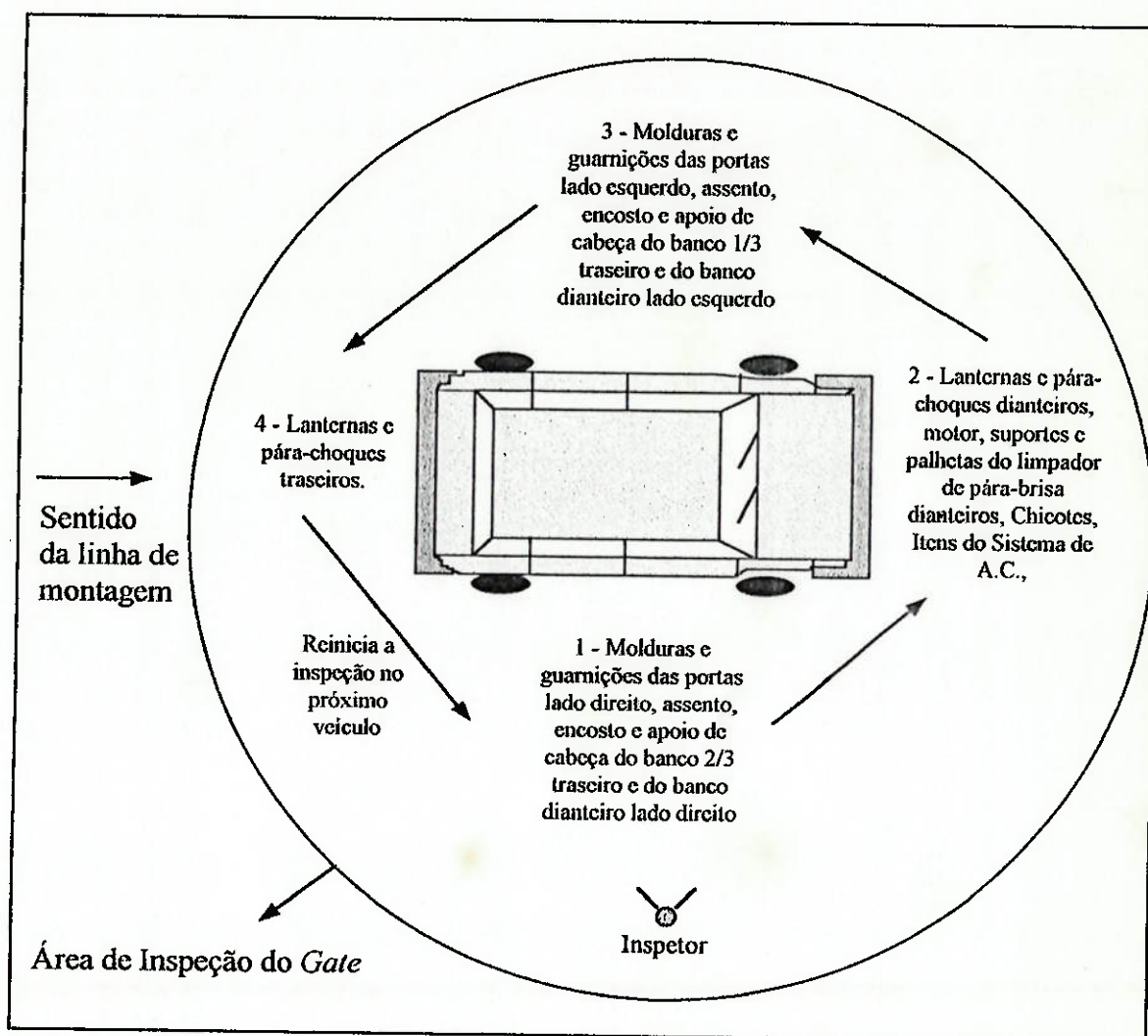


FIGURA 4.4 - Roteiro inicial de verificação dos itens do *Gate* do final da Tapeçaria.

Fonte - Elaborada pelo AUTOR.

4.4. Os Equipamentos

A seguir, foram determinados os equipamentos necessários para a realização das atividades do *Gate*. Foi feito um levantamento das necessidades, com base nas Características Principais de Controle de cada Subsistema do veículo verificado pelo *Gate*. Estas informações estão descritas na TABELA 4.6

TABELA 4.6 - Levantamento das necessidades de Equipamentos

Subsistema	Equipamentos	
	de inspeção	de reparos
Ar condicionado	- torquímetro manual (leitura analógica) - Sensor de vazamentos de gás - Equipamento elétrico com saída 12 Volts (teste de funcionamento do sistema)	- torquímetro manual (leitura analógica) - Ferramentas em geral (chaves de fenda, etc)
Componentes externos Tapeçaria	- Dispositivos: 1. Verificação da congruência e fixação dos pára-choques; 2. Verificação do posicionamento das palhetas limpadoras do pára-brisa; - Torquímetro manual (leitura analógica) - Equipamento elétrico com saída 12 Volts (para teste funcionamento limpador pára-brisa, espelho retrovisor elétrico e Lanternas)	- torquímetro manual (leitura analógica) - Ferramentas em geral - apertadeira pneumática
Bancos	Não são necessários	- apertadeira pneumática - torquímetro manual (leitura analógica)
Conjunto Chicotes	- Equipamento elétrico com saída 12 Volts (teste de continuidade)	- Ferramentas em geral

Fonte: A EMPRESA.

Porém, a aquisição destes equipamentos só foi feita após a determinação da lista de verificação inicial, para que somente os equipamentos necessários para o início das atividades do *Gate* fossem solicitados. De acordo com as necessidades posteriores, os demais seriam providenciados.

Desta forma, a lista dos equipamentos foi definida conforme abaixo:

- Torquímetros (duas unidades) - Utilizados para a inspeção dos torques, principalmente dos parafusos de fixação dos bancos, portas, do sistema de ar condicionado, dos pára-choques e das palhetas limpadoras do pára-brisa, além de serem utilizados para garantir os torques dos parafusos, após os reparos. O Plano de Manutenção previa a aferição a cada 6 meses, mas devido ao seu uso contínuo este período foi diminuído para 4 meses;

- Sensor de vazamentos (uma unidade) - Utilizado para a inspeção do sistema de ar condicionado, onde o inspetor utiliza o equipamento para localizar os possíveis pontos de vazamento. Quando é detectada a presença de gás (do tipo utilizado no sistema de ar condicionado), o aparelho emite um sinal sonoro, que aumenta de acordo com a concentração de gás detectada. Desta forma, ele pode identificar exatamente o local de vazamento. Este equipamento é aferido a cada 2 meses.

- Dispositivos (três unidades) - São utilizados para verificação dos ajustes das peças. Dois dos dispositivos foram confeccionados para verificar a distância e a linearidade do pára-choque em relação ao veículo (um para o dianteiro e outro para o

traseiro). E o terceiro dispositivo foi idealizado para a verificação do posicionamento das palhetas limpadoras, em relação ao pára-brisa. Estes dispositivos devem ser aferidos anualmente.

- Apertadeira pneumática (uma unidade) - Neste ponto da linha de montagem, já existia uma apertadeira, que passou a ser utilizada para realização dos reparos. Esta ferramenta manteve seus prazos de aferições e calibrações igual às demais apertadeiras da linha de montagem, que é de 3 meses.

- Ferramentas gerais - Martelo, chaves de fenda, etc., para auxiliar as atividades de reparos.

- Equipamento com saída 12 Volts - Para realização de testes dos componentes elétricos, como ar condicionado, chicotes, espelho retrovisor elétrico, lanternas, etc. Deve ser aferido a cada 5 meses.

4.5. O Treinamento Inicial

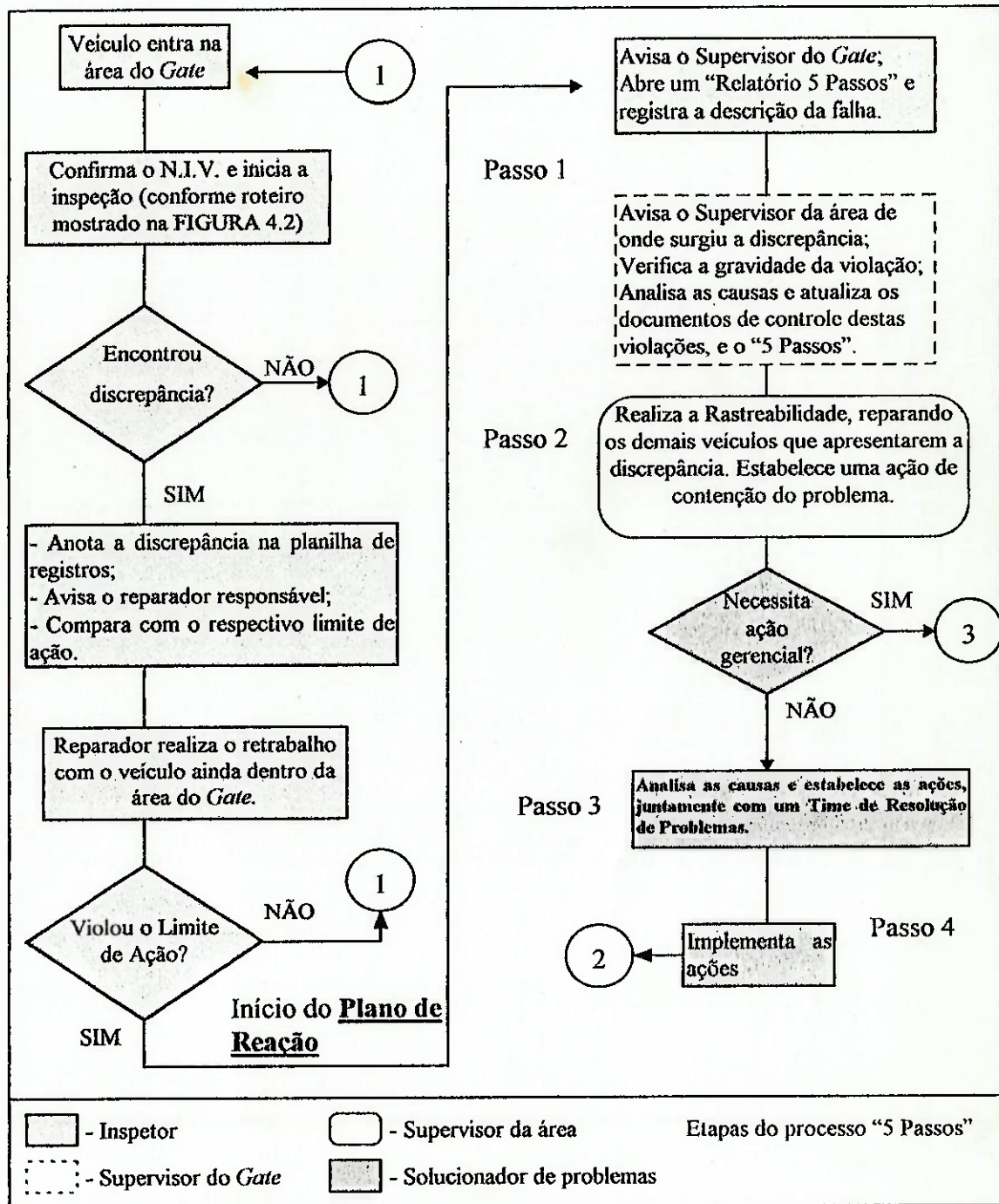
O treinamento inicial para o time de trabalho do *Gate* foi realizado da seguinte forma:

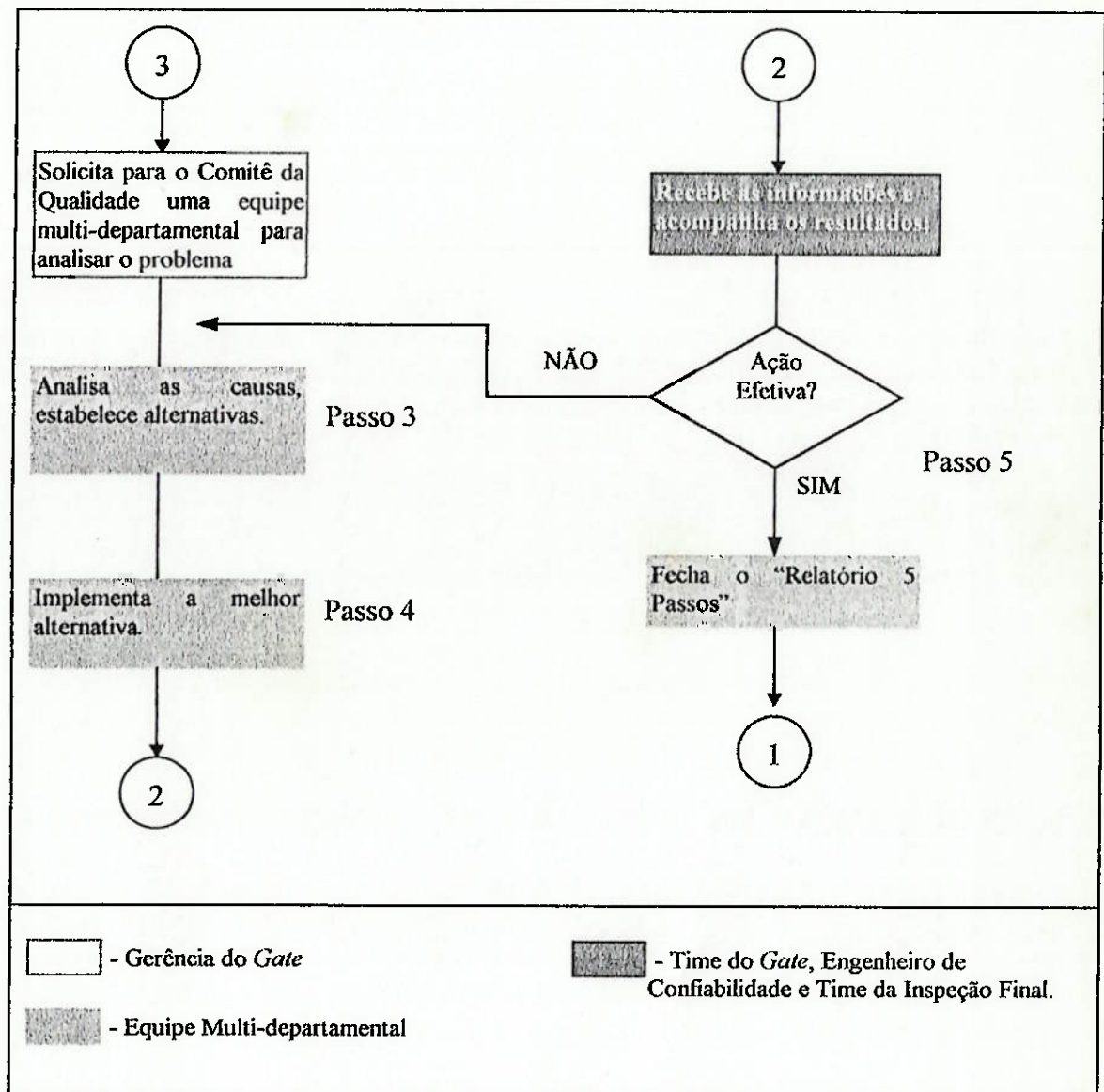
- Os representantes da Engenharia de Produção e de Processos demonstraram como deveria ser realizada a inspeção, o correto preenchimento da planilha de registros e como proceder quando um limite de ação for violado.

- Em seguida, os representantes da Engenharia de Produtos forneceram as características de cada item, incluindo funcionalidade, posicionamento, etc, a fim de aumentar os conhecimentos do time a respeito das peças, o que é fundamental para a localização e análise das discrepâncias.
- Com isso, as regras e responsabilidades de cada um (descritas anteriormente no Capítulo 3, pág. 42) foram designadas, e os detalhes a respeito de suas funções foram sendo incorporadas através de treinamento “*on the job*” (no trabalho).

4.6. O trabalho no *Gate*

As etapas do trabalho realizado no *Gate* está descrito no diagrama a seguir (FIGURA 4.5).



FIGURA 4.5 - Fluxograma das operações de um *Quality Gate*

Fonte - Elaborada pelo AUTOR

Note que as atividades seguem as fases do “Processo 5 Passos de Resolução de Problemas”, adotado pela EMPRESA. Independente da pessoa ou grupo responsável, este documento é sempre utilizado na análise dos problemas levantados pelo *Gate*.

4.7. Análise e Resolução dos Problemas

No *Gate* em questão, em determinado dia o turno diurno constatou a violação do limite de ação no item “Moldura da Porta traseira L/D”, cujo problema era “descolada”. O inspetor imediatamente avisou o Supervisor do *Gate*. Por se tratar de um problema já conhecido, constatou-se que as ações tomadas até então (acréscimo da área do adesivo e pré-aquecimento da moldura em uma estufa), não estavam sendo efetivas. O Supervisor responsável foi avisado e realizou a rastreabilidade, realizando a troca das peças nos demais veículos que estivessem com o problema. Mas uma ação realmente efetiva precisava ser tomada, e um Time de Redução de Variação (composto pelo coordenador do Subsistema “Portas”, um Engenheiro de Melhoria Contínua, um Engenheiro de Produção da Fábrica e um membro da Qualidade⁹) foi chamado para propor novas alternativas de solução. Foi utilizado um relatório “5 Passos” (vide FIGURA 4.6), onde as propostas foram definidas e devidamente registradas. Como constatou-se que o número de discrepâncias da moldura do lado esquerdo chegou próximo do respectivo limite de ação, a análise foi voltada para as características de projeto da peça. Assim, após a análise determinou-se a modificação no posicionamento dos furos de fixação, mantendo-os mais próximos um do outro. Porém, como isso exigiria investimento, pois o molde da peça teria que ser retrabalhado, o assunto foi colocado em pauta em uma das reuniões mensais do

⁹ O Autor participou deste grupo de trabalho.

Conselho de Qualidade. Utilizando as informações do *Gate* como principal argumento, o Gerente da Fábrica conseguiu aprovar a proposta e a alternativa foi implementada.

Relatório 5 PASSOS para Resolução de Problemas

Relatório nº 028/97

Data início: 05/03/97

Passo 1 (Formulação do problema e definição das causas): Descolamento da Moldura da Porta Traseira direita (considerar ambos os lados, devido à proximidade da violação do limite de ação do lado esquerdo, conforme cópia da ficha em anexo), devido à deficiência do sistema de fixação da peça.
Considerar ações já tomadas conforme os relatórios 063/96 e 010/97 em anexo. Data: 05/03/97

Passo 2 (Ação de Contenção do problema): Adição de goma adesiva nas peças, aumento do tempo de aquecimento na estufa, rastreabilidade efetuada nos veículos de série 156987 a 157022, encontrados mais 9 unidades com o problema (troca das peças efetuadas). Data: 05/03/97

Passo 3 (Análise das causas e formulação de alternativas): O TRU12 avaliou as causas e as ações tomadas anteriormente, e definiu algumas propostas de solução desse problema, conforme o relatório e o Diagrama de Causa e Efeito em anexo. Data: 08/05/97

Passo 4 (Escolha e implementação da melhor alternativa proposta): Foi decidido que o furo de fixação da peça será deslocado 20 mm para fora, a fim de impossibilitar que a deformação natural do plástico ocasione o descolamento. O fornecedor foi acionado, e a alternativa é viável. O molde será retrabalhado. Data: 11/07/97 Data da implementação: 10/07/97

Breaking Point: A partir da unidade 229214/97.

Passo 5 (Constatação da eficácia da implementação): A modificação foi efetiva, de acordo com os relatórios em anexo. Data: 22/10/97

FIGURA 4.6. Exemplo de aplicação do “Relatório 5 Passos para Resolução de Problemas”
 Fonte - A EMPRESA.

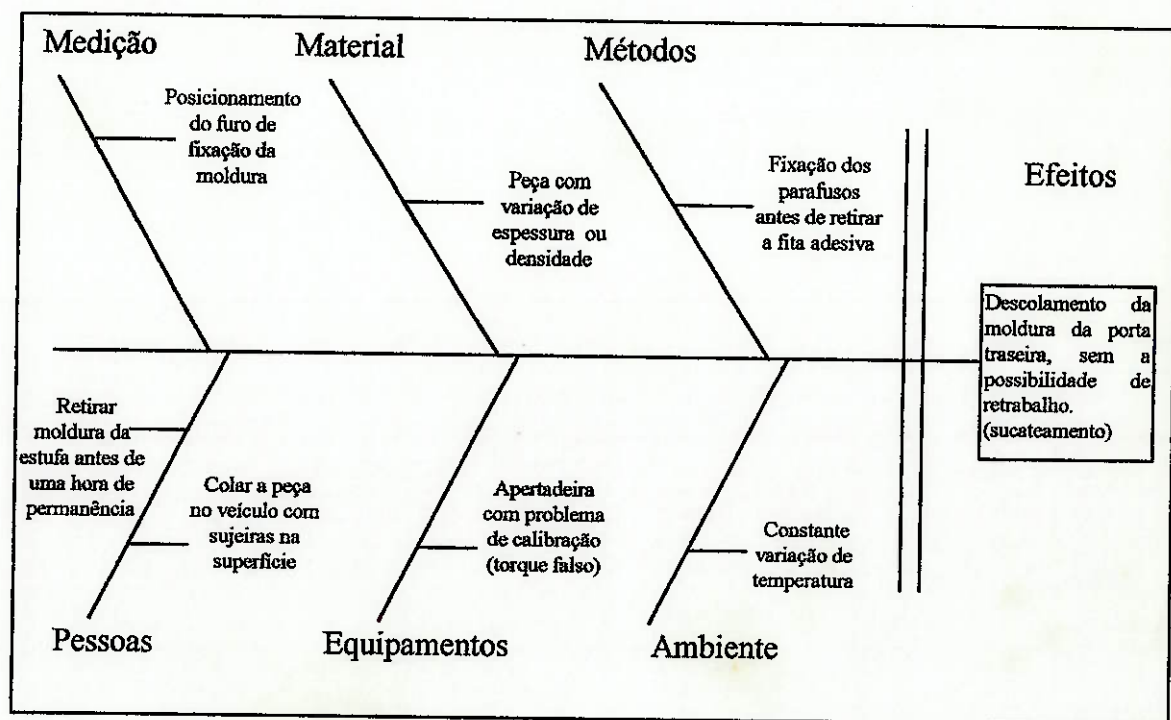


FIGURA 4.7 - Diagrama de Causa e Efeito.

Fonte - A EMPRESA.

A sua eficácia foi medida nos *Gates* do término da Tapeçaria e da Inspeção Final, na Auditoria de Embarque e no Sistema de Garantia. Os resultados obtidos estão descritos na TABELA 4.7.

TABELA 4.7 - Indicadores da eficácia da solução implementada no item "Moldura da Porta traseira"

Ponto de Inspeção	Índice de redução (em %)
<i>Gate</i> término da Tapeçaria	100
<i>Gate</i> Inspeção Final	100
Auditoria de Embarque	100
Garantia	99,1

Fonte - A EMPRESA

Assim, os valores colocados na TABELA 4.7 refletem o total da melhoria conseguida em relação ao número de incidências do problema naquele ponto específico, e não em função do total de incidências. Já a TABELA 4.8 visualiza estes resultados em termos proporcionais:

TABELA 4.8 - Resultados da ação de melhoria em relação ao total de incidências do problema.

(Amostra: 3 meses de produção para os indicadores internos e 2 meses para a Garantia)

Ponto de Inspeção	Proporção em relação ao total de incidências do problema	Índice de redução (em %)	Melhoria Proporcional ao total de incidências
<i>Gate</i> término da Tapeçaria	8 %	100	8,00 %
<i>Gate</i> Inspeção Final	15 %	100	15,00 %
Auditoria de Embarque	25 %	100	25,00 %
Garantia	52 %	99,1	51,53 %

Fonte - A EMPRESA.

Logo, com a ação implementada houve a redução de 99,53 % do número de incidências de descolamento da Moldura da Porta traseira.

CAPÍTULO 5º - APÓS A IMPLEMENTAÇÃO

5.1. Análise do Sistema de Inspeção

À medida que as ações vão sendo tomadas e os problemas sendo solucionados, estes deixam de fazer parte da listagem e dão lugar a novos itens (vide 5.3 - “**Atualização da Lista de Verificação**”). Dessa forma, o treinamento dos inspetores e reparadores deve ser realizado sempre que houver uma atualização dessa lista de verificação. Com isso, a consistência dos métodos de inspeção é mantida, pois este processo de reciclagem constante exige uma flexibilidade não só dos equipamentos utilizados, mas também dos funcionários envolvidos.

Não há dúvida quanto aos benefícios em se manter o treinamento contínuo. Não são formados os “vícios”, o funcionário se mantém atualizado e desempenha melhor as suas funções. Mas um aspecto não havia sido previsto: conhecendo os itens, alguns inspetores passaram a anotar discrepâncias que não eram, necessariamente, problemas (o que subentende-se que não afeta nem as CPP's e nem os requisitos do cliente), e outros passaram a desenvolver seus próprios métodos de inspeção. Este problema ficou evidente quando, em um determinado dia, o turno noturno do *Gate* da Linha Mecânica anotou diversas violações de limites de ação, sendo que o turno anterior não chegou nem na metade desses valores.

Com isso ficou decidido que, assim como os limites de controle, o sistema de inspeção seria reavaliado sempre que um novo método, melhor e mais rápido, fosse encontrado. Neste sentido, quando um inspetor tiver uma sugestão de modificação, ela deve ser encaminhada para o Supervisor que, juntamente com o Gerente e o Solucionador de problemas, irá analisá-la em comparação com a atual. Quando for constatado que a sugestão é mais confiável, ou mais rápida mantendo a consistência, etc., ou seja, que resultará em melhoria da atividade, ela deve ser incorporada e padronizada. Por outro lado, se a sugestão for analisada e constatar-se que não há melhoria em nenhum dos aspectos citados, mantém-se o método atual e todos devem segui-lo à risca.

Exemplo: Quando o item “Moldura da porta traseira” foi retirado da lista de verificação, o item adicionado foi o “Espelho Retrovisor interno”, que é considerado um item do Subsistema “Componentes externos”, apesar de não ser externo ao veículo. O índice de problemas deste item no *Gate* estava aumentando, dentro e fora da fábrica, assim ele foi incorporado devido à sua criticidade. Com isso, o roteiro de inspeção ficou definido conforme mostrado na FIGURA 5.1.

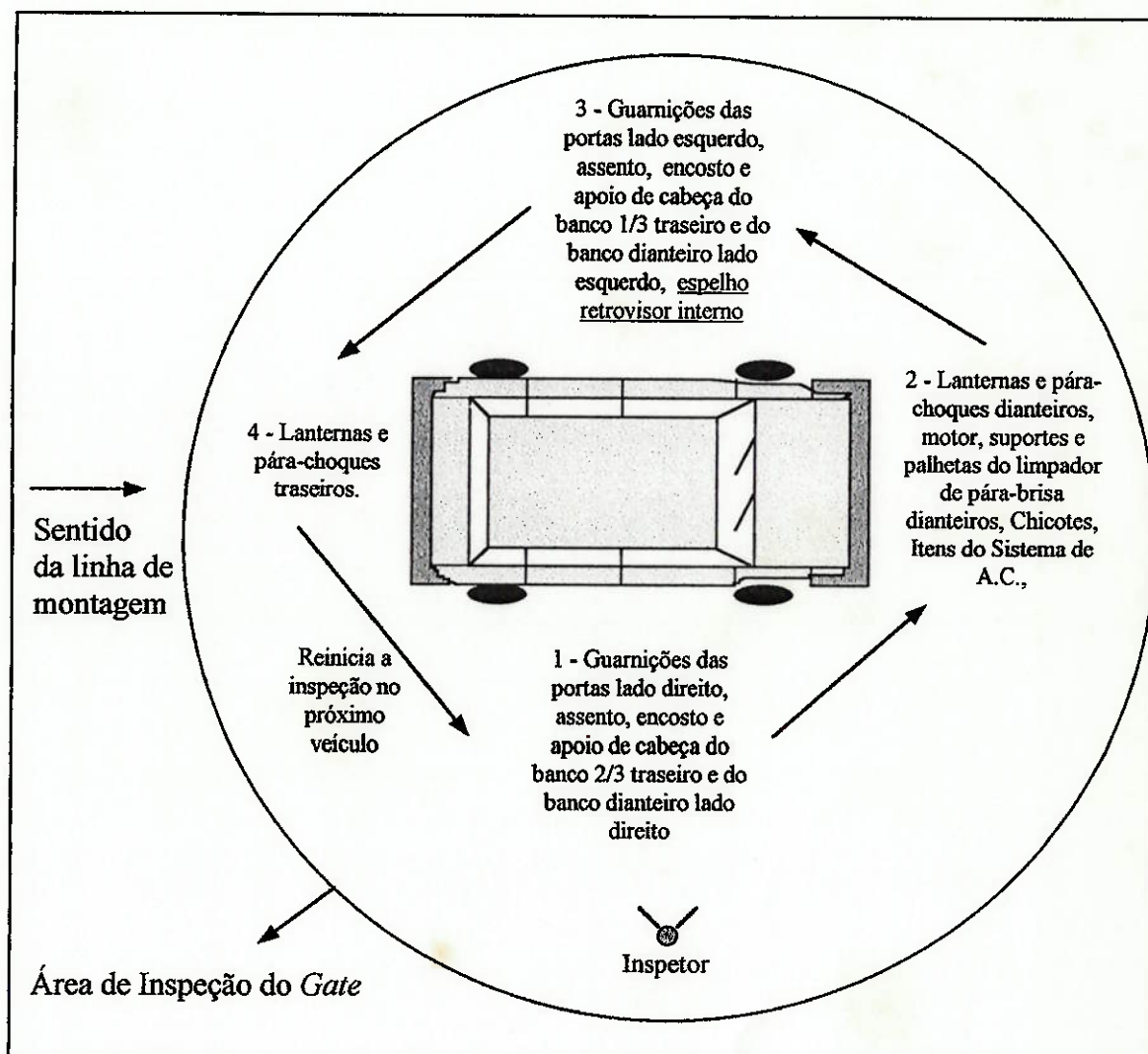


FIGURA 5.1 - Roteiro de verificação após a inclusão de "Espelho retrovisor interno" e retirada da "Moldura da porta traseira".

Fonte - A EMPRESA.

A princípio, a verificação deste item deveria ser realizada na fase 3 da inspeção, visto que na fase 1 estava o banco 2/3 traseiro, que demora mais para ser verificado que o banco 1/3.

Porém, o inspetor do turno diurno percebeu que se a verificação deste item fosse feita na fase 1 do roteiro, não haveria o volante da direção em seu caminho, o que resultaria no ganho de 6 segundos a mais por unidade inspecionada (que é deslocado para a realização dos reparos necessários). O interessante é que o time do *Gate* participa da definição do roteiro, mas detalhes como esse só são visualizados quando o trabalho é realizado.

Assim, a sugestão foi encaminhada e, após a análise, implementada.

Porém, o inspetor deve possuir o senso crítico para determinar quando realmente existe uma discrepância, pois em alguns casos ela é ínfima e não chega a prejudicar os requisitos do cliente.

Neste sentido, o inspetor do turno diurno desenvolveu, juntamente com o solucionador de problemas, uma régua transparente, que operacionalmente define os danos de pintura nos pára-choques. Esta régua possui vários furos, com diferentes medidas. Com a ajuda da transparência da régua, o inspetor posiciona a medida apropriada e realiza a medição. Se o dano for maior que o furo especificado, o veículo é submetido a reparos. Desta forma, reparos de pintura desnecessários são evitados, porque é melhor não danificar a camada de tinta original da peça. Esta ferramenta assegura a satisfação do cliente, pois só prescreve os reparos apropriados.

5.2. Recálculo dos Limites de Controle

Após duas semanas da implementação efetiva dos *Gates*, os Limites de Controle foram redimensionados, pois melhorias já haviam sido implementadas e estes limites não estavam mais refletindo a situação real do sistema. Desta forma, o cálculo foi feito utilizando-se a mesma metodologia de definição dos limites iniciais (vide Capítulo 3, “Os Elementos”, pág. 21), sendo utilizada sempre que os limites devem ser recalculados. A frequência com que este recálculo é realizado varia em função das ações implementadas e constatação de sua eficácia na eliminação das causas especiais. E depende das ações tomadas para redução da variação das causas comuns, como a aquisição de novos equipamentos e a implementação de dispositivos a prova de erros (“*Error Proofing*”).

5.3. Atualização da lista de verificação

Quando o nível de discrepâncias de um determinado item se torna baixo, em consequência da implementação de ações corretivas efetivas, deve-se analisar a possibilidade de exclusão do item da lista de verificação. Os critérios utilizados são:

- Considerar os resultados obtidos nos indicadores internos da EMPRESA. Se for constatado o problema em mais de 0,5% da amostra (para 3 meses), o item será mantido;
- Se for igual ou menor que este valor, verificar se a incidência do item nos serviços de Garantia para os veículos fabricados após a implementação das ações

corretivas. Deve ser considerada uma amostra de, no mínimo, dois meses de fabricação, segundo determinação do Conselho de Qualidade. Se este valor estiver abaixo de 1 % da amostra, o item pode ser retirado da lista;

- Paralelamente, inicia-se o levantamento de dados dos indicadores de qualidade referentes ao primeiro item da “lista de espera” do *Gate*, a fim de constatar a real necessidade de incorporá-lo à lista.

O item “Moldura da Porta Traseira”, após a implementação das ações descritas no Capítulo anterior, obteve uma redução de 99,53 % do número de incidências (sendo 100% para todos os indicadores internos e 99,1% para os serviços de Garantia). Assim, conforme os critérios acima, a sua exclusão da lista de verificação pôde ser realizada.

Com isso, o primeiro item da “lista de espera” deste *Gate* era, na ocasião, “Espelho retrovisor interno”. Os seus valores¹⁰ foram levantados, em relação à uma amostra de 2 meses de produção (a mesma utilizada para o processo de exclusão da moldura), no Sistema de Garantia, na Auditoria de Embarque, na Pesquisa Trimestral de Mercado e na Inspeção final. Concluiu-se que este item deveria ser incluído na lista.

A seguir, foi feito o cálculo do limite de ação, e foi ministrada uma seção de treinamento, para explicar as características desta peça aos inspetores e reparadores.

É importante comentar que muitas peças, dependendo de seu posicionamento no veículo, não são verificadas na Inspeção Final e Auditoria de Embarque. Nestes casos, as

¹⁰ Estes valores são confidenciais e não puderam ser incluídos neste trabalho.

informações para sua inclusão ou retirada da lista de verificação são levantadas exclusivamente no Sistema de Garantia.

5.4. Análise dos Resultados

A análise foi feita em função da redução dos custos de garantia dos itens da lista inicial do *Gate* do final da Tapeçaria. Foi desconsiderado o período de 2 meses após a implementação efetiva dos *Gates* (a data considerada para tal foi início de março de 97), visto que os veículos demoram 60 dias, em média, desde a sua produção até a venda para o consumidor final. Assim, o cálculo foi feito comparando-se o período de 6 meses após (ou seja, de maio/97 a outubro/97), em relação aos 6 meses anteriores (de novembro/96 a abril/97).

(Nota: o índice de redução de custos é igual ao índice de redução dos serviços de Garantia, de onde foram retirados os valores abaixo. Os valores foram considerados em porcentagem para manter o sigilo dos dados de custos da EMPRESA.)

TABELA 5.1 - Redução dos custos de garantia para os itens do *Gate* do final da Tapeçaria.

Sistema (Item Global)	Item	Índice de redução dos custos de Garantia (em %)
Ar Condicionado	Anel do vedador do Acumulador	53
	Anel do vedador do Condensador	57
	Mangueira do Condensador ao Evaporador	60
	Mangueira do Acumulador	62
Pára-choques	Pára-choque dianteiro	63
	Pára-choque traseiro	41
Molduras das portas	Moldura da porta dianteira (ambos os lados)	100
	Moldura da porta traseira (ambos os lados)	99
Guarnições das portas	Guarnição do vidro da porta dianteira (ambos os lados)	58
	Guarnição do vidro da porta traseira (ambos os lados)	56
Bancos traseiros	Encosto do banco individual traseiro	71
	Encosto do banco 2/3 traseiro	74
	Encosto de cabeça traseiro (ambos)	47
	Assento do banco individual traseiro	60
	Assento do banco 2/3 traseiro	60
Limpador P.brisa	Motor do limpador	93
	Palhetas do limpador (ambas)	42
	Suportes do limpador (ambos)	70
Lanternas	Lanterna dianteira (ambos os lados)	49
	Lanterna traseira (ambos os lados)	40
Bancos dianteiros	Encosto do banco dianteiro (ambos)	70
	Assento do banco dianteiro (ambos)	62
	Encosto de cabeça do banco dianteiro (ambos)	49
Chicotes	Chicote principal do P.I.	89
	Chicote do Ar Condicionado	81
	Chicote da caixa de fusíveis	80

Fonte - A EMPRESA.

O cálculo para obtenção dos valores, em Reais, foi feito da seguinte forma:

- Valor total dos serviços realizados pelas concessionárias (o que engloba valor da(s) peça(s) trocada(s) e custo de mão-de-obra) nos veículos da amostra anterior à implementação do *Gate*, multiplicado pela redução do número de defeitos de cada item da

TABELA 5.1. Com isso, o valor estimado de redução dos gastos de garantia, para o período considerado, foi em torno de R\$ 100.000,00. (Os valores exatos dos itens e do total não foram descritos para que seja mantido o sigilo exigido pela EMPRESA)

Já o investimento de implementação do *Gate* está descrito na TABELA 5.2.

TABELA 5.2 – Valores estimados para as ações de implementação do *Gate*, para os 6 meses considerados.

Ação	valor estimado
Peças trocadas nas operações de reparos / Investimentos adicionais/ Mão de obra	R\$ 32.000,00
Manufatura de 8 dispositivos para verificação, no período considerado	R\$ 4.500,00
Treinamento (horas dos funcionários treinados e instrutores)	R\$ 10.000,00
Realocação de operações de montagem	R\$ 1.300,00
Sistema de armazenamento de dados	R\$ 150.000,00 (dividido por 17, o que resulta em cerca de R\$ 9.000,00 por <i>Gate</i>)
Manutenção de equipamentos	R\$ 8.000,00

Fonte – A EMPRESA.

Os gastos da TABELA 5.2 somam um total de R\$ 64.800,00. Logo, para o período considerado, houve um ganho na redução dos custos de Garantia em torno de 35% para o *Gate* do final da Tapeçaria.

Este é um índice representativo, considerando os custos de implementação. Porém, um aspecto fica bem claro: o índice zero de problemas nunca será alcançado. Isso porque, por mais eficazes que sejam as melhorias, sempre haverá a incidência de discrepâncias como resultado da variação de alguma característica. É importante lembrar que as peças utilizadas para a montagem dos veículos, são, na sua grande maioria, fornecidas por terceiros. Desta forma, a garantia de que cada peça fornecida pelos 300 principais fornecedores não apresentará discrepância, em nenhum momento, é muito remota. Além disso, se não houver um investimento adicional para a criação dos mecanismos de eliminação dos erros (*"error proofing"*), para todas as operações cuja eficácia dependa da ação humana, algumas falhas estarão sempre acontecendo. A soma destes dois aspectos (o erro do homem e o erro do fornecedor) resultará na iminente incidência de problemas.

Paralelamente, nem sempre as discrepâncias são constatadas com o veículo dentro da fábrica. Em diversos casos, determinados problemas só ocorrem após um ano de produção, o que dificulta a localização das suas causas e a consequente tomada de ações.

CAPÍTULO 6º - CONCLUSÃO

O *Quality Gate* é uma ferramenta consistente para a detecção e contenção dos problemas. Isto é, permite a retroalimentação das informações ao processo em tempo real, tornando mínimo o intervalo entre a origem da discrepância e seu efetivo controle, e eliminando os enormes gastos resultantes de retrabalhos e chamados de clientes (os famosos "*Recall's*"). Assim, os *Gates* foram os principais colaboradores no programa de disseminação da Melhoria Contínua.

Por outro lado, um dos maiores benefícios para os funcionários envolvidos foi o aprimoramento profissional. Os engenheiros passaram a entender melhor os componentes do veículo e os detalhes do processo, e os funcionários da linha de montagem e dos times de trabalho dos *Gates* passaram a conhecer melhor a EMPRESA, desenvolvendo uma visão global sobre o Sistema de Qualidade. Desta forma, se sentiram mais estimulados e comprometidos com o processo de Melhoria Contínua. Além disso, as técnicas estatísticas foram amplamente difundidas entre todos, e as investigações das causas de discrepâncias deixaram de ser realizadas de acordo com a experiência dos envolvidos, passando a utilizar valores estatisticamente calculados como base na tomada de decisões.

A possibilidade de contribuir para os programas de Participação nos Resultados (um bônus anual acrescido do salário, quando os objetivos anuais são atingidos), e do

programa de Sugestões é também uma forma de motivação que foi amplamente utilizada para correção dos aspectos negativos do sistema.

Claro que a EMPRESA está interessada no desenvolvimento de seus funcionários. Mas o objetivo principal dos *Gates* foi conseguir a redução drástica dos custos de Garantia. E este objetivo tende a ser alcançado, desde que o comprometimento da Alta Administração seja mantido.

O processo de implementação do *Gate Tapeçaria Final* exigiu muito esforço de cada funcionário envolvido. As dificuldades foram muito grandes, pois até mesmo os integrantes da equipe de implantação não concordaram com alguns aspectos. Por exemplo, a inclusão do item “espelho retrovisor interno” no Subsistema “Componentes externos Tapeçaria”. O argumento utilizado pelo Comitê da Qualidade foi que, ao inspecionar os espelhos retrovisores externos (que são elementos do Subsistema acima descrito), este item também deveria ser verificado pelo *Gate*. Porém, a montagem do mesmo é feita na estação de trabalho exatamente anterior ao *Gate Estação 6*, o que deveria colocar o item como responsabilidade deste *Gate*.

Os índices dos demais *Gates* foram semelhantes aos obtidos no *Gate Final da Tapeçaria*. A média de redução conseguida, para o período de seis meses após a implementação, foi de 35% (algo em torno de R\$ 700.000,00).

Paralelamente, os valores das discrepâncias internas diminuíram cerca de 40%. Neste sentido, se a diminuição dos índices de discrepâncias dentro da fábrica for mantida,

provavelmente chegará um momento em que a Inspeção Final não será mais necessária, e tomará o formato de uma Auditoria para garantir a eficiência dos *Gates*.

Além disso, se a experiência adquirida pelos Engenheiros de Produtos for utilizada no desenvolvimento dos novos projetos, no futuro os níveis de discrepâncias dos veículos recém-lançados serão cada vez menores, acarretando na diminuição da quantidade de *Gates* ao longo da linha de montagem.

Porém, os riscos provenientes de uma possível ruptura do sistema também devem ser considerados. Se os times de análise de problemas não mantiverem o direcionamento das ações para as chamadas “raízes do problema”, nenhuma melhoria será adicionada, e os altos índices de discrepâncias serão mantidos. Consequentemente, os *Gates* serão apenas postos de inspeção ao longo do processo, acarretando custos indiretos desnecessários.

Da mesma forma, se os envolvidos com o processo não utilizarem as informações levantadas pelos *Gates* no planejamento de novas atividades, processos, projetos, etc., o programa de Melhoria Contínua não terá sucesso, pois os mesmos erros do passado continuarão sendo cometidos nos projetos futuros, comprometendo a satisfação do cliente.

ANEXO - O Sistema de Determinação das Características Principais (SDCP)

Introdução

O objetivo do Sistema de Determinação das Características Principais¹¹ é auxiliar a empresa na produção de itens a baixo custo e com qualidade superior. É utilizado em todas as etapas de desenvolvimento e manufatura de um produto, e é realizado através de times de trabalho que devem utilizar os requisitos dos consumidores como principal fonte de informação.

Quando aplicado nas fases iniciais do desenvolvimento de um projeto, assegura projeto e processos insensíveis a variações e garante a segurança no trabalho. Ele aprimora a comunicação entre Engenharias (de processo, de produto, de produção), fornecedores, produção e os demais envolvidos, melhora a imagem da empresa e de seus produtos através de um aumento do índice de satisfação de seus clientes. Resumindo, o *SDCP* garante projetos, processos e produtos com qualidade.

¹¹ Este anexo irá priorizar o processo do *SDCP* durante a fase de manufatura, pois sua aplicação, nesta fase, será adequado ao Processo dos *Quality Gates*. Este anexo foi adaptado e resumido do texto original da EMPRESA.

As Características Principais de Produto

Toda a parte física (máquinas, homens, ferramentas, componentes, etc.) de uma produção possui características, e todas são importantes e devem ser controladas. Mas algumas (chamadas de Características Principais de Produto) necessitam de controles adicionais devido às excessivas variações, que podem afetar a segurança, o correto cumprimento de leis ou regulamentos governamentais, a fixação, a função ou outros aspectos nas operações seguintes do processo.

Estas características devem ser localizadas e priorizadas. Primeiro, porque se for dada uma atenção especial a todas as características, sejam CPP ou não, as mais sensíveis às variações do processo podem não receber atenção e controle suficiente. E segundo, se os esforços estiverem direcionados para as características não críticas, estará ocorrendo uma adição de custo do produto, sem adicionar valor algum. Desta forma, se nos forem priorizadas apenas as características críticas, qualquer adição de custo no sentido de reduzir as variações do processo estará adicionando valor ao produto, e ao mesmo tempo estará priorizando a melhoria do desempenho do mesmo, garantindo maior satisfação do cliente.

As Características: Conceitos e Definições

Os quatro conceitos básicos para a classificação das características são:

1. Existem dois tipos de características: **de Produto e de Processo;**
2. Há dois tipos de **características de Produto: Comum e Principal;**

3. Para as **características principais de produto**, existem dois tipos: as de **Segurança/Legislação** e de **Fixação/Função**;
4. O controle das **Características de Processo** asseguram que as variações das de **Produto** sejam minimizadas. Logo, são uma consequência direta das características de produto, como descrito mais adiante.

Características do Produto

Toda característica “sensível” é uma Característica Principal do Produto. Devido a esta sensibilidade, reduções nas variações irão melhorar significativamente a satisfação do cliente, ou diminuirão a probabilidade de efeitos significativos na segurança ou no cumprimento da legislação.

Da mesma forma, a definição de características de produto principais ou comuns se baseia nas consequências das variações previstas durante o processo, tomando-se cuidados normais. As definições normais e mais rigorosas são necessárias para garantir a perfeita compreensão e a aplicação dos conceitos.

Uma característica de produto é um item, aspecto de uma peça, montagem ou sistema (p. exemplo, dimensão, característica, função, química, aparência, orientação ou acabamento). Uma característica pode ser uma variável ou um atributo.

Característica **Comum** do Produto é uma característica para a qual uma variação prevista não afetará significativamente a segurança do produto, o cumprimento à legislação, a fixação ou a função.

Já as Características **Principais** do Produto (CPP) são características para a qual uma previsão de variação significativa poderá afetar a segurança do produto, ou cumprimento de legislação, ou também afetar a satisfação do cliente com o produto.

As CPP's de Fixação/Função¹² são características onde as variações afetarão significativamente a satisfação do cliente com o produto (que não a segurança e a legislação), tais como fixações, função, desempenho, durabilidade, montagem, aparência ou a facilidade para processar ou montar o produto.

Já as CPP's de Segurança/Legislação¹³ são características onde variações significativamente previstas podem afetar a segurança do produto, ou o cumprimento de legislação, ou regulamentação governamental (tais como flamabilidade, proteção dos ocupantes, controle de direção, freios, etc), emissões, ruídos, interferência de radiofrequência, etc.

Nota: Essas definições, baseadas em variações que probabilisticamente podem ocorrer durante o processo ou montagem com práticas e controles normais, se aplicam tanto a características de produto variáveis ou atributivas. Para características variáveis, relativas às especificações numa base contínua, tais como milímetros, quilogramas, etc., a variação é contínua e mensurável. Para características atributivas a variação dentro dos processos de produção causa uma das duas condições (identificáveis) que podem ocorrer, tais como peça correta ou incorreta, presente ou ausente, etc. Ou seja, conforme ou não-conforme.

¹² $\diamond$, <F/F> são dois símbolos padronizados para este tipo de característica. Devem ser utilizados em desenhos de Engenharia, especificações e outros documentos, a fim de auxiliar a organização a dirigir recursos e planejar as necessidades no momento da elaboração do Plano de Controle.

Características de Controle

Uma Característica de Controle é um parâmetro de processo por variável, ou por atributo, que controla ou afeta uma ou mais características do produto. São divididas em:

1. Características Comuns de Controle - é um parâmetro do processo que controla ou afeta uma ou mais características do produto;
2. Características Principais de Controle (CPC) - são parâmetros do processo (tais como temperatura, velocidade de linha, pressão, viscosidade, etc.) para os quais as variações devem ser controladas ao redor de valores objetivos, a fim de assegurar que as variações na CPP sejam mantidas ou reduzidas para próximo do valor objetivo.

Tipos de Cuidados

Para todas as características de produto, a conformidade com as especificações é necessária. A classificação auxilia ao projeto do processo de produção e à seleção de métodos de cuidados para gerenciar e controlar as variações. Ela deve ser feita conforme abaixo:

- Características Comuns $\implies$ Cuidado Normal;
- Fixação/Função $\implies$ Cuidado Adicional;
- Segurança/Legislação $\implies$ Cuidado Especial.

¹³ $\oplus$, <S/C> são os símbolos para este tipo de característica.

Uma característica comum, ou não classificada, requer apenas cuidados normais porque variações previstas durante a manufatura e montagem, com cuidados normais, probabilisticamente não irão afetar significativamente a segurança, o atendimento à legislação, a fixação ou função do produto.

Uma característica de fixação/função requer cuidados adicionais para assegurar que as variações previstas durante a manufatura ou montagem, probabilisticamente não afetará a fixação ou função do produto ou a facilidade para processar ou montar o produto.

Já uma característica de segurança/legislação requer atenção especial para assegurar que as variações previstas durante a manufatura, ou montagem, também não afetarão a segurança ou legislação.

A identificação das CPP's envolve julgamento e experiência e é melhor executada em processos de Engenharia Simultânea que envolva todas as funções e um amplo grau de experiência. As frases "significativamente previstas", "provavelmente", para fixação/função ou "pode" para segurança/legislação, e "afetam, significativamente" são importantes nas definições e requerem julgamento e experiência para sua aplicação correta e consistente.

A variação "significativamente prevista" durante a manufatura e montagem é usada nas definições para enfatizar a importância da previsão de possíveis variações durante a classificação, e para aferir o grau possível de variação com a probabilidade de ocorrência ou aceitabilidade. É maior que a "normal" ou "intencional". Neste caso, é razoável antecipar que o processo sairá de controle, mas não é admissível que a variação resultante

seja ilimitada. Além disso, se as consequências das variações são graves como algumas falhas relativas à segurança, é mais apropriado usar uma probabilidade de ocorrência mais rigorosa possível, (a menos provável ou mais remota) na decisão quando da classificação.

Ela também deve basear-se nas práticas normais de manufatura e controle para aquela especificação particular. As práticas normais definem cuidados normais para as características especificadas.

Se as consequências das variações no processo com cuidados normais são probabilisticamente significativas, então cuidados extras devem ser tomados para assegurar a qualidade e a característica será denominada Característica Principal do Produto. Para características assim denominadas, cuidados adicionais (para fixação/função) e especiais (para Segurança/Legislação) devem ser tomados. Com o nível apropriado de cuidado, adicional ou especial, as variações serão menores e probabilisticamente não afetarão significativamente a segurança, cumprindo a legislação, fixação, função, etc.

Uma vez que os cuidados especiais ou adicionais podem adicionar custo ao processo, as CPP's devem ser determinadas quando houver um correspondente aumento no valor ou na satisfação dos clientes, ou redução de outras perdas.

O termo "significativamente afetado" é usado nas definições como grande diferenciador. Todas as variações probabilisticamente causam algum efeito. Nas CPP's estes efeitos podem ser significativos.

Desta forma, os possíveis efeitos das variações de processo devem ser relacionados às CPP's de segurança ou legislação mais que as de fixação ou função. Um critério mais crítico da probabilidade de ocorrência ("... pode afetar significativamente", para segurança/legislação vs. "provavelmente afetará significativamente" para fixação/função) deve ser usado na decisão pela classificação. E os itens com maior grau de certeza ("... é mais provável a afetar significativamente", com cuidado especial, vs. "... é improvável que afete significativamente", com cuidado especial), serão requeridos na administração e no controle das variações.

Pirâmide das Características do Produto

As características de Produto são classificadas em 3 (três) níveis para direcionar os recursos que significativamente afetam a satisfação do cliente e a eficácia operacional.

Embora todas as características de um produto sejam importantes, as CPP's (Segurança/Legislação e Fixação/Função) são as de maior prioridade. Elas são colocadas no topo e no meio da Pirâmide (FIGURA A1).



FIGURA A1. Pirâmide das Características do Produto.

Fonte - A EMPRESA.

A FIGURA A2 mostra o relacionamento entre uma CPP e suas CPC's. Muitos fatores podem afetar uma CPP. Por exemplo, alterações nos materiais, equipamentos e nos métodos e sistemas que são utilizados para produção podem alterar as características. Variações causadas por diferentes maneiras com que as pessoas fazem o produto e variações no meio ambiente também podem afetar uma característica do produto.

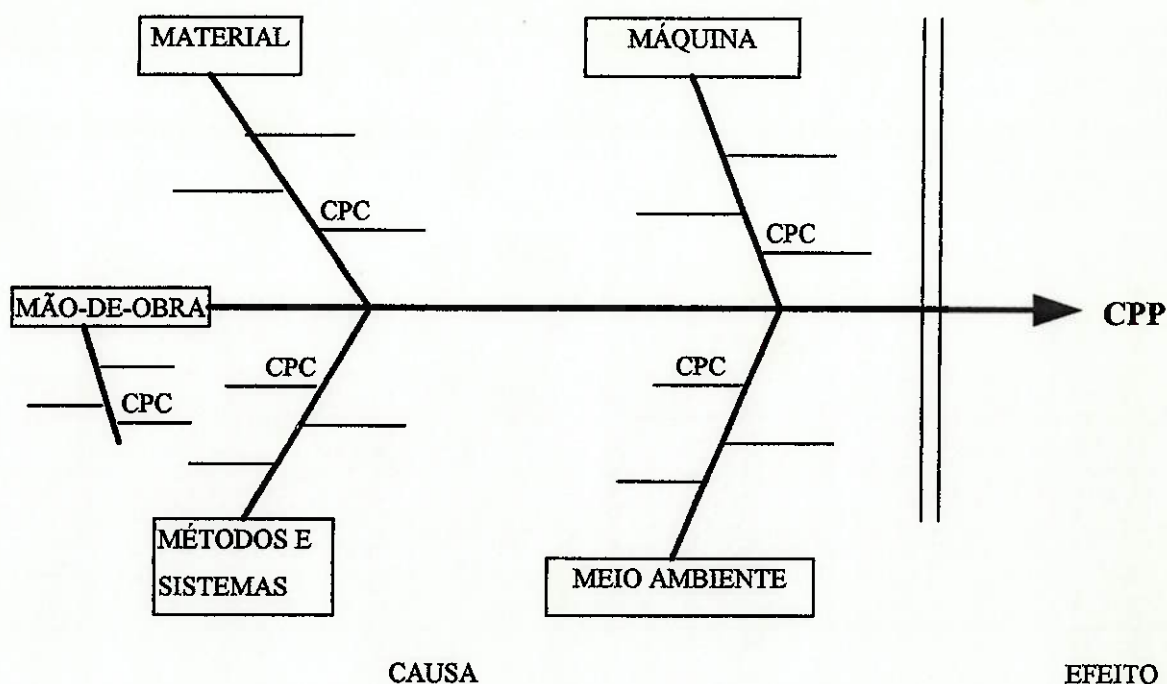


FIGURA A2. Diagrama de Causa e Efeito ("Espinha de Peixe") mostrando os fatores que podem afetar uma CPP.

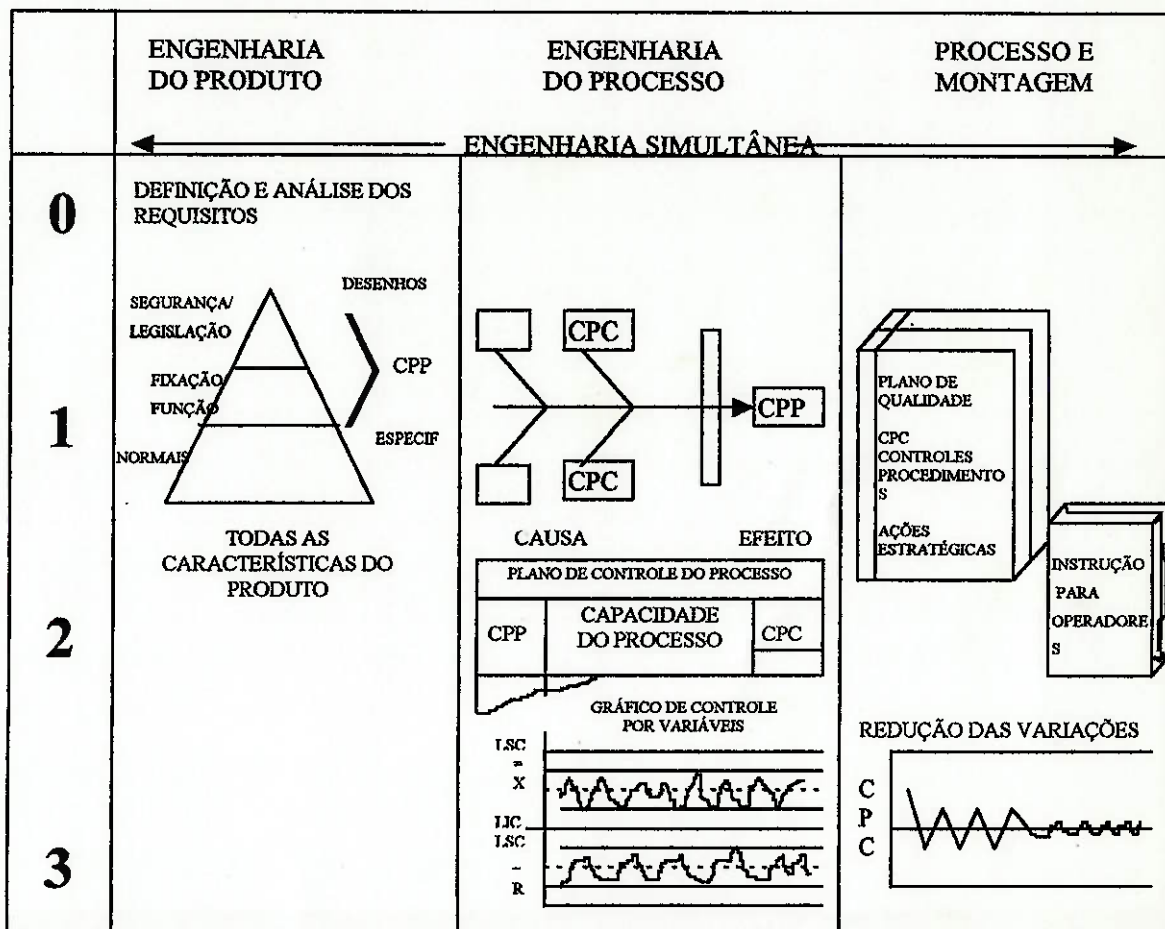
Fonte - A EMPRESA.

Embora não seja recomendável, porque a estabilidade do processo não é assegurada, pode-se acompanhar as CPP's diretamente, uma vez que as CPC's ainda não tenham sido definidas. Controles contínuos das CPP's são necessários. Uma vez que as CPC's são definidas e controladas, variações das CPP's podem ser reduzidas para um nível de verificação ou validação do processo ou produto.

Os Estágios do SDPC

Basicamente, o SDPC se resume em três estágios (FIGURA A3). No primeiro, as CPP's são identificadas como de Segurança/Legislação ou Fixação/Função mostradas no

triângulo. No segundo, são então determinadas as CPC's que afetam cada CPP (mostrado no diagrama de causa e efeito). Finalmente, no terceiro estágio estuda-se o processo a fim de planejar as maneiras de controlar cada CPP e seus valores objetivos e para reduzir as variações de cada CPP através de um controle cuidados das CPC's (mostradas nos Planos de Controle de Processo).



CPP - CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO PRODUTO

CPC - CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DE CONTROLE

FIGURA A3. Os três Estágios do SDCP e suas ferramentas.

Fonte - A EMPRESA.

Etapas de Ação

(Nota: Para este trabalho, será salientado apenas a Fase 3, Produção e Aperfeiçoamento Contínuo.)

- Fase 0 - Desenvolvimento do Conceito e Tecnologia;
- Fase 1 - Desenvolvimento do Produto e do Processo;
- Fase 2 - Confirmação do Produto/ Validação do Processo;
- **Fase 3 - Produção e Aperfeiçoamento Contínuo:** Deve-se aplicar os devidos Controles nas CPC's previamente determinadas (na Fase 2), integrar as estratégias da Qualidade para Melhoria Contínua, monitorar o desempenho do Processo a fim de reduzir as variações, e registrar esta melhoria contínua nos Planos de Controle do Processo. Estas ações devem ser tomadas pela Produção e Montagem, sendo apoiados pela Engenharia de Manufatura, Engenharia de Qualidade e Confiabilidade do Produto, e Engenharia de Fornecedores (incluindo os próprios fornecedores).

Diagrama de Fluxo do Processo e Plano de Controle

O Diagrama de Fluxo do Processo define e descreve os meios planejados para processar o produto e identificar parâmetros do processo (características de controle). O seu desenvolvimento e análise auxilia no planejamento do controle do processo, através da demonstração dos efeitos ocasionados pelas CPP's.

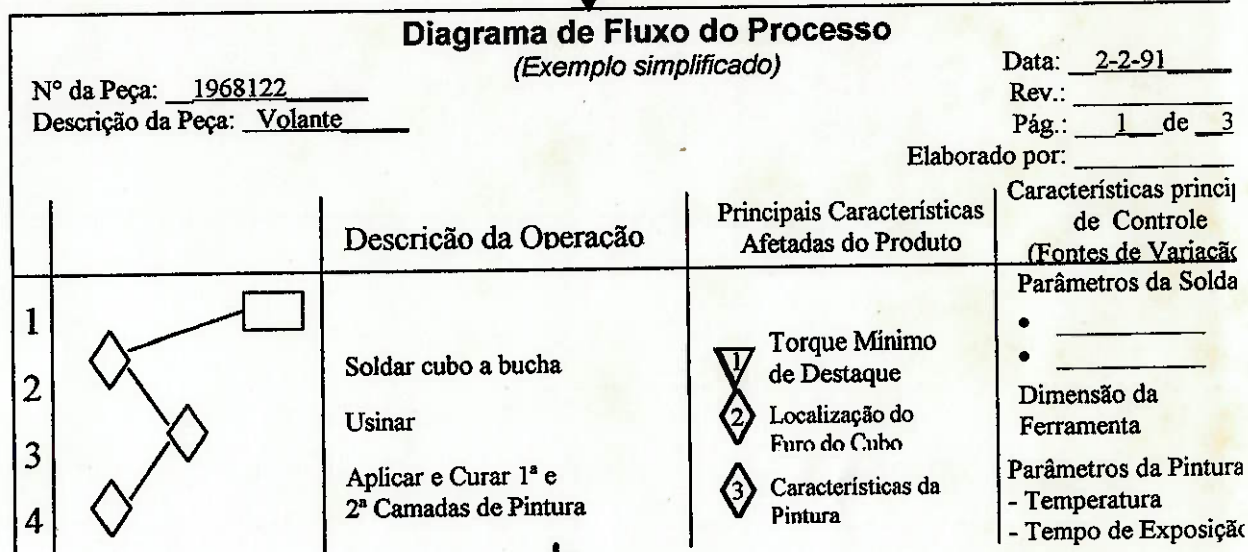
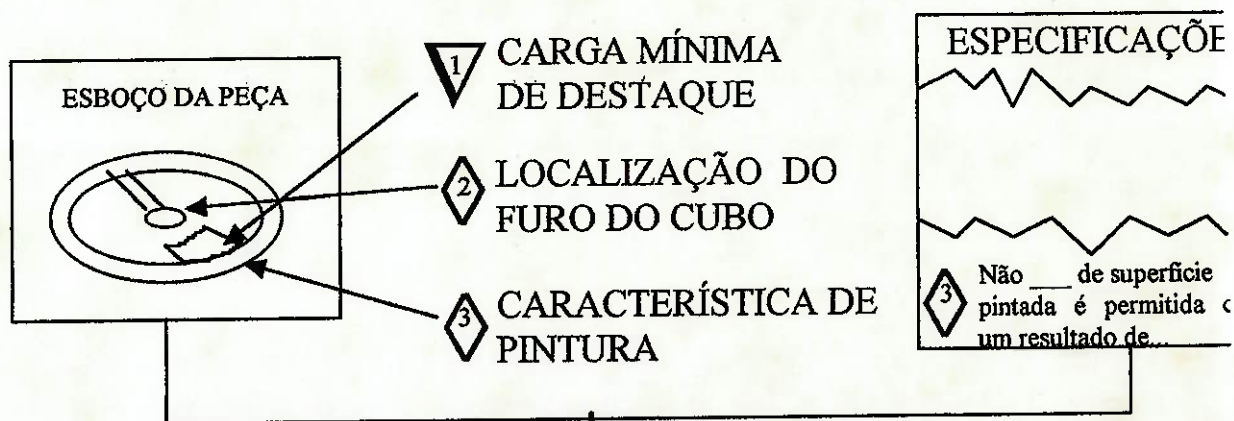
O Plano de Controle do Processo relaciona as CPP's e CPC's e define os métodos de controle. A sua utilização auxilia no direcionamento dos requisitos do cliente, e as atualizações no plano demonstram melhorias no desempenho do Processo e o Aperfeiçoamento Contínuo.

Resumindo

O Sistema de Determinação das Características Principais é um processo no qual são determinadas as Características que serão fundamentais no processo e produto, em função dos requisitos do cliente e de outros aspectos como segurança e legislação. São estipulados os níveis de cuidados que devem ser dispensados a cada uma delas, e determinados planos de ação, onde entram como principais ferramentas o Diagrama de Fluxo de Processo e o Plano de Controle. O monitoramento é realizado através das ferramentas de processo, como registros de Cartas de Controle do CEP, indicadores internos, etc. Com isso, pode-se estipular um direcionamento para a melhoria contínua do processo¹⁴.

Exemplo de aplicação do Sistema de Determinação das Características Principais

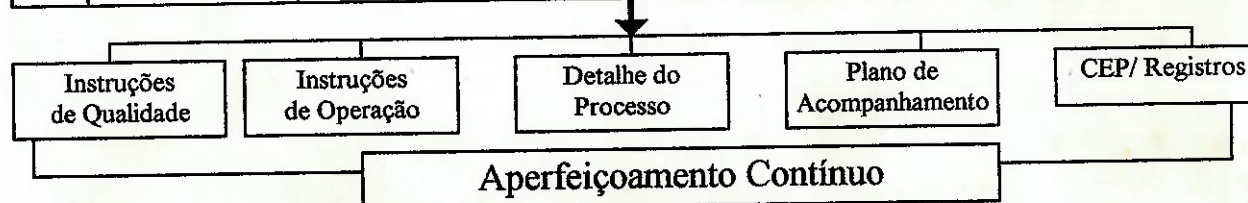
¹⁴ O *SDCP* engloba todas as fases do desenvolvimento de um produto. A definição colocada no texto visa o entendimento no contexto deste trabalho, logo engloba apenas os aspectos de produção e controle.



Plano de Controle do Processo (Exemplo Simplificado)

Nome: _____ Cód. do Forn.: _____ Nº da Peça: _____ Folha: _____ de _____
 Repres.: _____ Telefone: _____ Descrição da Peça: _____
 Cargo: _____ Data: _____ Nível Alteração Engº.: _____ Data Efetivação Plano Controle: _____

Caract. Princ. Produto		Estudos Instr. Medição		Capacid. Processo	Caract. Princ. de Controle	
1	Torque Mín. de Destaque: _____ N	Solda	Máquina de Teste V 1-5-88	1-5-88 25% _____ 3.0	Parâmetros de Solda	-
2	Localização do Furo do Cubo: 13.46	Cubo a Bucha	Baldwin 1.5%		-	XR --- Q - 201 -
3	Características da Pintura	Usinagem	Cordax V 1-5-88 0.4%	1-5-88 40% _____ 2.0	Dimensão da Ferramenta	XR --- Q - 201 -
		Aplicação e Cura	A _____		Parâmetros de Pintura	-
					- Temperatura - Tempo de Exposição	XR --- Q - 202 -



BIBLIOGRAFIA

(A EMPRESA). *Establishing a Quality Gate*, (não publicado), São Paulo, 1996.

IMAI, M. Kaizen. *A estratégia para o sucesso competitivo*. São Paulo, IMAN, 1992.

MONDEN, Y. *Produção sem Estoques: Uma abordagem prática do Sistema de Produção Toyota*. São Paulo, IMAM, 1984.

SHIBA, S.; GRAHAM, A.; WALDEN, D. *A New American TQM: Four Practical Revolutions In Management*. Productivity Press, 1993.

(A EMPRESA). *O Sistema de Determinação das Características Principais*, (não publicado), São Paulo, 1996.