



Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
Centro de Engenharia Elétrica e Informática – CEEI
Unidade Acadêmica Engenharia Elétrica – UAEE

Estágio acadêmico

Projetos de gestão da qualidade

Aluno: Carlos José G. Vidal - Matrícula:20021105

Orientador: Antonio Marcus Nogueira Lima

Campina Grande - PB
Dezembro de 2005

CARLOS JOSÉ GONÇALVES VIDAL

PROJETOS DE GESTÃO DA QUALIDADE

**CAMPINA GRANDE
DEZEMBRO DE 2005**



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

A minha família por ter me apoiado em tudo que já realizei.

A minha esposa por suportar tão bem este período em que estive na França.

A Ludovic Vigier e Arnauld Jeannin, pelo suporte técnico e cultural.

Ao meu orientador Prof. Antonio Marcus Nogueira Lima, Dsc pela suas críticas e sugestões.

A todos da Johnson Controls – Chazelle sur Lyon que colaboraram bastante para conclusão desse trabalho.

A Phillipe Cruau por ter me selecionado para participar desse projeto.

A Universidade Federal de Campina Grande e ao INSA de Lyon por ter possibilitado o intercâmbio.

Aos meus colegas de turma e de festas pelo apoio.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS, QUADROS E FIGURAS.....	V
LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS.....	VI
RESUMO.....	VII
1.1 O grupo Johnson Controls.....	8
1.2 A fábrica em Chazelles sur Lyon.....	9
1.2.1 Histórico.....	9
1.3 Apresentação do produto: a vela de ignição.....	10
1.3.1 Funções da vela de ignição.....	10
1.3.2 Grau térmico.....	11
1.3.3 Os diferentes componentes da vela e suas funções.....	12
1.4 Os clientes.....	14
1.5 Mercado de velas de ignição.....	14
1.6 Organização da fábrica.....	15
1.6.1 Funções.....	15
1.6.2 Modificação da organização.....	15
1.7 Contexto geral do estágio.....	16
1.7.1 Exigência de qualidade.....	16
1.7.2 Domínio dos processos.....	16
2.1 Projeto 4P.....	17
2.1.1 Origem e objetivo do projeto.....	17
2.1.2 Organização do Projeto 4P.....	18
2.1.3 Métodos e meios apresentados durante o lançamento do projeto	18
2.2 Objetivo da missão inicial.....	20
2.2.1 Fase experimental.....	20
2.2.2 Fase de elaboração do mapa de supervisionamento.....	20
2.2.3 Fase de análise.....	20
2.3 Operacionalização.....	21
2.4 Dados iniciais.....	21
3.1 Fase experimental do mapa de supervisionamento.....	22
3.2 Método utilizado.....	22
3.2.1 Características do produto.....	22
3.2.2 Características dos processos.....	23
3.2.3 Conclusão sobre a primeira fase.....	24
3.3 Experimentação e generalização dos mapas de supervisionamento.....	24
3.3.1 O meio utilizado.....	25
3.3.2 As gamas dos produtos fabricados sobre a linha.....	25
3.3.3 Procedimentos em vigor.....	25
3.4 Mapa de supervisionamento conforme as exigências da norma.....	26
3.4.1 Lista de descartes e sugestões de melhoramento.....	26
3.5 Balanço da elaboração dos mapas de supervisionamento.....	27
3.5.1 As atividades desenvolvidas pelos estagiários.....	28
3.6 Análise dos riscos: elaboração do <i>FMEA</i> para os processos.....	28
3.6.1 Reunir a equipe <i>FMEA</i>	28

3.6.8	Estimar a frequência da ocorrência de causas.....	30
3.6.9	Determinar os meios de detecção existente.....	30
3.6.10	Determinar a capacidade de detecção dos controles.....	30
3.6.11	Cálculo do IPR	30
3.6.12	Definição das ações prioritárias	30
3.6.13	Pondo em prática as ações de melhoramento.....	31
3.6.14	Continuação <i>FMEA</i> , melhoramento contínuo.....	31
4.1	Conclusão	32
	Referências bibliográficas.....	33

LISTAS DE TABELAS, QUADROS E FIGURAS

Figura 1: Equipamentos de interiores como painéis, computadores de bordo, controles de vidros e travas, assentos e sistemas multimídia.	8
Figura 2: Vela de ignição para utilizada na Fórmula Porsch	8
Figura 3: Foto aérea da fábrica em chazelles	9
Figura 4: Quantidade de vendas de velas em milhões por ano.	10
Figura 5(esquerda): ilustra o posicionamento da vela na câmara de combustão e a criação de uma centelha.	10
Figura 6(a direita): ilustra os canais de evacuação das calorias, representadas em vermelho.	10
Figura 7: Gráfico temperatura da vela X velocidade do veículo	11
Figura 8: Principais componentes da vela de ignição.....	13
Figura 9: Atuação da Johnson Controls no mundo (em laranja).....	14
Figura 10: Layout da fábrica.....	17
Figura 11: Sistema de controle da qualidade com melhoramento contínuo.	18
Figura 12: Lista de descartes e o mapa de supervisionamento.	27
Figura 13: Evolução do mapa de supervisionamento dentro do Projeto 4P.	27

LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS

J.C.A.E.	- <i>Johnson Controls Automotive Electronics;</i>
UFC	- Unidade de Fabricação de Componentes;
UFM	- Unidade de Fabricação Montagem;
ISO	- <i>International Standard Organization;</i>
IATF	- <i>International Automotive Task Force;</i>
JAMA	- <i>Japanese Automotive Manufacture Association;</i>
PCP	- Planejamento e Controle da Produção;
OL	- Ordem de lançamento;
AIAG	- <i>Automotive Industry Action Group;</i>
IPR	- Índice de Prioridade de Riscos;
FMEA	<i>Failure Mode Effects Analysis</i>
Gama	São documentos contendo as características necessárias a fabricação do produto.
PDCA	<i>Plan Do Check Action</i>

RESUMO

Com a substituição da ISO/TS 16949:1999 pela da ISO/TS 16949:2002 a fábrica de velas automotivas pertencente ao grupo americano Johnson Controls e instalada em Chazelle sur Lyon, foi obrigada a se adequar as exigências da nova norma. Até então a fábrica estava de acordo com as normas EAQF, QS 9000 e a ISSO 9000. A ISO/TS 16949:2002 veio para substituir progressivamente as normas automobilísticas existentes.

Uma das exigências da nova norma era a criação de um mapa de supervisionamento, documento esse que deveria conter todos os controles e verificações sobre o processo de fabricação das velas. Junto com a criação dos mapas de supervisionamento, teve início o projeto 4P. O projeto 4P (Produto, Processo, Procedimento, Performance) tinha como filosofia o domínio dos processos de fabricação através do controles dos parâmetros de pilotagem dos mesmos. Assim percebe-se que o mapa de supervisionamento e o projeto 4P tinham conceitos similares. Tendo isso em mente foi decidido de início preparar um documento que atendesse tanto ao projeto 4P quanto a nova ISO/TS.

Uma outra missão, ainda dentro do projeto 4P, era a aplicação de uma *FMEA* em um determinado processo, considerado crítico do ponto de vista da qualidade e da exigência dos clientes. A *FMEA* é um método analítico e sistemático que visa analisar uma determinada atividade atribuindo valores a índices de gravidade, frequência e detecção. Com esses índices obtidos, calcula-se o IPR (Índice de Prioridade de Riscos) e através dele tem-se uma base numérica para adotar medidas de melhoramento em ordem de prioridade decrescente.

A missão dos estagiários era confeccionar os mapas de supervisionamento adequando-os a norma e ao projeto 4P. Também devido ao conhecimento detalhado, adquirido durante a criação dos mapas de supervisionamento, a participação dos estagiários na equipe da *FMEA* era essencial. Muitos foram os problemas ao decorrer do estágio forçando a modificação de alguns parâmetro inicialmente estabelecidos, porem não impedindo sua conclusão.

Através desses e outros projetos a empresa terá condições de aprimorar a qualidade de seus produtos, pois os objetivos do projeto de gestão da qualidade e das adequações normativas é satisfazer aos clientes e reduzir custos.

1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

1.1 O grupo Johnson Controls

O Johnson Controls é um grupo americano fundado em 1885. Hoje atinge um faturamento anual de 17 bilhões de dólares e um total de 150.000 empregados. A atividade principal durante a fundação do grupo foi climatização de prédios. Ainda hoje esta atividade faz parte do Johnson Controls somada à gestão integrada de imóveis (gerenciamento de equipamentos mecânicos, térmicos e elétricos do local). Anos depois o grupo diversificou mais uma vez suas atividades, entrando no setor automobilístico.

A produção de equipamentos para automóveis representava até 2003 três quartos de toda atividade do grupo. Os seus principais produtos: equipamentos de interiores para automóveis como painel de bordo, sistemas de comando, sistemas de trava, assentos completos para automóveis, baterias e velas automotivas. Alguns desses produtos são mostrados nas figura 1 e figura 2.



Figura 1: Equipamentos de interiores como painéis, computadores de bordo, controles de vidros e travas, assentos e sistemas multimídia.



Figura 2: Vela de ignição para utilização na Fórmula Porsche

1.2 A fábrica em Chazelles sur Lyon

1.2.1 Histórico

A fábrica em Chazelle sur Lyon fez parte até o dia 31 de julho de 2003 do ramo *Automotive electronics* do grupo Johnson Controls. A fábrica, construída pela KLG, produz velas para automóveis desde de 1938. Em 1963, a venda da KLG e Eyquem para o grupo Labo Industries conduziu o agrupamento de suas atividades em Chazelle. A fábrica foi novamente vendida para Fuch em 1988.

De 1996 à 2001 a fábrica fez parte do grupo francês SAGEM. Entretanto, a centralização das atividades do SAGEM em 2001 no setor das telecomunicações ocasionou a venda de todo seu setor automobilístico para o grupo Johnson Controls interessado no *Know-how* do SAGEM. Conseqüentemente, a fábrica em Chazelle passou a pertencer a J.C.A.E. (*Johnson Controls Automotive Electronics*). No começo do mês de junho de 2003, o diretor da fábrica anunciou a venda para o grupo alemão Beru que é atualmente líder mundial na produção de velas aquecedoras para veículos a diesel, decidindo entrar no mercado de velas de ignição. A fábrica é mostrada adiante na figura 2. O Beru e J.C.A.E. iniciaram em julho a transição fabricando as velas com a marca do grupo alemão. No dia primeiro de agosto a fábrica tomou-se de fato parte do grupo Beru.

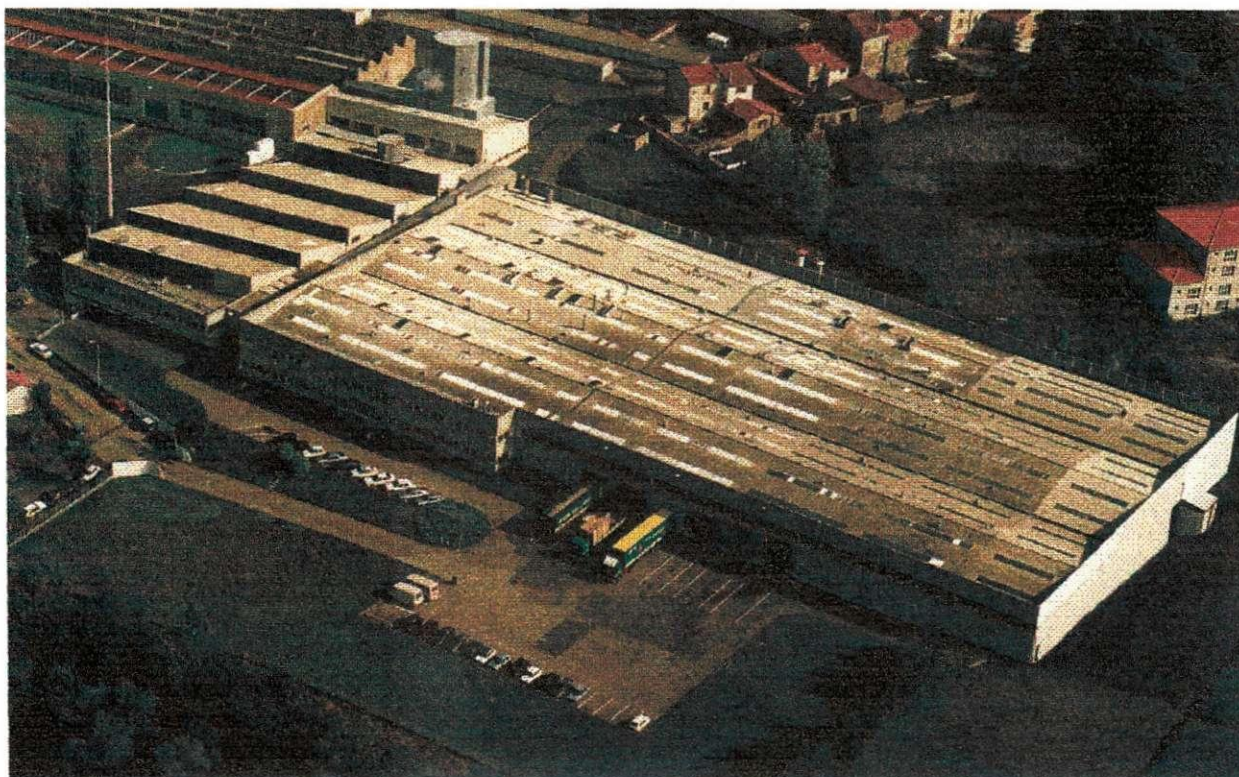


Figura 3: Foto aérea da fábrica em chazelles

1.3 Apresentação do produto: a vela de ignição

Até 2003 a fábrica em Chazelle produzia mais de 80 milhões de velas de ignição por ano e 1200 tipos, em torno de 350.000 velas por dia. É demonstrado no gráfico abaixo (figura 4) a evolução da produção de velas de 1992 a 2002.

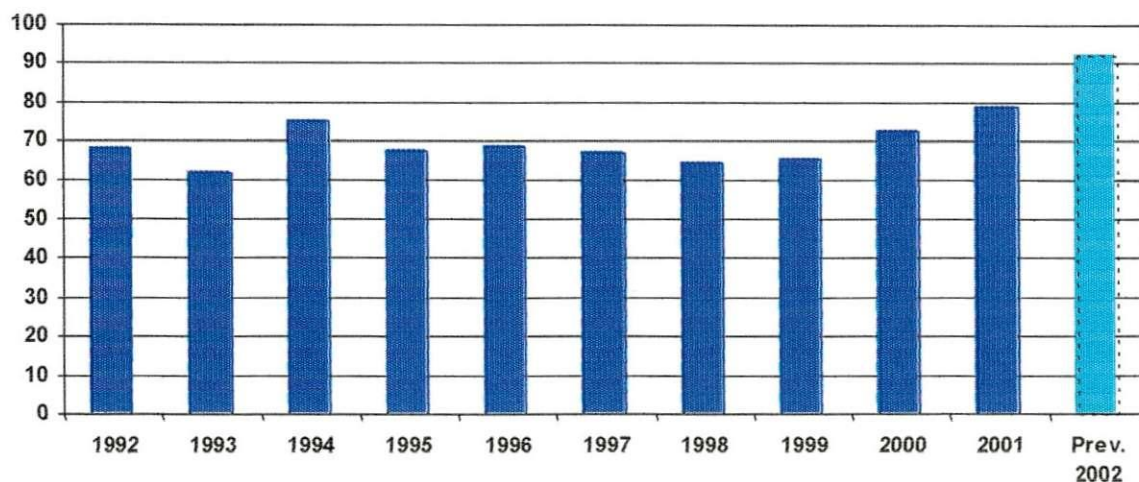


Figura 4: Quantidade de vendas de velas em milhões por ano.

1.3.1 Funções da vela de ignição

As duas principais funções da vela de ignição são as de criar uma centelha para provocar a combustão da mistura gasolina-ar dentro da câmara de combustão, como mostrado na figura 4, e também de evacuar as calorias geradas pela combustão, de acordo com a figura 5. Atualmente devido ao aumento da quantidade de equipamentos eletrônicos dentro dos veículos um novo problema surgiu, pois agora é necessário atenuar os ruídos eletromagnéticos provocados pelas velas.

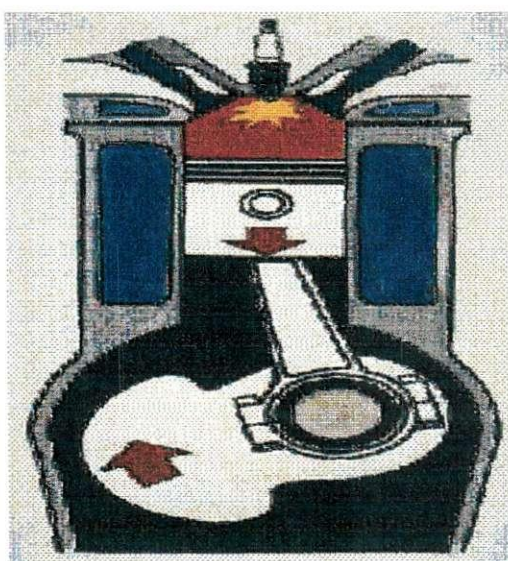


Figura 5(esquerda): ilustra o posicionamento da vela na câmara de combustão e a criação de uma centelha.

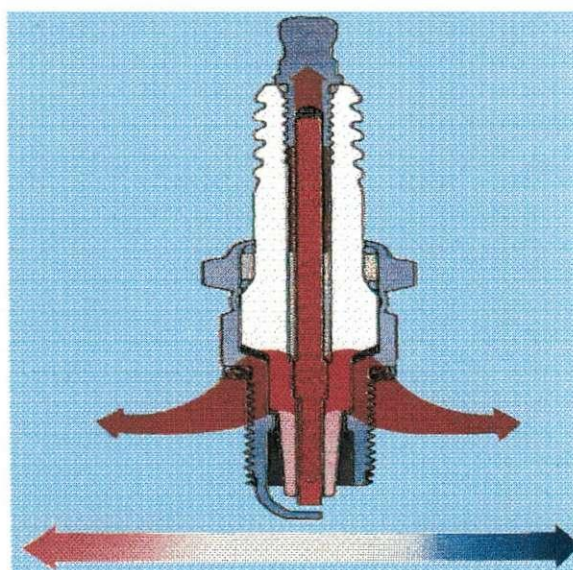


Figura 6(a direita): ilustra os canais de evacuação das calorias, representadas em vermelho.

1.3.2 Grau térmico

Uma vela de ignição possui uma zona de temperatura correspondente a um funcionamento ótimo. Se a vela está fria demais, ela corre o risco de quebrar durante a partida, caso esteja quente demais pode acontecer dela se auto “acender”. Os termos “velas frias” e “velas quentes” são de acordo com a capacidade da vela de se livrar das calorias durante a combustão.

A zona de temperatura ótima é caracterizada pelo grau térmico da vela. Para cada motor existe uma vela com o grau térmico apropriado. Isto explica a grande quantidade de referências de velas de ignição fabricadas. Mostramos através do gráfico abaixo (figura 7) três possibilidades de velas.

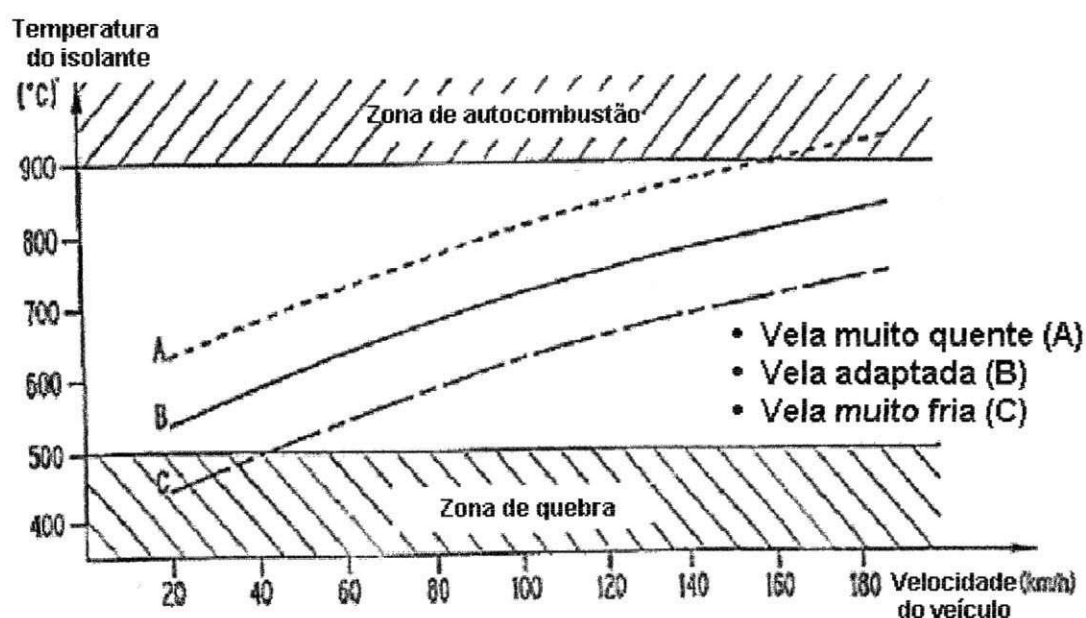


Figura 7: Gráfico temperatura da vela X velocidade do veículo

- Velocidade do veículo (eixo horizontal)
- Temperatura do isolante da vela (eixo vertical)
- Vela muito quente (A)
- Vela adaptada (B)
- Vela muito fria (C)
- Zona de autocombustão (zona superior do gráfico)
- Zona de quebra (Zona inferior do gráfico)

Concluimos através do gráfico que para que uma vela funcione de maneira adequada, a mesma deve trabalhar na região entre a zona de quebra e a zona de autocombustão.

Veículos de competição necessitam de velas “frias”, pois a temperatura das velas não deve ultrapassar os 900 graus Celsius antes que os mesmos atinjam grandes velocidades.

1.3.3 Os diferentes componentes da vela e suas funções¹

Para melhor compreender o funcionamento da empresa e do trabalho realizado, é necessário apresentar sucintamente os diferentes componentes de uma vela de ignição. Para alguns componentes a figura 6 ilustra suas etapas de transformação indicando o equipamento responsável resultando na vela completa.

- O culote: assegura a fixação, manutenção e o posicionamento da vela dentro do cilindro. Ele participa também da evacuação das calorias geradas pela combustão do gás.
- Eletrodo de massa: permite a criação da centelha.
- Isolante: Assegura o isolamento elétrico do eletrodo central. Também participa da evacuação de calorias e é quem determina o grau térmico da vela.
- Parafuso terminal (e para alguns modelos é a extensão da conexão de alta tensão): ele assegura a condução de corrente elétrica de alta tensão através do eletrodo central.
- O cimento: assegura a condução da corrente de alta tensão. Ele ajuda a fixar o conjunto eletrodo central e parafuso terminal. Garante a vedação interna da vela. Pela característica resistiva do cimento, ocorre uma atenuação dos parasitas radioelétricos.
- Eletrodo central: Conduz a corrente de alta tensão e permite a criação das centelhas. Também ajuda a evacuar as calorias para zonas de menor aquecimento.

¹ Apresentação Johnson Controls sobre velas 2003

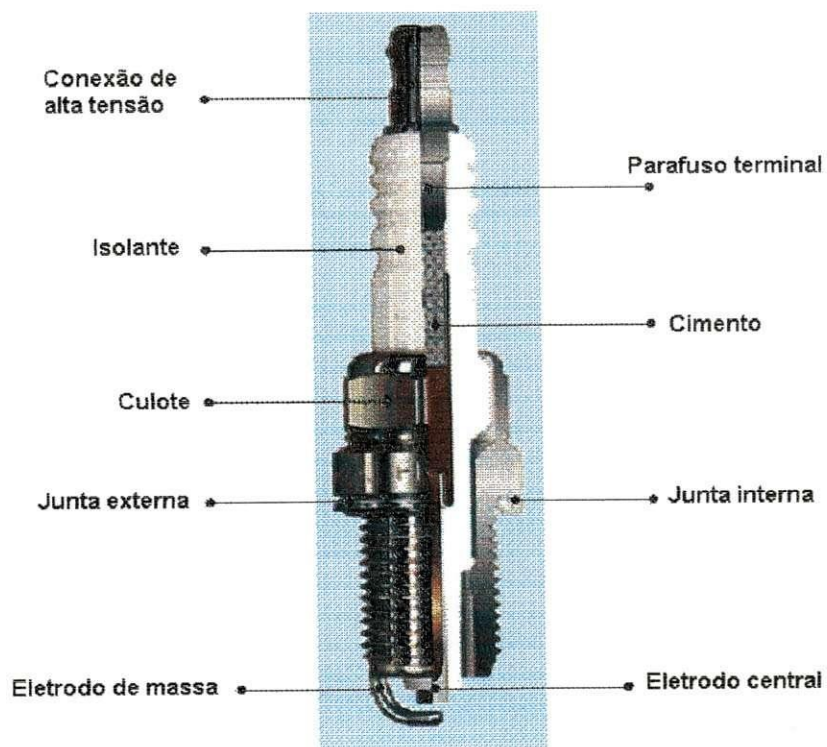
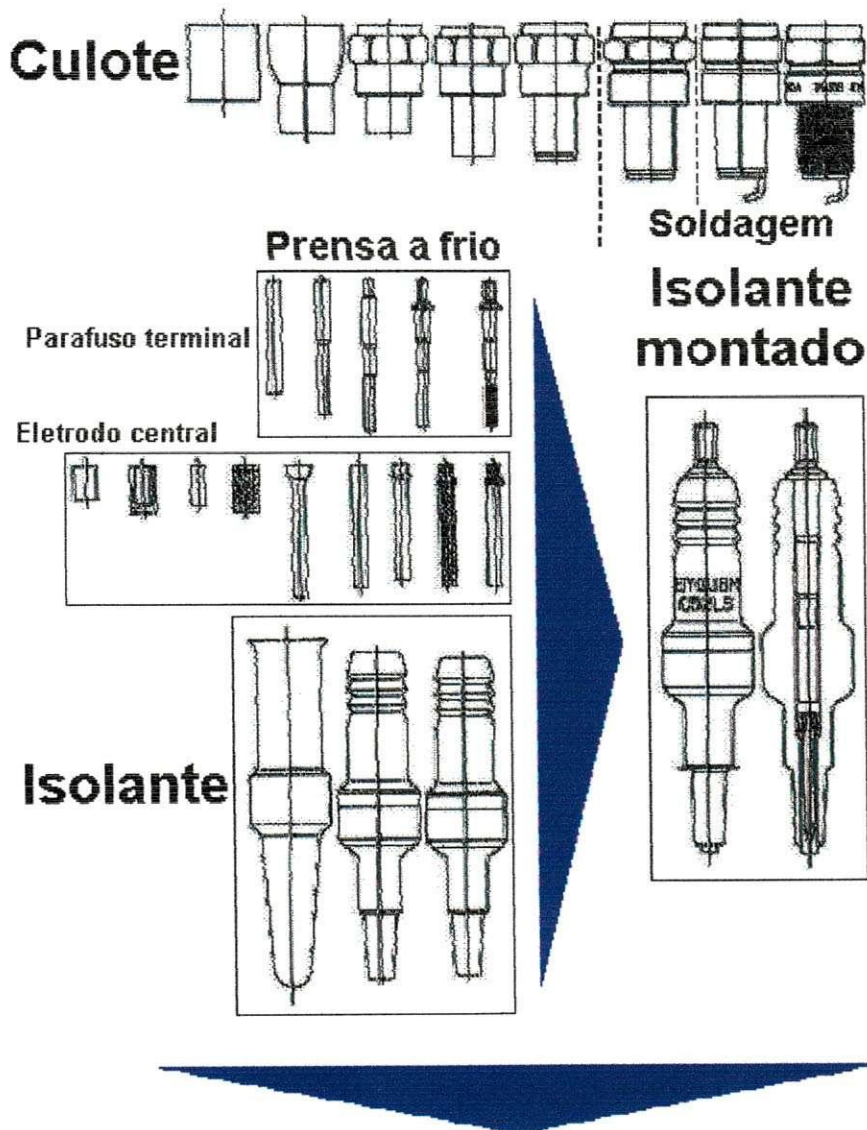


Figura 8: Principais componentes da vela de ignição.

1.4 Os clientes

As velas de ignição produzidas pela J.C.A.E. são destinadas 10% para as montadoras e 90% para reposição.

As montadoras são os principais construtores de automóveis da Europa: Peugeot, Renault, Volvo, Audi, Volkswagen, Porsche e Opel (GM). As velas são destinadas diretamente as montadoras. Tais velas já saem de Chazelle com a marca das montadoras ou com as marcas Eyquem ou Beru.

As velas de reposição são destinadas a substituir as velas originais que atingiram sua vida útil ou que apresentaram problemas. Elas são vendidas com a marca dos construtores, dos distribuidores ou com as marcas AC-Delco, Eyquem, Beru, Valéo, Magneti Marelli.

Em média metade da produção é destinada a exportação, distribuída pela Europa, Ásia, Oriente médio, África e América do Sul. A figura abaixo (figura 7) ilustra a presença do JCAE no mundo, indicada em laranja.

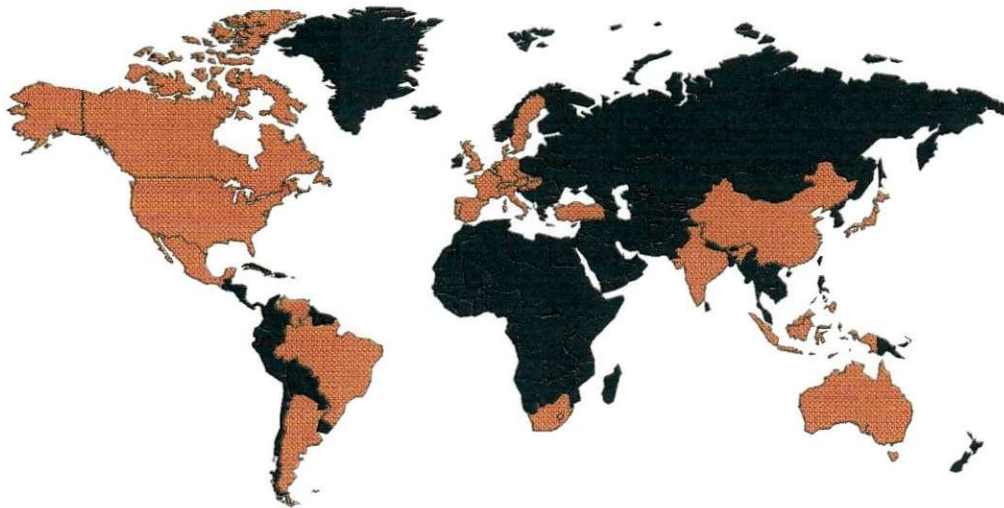


Figura 9: Atuação da Johnson Controls no mundo (em laranja).

1.5 Mercado de velas de ignição

A fábrica de Chazelle ocupava o sexto lugar no mercado mundial de velas de ignição para automóveis a gasolina com uma venda média de 80 milhões de velas em 2001, porém ainda bastante longe do primeiro colocado NGK, que produz aproximadamente 550 milhões de velas por ano.

A produção de velas passa por uma relativa estagnação devido ao aumento do número de veículos a diesel assim como o aumento da vida útil das velas.

1.6 Organização da fábrica

1.6.1 Funções

A fábrica de Chazelle agrupa internamente várias funções operacionais: industrialização, produção, planejamento e controle da produção, qualidade, compras, vendas, logística e algumas funções de apoio (*staff*): recursos humanos, informática, contabilidade.

A fábrica conta com o apoio de 375 assalariados e aproximadamente 70 interinos. Os cargos são repartidos da seguinte forma: 238 operários, 72 técnicos, 18 especialistas e 19 em cargos administrativos.

A produção é dividida em duas unidades de fabricação: Unidade de Fabricação de Componentes (UFC) e Unidade de Fabricação Montagem (UFM). A UFC fabrica os seguintes componentes: isolantes, os cimentos, parafusos, os eletrodos e os culotes. Esta unidade é dividida em quatro setores: Cerâmica, Torno e Solda, Prensa a frio e Tratamento de Superfície.

A UFM agrupa os setores de Embalagem de Isolantes, Montagem de Velas, as Ilhas e o Controle de Embalagem.

1.6.2 Modificação da organização

A fim de poder responder com maior eficácia as necessidades da empresa, a organização foi modificada em junho de 2003 (durante meu estágio). A maior parte das modificações atingiu principalmente a estrutura hierárquica da empresa. Por exemplo, o responsável pela UFC passou a ser responsável por toda a produção englobando a UFC e a UFM (esse cargo não existia). Outro assumiu o cargo de gerente da UFC e o gerente da UFM continuou o mesmo. Alguns setores da UFC passaram a fazer parte da UFM, devido a proximidade física dos mesmos. Além dessas modificações ocorreram outras em diversas áreas. De início já pôde ser percebido o surgimento de um pólo intitulado “Melhoramento contínuo” que iria se encarregar dos projetos de melhoramento da produção. Com o conhecimento de alguns desses processos poderemos compreender melhor o contexto geral.

1.7 Contexto geral do estágio

1.7.1 Exigência de qualidade

A substituição da ISO/TS 16949:1999 pela ISO/TS 16949:2002 foi resultado de um acordo entre ISO², Força Tarefa Automobilística Internacional (IATF³) e a Associação Japonesa de Construtores Automobilísticos (JAMA⁴) visando satisfazer as necessidades dos sistemas de gerenciamento da qualidade do setor internacional da indústria automobilística.

A fábrica, até o período do estágio, estava conforme aos certificados EAQF, QS 9000 e a ISSO 9000. Entretanto, ela teve que satisfazer as exigências de seus clientes obtendo a ISO/TS 16949:2002. Anteriormente as normas automobilísticas EAQF, QS 9000 e ISO 9000 eram obtidas através de uma única auditoria, porém ainda era uma certificação tripla. A ISO/TS 16949:2002 veio para substituir progressivamente as normas automobilísticas existentes.

Os construtores deram a seus fornecedores prazos para entrarem em conformidade com as novas exigências e a nova ISO/TS. A PSA Peugeot Citroën, por exemplo, fixou o limite até julho de 2004. Ford e GM anunciaram o desaparecimento do QS 9000 para o fim de 2006. Uma parte da produção de Chazelle estava destinada as montadoras como PSA Peugeot Citroën, Renault, Volvo, Audi, Porsch. Além do mais, os construtores estavam cada vez mais exigentes quanto a qualidade das velas recebidas. De fato uma vela defeituosa num motor pode chegar a causar a perda total do mesmo.

1.7.2 Domínio dos processos

O domínio do processo consiste em controlar e antecipar-se aos problemas reagindo antes de produzir as não-conformidades, pois a melhor forma de evitar vender um produto com defeito é não fabricar produtos defeituosos.

O domínio do processo é um dos 3 temas de melhoramento apresentados pela direção com os objetivos de “melhorar 5 pontos da taxa de rendimento sintético⁵ e de baixar 25% a taxa de não qualidade⁶”.

² ISO: International Standard Organization

³ IATF: International Automotive Task Force

⁴ JAMA: Japanese Automotive Manufacture Association

⁵ TRS: Numero de peças boas realmente fabricadas/ Numero de peças que iremos fabricar teoricamente.

⁶ Taxa de não qualidade: Custo de não qualidade (descartes, retorno,...)/Custo de produção.

2 PROBLEMATIZAÇÃO DO ESTÁGIO

2.1 Projeto 4P

2.1.1 Origem e objetivo do projeto

Para dominar o processo de fabricação, é necessário dominar seus parâmetros. Exemplo: uma pressão pode ser um parâmetro de controle de um processo, logo, conhecer bem esse parâmetro e sua tolerância proporcionará a obtenção dos resultados desejados.

É com essa perspectiva que foi lançado em março de 2003 o Projeto 4P: Produto, Processo, Procedimento, Performance. O objetivo do projeto é obter o domínio dos 4P. Para isso devemos fazer com que o processo seja “montado” sobre os parâmetros corretos.

O objetivo é melhor conhecer os parâmetros de fabricação para ser capaz de modificar, quando necessário, seus parâmetros a fim de produzir um produto “conforme” desde o começo. O levantamento de todos os parâmetros, existentes ou não, era uma das funções atribuídas aos estagiários que estariam diretamente subordinados aos chefes de unidades UFC ou UFM. O layout mostrado na figura 8 indica a posição de alguns setores da fábrica.

Durante o período do estágio o desgaste das máquinas, os costumes, a confiança no *Know-how* de algumas pessoas e a complexidade de alguns fatores jogavam contra a obtenção de determinadas características do produto e do processo. São estas algumas razões pelo qual a reação contra os defeitos ou não conformidades é frequentemente sobre o resultado obtido e não sobre a sistemática utilizada, ou seja, de maneira corretiva e não preventiva.

Além do mais o Projeto 4P se encontra dentro da corrida para obtenção do selo de qualidade ISO/TS 16949:2002, que claramente faz parte do processo de melhoramento contínuo.

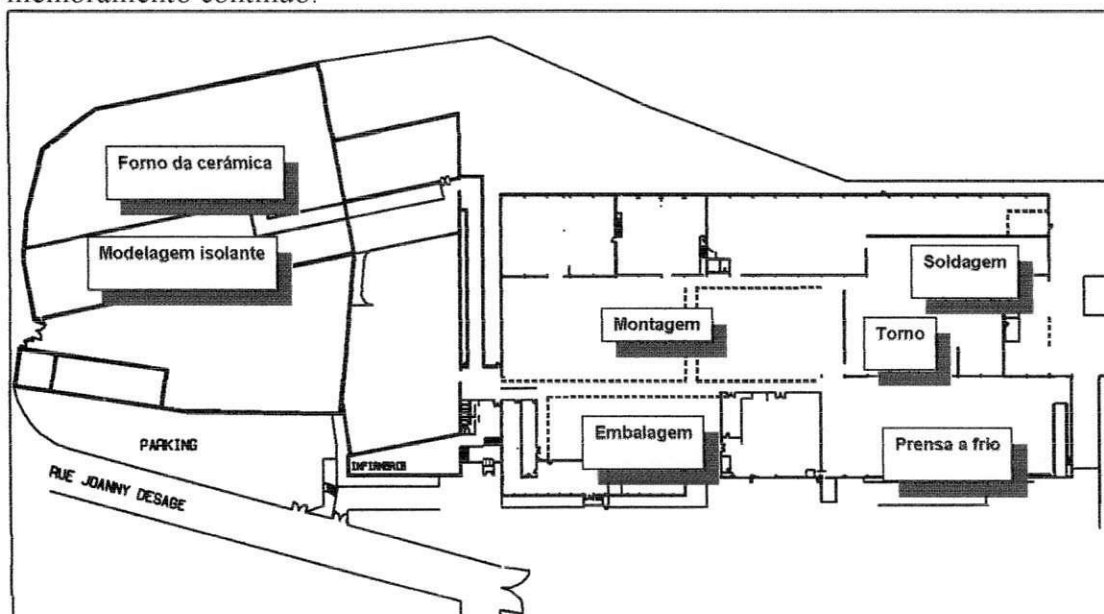


Figura 10: Layout da fábrica

2.1.2 Organização do Projeto 4P

A organização do Projeto 4P agrupa, produção, qualidade, PCP⁷, engenharia (projeto) e Escritório de projetos. Este projeto é comandado pelo gerente de qualidade e reúne os dois responsáveis pelas unidades de fabricação, os responsáveis dos setores, o responsável pelo Escritório de projetos, um engenheiro de qualidade, três estagiários, chegando a um total aproximado de 15 pessoas.

Com intuito de dominar os processos, o projeto foi dividido em três fases, uma de observação ou medição do que realmente existe, outra de análise e a última de melhoramento. Fechando assim o primeiro ciclo de melhoramento contínuo. O ciclo que caracteriza o melhoramento contínuo é demonstrado na figura abaixo (figura 9).

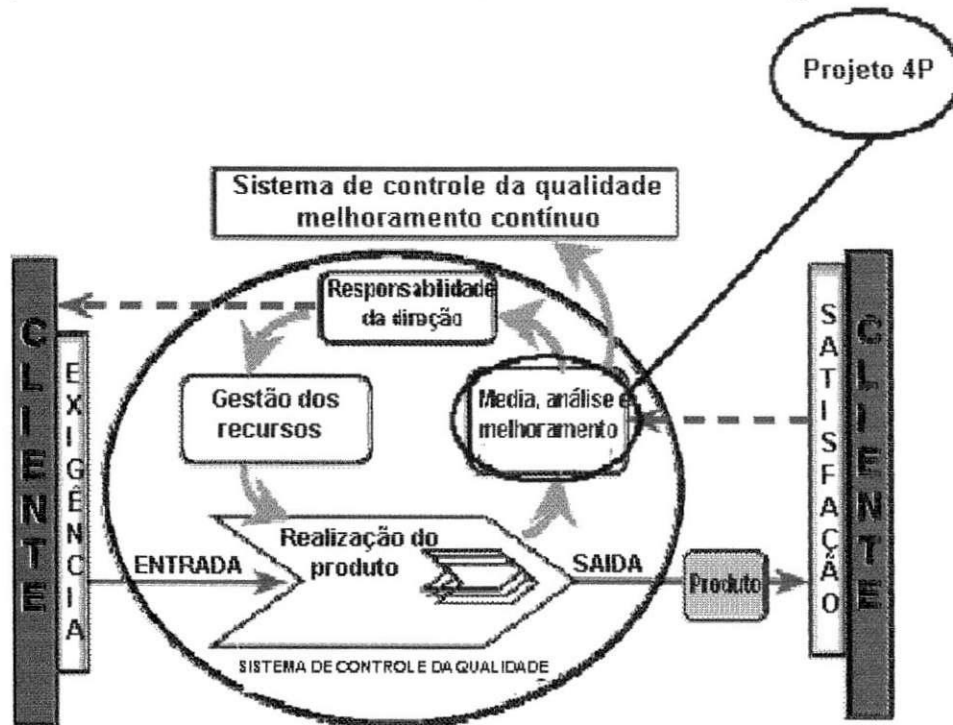


Figura 11: Sistema de controle da qualidade com melhoramento contínuo.

2.1.3 Métodos e meios apresentados durante o lançamento do projeto

A idéia inicial do projeto era de elaborar documentos chamados de mapa de supervisionamento com objetivo triplo de:

- Responder as exigências normativas
- Preencher as lacunas documentarias integrando os parâmetros de pilotagem dos processos.
- Servir de base de trabalho para a continuação do Projeto 4P

⁷ PCP: Planejamento e Controle da Produção.

2.1.3.1 Responder as exigências normativas.

O mapa de supervisionamento é uma exigência da norma ISO/TS 16949:2002 e visa mostrar ao cliente todos os cuidados que são efetuados sobre o processo e o produto. Esse documento vem a ajudar completar o *FMEAs*. Se o *FMEA* apresenta os riscos, suas gravidades, e as ações da empresa para atenuá-los, o mapa de supervisionamento mostra ao cliente os cuidados prévios e atuais sobre o produto e o processo. É, no entanto necessário fazer um mapa de supervisionamento para cada novo produto e para cada novo processo. Este documento pode ser exigido pelo cliente ou simplesmente ser algo que lhe de ainda mais segurança na hora na compra. O mapa de supervisionamento prova ao cliente que o conjunto de parâmetros que estão sendo usados são os que estão documentados. Até então não existia esse tipo de documento, pois o documento é uma novidade que veio com a ISO/TS 16949:2002.

2.1.3.2 Preencher as lacunas documentárias, integrando os parâmetros de pilotagem dos processos.

Até então as Gamas⁹ de autocontrole apresentavam todo o conjunto de controle efetuado sobre o produto. Elas são constituídas geralmente por uma tabela com plano de amostragem, alguns modos operacionais de controle e algumas referências às nomenclaturas de controle. No entanto as gamas não apresentam os modos de controle sobre o processo e os parâmetros das máquinas são freqüentemente dispersos em múltiplos documentos. Porém, para obter o domínio dos processos, deve haver um rigor muito maior no que diz respeito aos parâmetros de controle do processo.

A idéia era utilizar os mapas de controle para preencher essa falta de documentos apresentando todos os controles sobre as características¹⁰ do produto e do processo.

O mapa de supervisionamento conteria assim todos os parâmetros utilizados na pilotagem do processo. Ele seria utilizado pelos operadores e técnicos de regulagem e substituiria então as gamas de autocontrole. Dessa forma, seria necessário criar um mapa de supervisionamento que seja a união das gamas de autocontrole com os documentos contendo os parâmetros da máquina.

2.1.3.3 Servir de base de trabalho para a continuação do Projeto 4P.

O mapa de supervisionamento é uma ferramenta que permitiria a identificação das praticas atuais, sendo uma ótima fonte para constituição do *FMEA* que identificaria os pontos mais delicados e prioritários. Assim o mapa de supervisionamento e o *FMEA* iriam se completar para logo então serem tomadas a decisões e em seguida as medidas de melhoramento ou mudanças dos métodos de controle.

⁸ FMEA: Failure Mode Effects Analysis

⁹ Gama: São documentos contendo as características necessárias a fabricação do produto.

¹⁰ Os termos característicos do produto e do processo serão utilizados dentro do mapa de supervisionamento e serão escritos desta forma.

2.2 Objetivo da missão inicial

A missão como ela foi descrita inicialmente compreende três fases. Todas elas foram realizadas principalmente pelos estagiários com a supervisão de seus superiores e apresentadas em reuniões.

2.2.1 Fase experimental

Visa elaborar um protótipo do mapa de supervisionamento para o setor de montagem de vela 8021. Cada estagiário responsável de criar um protótipo para diferentes setores. Esta fase tem objetivo de delimitar o perímetro do mapa de supervisionamento.

O que podemos colocar num mapa de supervisionamento?

Como iremos utilizar no chão de fábrica?

O último objetivo é determinar o número de mapas de supervisionamento que serão gerados para planejar a “carga” do projeto.

2.2.2 Fase de elaboração do mapa de supervisionamento

O objetivo é elaborar mapas de supervisionamento para todos os setores de montagem de velas que podem ser subdivididos em montagem isolante e montagem de vela. Meu trabalho foi sobre a montagem de velas. A idéia era começar o trabalho sobre o setor 8021 em seguida fazer o mesmo para o setor das “ilhas¹¹”. Para os setores de montagem isolante um outro estagiário ficou encarregado.

2.2.3 Fase de análise

A última fase da missão não foi realmente definida de início, pois dependeria do avanço do projeto e das observações realizadas para assim escolher a melhor forma de análise.

¹¹ Ilhas: São linhas de montagem mais novas e com seqüências de montagem diferentes das do setor 8021.

2.3 Operacionalização

Para melhor compreender a parte técnica, é importante entender algumas peculiaridades da operacionalização:

A integração dessa missão no Projeto 4P nos trouxe alguns problemas: Devido ao grande número de pessoas envolvidas no projeto, as reuniões seguintes não puderam ser realizadas antes que uma a cada quinze dias e depois não menos que uma a cada mês. No que fez um total de 5 reuniões. Entre as reuniões, era necessário informar a todas as pessoas envolvidas no projeto, não apenas meu responsável, sobre minhas decisões antes de pô-las em prática.

Assim, também podemos notar que se eu estava integrado ao Projeto 4P, cujo responsável era Sr. P. Cruau, e que estava trabalhando no setor 8021 da UFM conseqüentemente estava também subordinado ao Sr. Régis Pilon, gerente da unidade. Esta ambigüidade referente a minha subordinação dentro da organização “Projeto” e da organização “Fábrica” é também uma particularidade do estágio e que ocasionou problemas de comunicação e atraso. Mesmo durante o desenrolar do estágio e os caminhos seguidos pelo projeto essa ambigüidade não chegou a ser bem definida ficando ainda mais complexa.

2.4 Dados iniciais

Aqui temos a definição do mapa de supervisionamento no que diz respeito a norma:

“O mapa de supervisionamento é descrição escrita do processo e dos sistemas necessários para dominar a qualidade do produto. (ISO/TS 16949:2002)”.

De acordo com a Renault, “O mapa de supervisionamento apresenta o conjunto de operações de verificação efetuadas sobre as características do processo e/ou sobre o produto para detectar qualquer derivação antes de ser produzido as não conformidades. (Renault Q 10 20 C 00)”.

“O objetivo é assegurar em contínuo e apenas o necessário a conformidade à todas as especificações para produtos fabricados em série”. (Renault Q 10 20 C 00).

Estas diferentes definições são assim mesmo pouco precisas permitindo interpretações diferentes. Logo foi encontrada uma das dificuldades que apareceram durante a elaboração do protótipo: delimitar o perímetro de utilização do mapa de supervisionamento.

3 ABORDAGEM TÉCNICA

3.1 Fase experimental do mapa de supervisionamento

Lembrando que o objetivo da fase experimental seria a de definir a utilização do mapa de supervisionamento (apêndice 1), ver como poderíamos integrar os parâmetros dos processos ao documento dando-se conta de todos os elementos que poderiam ser adicionados ao mesmo.

3.2 Método utilizado

Para que o mapa de supervisionamento pudesse ser usado como base para análises futuras, ele deveria conter os controles efetivos escritos, levantando as diferenças do que está escrito e o que é usado, e por último o que deveria, mas não é usado atualmente nos processos.

Para o primeiro caso, que é bastante simples, o mapa de supervisionamento deve então conter as gamas de autocontrole. As gamas continham os procedimentos e os controles efetuados pelos operadores e técnicos sobre o produto: tamanho, meio de controle, registros...

Porém, levantar e comparar os elementos não controlados foi uma tarefa árdua. A conversa e observação foram minhas principais ferramentas. Bastante difícil de início devido a algumas dificuldades na língua francesa.

3.2.1 Características do produto

As características do produto são especificações do produto que devem ser controladas seja para responder as expectativas do cliente, seja para responder a uma norma ou legislação. Assim, para cada operação nos temos que nos perguntar: O que o cliente espera do produto ao fim da operação? Um exemplo de cliente interno é a montagem de velas com relação a montagem isolante.

Por exemplo, um isolante saindo da operação de marcação (gravação da marca sobre o isolante), tal marca deve estar de acordo com mapa de supervisionamento, a uma determinada altura, com uma marcação legível e coloração adequada. Entretanto isso ainda não é suficiente, pois o cliente (Montagem de velas) não aceitaria um isolante com uma outra marca além da correta, ou caso haja alguma mancha ou rachadura sobre a mesma.

É indispensável avaliar os riscos potenciais e utilizar o *FMEA* que é em princípio elaborado a partir de uma análise funcional. Infelizmente o *FMEA* existente não foi posto em campo e não foi atualizado, servindo assim apenas como base para a continuação do projeto.

3.2.2 Características dos processos

A supervisão das características dos processos pode ser resumida pela seguinte frase: “Supervisionar uma característica do processo é seguir os parâmetros do mesmo e modificá-los caso seja necessário, evitando produzir não conformidades”. Este objetivo se encaixa bem no Projeto 4P.

No entanto o problema é delimitar os processos. O processo é definido com sendo o conjunto dos 5M(Matéria prima, Mão de obra, Meio, Modo, Método) e é verdade que cada uma dessas cinco famílias de fatores podem apresentar “modos de falha¹²” e devem então, por consequência, serem supervisionados. Qual seria o resultado de uma montagem com um parafuso terminal defeituoso (Matéria prima para linha), de uma temperatura que influenciaria nos resultados finais, com operadores que são mal qualificados (Mão de obra)?

A questão dos limites do mapa de supervisionamento é delicada e problemática, pois só enfrentando a realidade do campo de aplicação que nos permitiu delimitar.

Nós já podemos sentir as dificuldades durante a elaboração do primeiro protótipo. A partir daí junto com meu responsável elaboramos algumas regras (tais regras foram apresentadas ao longo das reuniões 4P e irei identificar quais foram e quais não foram adotadas).

Uma característica do produto deve ser mencionada ao nível da operação¹³ que a criou ou modificou e não ao nível onde ela é controlada. Isto permitirá que agrupemos em torno da característica todas os controles efetuados. (Regra adotada, porém limitada apenas aos controles realizados sobre a linha).

Exemplo: a presença de um eletrodo de massa é verificada por um sistema antidefeito após a operação, depois por um controle visual na saída da linha e novamente durante a embalagem das velas. Todos esses controles seriam citados na operação de distribuição de eletrodos.

Isto permite analisar mais facilmente os controles existentes, especialmente durante a elaboração futura do *FMEA* e quando nós tentarmos atingir o domínio de uma característica, o mapa de supervisionamento apresentará o conjunto de parâmetros que são realmente postos em prática.

A segunda regra é colocar sobre uma característica do produto cada uma das características do processo que irão influenciar. Esta regra foi estabelecida após a constatação seguinte: se controlar o processo não permite produzir não-conformidades, podemos identificar cada controle que não altera a característica do produto. A vantagem é reparar visualmente o conjunto de características do processo que influenciam sobre as características do produto.(regra adotada).

Os meios de controle fazem parte do processo e devem então ser sujeitos a um supervisionamento. Isto quer dizer que deveriam ser gerados pela metrologia. (Regra não adotada, pois o monitoramento dos meios de controle fazem parte do processo da metrologia).

¹² Modos de falha: notação utilizada no FMEA para indicar o tipo de falha.

¹³ Operações: são etapas no qual a linha de produção foi dividida, seguindo um fluxograma presente nas gamas de autocontrole.

As ferramentas fazem parte dos processos e conseqüentemente devem ser supervisionadas. (Regra adotada).

Exemplo: a referência de uma rampa de saída de um balde vibrador é uma característica do processo. Um erro de rampa pode emperrar ou derrubar os isolantes da mesma.

O desgaste das ferramentas é uma característica do processo, e pode conduzir a produção de não-conformidades, ela deve então fazer parte da supervisão. (Regra adotada).

Exemplo: a matriz de uma prensa a frio desgastada pode ocasionar má vedação da vela.

3.2.3 Conclusão sobre a primeira fase

Durante as primeiras reuniões do Projeto 4P, nós podemos nos dar conta da diversidade de mapas de supervisionamento que cada um dos estagiários deveriam elaborar. Esta fase experimental abriu nossas mentes para outras coisas que inicialmente não foram pensadas. Porém, foi rapidamente decidido que era necessário reunir todas as observações e estabelecer regras para que os mapas de supervisionamento de cada um fossem uniformizados com relação aos demais.

3.3 Experimentação e generalização dos mapas de supervisionamento

Esta etapa não é a mais interessante do processo de elaboração do mapa de supervisionamento. Consiste em pegar as regras explicitadas acima e aplicá-las para cada uma das operações e para cada uma das linhas de montagem de velas. A dificuldade deste exercício reside na diversidade dos meios de produção. Sobre as 8 linhas de montagem de velas, tal que 4 são encontradas nas “Ilhas” que compreendem a montagem isolante e montagem de velas em série, ou seja são máquinas diferentes das do setor 8021 onde foi aplicada a fase experimental, onde a montagem de velas e montagem isolantes são feitas intermitentemente. Sendo assim nos dá um total de 8 mapas de supervisionamento.

Para construir um mapa de supervisionamento, a observação sobre o terreno é a principal ferramenta. Esta observação consiste em interrogar as diferentes pessoas competentes, compreender as diferenças entre as linhas de montagem, entender a diferença do supervisionamento dos processos...

Para resumir, aqui mostro alguns fatores que diferenciam um mapa de supervisionamento do outro:

3.3.1 O meio utilizado

De acordo com o meio, as características do processo irão diferenciar os que são parâmetros de pilotagem ou outras características, como a utilização da ferramenta adequada, por exemplo.

3.3.2 As gamas dos produtos fabricados sobre a linha

As linhas de montagem podem ser preparadas de maneira diferente de acordo com a gama que será fabricada. Por exemplo, em uma linha de montagem a mudança de uma determinada ferramenta é necessária de acordo com a gama a ser produzida, já outras ferramentas nunca são alteradas independente da gama. Portanto, para as ferramentas que podem ser trocadas de acordo com a gama devem ser supervisionadas e aparecer no mapa de supervisionamento.

3.3.3 Procedimentos em vigor

Pelo fato das variedades dos meios os procedimentos utilizados sobre as linhas também variam. É então indispensável captar todas as diferenças para que cada uma possa entrar no mapa de supervisionamento correspondente.

Durante a elaboração dos mapas de supervisionamento foi provada a dificuldade de utilizar o mapa de supervisionamento nas linhas de montagem, por diversas razões:

A razão principal é a grande diversidade de meios e, sobretudo a diversidade de gamas (por volta de 40), algumas delas subdivididas em subgamas. Se diferentes parâmetros de máquina seguem as gamas, existem parâmetros que variam ao nível das subgamas. Se pegarmos o conjunto desses parâmetros, não serão apenas 8 mapa de supervisionamento que deveríamos fazer e sim por volta de 200.

Por outro lado, se continuássemos com a idéia de por o mapa de supervisionamento como ferramenta de referência para ser usado pelo operador ou técnico, precisaríamos de umas cem páginas de papel A3. Imaginamos o quão difícil seria o manuseio desse documento, por exemplo, para procurar uma especificação no meio de mais de 120 linhas.

Foi então decidido durante a reunião do dia 27 Maio de 2003, de não mais utilizar o mapa de supervisionamento na produção para obter os diferentes parâmetros de pilotagem. Para resolver esse problema, que lembrando, foi inicialmente um dos três objetivos do mapa de supervisionamento criamos um novo projeto que discutiremos a seguir. A idéia é integrar esses parâmetros a uma base de dados ligando o meio de produção (linha de montagem) ao artigo específico para que a OL (Ordem de lançamento) saia junto com os diferentes valores dos parâmetros de pilotagem assim como a gama de ferramentas adequadas, assim permitiria que as modificações mais recentes fossem mais facilmente postas em prática.

3.4 Mapa de supervisionamento conforme as exigências da norma

O Projeto 4P e os mapas de supervisionamento passaram por uma auditoria independente de acordo com a ISO/TS 16949:2002 no dia 26 de junho de 2003. Esta auditoria veio trazer um ponto de vista externo sobre nosso trabalho.

Temos aqui a conclusão dessa auditoria:

- Para ISO/TS 16949:2002 o mapa de supervisionamento é uma ferramenta e deve passar pela auditoria como tal. Nosso mapa de supervisionamento foi aprovado segundo as exigências da norma. Quer dizer que o documento estava bem estruturado para receber as informações cobradas pela norma.
- O conteúdo do mapa de supervisionamento teve que ser aliviado. Foi observado que nosso mapa de supervisionamento continha informações em demasia e estas informações não seriam necessariamente verificadas durante a “real” auditoria ou pelo cliente. Para o auditor o mapa de supervisionamento deveria referenciar apenas os dados disponíveis no posto de trabalho, tais como documentos e procedimentos correspondentes.

Nesta altura do projeto foi necessário separar o mapa de supervisionamento ferramenta dos outros dois objetivos iniciais. Relembrando que um dos objetivos, criar um documento para ser usado no posto de trabalho, já foi separado anteriormente. O mapa de supervisionamento teve que entrar logo em uma fase estável e definida, ou seja, responder objetivamente as exigências da norma. Também tivemos que levar em consideração que tínhamos antes do final do estágio que transferir nosso trabalho para o pessoal do Escritório de métodos que teriam a responsabilidade de gerar no futuro todos os mapas de supervisionamento.

3.4.1 Lista de descartes e sugestões de melhoramento

A lista de descartes (apêndice 2) consiste em agrupar e documentar todos os descartes observados durante a elaboração dos mapas de supervisionamento assim como criar sugestões para evitá-los ou diminuí-los. A figura 10 ilustra a separação das informações que estavam contidas nos mapas de supervisionamento e passaram a fazer parte das listas de descartes. A seguir, alguns temas abordados:

- **Ausência de supervisão sobre algumas características.**
- **Ausência de especificações ou especificações incompletas de características supervisionadas.**
- **Instrumentos de supervisão não controlados pela metrologia.**
- **Propostas de melhoramento para os métodos de supervisionamento.**
- **Documentação inexistente (Procedimentos a serem criados).**

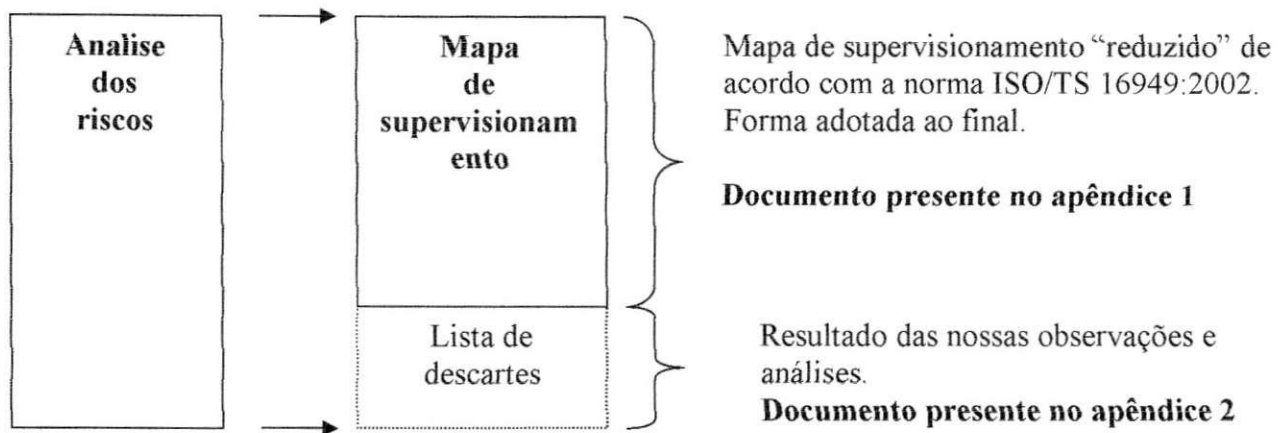


Figura 12: Lista de descartes e o mapa de supervisionamento.

Todos os descartes encontrados foram formalizados em um documento chamado de “Lista de descartes e sugestões de melhoramento”.

3.5 Balanço da elaboração dos mapas de supervisionamento

O trabalho experimental junto com a passagem do auditor modificou profundamente a concepção dos mapas de supervisionamento se compararmos com as idéias e planos inicialmente traçados para obtenção dos objetivos do Projeto 4P. Essas modificações estão bem explicitadas na figura 11.

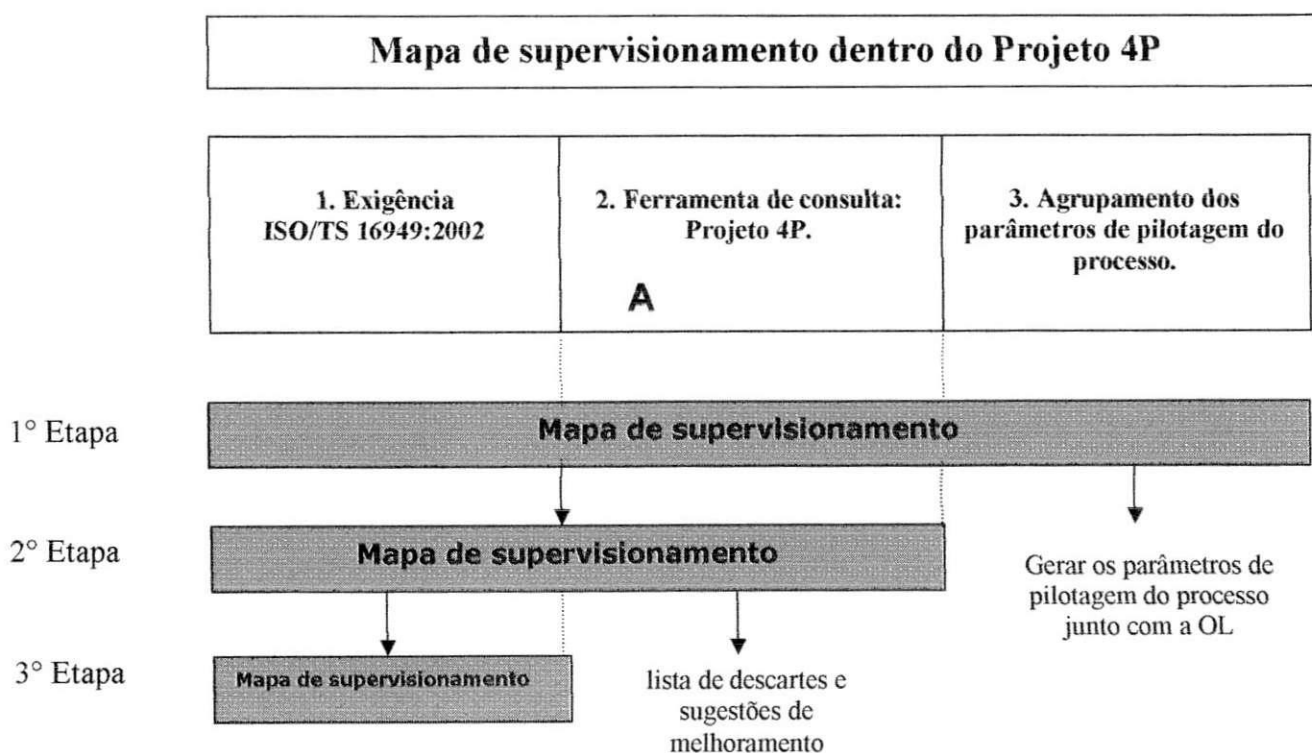


Figura 13: Evolução do mapa de supervisionamento dentro do Projeto 4P.

3.5.1 As atividades desenvolvidas pelos estagiários

- 3.5.1.1 Toda a criação e preparação dos mapas de supervisionamento desde o início do projeto
- 3.5.1.2 Devido à análise minuciosa durante a concepção dos mapas de supervisionamento nos foi incumbido a criação das listas de descartes.
- 3.5.1.3 Por causa do nosso conhecimento adquirido sobre as máquinas, equipamentos e seus problemas, participamos das reuniões da elaboração da *FMEA* que iremos discutir a seguir.

3.6 Análise dos riscos: elaboração do *FMEA* para os processos

Dentro do objetivo do Projeto 4P, a fase de análise passa pela elaboração do *FMEA* para os pontos críticos. O mapa de supervisionamento foi uma ferramenta útil durante o levantamento e análise das formas de detecção existente para reduzir os riscos de falha. Durante o estágio tive a oportunidade de participar da elaboração de uma *FMEA* para um processo crítico (apêndice 3), pois se tratava de uma característica do produto que é exigida pelos clientes. Essa característica é a calibragem adequada dos eletrodos de massa. A análise foi feita sobre a linha de montagem Ilha 08.

A seguir apresentarei resumidamente a metodologia e algumas lições aprendidas ao decorrer da aplicação da *FMEA*.

3.6.1 Reunir a equipe *FMEA*

A primeira etapa consiste em reunir o pessoal envolvido no processo. A equipe deve ser multidisciplinar, ou seja, tem que ser formada por pessoas especializadas em diferentes áreas e serviços para possibilitar uma visão global do processo. É imperativo que existam pessoas com poder de decisão para que ainda durante as reuniões as ações sugeridas e aprovadas sejam oficialmente postas em prática como também delegar as responsabilidades as pessoas competentes.

A equipe era composta pelo responsável do setor envolvido, de um chefe de equipe, de uma operadora que trabalhava no setor, de um engenheiro de qualidade que representava os interesses do cliente e eu mesmo.

3.6.2 Delimitação do processo

O processo escolhido foi o posto de calibragem de eletrodo de massa. A delimitação do processo deve ser bastante clara desde o início da análise evitando ambigüidades no futuro. No nosso caso o processo escolhido é bastante fácil de ser delimitado onde pode ser visto claramente o seu início e seu fim.

3.6.3 Definir as etapas do processo

A maneira mais fácil de decompor o processo é utilizar o seu fluxograma presente no documento CZ-0449 (indicado no mapa de supervisionamento da linha estudada, Ilha 08). Existem algumas etapas do processo que não influenciam na característica do produto (Ex.: Avanço da esteira com as velas), porém uma falha desses processos pode ocasionar um atraso na calibragem.

3.6.4 Determinar os modos de falha

Uma outra tendência natural é de abordar diretamente as causas. No entanto é necessário sempre redirecionar o debate para os modos de falha. Um dos membros da equipe não entendia bem o por que de não atacarmos diretamente as causas que originaram a falha em seguida apresentar os resultados.

Entretanto o objetivo do *FMEA* é posicionar o ponto de vista do resultado sobre o produto. A sugestão do método é escrever o modo de falha como sendo o contrario da característica desejada. Exemplo: Característica desejada: Eletrodo calibrado adequadamente; Modo de falha: Eletrodo calibrado não adequadamente.

3.6.5 Determinar os efeitos da falha

Para cada um dos defeitos devemos determinar o efeito mais grave que possa ocorrer sobre o produto, devemos ser ao mesmo tempo criativos e “pessimistas” nessa etapa. Assim de acordo com o *FMEA* não existe mais que um defeito para cada falha.

3.6.6 Estimar a gravidade de cada um dos efeitos

Para esta etapa e para mais duas posteriores foi escolhido, por conveniência, as tabelas com a descrição e significados dos valores de gravidade, frequência e detecção fornecida pela AIAG¹⁴. Assim ganhamos tempo, evitando passar horas e horas discutindo sobre a graduação e significado dos valores. As tabelas estão em anexo (Gravidade, anexo 1; Frequência, anexo 2; Detecção, anexo 3).

3.6.7 Determinação das causas

Esta é uma das etapas mais prolíficas, durante o qual o responsável em gerir a reunião deve estar bastante atento as suposições e sugestões dadas pelo restante dos integrantes que são quase sempre bastante numerosos. Logo é necessário dar uma pausa para que seja possível fazer nota. Devemos prestar atenção ao vocabulário utilizado, pois a *FMEA* pode ser facilmente pedido, pelo cliente devendo assim poder ser compreendido pelo mesmo.

Quando uma causa é citada, devemos ter certeza que se trata da causa primária. (Exemplo: durante a análise FMEA nos demos conta que a “placa danificada” não é a causa primária, mas sim “corpos estranhos sobre a bigorna”). Assim chegamos a uma solução muito mais simples, “Limpar a bigorna a cada troca”.

¹⁴ AIAG: Automotive Industry Action Group (Organismo norte americano de normalização que reúne os maiores construtores do país).

3.6.8 Estimar a frequência da ocorrência de causas

Esta etapa de estimação é mais delicada, pois tratamos de probabilidade de aparição e capacidade. Porém por se tratar de um processo simples e por não ter nenhum estudo estatístico sobre o processo contamos principalmente com a experiência e sensibilidade do pessoal que trabalha diretamente na linha Ilha 08.

3.6.9 Determinar os meios de detecção existente

A detecção pode ser feita por aparelhos de medição físicos, ópticos ou elétricos, visualmente. Apenas nesse caso poderemos levar em conta o controle feito fora do perímetro predeterminado, pois apesar do controle não ser feito diretamente sobre a linha ele é feito durante o processo. Exemplo: no nosso caso “calibragem do eletrodo de massa” as operadoras fazem uma amostragem periódica (12 vezes por vez) para ser medida a distância do eletrodo de massa ao eletrodo central (deve ter em geral 0,01 mm, depender da gama).

Para esse caso devemos ser altamente realistas, não temos o “direito” de imaginar e fazer suposições temos que ser sinceros quanto ao que realmente existe como controle e caso não exista nenhum controle devemos escrever “não existe atualmente nenhum controle sobre o processo”.

3.6.10 Determinar a capacidade de detecção dos controles

O procedimento é o mesmo das outras duas graduações anteriores.

3.6.11 Cálculo do IPR ¹⁵

Esta de longe é a etapa mais simples da análise, pois se trata de apenas multiplicar os 3 índices obtidos anteriormente (Gravidade, Frequência e Detecção). Assim temos uma representação numérica e mais intuitiva da situação global do processo.

$$\text{IPR} = \text{Gravidade} \times \text{Frequência} \times \text{Detecção}$$

3.6.12 Definição das ações prioritárias

Seguindo em ordem decrescente de acordo com os valores dos IPR calculados anteriormente iremos estudar maneiras de melhorar o processo atacando sobre os 3 índices. As perguntas que devem ser feitas são: que medidas podemos tomar para diminuir a gravidade da falha caso ela ocorra? Como diminuir a frequência de aparição das causas? Como melhorar a detecção sobre o a causa?

As medidas de melhoramento afetam de maneira variada o processo, medidas simples e baratas são mais fáceis de aplicar e de serem aprovadas.

¹⁵ IPR: Índice de Prioridade de Riscos

3.6.13 Pondo em prática as ações de melhoramento

Nos resta apenas colocar as medidas sugeridas em prática determinando as datas de início da aplicação e quando elas estarão em uso. Também é de suma importância a determinação dos responsáveis pela aplicação das medidas. Essa etapa é talvez a mais importante do ponto de vista da empresa, pois é daí que sairão de fato as melhorias.

Infelizmente muitas das sugestões não foram aplicadas. Tivemos alguns problemas em nos reunir mais frequentemente, pois as pessoas envolvidas nem sempre estavam disponíveis por causa de suas responsabilidades primárias e prioritárias. Assim sendo, as reuniões estava sempre em segundo, terceiro ou quarto plano.

Percebendo isso e faltando apenas 15 dias para o final do período do estágio, conversei com o engenheiro de qualidade responsável em gerir a reunião *FMEA* sugeri a título experimental tentar concentrar em apenas uma característica do processo e tentar chegar até o cálculo do IPR e sugerir uma única medida de melhoramento.

3.6.14 Continuação *FMEA*, melhoramento contínuo.

Como dito anteriormente conseguimos calcular o IPR de uma única característica do processo não pondo em prática a ação de melhoramento sugerida, porém a título explicativo a etapa seguinte seria analisar novamente todos os 3 índices e calcular um novo IPR para só assim verificar se as ações foram realmente eficientes. Fechamos assim o primeiro ciclo de vários, daí o nome “melhoramento contínuo”.

Existem outros métodos amplamente utilizados na indústria automobilística, baseados na mesma idéia de melhoramento contínuo, tais como PDCA¹⁶, espinha de peixe (método de causa e efeito), diagrama de Pareto dentre outros menos conhecidos.

¹⁶ PDCA: Plan Do Check Action

4 AVALIAÇÃO GERAL DO ESTÁGIO

4.1 Conclusão

Ao decorrer do estágio nosso trabalho sofreu várias modificações, com já foi descrito anteriormente, dificultando sua conclusão da forma desejada.

Conseguimos concluir todos os mapas de supervisionamento previstos, deixando a fábrica apta a receber a auditoria ISO TS 16949:2002 no que diz respeito aos mapas de supervisionamento.

As listas de descartes foram também todas concluídas, identificando várias falhas importantes na confecção das velas, porém, pouco mais da metade das medidas sugeridas foram efetivamente aplicadas.

Todos os parâmetros de pilotagem do processo que influenciavam diretamente ao produto foram adicionados nas O.L. (Ordem de Lançamento), não houve muitos problemas em realizar isso, apesar dessa parte não ter ficado a cargo dos estagiários e sim do Escritório de métodos e os projetistas.

A aplicação do *FMEA* não foi concluída, devido ao curto tempo, indisponibilidade do pessoal envolvido e também por ter sido uma atividade praticamente nova na Fábrica. A falta de tempo pode ser atribuída a demora na conclusão das etapas anteriores, pois no mês de agosto a Fábrica entraria em férias coletivas. A indisponibilidade do pessoal atribuída a dos fatores principais, o primeiro seria a baixa prioridade que o *FMEA* teria com relação as suas outras funções e o segundo seria devido ao período de transição que a empresa estava passando, pois quem poderia garantir que com a nova administração iriam mudar novamente de função e esse trabalho ficaria a cargo de outras pessoas ou mesmo que esse trabalho seria abandonado.

Mesmo com todas as adversidades técnicas e culturais o estágio foi finalizado com um bom aproveitamento, pois os trabalhos prioritários foram todos terminados com êxito e os demais foram concluídos parcialmente, servindo de base para outras pessoas.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRUAU, Philipe, - **Apresentação gestão da qualidade** / Chazelles sur Lyon, França 2003;

JOHNSON CONTROLS, - **Apresentação da Fábrica JCAE** / Chazelles sur Lyon, França, 2003;

_____ - **Apresentação sobre velas** / Chazelles sur Lyon, França, 2003;

_____ - **Apostila Black Belt** / Chazelles sur Lyon, França, 2002;

MAÇON, Isabelle - **Apresentação Johnson Controls para novos funcionários** / Chazelles sur Lyon, França, 2001;

MENEZES, Rosa Tânia Barbosa – **Administração da qualidade** – Campina Grande – PB;

APÉNDICE 1

MAPA DE SUPERVISIONAMENTO

Estabelecimento de Chazelles-sur-Lyon

Rev. : A

Número do Mapa de supervisonamento : 8080-08

revisão :

Produto :
A- BG08, BG12, BG13, BG14, BG20, B36, BG44, BG71, BG77, BG79, BG82, BG83, BG86, BG91, BG92

Processo : linha de montagem de vela número 08

Protótipo Pré-série Produção

data :

B- BG17, BG37, BG52, BG84, BG87 C-BG24, BG15 D- BG08, BG71

Redação : Carlos José G. Vidal
data : 25/07/2003
visto :

Verificação :
data :
visto :

Aprovação interna :
data :
visto :

Aprovação do cliente (se necessário) :
data :
visto :

(1) legenda responsáveis : Nomenclatura R Regulador; O Operador

JE: Junta externa EM: eleje massa

(2) legenda freqüência : IP Início de Poste; IS Início de Série;


Jl: Junta interna

(3) legenda detectores : SAE Sistema anti-erro; SAA Sistema anti-anomalia; SAF Sistema anti-falta

IA: Isolante montado

revisão	data de revisão	descrição da modificação

N° operação processo	Designação do processo / Descrição da operação	Domínio da aplicação	Maquina, reg. ferramentas da produção	Características			Caracter. esper.	Métodos (AS CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO SÃO FEITAS APOS O RETOQUE DO ESPIRAL COM EXCEÇÃO DAS COM CARACTERÍSTICAS 06-3 / 08-1 / 08-2 CONTROLADAS NA SAÍDA DA PRENSA)																
				N°	produto	processo		Especificações / tolerâncias produto/processo	Avaliação técnica e nomenclatura	Amostragem												Documentos no posto de trabalho	Método controle	Registro
										Amo	Res	Resp. (1) / Freq. (2) sobre game (4)												
								coleta	avaliação	ID	IS/R	bac	nv 1&5	nv 2&4	nv 3	pal	N Comp	OUTRO						
0	Preparação	Todos		00-1	Coerências das informações OL/Mapa			R	R		X								CZ-0466	CZ-0517				
				00-2	Conformidade componentes material/Mapa			R	R										CZ-0466	CZ-0517				
				00-3	Relação vela-componentes			O	O	X														
				00-4	check-list inicio de posto			R	R	X									CZ-0135					
				00-5	Manutenção nível 1			R	R									De acordo com CZ manutenção nível 1	De acordo com CZ					
10	Distribuição de culotes	Todos	58.600.001	10-01	Cambragem EM																			
					Altura cambragem 2,5 +/- 0,5mm	SAA-11	100%																	
				10-02	Nível de óleo			1	R	R	X								CZ-0135					
20	Distribuição de juntas internas	Todos	58.603.001	20-01	Presença de junta interna																			
				20-02	Posição IA + JI + JS dentro do culote																			
30	Distribuição de isolantes montados	Todos	58.604.001	30-01	Posição do IA no culote																			
				30-02	Posição IA + JI + JS dentro do culote																			
40	Distribuição de juntas superiores	C, D	58.605.001	40-01	Posição IA + JI + JS dentro do culote																			
50	Pré-moldagem Junta interior	Todos	58.701.001	50-01	pressão P JI			1	R	R														
60	Prensa a frio	Todos	58.606.002	60-01	ciclos matrizes			400000	peças	Automático	10								De acordo com CZ manutenção nível 1	CZ-0284				
				60-02	nomenclatura			2	R	R									CZ-0252					
				60-03	Estado da gargantilha			20	O	O	X	X	X	X	X	X			CZ-0466	CZ-0517				
				60-04	Duração			1	R	R									CZ-0252					

N° operação processo	Designação do processo / Descrição da operação	Domínio da aplicação	Maquina, reg. ferramentas da produção	Características			Caracterizaç especial	Métodos (AS CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO SÃO FEITAS APOS O RETOQUE DO ESPIRAL COM EXCEÇÃO DAS COM CARACTERÍSTICAS 06-3 / 08-1 / 08-2 CONTROLADAS NA SAÍDA DA PRENSA)														Método controle	Registro			
				N°	produto	processo		Especificações / tolerâncias produto/processo	Avaliação técnica e nomenclatura	tamanho	Amostragem										Documentos no posto de trabalho					
											Responsável (1)		Resp. (1) / Freq. (2) sobre game (4)													
								coleta	avaliação	ID	IS /R	bac	nv 1&5	nv 2&4	nv 3	pal	N Comp	OUTRO								
70	Prensa a quente	Todos	58.606.001	ref. Matriz da prensa a quente de acordo com a nomenclatura ferramentas velas	70-01		Retorno da água de resfriamento		Bom resfriamento	visual	1	R	R	X							CZ-0135					
					70-02	Cor da gola quente		Determinado pelo técnico de regulagem	SAA-66	100%																
					70-03	Estado da gargantilha		Ausência de marcas		20	O	O		X		X	X	X	X					CZ-0466	CZ-0517	
					70-04		ciclos matrizes		400000 peças	Automático	10													De acordo com CZ manutenção nível 1	CZ-0284	
					70-05	Estado da gola		Ausência de gola queimada ou não aquecida		20	O	O		X		X	X	X	X					CZ-0466	CZ-0517	
					70-06	Dimensão do hexágono (e gola da prensa)		De acordo com o plano BG	Anel hexagonal de acordo com CZ-0466	20	O	O		X				X	X					CZ-0466	CZ-0517	
					70-07		Pressão		Parâmetros máquina CZ-0252	C 0-250 bars e 0- 160 bars	2	R	R											CZ-0252		
					70-08	Vedação a quente 20 bars à 200 °C		Sem vazamento	Banco de controle de vedação 200°C / 20 bars N° 93 600 001 / 84 600 001	20	O	E		X				X	X					CZ-0466	CZ-0350	CZ-0517
					70-09	Rigidez dielétrica do isolante		sem fissura	Banco de controle dielétrico N° 91400001	30	O	E		X		X	X	X	X					CZ-0466	CZ-0299 CZ-0073	CZ-0517
80	Distribuição junta externa	Todos	58.804.001	80-01	Presença de JE		Presença de apenas uma Junta	SAA-77	100%											CZ-0676						
								SAA-78	100%																	
90	Orientação eletrodo de massa	Todos	58.803.001	90-01	Orientação do eletrodo de massa		0 +/- 45°	SAA-88	100%																	
100	Prensa junta externa	Todos	58.805.001	100-01	pressão		Parâmetro máquina (CZ-0252)	Manômetro hidráulico 0-150 bars	1	R	R									CZ-0252						
110	Calibragem	B, C	58.803.001	110-01	Afastamentos dos eletrodos		de acordo plano BG	calibragem com hastes de medicao 0,01 mm	2X20	O	O		X								CZ-0466	CZ-0449	CZ-0517			
									1x10	O	O				X	X	X	X	X					CZ-0466	CZ-0449	CZ-0517
									110-02	Calibragem da vela	0,5mm	SAA99	100%													
110-03	Pressão		Parâmetro máquina (CZ-0252)	Manômetro hidráulico 0-60 bars	1	R	R												CZ-0252							
120	Retoque do espiral	Todos	57.100.009	120-01	Espiral da vela		Espiral presente	SAF-910	100%											CZ-0277						
				120-02	Aspecto		Ausência de fio, corte ou amasso.	Visual	10	O	O		X									CZ-0466	CZ-0517			
									5	O	O		X	X	X	X	X									

APÊNDICE 2

Lista de descartes e Sugestões de melhoria				
Nome	Vidal	Escala de classificação dos descartes: 1 : A melhorar 2 : Mal definido, Incompleto 3 : Não definido		
Sector	8080			
Data	25/7/2003			
Nº M. Sup.	Identificação da operação	Descartes / Sugestão de melhoria	Índice de classificação dos descarte	Sugestões de melhoria
8080-08	Preparação	Falta de instruções para mudança de série: Ferramentas, parâmetros de máquina, regulagem dos detectores	3	Seria interessante de ter fotos dos detectores e das hastas de medição para ajudar na regulagem.
8080-08	Preparação	Inexistência de instruções para manutenção de primeiro nível	2	Estão sendo preparadas por P. ANSART.
8080-08	Todos	Os detectores não estão referenciados e não existe instruções de para regulagem dos mesmos exceto os SAA-92 et SAA-77 (CZ-0676)	3	1- Criar uma lista com todos os detectores referenciados. 2- Criar um CZ com os parâmetros de verificação e regulagem dos detectores que supervisionam diretamente o produto.
8080-08	Prensa a frio	Inexistência de instruções para a mudança da matriz da prensa a frio.	2	Seria interessante por as instruções de mudança de matriz dentro do documento com as instruções de manutenção de primeiro nível.
8080-08	Prensa a quente	Inexistência de instruções para a mudança da matriz da prensa a quente.	2	Seria interessante por as instruções de mudança de matriz dentro do documento com as instruções de manutenção de primeiro nível.
8080-08	Prensa a frio e prensa a quente, JE e calibragem	Pressostatos não referenciados	3	Seria interessante lhes referenciar
8080-08	Todos	Catálogo de falhas inexistente	3	Existe algumas fotos de defeitos que são utilizadas para formação de técnicos de regulagem. Poderíamos então criar um catálogo de falhas a partir dessas fotos. Projeto em andamento por X. Mazenq.
8080-08	Prensa a frio e prensa a quente, JE e calibragem	Manômetros mal supervisionados	1	Em curso pela metrologia.

N° M. Sup.	Identificação da operação	Descartes / Sugestão de melhoramento	Índice de classificação dos descarte	Sugestões de melhoramento
8080-08	Pressa a frio e prensa a quente, JE e calibragem, PJI	Manômetros relocados em outras linhas (manutenção de fabricação)	2	Criar um registro para que seja possível identificar seu local atual.
8080-08	Pressa a frio e prensa a quente, JE e calibragem, PJI	Classe de precisão dos manômetros não levada em conta pela metrologia. A identificação de alguns	1	Por suas respectivas precisões na lista de manômetros da metrologia.
8080-08	Todos	manômetros não são visíveis.	1	Após identificar, remarcar tais manômetros.
8080-08	Todos	Ferramentas sem referência.	2	Colocar referências nas ferramentas que são importantes durante uma mudança de série.
8080-08	Émoldagem junta interior (P	Não existe nenhum parâmetro de máquina para PJI (risco de não conformidade depois de uma intervenção na máquina).	3	Escrever as instruções em um CZ, juntar os parâmetros de PJI ao CZ com parâmetros da máquina.
8080-08	Todos	Parâmetros de máquina não homogêneos em uma mesma gama / sub-gama.	1	Devemos homogeneizar em uma mesma gama / sub-gama.
8080-08	Todos	Parâmetros de máquina difíceis de serem identificados em seus postos.	1	Modificar o título do CZ-0252 que corresponde apenas a linha de montagem N 08.
8080-08	Pressa a quente	Falta os tempos de encaixe, forja e espera em um CZ de parâmetro de máquina.	2	Por esses parâmetros dentro do CZ-0252.
8080-08	Pressa a frio, JE e calibragem	Falta o tempo espera em um CZ de parâmetro de máquina.	2	Por esses parâmetros dentro do CZ-0252.

APÉNDICE 3

F.M.E.A. (Análise modal de falhas e seus efeitos)

Número FMEA :	Referencia dos índices: Tabelas fornecidas pela AIGA	Produto : Velas com mono-eletrodo	Processo: Linha de montagem de velas N°08
Equipe :	X.MAZENQ / C VIDAL / H NICOLAS / P ANSART / R PILON / A DEPELLEY	Responsável: Carlos VIDAL	Verificação:
	data :	visto :	Aprovação interna:
			data : visto :
revisão	data de revisão	descrição da modificação	

Etapa do processo (necessidade)	Modo de falha (necessidade não satisfeita)	Resultado da falha (consequência)	caract. Especiais	G R V	Causa da falha	F R E Q	Modo de detecção	D E T	I P R	Sugestões de melhoramento	Resp.& data	Resultados das ações											
												Ações aplicadas	G R V	F R E Q	D E T	I P R							
Parada da bandeja	Bandeja não para	Vela não calibrada		8	passagem da bandeja anterior não detectada		nenhuma		0											0			
				8	informações não traduzidas na saída do autômato.	1	auto-controle padrão sobre os autômatos SIEMENS.																
				8	queda na alimentação.	1	interdição da partida através o pressostato																
				8	falha sobre a pilotagem ou deslocamento da bandeja.	1	nenhuma																
				8	ruptura na canalização entre o distribuidor e o elevador.	1	nenhuma																
				8	elevador preso no alto	1	nenhuma																
	8	Vazamento no pistão	1																				
	8	ruptura na canalização entre o distribuidor e o elevador.	1																				
8	elevador preso no alto	1																					
8	Deslocamento da bandeja muito lento (piloto sujo)	1																					
Subir o batente	Não subir o batente	Nenhum		8	informações não traduzidas na saída do autômato.	1	auto-controle padrão sobre os autômatos SIEMENS.																
				8	queda na alimentação.	1	interdição da partida através o pressostato																
				8	falha sobre a pilotagem ou deslocamento da bandeja.	1	nenhuma																
				8	ruptura na canalização entre o distribuidor e o elevador.	1	nenhuma																
				8	elevador preso no alto	1	nenhuma																
				8	Vazamento no pistão	1																	
	8	Corpos estranhos na engrenagem (Junta ext./int...)																					
	8	Má remontagem depois da intervenção																					
	8	Má remontagem depois da intervenção																					
	1	Má regulagem do limitador de fluxo.																					
8	Subida parcial	Eletrodo amassado																					
8	Batente desalinhado com as correntes	Eletrodo amassado																					
8	Mal alinhamento com a parte superior com relação ao batente	Mal espaçamento entre as velas.																					
8	Subida muito rápida	Nenhum																					

Número FMEA :	Referencia dos índices: Tabelas fornecidas pela AIGA	Produto : Velas com mono-eletrodo	Processo: Linha de montagem de velas N°08
Equipe : X.MAZENQ / C VIDAL / H NICOLAS / P ANSART / R PILON / A DEPELLEY	Responsável: Carlos VIDAL	Verificação:	Aprovação interna:
	data :	visto :	data : visto :
revisão	data de revisão	descrição da modificação:	

Etapa do processo (necessidade)	Modo de falha (necessidade não satisfeita)	Resultado da falha (consequência)	caract. Especiais	G R V	Causa da falha	F R E Q	Modo de detecção	D E T	I P R	Sugestões de melhoramento	Resp.& data	Resultados das ações							
												Ações aplicadas	G R V	F R E Q	D E T	I P R			
Velas alinhadas com relação a parte superior	Velas alinhadas com relação a parte superior.	Mal espaçamento entre as velas.		8	Má remontagem depois da intervenção														
	Pelo menos uma vela de 10 não estão alinhadas.	Mal espaçamento entre as velas.		8	Perda de fixação dos rebites														
	A bandeja não está horizontal	Eletrodo amassado			8	Corpos estranhos nos hexágonos													
					8	Corpos estranhos nos batentes	3	Inspeção visual	5	120	Limpeza e verificação visual a cada troca.								
					8	Rachadura no diâmetro interno da badeja.	2												
	Suporte da vela não esta perpendicular a bandeja.	Mal espaçamento entre os eletrodos.			8	Rachadura no "locating".	2												
8					Perda de fixação dos rebites														
Avanço das hastes	Má cobertura lateral com relação ao eletrodo central (EC).	Mal espaçamento entre os eletrodos.		8	Corpos estranhos nos hexágonos														
				8	Má posição do suporte porta-haste sobre o bloco superior após o carregamento.														
	Má posicionamento vertical das hastes	Mal espaçamento entre os eletrodos.			8	Fechamento insuficiente do conjunto porta-haste sobre o bloco superior após o carregamento.													
					8	Regulagem não representativa (altura) sobre uma bandeja após a uma troca de ferramentas.													
	Haste não horizontal	Mal espaçamento entre os eletrodos.			8	Fechamento insuficiente do conjunto porta-haste sobre o bloco superior após o carregamento.													
					8	Mal posicionamento da porta-haste durante a elevação													
					8	Porta-haste descentralizada													
	Haste ausente	Eletrodo amassado			8	Sem elevação													
8					Centro do porta-haste desparafusado.														

Número FMEA :	Referencia dos Índices: Tabelas fornecidas pela AIGA	Produto : Velas com mono-eletrodo	Processo: Linha de montagem de velas N°08
Equipe : X.MAZENQ / C VIDAL / H NICOLAS / P ANSART / R PILON / A DEPELLEY	Responsável: Carlos VIDAL	Verificação:	Aprovação interna:
	data :	visto :	data : visto :
revisão	data de revisão	descrição da modificação	

Etapa do processo (necessidade)	Modo de falha (necessidade não satisfeita)	Resultado da falha (consequência)	caract. Especiais	G R V	Causa da falha	F R E Q	Modo de detecção	D E T	I P R	Sugestões de melhoramento	Resp. & data	Resultados das ações						
												Ações aplicadas	G R V	F R E Q	D E T	I P R		
Descida do martelo	pas de descente	Não calibrado		8														
	Descida insuficiente	Mal espaçamento entre os eletrodos.		8	Corpo estranho obstruindo o elevador													
	Velocidade de acostamento não adaptada	Mal espaçamento entre os eletrodos.		8	Corpo estranho obstruindo o elevador													
					8	Má regulagem do limitador de fluxo.												
Suporte mantido	Espessura das hastes não conforme	Mal espaçamento entre os eletrodos.		8	Má regulagem													
	Superfície da haste irregular	Mal espaçamento entre os eletrodos.		8	Utilização, deformação da haste.													
	Haste empenada	Mal espaçamento entre os eletrodos.		8	Utilização, deformação da haste.													
	Martelo não perpendicular.	Mal espaçamento entre os eletrodos.		8	Utilização, deformação do martelo.													
	Martelo flutuante.	Mal espaçamento entre os eletrodos.		8	Proximidade insuficiente do martelo com o pistão.													
	Pressão inadequada	Mal espaçamento entre os eletrodos.		8	Má interpretação do parâmetros da máquina.													
	Tempo de aplicação da pressão inadequado.	Mal espaçamento entre os eletrodos.		8	Erro de medição do manômetro.													
				8	Parâmetros mal definidos nos documentos da máquina.													
Subida do martelo	Não sobe	Nenhum		1	Corpo estranho obstruindo a subida.													
	Subida insuficiente.	Nenhum		1	Corpo estranho obstruindo a subida.													
Recuo das haste.	Não recua.	Mal espaçamento entre os eletrodos.		8	Corpo estranho obstruindo o recuo.													
Descida dos batentes.	Recuo insuficiente.	Mal espaçamento entre os eletrodos.		8	Corpo estranho obstruindo o recuo.													
	Batente não desce.	Nenhum		1														
	Descida parcial.	Nenhum		1	Corpo estranho obstruindo a descida.													

ANEXO 1

Diretrizes de gravidade*

Efeito	Crítérios: Gravidade do efeito	Grau
Perigoso - Sem aviso prévio.	Pode colocar em perigo a máquina ou o operador. Grau muito elevado de gravidade quando o modo de falha afeta o funcionamento do produto final e/ou implique no desrespeito as regulamentações governamentais. A falha ocorre sem aviso prévio.	10
Perigoso - com aviso prévio.	Pode colocar em perigo a máquina ou o operador. Grau muito elevado de gravidade quando o modo de falha afeta o funcionamento do produto final e/ou implique no desrespeito as regulamentações governamentais. A falha ocorre com aviso prévio.	9
Muito elevado	Grande perturbação na linha de produção. 100% do produto corre risco de ser rejeitado. O produto final não funciona, perda da função primária. O cliente está muito aborrecido.	8
Elevado	Menor perturbação na linha de produção, deverá ser feita uma triagem do produto e uma parte (menos de 100%) será rejeitada. O produto final cumpre sua função primária, mas sua performance é reduzida. O cliente está aborrecido.	7
Moderado	Menor perturbação na linha de produção. Uma parte do produto (menos de 100%) corre o risco de ser rejeitado (sem triagem). O produto final cumpre sua função primária, mas certos elementos de conforto e comodidade estão faltando. O cliente é vítima do desconforto.	6
Baixo	Perturbação menor na linha de produção. 100% do produto corre o risco de retornar à produção. O produto final funciona, mas certos elementos de conforto ou de comodidade funcionam em regime reduzido. O cliente demonstra um certo aborrecimento.	5
Muito baixo	Perturbação menor na linha de produção. Ocorrerá sem dúvida uma triagem do produto e uma parte (menos de 100%) retornará à produção. A falha reside em detalhes visuais ou sonoros. O defeito é percebido pela maioria dos clientes.	4
Minoritário	Perturbação menor na linha de produção. Ocorrerá sem dúvida uma triagem do produto e uma parte (menos de 100%) retornará à produção. A falha reside em detalhes visuais ou sonoros. O defeito é percebido por uma parte dos clientes.	3
Mínimo	Perturbação menor na linha de produção. Ocorrerá sem dúvida uma triagem do produto e uma parte (menos de 100%) retornará à produção. A falha reside em detalhes visuais ou sonoros. O defeito é percebido apenas por clientes advertidos.	2
Baixíssimo	Sem efeito.	1

*Diretrizes fornecidas pelo AIAG (Automotive Industry Action Group)

ANEXO 2

Diretrizes de Freqüência*

Probabilidade de falha	Taxa de falha possível		Grau
		Cpk	
Muito elevada : Falha quase inevitável	≥ 1 sobre 2	≤ 0,33	10
	1 sobre 3	≥ 0,33	9
Elevada : Associado em geral a processos similares que possuem freqüentemente falhas conhecidas.	1 sobre 8	≥ 0,51	8
	1 sobre 20	≥ 0,67	7
Moderada : Associado em geral a processos similares que possuem falhas ocasionais conhecidas, mas de forma razoável.	1 sobre 80	≥ 0,83	6
	1 sobre 400	≥ 1,00	5
	1 sobre 2 000	≥ 1,17	4
Fraca : Falhas isoladas associadas a processos similares.	1 sobre 15 000	≥ 1,33	3
Muito fraca : Apenas as falhas isoladas e associadas a processos quase idênticos.	1 sobre 150 000	≥ 1,50	2
Difícilmente : Falha improvável. Nenhuma falha associada a processos quase idênticos.	≤ 1 sobre 1 500 000	≥ 1,67	1

*Diretrizes fornecidas pelo AIAG (Automotive Industry Action Group)

ANEXO 3

Diretrizes de Detecção*

Critério : A possibilidade da existência de uma falha será detectada pelos controles de processo, antes do processo, durante o processo e após o processo ou antes que o produto deixe o local de produção ou de montagem.		
Detecção		Grau
Quase impossível	Nenhum controle conhecido para detectar a causa do defeito ou modo de falha.	10
Muito difícil	Possibilidade muito pequena que o controle existente detecte a causa ou modo de falha.	9
Difícil	Possibilidade pequena que o controle existente detecte a causa ou o modo de falha.	8
Muito fraca	Possibilidade muito fraca que o controle existente detecte a causa ou o modo de falha.	7
Fraca	Possibilidade fraca de que o controle existente detecte a causa ou o modo de Falha.	6
Moderada	Possibilidade moderada de que o controle existente detecte a causa ou o modo de Falha.	5
Moderadamente elevada	Possibilidade moderadamente elevada de que o controle existente detecte a causa ou o modo de Falha.	4
Elevada	Possibilidade elevada de que o controle existente detecte a causa ou o modo de Falha.	3
Muito elevada	Possibilidade muito elevada de que o controle existente detecte a causa ou o modo de Falha.	2
Quase certa	É quase certo que o controle existente vá detectar a causa ou modo de falha.	1

*Diretrizes fornecidas pelo AIAG (Automotive Industry Action Group)