

JOSÉ AUGUSTO SCHIO

**GESTÃO DA QUALIDADE DAS CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS DO PRODUTO
NO SEGMENTO AUTOMOBILÍSTICO**

CURITIBA

2013

JOSÉ AUGUSTO SCHIO

**GESTÃO DA QUALIDADE DAS CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS DO PRODUTO
NO SEGMENTO AUTOMOBILÍSTICO**

Projeto técnico apresentado como requisito parcial à obtenção de Grau de Especialista.
Curso de MBA Gestão da Qualidade da
Universidade Federal do Paraná.
Orientação: Prof. Roberto Cervi

**CURITIBA
2013**

GESTÃO DA QUALIDADE DAS CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS DO PRODUTO NO SEGMENTO AUTOMOBILÍSTICO

José Augusto Schio¹

Roberto Cervi²

RESUMO

No segmento automobilístico falhas podem resultar em implicações de responsabilidade civil e econômica; com retorno das unidades vendidas às concessionárias para substituição de componentes defeituosos; os chamados *recalls*, danos à imagem da marca e ações judiciais devido a incidentes envolvendo a integridade física do usuário. Este artigo baseia-se em pesquisas bibliográficas e procura abordar a importância para empresas de autopeças em desenvolver e implantar modelos de sistemas, métodos e procedimentos direcionados para o asseguramento da qualidade do produto. O estudo aborda as estratégias para atendimento do requisito 7 da norma ISO/TS 16949 referente à realização do produto; que orienta o planejamento e desenvolvimento do produto e do processo de fabricação, assim como os objetivos da qualidade e requisitos do produto. O foco da pesquisa será as técnicas e ferramentas do segmento automobilístico previstas nos manuais de Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP); voltadas para gestão da qualidade no processo de fabricação e monitoramento contínuo do produto visando assegurar a confiabilidade dos mesmos. Ao final, pretende-se avaliar a visão de profissionais acerca das estratégias de gestão no desenvolvimento e asseguramento da qualidade das características críticas do produto; seus requisitos na produção, planos de monitoramento, controle do processo e métodos de controle da qualidade do produto.

Palavras-chaves: Qualidade do produto, características críticas do produto e norma ISO/TS 16949.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento econômico do Brasil favorece fortemente o segmento automotivo brasileiro e resulta em recorrentes recordes de vendas de automóveis e crescimento do setor.

Segundo os dados divulgados na Carta da ANFAVEA - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores em Janeiro de 2013, o mercado de automóveis brasileiro em 2012 cresceu 4,6% com relação ao ano anterior, com volume de 3.802.071 de unidades licenciadas em todo o país.

¹ Tecnólogo Mecânico pela Universidade Metodista de Piracicaba e Pós-graduado em Gestão Industrial pela Universidade Federal do Paraná.

² Professor Orientador Mestre em Engenharia da Produção, professor de graduação e pós-graduação.

Ainda de acordo com dados divulgados pela OICA - *Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles*; associação internacional que integra as montadoras de veículos no mundo, o Brasil subiu para a quarta posição do *ranking* mundial de vendas de veículos em 2012; ficando atrás apenas da China, EUA e Japão.

No sentido inverso da euforia do mercado, dados relativos as ocorrências de não conformidade nos veículos em campo revelam uma realidade preocupante. Se por um lado o Brasil vem se consolidando como uma das principais plataformas produtoras de automóveis no mundo, com volume de 3.342.617 veículos produzidos no ano de 2012; segundo dados da ANFAVEA, por outro cresce as ocorrências de não conformidade com o produto e a necessidade de retorno das unidades vendidas para realização de substituição de componentes defeituosos; os chamados *recalls*.

Em pesquisa ao site da Fundação PROCON de São Paulo vinculado à Secretaria da Justiça e da Defesa da Cidadania, foi possível encontrar o total de 53 campanhas de *recalls* de automóveis no ano de 2012, com o envolvimento de 393.761 unidades de veículos defeituosos. Quando projetados os volumes de veículos suspeitos contra o volume de veículos licenciados do mesmo período, os índices apresentam o total de 103.565 PPM ou 10,35%, ou seja, de cada 1.000 veículos vendidos no país hoje, 100 retornam para as concessionárias para realização de reparos.

Os dados são alarmantes não só pelo alto percentual, mas principalmente pelo fato de que o *recall* de um produto está associado diretamente à qualidade do mesmo e a presença de falhas que podem implicar em riscos contra a segurança e a integridade física do usuário.

As pressões das montadoras por menores custos e prazos de desenvolvimento, do mercado consumidor por lançamentos de novos modelos em prazos cada vez menores; além do aumento de consumo e demanda, são fatores que estão fortemente associados ao aumento das campanhas de *recalls*. Em nome dos baixos custos de investimentos e desenvolvimentos cada vez mais rápidos, fatores importantes relacionados à qualidade do produto e confiabilidade do processo de fabricação não são atendidos plenamente nas fases de

desenvolvimento; comprometendo as garantias de qualidade e os índices de capacidade de qualidade do processo.

Quando a falha do produto implica em riscos à integridade física ou à vida do consumidor, a ocorrência torna-se ainda mais grave e envolve questões relativas à responsabilidade civil. Neste caso os aspectos legais envolvidos e o grande volume de recursos financeiros para operar uma campanha de recall, além dos danos à imagem da empresa, podem decretar o fim de um produto ou mesmo a falência da organização.

A ocorrência de falha nos produtos pode ter sua causa raiz no projeto, na matéria prima ou no processo de fabricação, porém, ações preventivas devem ser planejadas sistematicamente para assegurar as garantias de qualidade esperada pelo consumidor. Torna-se fundamental que as funções de desdobramentos da qualidade do produto atendam aos requisitos do cliente, transformando-os em especificações do produto, parâmetros de processo e padrões de operação para a produção.

Na indústria automobilística atual os requisitos de qualidade são orientados pela especificação técnica ISO/TS 16949, que desenvolvida pela IATF- *International Automotive Task Force*, resulta em um acordo entre montadoras de automóveis em todo o mundo no sentido de unificar todas as normas do setor. O documento estabelece os requisitos do sistema de gestão da qualidade para projeto, desenvolvimento, produção e, se relevante, instalação e serviços associados de produtos automotivos.

Especialmente no requisito 7 – Realização do Produto, a ISO/TS 16949 estabelece os requisitos voltados para o planejamento e desenvolvimento do produto e do processo de fabricação; assim como os objetivos da qualidade e requisitos do produto.

2. PROBLEMA

As crescentes pressões das montadoras aos fornecedores de autopeças visando lançamento de novos produtos em prazos cada vez menores, com custos de investimentos reduzidos e baixo custo de produção orientado pelas políticas

global sourcing, resultam no desenvolvimento de processos de fabricação problemáticos e inadequados às especificações das características críticas do produto; e conseqüentemente, na falta de garantias de qualidade e índices de capacidade necessários para o atendimento aos padrões de qualidade do setor. Neste cenário, cresce também as ocorrências de não conformidade com o produto e a necessidade de retorno das unidades de veículos vendidas para as concessionárias para substituição de componentes defeituosos; os chamados *recalls*.

O problema central desse artigo está na eficácia das estratégias da indústria de autopeças em atender o requisito 7 da norma ISO/TS 16949 referente à realização do produto, e propor um modelo de orientação, planejamento e o desenvolvimento do produto e do processo de fabricação visando assegurar o atendimento as especificações das características críticas do produto.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Avaliação do modelo de sistema de gestão da qualidade do produto, voltado para garantir o atendimento das especificações relativas às características críticas do produto.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as estratégias dos fornecedores de autopeças no atendimento do requisito 7 - Realização do Produto da norma ISO/TS 16949;
- Identificar técnicas e ferramentas do segmento automobilístico previstas nos manuais de Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP), voltadas para a gestão da qualidade do produto no processo de fabricação;

- Avaliar a visão dos profissionais envolvidos acerca do grau de importância das técnicas e ferramentas de gestão da qualidade do produto.

4. REVISÃO DE LITERATURA

Esse capítulo explora a literatura disponível acerca dos elementos de integração entre as ferramentas de planejamento e controle do produto no processo produtivo, considerando os aspectos para desenvolver e implantar modelos de sistemas, métodos e procedimentos direcionados para gestão da qualidade do produto.

4.1. GESTÃO DA QUALIDADE DO SETOR AUTOMOBILÍSTICO

No setor automobilístico a gestão da qualidade é parametrizada segundo os requisitos da especificação técnica ISO/TS 16949. Um sistema de gestão da qualidade certificado segundo os parâmetros da especificação técnica ISO/TS 16949 possui comprovação pública de atendimento aos requisitos específicos do segmento automobilístico.

As práticas comerciais relativas aos chamados produtos *globais sourcing* da indústria automobilística, além de orientar as políticas comerciais, caracterizam-se pelo estabelecimento de padrões classe mundial para a qualidade de produto, produtividade e competitividade. Neste sentido, os fabricantes de automóveis impõe aos seus fornecedores a necessidade de estabelecer sistemas de gestão da Qualidade dentro dos requisitos da especificação técnica ISO/TS 16949; que parametriza os critérios e requisitos do sistema de gestão da qualidade para projeto, produção, instalação e assistência técnica de componentes da indústria automobilística.

A especificação técnica ISO/TS 16949 foi elaborada pela organização internacional IATF - *International Automotive Task Force* com a proposta de alinhar as diferentes normas existentes para o segmento automobilístico mundial,

unificando todas em torno de um único documento reconhecido pelas montadoras em geral.

4.2. DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO AUTOMOBILÍSTICO

O AIAG - *Automotive Industry Action Group* é uma organização fundada em 1982 por executivos da Chrysler, Ford e GM com a proposta de criar um fórum para promoção e desenvolvimento de soluções para a indústria automobilística. O principal objetivo do AIAG é a melhoria contínua dos processos e práticas do segmento automobilístico.

De acordo com o AIAG, os desenvolvimentos de produtos da indústria automobilística devem seguir um roteiro estruturado e voltado para planejamento, projeto e desenvolvimento do produto e do processo, assim como as respectivas validações, operações e correções dos mesmos. A metodologia proposta está declarada no Manual de APQP - *Advanced Product Quality Planning* ou Planejamento Avançado da Qualidade do Produto.

4.3. DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO E A ISO/TS 16949

A especificação técnica ISO/TS 16949 é o documento de referência que estabelece os requisitos do sistema de gestão da qualidade para projeto, desenvolvimento, produção, instalações e serviços do setor automotivo.

Especialmente no requisito 7, Realização do Produto, a ISO/TS 16949 estabelece os requisitos voltados para o planejamento e desenvolvimento do produto e do processo de fabricação; assim como os objetivos da qualidade e requisitos do produto.

Segundo a ISO/TS 16949 (2009) no requisito 7.1, a organização deve planejar e desenvolver os processos necessários para a realização do produto. O planejamento da realização do produto deve ser coerente com os requisitos de outros processos do sistema de gestão da qualidade. Ao planejar a realização do produto, a organização deve determinar o seguinte, quando apropriado:

- 1- Objetivos da qualidade e requisitos para o produto;
- 2- A necessidade de estabelecer processos e documentos e prover recursos específicos para o produto;
- 3- Verificação, validação, monitoramento, inspeção e atividades de ensaios requeridos, específicos para o produto, bem como os critérios para aceitação do produto e;
- 4- Registros necessários para fornecer evidência de que os processos de realização e o produto resultante atendem aos requisitos.

A saída deste planejamento deve ser de forma adequada ao método de operação da organização.

Nota 1: Um documento que especifica os processos do sistema de gestão da qualidade (incluindo os processos de realização do produto) e os recursos a serem aplicados a um produto, empreendimento ou contrato específico, pode ser referenciado como um plano da qualidade.

Nota 2: A organização também pode aplicar os requisitos apresentados em 7.3 no desenvolvimento dos processos de realização do produto.

Nota 3: Alguns clientes se referem à gestão de projeto ou planejamento antecipado da qualidade do produto como um meio de obter a realização do produto. Planejamento antecipado da qualidade do produto incorpora os conceitos de prevenção de erro e melhoria contínua, em contraste com a detecção de erros, e é baseado em uma abordagem multidisciplinar.

- O planejamento da realização do produto deve ser executado de forma a evitar imprevistos durante a execução das atividades;
- Durante esta etapa podem ser utilizados dados de outros processos semelhantes (tanto dados positivos quanto dados negativos);
- São englobados nestes requisitos os conceitos de PCP e Engenharia do Processo;
- Folhas de processo e planos de controle atenderiam esse requisito;
- Pode ser feita uma ligação entre o item 7.3. – Projeto e desenvolvimento;
- Este é o requisito onde melhor se encaixa a rotina de Engenharia de Processos (caso essa atividade já não seja contemplada em 7.3.);
- Sugere-se adoção do APQP como forma de atendimento a este requisito.

4.4. DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO SEGUNDO O APQP

Mais do que em qualquer outro período da história da indústria automobilística, o desenvolvimento de novos produtos tornou-se processo fundamental para o desenvolvimento das estratégias competitivas de mercado; que exige cada vez mais dos seus fornecedores, baixos custos de investimentos e desenvolvimentos cada vez mais rápidos.

Por outro lado, o desenvolvimento de produto e seu respectivo processo de fabricação é um sistema complexo que envolve diferentes processos da organização em torno da necessidade e expectativa do cliente final. Segundo Juran (1992), a qualidade consiste nas características do produto que vão ao encontro das necessidades dos clientes e, assim proporcionam a satisfação com relação ao produto.

O Manual de APQP possui estrutura de procedimentos voltados para o Planejamento Avançado da Qualidade do Produto, alinhado com os requisitos do cliente. Segundo Tavares, Freitas e Bretz (2006), o APQP é uma importante metodologia estruturada para atender eficazmente às expectativas dos clientes quanto aos prazos estipulados e à qualidade do produto final.

A estrutura de procedimentos do APQP está estruturada segundo as fases de desenvolvimento, produção e lançamento de um produto. Esses procedimentos tem orientação para o planejamento do projeto, desenvolvimento do produto e do processo de fabricação, assim como suas respectivas validações e aprovações, lançamento do produto, produção, verificação da eficácia e ações corretivas ou de melhoria contínua. As fases do APQP são agrupadas em 4 grupos

- Fase 1: Planejamento e definição do Programa;
- Fase 2: Projeto e Desenvolvimento do Produto
- Fase 3: Projeto e Desenvolvimento do Processo de fabricação
- Fase 4: validação do Produto e do Processo
- Fase 5: retroalimentação, Avaliação e ação.

O manual APQP tem forte apelo na gestão por abordagem de processo e alinhado aos requisitos da especificação técnica ISO/TS 16949. Além disso, o

APQP orienta a gestão do processo de desenvolvimento de produto e incorpora um conjunto de preceitos e técnicas de gerenciamento para isso.

4.5. CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS DO PRODUTO

No que se refere às características de um produto, os procedimentos do APQP destinados para tratamento das mesmas tem o objetivo de avaliar a eficácia da qualidade do processo para atender as especificações e requisitos do produto.

Para Garvin (1999), a qualidade como critério competitivo apresenta oito dimensões diferentes, nas quais uma empresa pode competir:

- a) Desempenho: é a medida das principais características de operação de um produto;
- b) Características: embora as características não sejam os aspectos de operação principal de um produto, os mesmos podem, ainda assim, ser muito importantes para o cliente, pois podem ser tratados como a personalização do produto;
- c) Confiabilidade: refere-se à probabilidade de um produto falhar em um tempo especificado;
- d) Durabilidade: a dimensão da durabilidade à vida operacional esperada de um produto;
- e) Conformidade: a conformidade de um produto com as especificações planejadas é orientada principalmente pelo processo, o qual reflete o modo como o produto e seus componentes individuais atendem aos padrões estabelecidos;
- f) Serviço: o serviço relaciona-se com a facilidade com que um produto pode ser reparado e com a velocidade, e a competência e a cortesia associada ao reparo.
- g) Estética: a estética é, obviamente, uma dimensão da qualidade na qual há um alto nível de subjetividade. De fato, em termos de estética, a qualidade pode ser boa para um grupo de clientes e nem ao menos ser percebida por outro grupo;
- h) Qualidade percebida: está diretamente relacionada à reputação da empresa que produz um determinado produto

Segundo Kotler (2006), um produto é considerado qualquer artigo que tenha como objetivo satisfazer uma necessidade específica de um consumidor. Em geral, a definição mais comum é que o produto é um conjunto de atributos físicos, simbólicos e de serviço, concebidos para atendimento de necessidades reais do cliente. Por sua vez, atributo refere-se ao conjunto de características de um produto, que podem ser mensuráveis segundo um padrão previamente estabelecido.

Neste contexto, características críticas de segurança são definidas como especificações maiores e significativas do produto, que devem ser asseguradas pelo processo de fabricação e presentes no produto acabado. A variabilidade do processo, e conseqüentemente, o não atendimento dessas características no produto final, afetarão a segurança do consumidor, os padrões e normas pertinentes e a satisfação do cliente final. Torna-se fundamental que o produto ou serviço não implique em riscos para integridade física ou psíquica do consumidor

4.6. PLANEJAMENTO DA QUALIDADE

Todo processo de desenvolvimento de produtos e seus respectivos processos, apresentam elevado grau de incerteza no início de produção. Dessa forma, o planejamento de qualidade segundo os requisitos do APQP assume importância fundamental na proposição de soluções para concepção do sistema de produção de forma preventiva e estável, e conseqüentemente, com os recursos necessários para assegurar o atendimento às características críticas de segurança do produto.

Segundo Juran (1992) o propósito do planejamento avançado da qualidade do produto é o de garantir que todos os meios de produção e a capacidade de fazer produtos que atendam as expectativas dos clientes estejam disponíveis.

O desenvolvimento de produtos e processos de fabricação consiste em criar soluções e arranjos com objetivo de atender as especificações das características técnicas do produto. Após desdobramentos das necessidades dos clientes e a transformação das mesmas em especificações técnicas, é previsto a aplicação de um conjunto de técnicas visando garantir o atendimento dos requisitos planejados, com enfoque no produto e seu processo de fabricação. O objetivo é assegurar a qualidade dos produtos fabricados de forma consistente e desempenho satisfatório, mesmo quando da ocorrência de perturbações do processo e aumento da variabilidade.

Neste cenário, a metodologia APQP da indústria automobilística tem relação direta com a garantia e o controle da qualidade no desenvolvimento do

produto e seu respectivo processo de fabricação, e se encaixa nesse processo como um modelo gerencial.

No planejamento de Qualidade do produto e do processo de fabricação é esperado elevado grau de capacidade para o atendimento das especificações qualitativas do produto relativas às características críticas. Nesse sentido, o APQP dispõe do FMEA - *Failure Mode and Effect Analysis* como o método estruturado de planejamento da qualidade, voltado para a análise de modos e feitos de falha.

Segundo os Manuais da QS 9000 (1997), o método de Análise de Modos e Efeitos de Falha – FMEA é uma ferramenta de planejamento preventivo da Qualidade, com o objetivo de identificar potenciais falhas do produto e do processo de fabricação, seus efeitos e ações necessárias para reduzir ou mesmo eliminá-las. Trata-se de uma ferramenta de análise sistêmica dos requisitos dos produtos e clientes, de modo a prevenir a ocorrências de falha no projeto ou no processo de fabricação.

Através do FMEA é possível obter uma lista de possíveis falhas, seus respectivos níveis de risco e ações pertinentes para a mitigação dos mesmos. O estudo permite ao gestor do projeto conhecer a confiabilidade do projeto; assim como todas as possibilidades de ocorrências de falhas implícitas.

Segundo Stamatis (2003), FMEA deve ser aplicado nos estágios iniciais de projeto de sistemas, produtos, componentes, serviços ou processos e deve ser continuamente reavaliado durante toda a vida do sistema, produto, componente, serviço ou processo.

4.7. CONTROLE DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO

O controle do processo é fator imprescindível para a produção de produtos de qualidade, isentos de falhas e em plenas condições de atendimento as especificações e as expectativas do cliente.

Conforme Juran (1992), controle do processo consiste em avaliar o desempenho real do processo, comparar o desempenho real com as metas de qualidade e tomar providências a respeito das diferenças.

O controle da qualidade do produto e do processo de fabricação consiste em um conjunto de práticas com objetivo de avaliar o desempenho real de qualidade e cumprir os padrões estabelecidos; assim como dispor de um sistema de correção nos casos de ocorrência de desvios.

Juran (1992) afirma que controle de processos é a avaliação sistemática do desempenho de um processo e a tomada de medidas corretivas na eventualidade de não conformidade.

Dessa forma, um sistema de controle do produto e do processo de fabricação eficaz permite ao gestor manter o processo em seu estado planejado, de modo que ele continue capaz de atingir os objetivos planejados. Quando tratamos de controle do processo é preciso tratar as questões relativas à variabilidade e como ela está diretamente ligada à qualidade do processo de fabricação.

4.8. CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO

O Controle Estatístico do Processo foi desenvolvido pelo Dr. Walter Andrew Shewhart no *Bell Laboratories* e consiste em um método de base estatística voltado para avaliar a capacidade de um determinado processo em assegurar a produção de produtos dentro da especificação.

Para Montgomery (1997) o objetivo do Controle Estatístico de Processo é monitorar o desempenho de processos ao longo do tempo, com vistas a detectar eventos incomuns que influenciam nas características determinantes da qualidade do produto final. Ainda segundo o autor, o objetivo primário do Controle Estatístico de Processo é a redução sistemática da variabilidade nas características-chaves do produto, fornecendo as ferramentas necessárias para avaliação e melhoria de processos, produtos e serviços de forma robusta e abrangente.

Segundo Werkema (2006) a variabilidade ou dispersão está presente em todos os processos de fabricação de bens e de fornecimento de serviços. Para Montgomery (1997) variabilidade é definida como o resultado de sucessivas observações de um sistema ou fenômeno que não produzem exatamente o mesmo resultado. O autor reitera o conceito de variabilidade ao afirmar que não

existem duas unidades de um mesmo produto produzidas por um processo de manufatura que sejam idênticas. Isto significa que alguma variação sempre existirá em qualquer atividade produtiva, e sua ocorrência é inevitável.

A variabilidade de um processo pode ser devido à presença de causas comuns; inerentes ao processo, e/ou causas especiais; que estão associadas à presença de circunstâncias especiais no processo. Um processo passível de controle estatístico é chamado de processo estável ou sob controle, o qual não apresenta a presença de causas ou circunstâncias especiais.

O acompanhamento do processo é realizado através de Carta de controle, um tipo de gráfico voltado para indicar estatisticamente os limites de controle daquela característica que se pretende controlar.

Paranthaman (1990) afirma que o Controle Estatístico de Processo abrange a coleta, a análise e a interpretação de dados com a finalidade de resolver um problema particular.

4.9. INDICES DE CAPABILIDADE DO PROCESSO

A capacidade de um determinado processo de fabricação em produzir itens conforme as especificações estabelecidas, é demonstrada através dos índices de capacidade do processo. Trata-se de valores obtidos à partir do processamento estatístico de dados de um determinado processo de fabricação, que permitem medir e avaliar a capacidade do mesmo em fabricar produtos em acordo com as especificações estabelecidas.

A seguir apresentam-se os conceitos e definições acerca dos índices de capacidade apresentados pelo IQA – Instituto da Qualidade Automotiva no manual de referência sobre os Fundamentos do Controle Estatístico (2005).

A capacidade é expressa através de índices e taxas chamadas de índices de capacidade do processo, sendo que os principais são os índices C_p e C_{pk} .

O índice C_p , também chamado de capacidade da máquina considera o comportamento da dispersão dos valores medidos em relação à tolerância. O índice é definido como o intervalo de tolerância dividido pela capacidade do processo, ou seja, 6 vezes o desvio padrão, sendo considerado o processo sem a

presença de causas especiais, ou seja, processo sob controle. O índice é expresso pela seguinte fórmula:

$$Cp = \frac{T}{6.\sigma}$$

Sendo que T = tolerância e σ = valor estimado para o desvio padrão.

Índice Cpk é o índice que considera, além do comportamento da dispersão dos valores medidos, a centralização do processo. É determinado pelo quociente da menor distância entre a média do processo e um dos limites de tolerância e a metade da faixa de variação natural do processo (3σ). O índice é expresso pela seguinte fórmula:

$$CPK = \frac{LST - \bar{X}}{3.\sigma} \quad \text{ou} \quad \frac{\bar{X} - LIT}{3.\sigma}$$

Sendo LST e LIT = limites superior e inferior da tolerância e \bar{X} = média das médias das amostras (média global).

Nos padrões da indústria automobilística o resultado do índice Cp e Cpk deve ser maior que 1,33, representando que o processo está com 33% de área não ocupada pela dispersão dos dados.

4.10. CONTROLE DA QUALIDADE DO PRODUTO

Há inúmeras definições para tratar da qualidade de um produto industrial, porém, todas se enquadram na definição de qualidade do produto como um atributo resultante da qualidade de projeto e da qualidade de conformação as especificações.

A busca da qualidade do produto deve orientar todo o processo produtivo e em todas as fases de fabricação, desde o controle da matéria-prima até o produto final, quando são realizadas inspeções de amostras da produção para comprovação da Qualidade. Obter um produto que atenda às exigências e aos

padrões determinados permite a estabilização do processo de rotina, garantindo a confiabilidade do produto.

Segundo Juran (1992), o gerenciamento para a qualidade é feito pelo uso de 03 processos:

- 1- Planejamento: Desenvolver os produtos e processos necessários para atender às necessidades dos clientes;
- 2- Controle: Avaliar o desempenho da qualidade real, compará-la com as metas da qualidade e atuar nas diferenças;
- 3- Melhoramento: Buscar maneiras de elevar o desempenho da qualidade a níveis inéditos (inovação). Devem-se estabelecer projetos, infraestrutura, recursos, responsabilidades etc.

4.11. PLANOS DE CONTROLE

Plano de Controle do produto no processo de fabricação é um documento de referência para o posto de trabalho na medida em que ele informa o operador de manufatura acerca dos controles do produto, assim como os métodos e meios de controle estabelecidos. O Plano de Controle descreve os sistemas de controle necessários para as características do produto em cada fase da fabricação.

O Plano de Controle visa documentar as estratégias de controle de qualidade do produto nas suas fases de fabricação e, portanto, deve estar presente nos postos de controles estabelecidos ao longo do processo de fabricação. Trata-se de um documento em constante transformação, que deve ser retroalimentado à medida que os sistemas de medição e os métodos de controle do produto são aprimorados, tendo em vista as ações corretivas e de melhorias necessárias.

Plano de Controle é um documento derivado do processo de APQP, especialmente da elaboração do FMEA, além do desenvolvimento de processos confiáveis.

4.12. POKA-YOKE

O conceito *Poka-Yoke* foi desenvolvido por Shigeo Shingo em 1961 como parte das estratégias de produção do Sistema Toyota de Produção. Segundo Shingo (1986), *Poka-Yokes* são dispositivos de prevenção de erro ou a prova de falha, que uma vez introduzidos no processo de fabricação, tem o objetivo de evitar a ocorrência de defeitos, e conseqüentemente reduzir os custos de produção com perdas e inspeções.

Para Shingo (1986), *Poka-Yoke* não é um mecanismo de inspeção, mas sim uma estratégia de detecção de defeitos. Segundo ainda o autor, a inspeção é o objetivo e *Poka-Yoke* é simplesmente o método. Ainda segundo o autor, inspeção sucessiva, auto-inspeção e inspeção da fonte podem ser todas alcançadas através do uso de métodos *Poka-yoke*.

Existem 02 métodos pelos quais o *Poka-yoke* é utilizado:

- 1- Método de Controle: Quando o *Poka-yoke* é ativado, a máquina ou linha de processamento pára, de forma que o problema possa ser corrigido;
- 2- Método de advertência: Quando o *Poka-yoke* é ativado um alarme soa ou uma luz sinaliza, visando alertar o trabalhador.

4.13. SISTEMA DE MEDIÇÃO

Segundo o Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia - VIM, regulamentado no Brasil através da portaria Inmetro 029 de 1995, medição é um processo de obtenção experimental de um ou mais valores que podem ser, razoavelmente, atribuídos a uma grandeza.

Segundo Machado, Couto, Guilhermino, Borges, Antunes e D'Ávila (2003) durante o processamento industrial, as atividades de controle e otimização de processos de fabricação através de ensaios e calibrações necessitam de resultados de medições confiáveis para qualidade, segurança, respeito ao meio ambiente, evitar retrabalhos e, conseqüentemente, desperdício.

Segundo o Manual de MSA da QS-9000 (1997), Sistema de Medição é o conjunto de operações, procedimentos, dispositivos de medição e outros

equipamentos, software e pessoal usado para atribuir um número à característica que está sendo medida; o processo completo usado para obter as medidas.

Na indústria automobilística os meios de medição pertencentes ao sistema de medição de um produto são analisados segundo a metodologia de análise do M.S.A. - *Measurement Systems Analysis*.

Trata-se de um conjunto de ferramentas estatísticas voltadas para a análise do comportamento do sistema de medição, de modo a proporcionar a confiabilidade requeridas as medições realizadas.

Os dados obtidos a partir estudos de MSA fornecem as informações necessárias para conhecer as fontes de variação que têm maior influência nos resultados gerados pelo Sistema de Medição e verificar se o Sistema de Medição possui propriedades estatísticas compatíveis com as especificações estabelecidas.

4.14. MEDIÇÃO EM PROCESSO

As ações de melhorias conferem aos processos de fabricação aumento do padrão de qualidade e impõe novos objetivos e ferramentas cada vez mais eficazes. Neste cenário, a qualidade dimensional assume papel fundamental, tanto no controle de Qualidade do Produto, como também no Controle Estatístico da Qualidade; requerendo meios de medição com maior grau de exatidão e precisão, e conseqüentemente, maior confiabilidade.

Segundo Cavaco (2002), o controle dimensional do produto acabado, como única operação de controle no processo produtivo, pode ser altamente prejudicial em função de refugo de grandes lotes e de ser altamente sujeito a erros. Isto faz com que estações de controle sejam levadas junto ao processo de usinagem com o intuito de identificar, mais cedo, o aparecimento de peças fora de comportamento dos meios de produção e, através de realimentação, corrigir o processo de forma que não se efetive o aparecimento de dimensões fora de tolerâncias, isto é, produção com “refugo zero”.

Neste sentido, novas tecnologias são desenvolvidas e voltadas para o asseguramento da qualidade dimensional no processo de fabricação através de

sistemas de medição simultânea as operações de produção, realizadas enquanto a peça permanece acoplada à unidade de fabricação.

Segundo Cavaco (2002), esses sistemas enquadram-se como sistemas de realimentação direta e com método mais próximo do ideal, pelo fato de efetuar o controle contínuo da grandeza e de forma simultânea ao processo de fabricação; sem tempos secundários.

4.15. AUDITORIAS DO PRODUTO

A auditoria do produto é uma ferramenta de avaliação qualitativa utilizada para medir o desempenho de qualidade do produto frente aos requisitos, especificações e objetivos de qualidade planejados. Através da auditoria do produto é possível avaliar, a partir de verificações de amostras do produto final, o padrão de qualidade obtido, assim como medir a eficácia da garantia da qualidade e capacidade do processo de fabricação em produzir os padrões de qualidade estabelecidos.

Conforme Mills (1994), auditoria consiste na realização de uma avaliação reconhecida oficialmente e sistematizada pelos interessados, com a finalidade de assegurar que o sistema, programa, produto, serviço e processo aplicáveis perfaçam todas as características, critérios e parâmetros exigidos.

Trata-se de um dos mais importantes requerimentos dos sistemas de qualidade da indústria automobilística.

Deming (1990) propõe 14 princípios que se constituem na essência do modelo de gestão apresentado pelo autor e que se aplicam em qualquer organização; independentemente do tamanho ou segmento que atua.

O Quadro 1 mostra a seguir apresenta os 14 princípios propostos por Deming (1990).

Quadro 1: Princípios do modelo de gestão de Deming

PRINCÍPIOS	DESCRIÇÃO
1º	Estabeleça constância de propósitos para melhoria do produto e do serviço, objetivando tornar-se competitivo;
2º	Adote a nova filosofia. Estamos numa nova era econômica. A administração ocidental deve acordar para o desafio, conscientizar-se de suas

	responsabilidades e assumir a liderança no processo de transformação;
3º	Elimine inspeções para atingir a qualidade. Elimine a necessidade de inspeção em massa, introduzindo a qualidade no produto desde seu primeiro estágio;
4º	Elimine a prática de aprovar orçamentos com base no preço. Ao invés disto, minimize o custo total. Desenvolva fornecedor único para cada item, num relacionamento de longo prazo fundamentado na lealdade e confiança;
5º	Melhore constantemente o sistema de produção e de prestação de serviços, de modo a melhorar a qualidade e a produtividade e, conseqüentemente, reduzir de forma sistemática os custos;
6º	Institua treinamento no local de trabalho;
7º	Institua liderança. O objetivo da chefia deve ser o de ajudar as pessoas e as máquinas e dispositivos a executarem um trabalho melhor. A chefia administrativa está necessitando de uma revisão geral, tanto quanto a chefia dos trabalhadores de produção;
8º	Elimine o medo, de tal forma que todos trabalhem de modo eficaz;
9º	Elimine barreiras entre departamentos. Pessoas engajadas em pesquisas, projetos, vendas e produção devem trabalhar em equipe, de modo a preverem problemas de produção e de utilização do produto ou serviço;
10º	Elimine lemas, exortações e metas para a mão-de-obra que exijam nível zero de falhas e estabeleçam novos níveis produtividade. Tais exortações apenas geram inimizades, visto que o grosso das causas da baixa qualidade e da baixa produtividade encontram-se no sistema, estando, portanto, fora do alcance dos trabalhadores;
11º	Elimine padrões de trabalho (quotas) na linha de produção. Substitua-os pela liderança; elimine o processo de administração por objetivos. Elimine o processo de administração por cifras, por objetivos numéricos. Substitua-os pela administração por processos através do exemplo de líderes;
12º	Remova barreiras que privam o operário horista de seu direito de orgulhar-se de seu desempenho. A responsabilidade dos chefes deve ser mudada de números absolutos para qualidade; remova barreiras que privam as pessoas da administração e da engenharia de seu direito de orgulharem-se de seu desempenho. Isto significa abolição da avaliação anual de desempenho ou de mérito, bem como da administração por objetivos;
13º	Institua um forte programa de educação e auto aprimoramento;
14º	Engaje todos da empresa no processo de realizar a transformação. A transformação é da competência de todo mundo.

Fonte: Deming (1990)

Especialmente no caso das inspeções, o autor descreve a necessidade da alta administração em eliminar a dependência das mesmas como estratégias para a obtenção da qualidade. É nesse contexto que as Auditorias de Produto se apresentam como ferramentas eficientes na medição da qualidade do produto fornecido aos clientes; além de constituir-se em uma poderosa ferramenta para a tomada de decisões e priorização da qualidade do produto desde os primeiros estágios de fabricação.

A especificação técnica ISO/TS 16949 no requisito 8.2.4 prevê o monitoramento da qualidade do produto e determina que a empresa mantenha

ferramentas de medição e controle das características do produto a fim de assegurar o atendimento aos requisitos e especificações estabelecidas.

O documento ainda faz menção acerca da necessidade de avaliar o produto em estágios apropriados do processo de fabricação, frente aos requisitos de qualidade planejados.

5. METODOLOGIA

Para Demo (2000), pesquisa é entendida tanto como procedimento de fabricação do conhecimento, quanto como procedimento de aprendizagem (princípio científico e educativo), sendo parte integrante de todo processo reconstrutivo de conhecimento.

Para Silva e Menezes (2000), a pesquisa qualitativa considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e atribuição de significados é básica no processo qualitativo.

Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem.

Segundo Vergara (2000), a pesquisa descritiva expõe as características de determinada população ou fenômeno, estabelece correlações entre variáveis e define sua natureza.

No caso em especial das pesquisas de campo, Marconi e Lakatos (1996) define como sendo a fase que é realizada após os estudos bibliográficos, para que o pesquisador tenha um bom conhecimento sobre o assunto, pois é nesta etapa que ele vai definir os objetivos da pesquisa, as hipóteses, definir qual é o meio de coleta de dados e a metodologia aplicada. Trata-se do método científico pelo qual o pesquisador observa os acontecimentos sem interferir nos mesmos, ao mesmo tempo em que observa as relações implícitas.

Considerando as afirmações dos autores, este artigo caracteriza-se como uma abordagem qualitativa de objetivo descritivo, por procurar o aprofundamento na compreensão dos fenômenos que estuda.

Possui caráter exploratório a medida que se propõe a obter maiores conhecimentos e informações acerca da eficácia das estratégias da indústria de autopeças no atendimento do requisito 7 da norma ISO/TS 16949.

A metodologia de pesquisa escolhida foi o estudo de caso, e a opção está baseada nas definições de Eisenhardt (1989), que afirma que o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que foca no entendimento da dinâmica que está presente em cenários exclusivos; e também na definição de Yin (2005), que afirma que o estudo de caso trata de uma investigação empírica que estuda um fenômeno contemporâneo dentro do contexto de vida real de vida, especialmente quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são absolutamente evidentes.

5.1. PESQUISA DE CAMPO

A pesquisa foi desenvolvida em uma empresa de autopeças, com vendas diretas as principais montadoras de automóveis do mercado nacional, sendo seus principais produtos de aplicação no sistema motriz de automóveis; principalmente nos conjuntos de motor e câmbio.

Especialmente no caso desse artigo, as atividades foram desenvolvidas na unidade de produção de Virabrequins de motores 1.0 litros, sendo a escolha devido ao desempenho de qualidade da planta.

Os indicadores de desempenho da qualidade da planta avaliada são os melhores da organização, que conta atualmente com 6 unidades, e ainda, nos históricos de falhas registradas em campo não há casos de não conformidades com retorno dos veículos vendidos para realização de substituição de componentes defeituosos; os chamados “*recalls*”.

A pesquisa foi desenvolvida durante o mês de Junho de 2013 através de entrevistas com profissionais da equipe de Engenharia de Processos responsável pelo desenvolvimento do processo de fabricação e com profissionais da equipe de

Qualidade responsável pelas gestão do APQP e qualidade do produto na planta avaliada.

A elaboração do questionário teve como base a especificação técnica ISO/TS 16949; especialmente o requisito 7 acerca da realização do produto, e direcionado para o planejamento e asseguração da qualidade das características críticas do produto. O questionário possui 10 questões onde os avaliadores devem considerar o grau de importância de cada uma delas através de uma escala Likert de importância. O objetivo é avaliar a visão dos profissionais acerca do grau de importância dos aspectos envolvidos na realização do produto e seus requisitos.

O questionário contou com 10 respondentes, sendo que 05 respondentes atuam na equipe de Engenharia de Processos e 05 na equipe de Qualidade responsáveis pelo Sistema de Gestão da Qualidade e Gestão de Novos Processos.

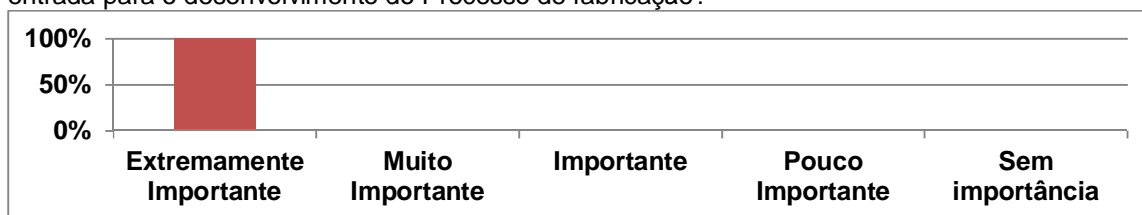
6. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Uma vez obtido os questionários devidamente respondidos, cada questão foi analisada separadamente em resultados agrupados por grau de importância e apresentados em gráficos de barras verticais (colunas) e expressos em unidade percentual.

Segundo o manual para apresentação de relatórios técnicos do Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (2009), o gráfico, se bem construído, consegue transmitir uma ideia com muita rapidez e de forma simples e atraente, levando o leitor a poupar tempo e a despende menor esforço na compreensão de uma série de dados.

Inicialmente busca-se apresentar o grau de importância das características críticas do produto, como dado de entrada para o desenvolvimento do Processo de fabricação; conforme é possível observar no gráfico 1 a seguir.

Gráfico 1: Qual é o grau de importância das características críticas do produto como dado de entrada para o desenvolvimento do Processo de fabricação?

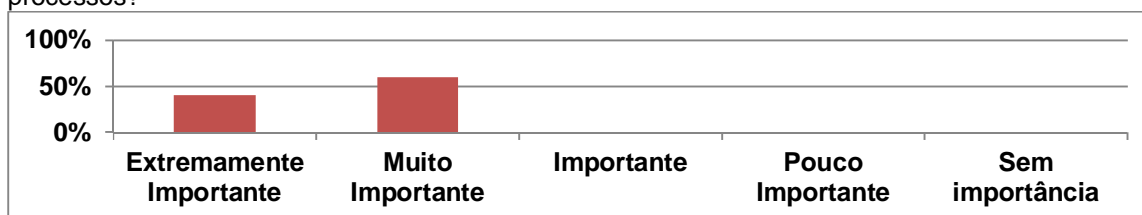


Fonte: O autor

Observa-se no gráfico acima que 100% dos respondentes consideram extremamente importante as características críticas do produto como dado de entrada para o desenvolvimento do processo de fabricação.

Na sequência, busca-se apresentar o grau de importância do APQP – Planejamento Avançado de Qualidade do Produto como ferramenta de gestão de desenvolvimento de novos processos; conforme é possível observar no gráfico 2 abaixo.

Gráfico 2: Qual é o grau de importância do APQP na gestão de desenvolvimento de novos processos?

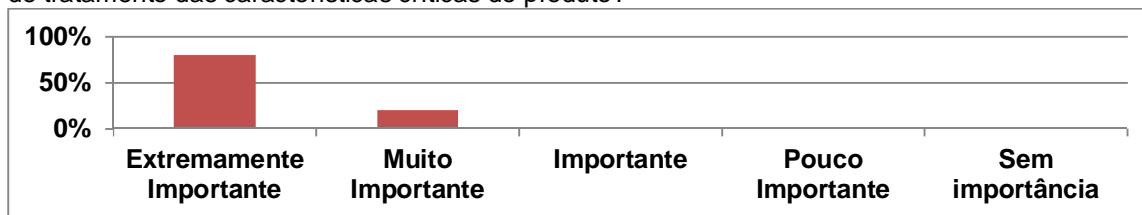


Fonte: O autor

Observa-se no gráfico acima que 40% dos respondentes consideram extremamente importante e 60% consideram muito importante, a utilização da metodologia do APQP – Planejamento Avançado de Qualidade do Produto como ferramenta de gestão do desenvolvimento de novos processos.

No gráfico 3, busca-se apresentar o grau de importância do FMEA - Análise de Modos e Efeitos de Falha como ferramenta de tratamento das características críticas do produto durante o planejamento do processo de fabricação.

Gráfico 3: Qual é o grau de importância do FMEA no planejamento do processo, como ferramenta de tratamento das características críticas do produto?

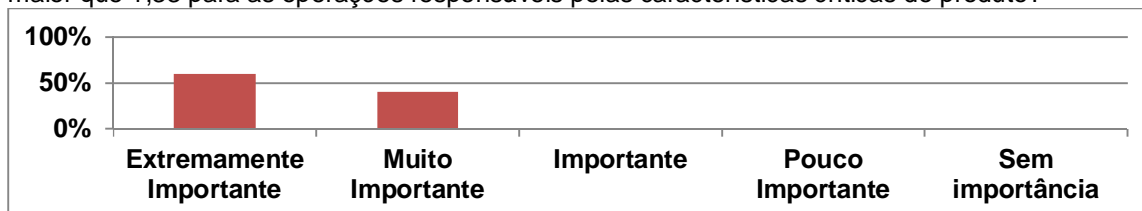


Fonte: O autor

Observa-se no gráfico acima que 80% dos respondentes consideram extremamente importante e 20% consideram muito importante, a utilização da metodologia FMEA - Análise de Modos e Efeitos de Falha no tratamento das características críticas do produto durante o planejamento do processo de fabricação.

No gráfico 4 abaixo, busca-se apresentar o grau de importância dos índices de capacidade do processo CP_CPK igual ou maior que 1,33, para as operações responsáveis pelas características críticas do produto.

Gráfico 4: Qual é o grau de importância dos índices de capacidade do processo CP_CPK igual ou maior que 1,33 para as operações responsáveis pelas características críticas do produto?

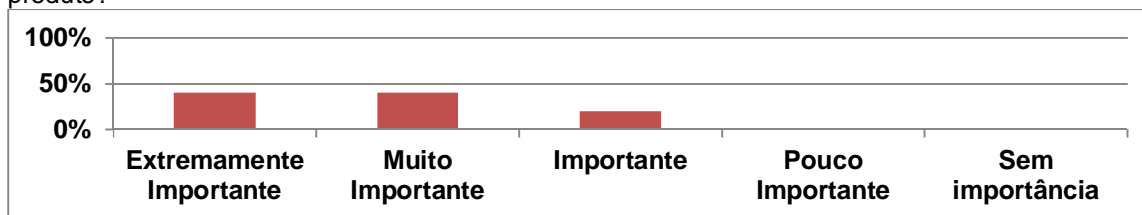


Fonte: O autor

Observa-se no gráfico acima que 60% dos respondentes consideram extremamente importante e 40% consideram muito importante, a obtenção de índices de capacidade do processo CP_CPK igual ou maior que 1,33, para as operações responsáveis pelas características críticas do produto.

Na sequência, busca-se apresentar o grau de importância do Controle Estatístico do Processo (CEP) como ferramenta de monitoramento das operações responsáveis pelas características críticas do produto; conforme é possível observar no gráfico 5 abaixo.

Gráfico 5: Qual é o grau de importância do Controle Estatístico do Processo (CEP) como ferramenta de monitoramento das operações responsáveis pelas características críticas do produto?

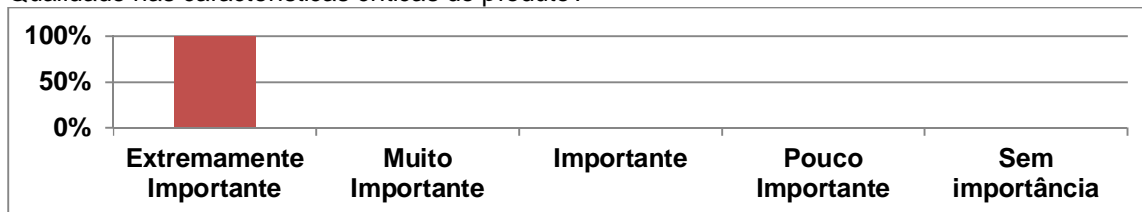


Fonte: O autor

Observa-se no gráfico acima que 40% dos respondentes consideram extremamente importante, 40% consideram muito importante e 20% consideram importante, a utilização do Controle Estatístico do Processo (CEP) como ferramenta de monitoramento das operações responsáveis pelas características críticas do produto.

Na sequência, busca-se apresentar o grau de importância dos meios de controle destinados ao monitoramento da Qualidade nas características críticas do produto; conforme é possível observar no gráfico 6 abaixo.

Pergunta 6: Qual é o grau de importância dos meios de controle destinados ao monitoramento da Qualidade nas características críticas do produto?

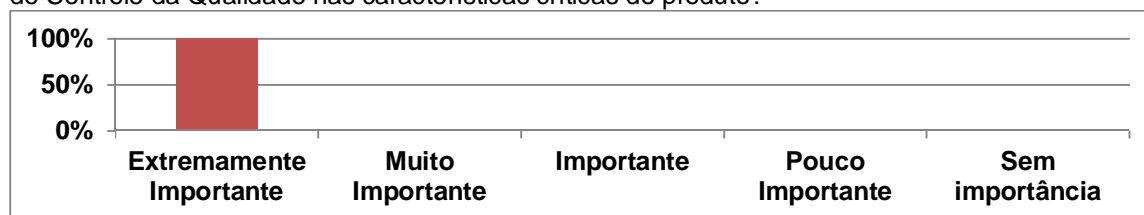


Fonte: O autor

Observa-se no gráfico 6 que 100% dos respondentes consideram extremamente importante, os meios de controle destinados ao monitoramento da Qualidade nas características críticas do produto.

Na sequência, busca-se apresentar o grau de importância da correta execução dos controles previstos nos Planos de Controle da Qualidade nas características críticas do produto; conforme é possível observar no gráfico 7 abaixo:

Pergunta 7: Qual é o grau de importância da correta execução dos controles previstos nos Planos de Controle da Qualidade nas características críticas do produto?

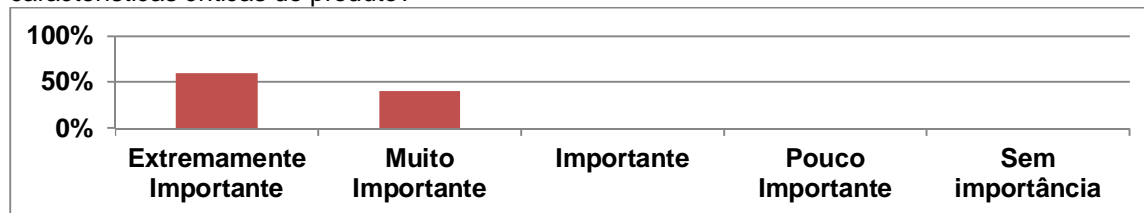


Fonte: O autor

Observa-se no gráfico acima que 100% dos respondentes consideram extremamente importante, a correta execução por parte dos operadores, dos controles previstos nos Planos de Controle da Qualidade nas características críticas do produto.

Na sequência, busca-se apresentar o grau de importância da medição *in process* no controle da Qualidade das características críticas do produto; conforme é possível observar no gráfico 8 abaixo

Pergunta 8: Qual é o grau de importância da medição *in process* no controle da Qualidade nas características críticas do produto?

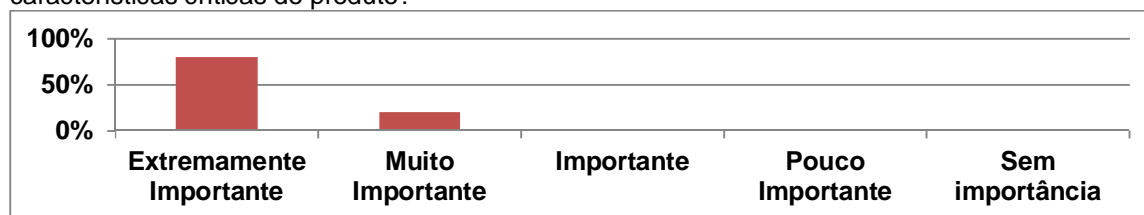


Fonte: O autor

Observa-se no gráfico 8 acima que 60% dos respondentes consideram extremamente importante e 40% consideram muito importante, um sistema de medição *in process* no controle da Qualidade nas características críticas do produto.

Na sequência, busca-se apresentar o grau de importância dos *Poka-Yokes* no controle da Qualidade nas características críticas do produto; conforme é possível observar no gráfico 9 abaixo.

Pergunta 9: Qual é o grau de importância dos *Poka-Yokes* no controle da Qualidade nas características críticas do produto?

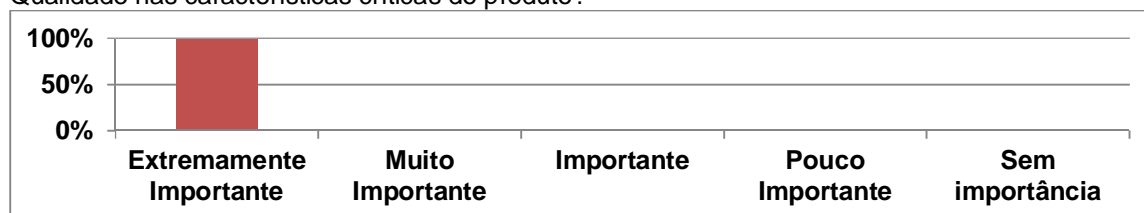


Fonte: O autor

Observa-se no gráfico anterior que 80% dos respondentes consideram extremamente importante e 20% consideram muito importante, a utilização de *Poka-Yokes* no controle da Qualidade nas características críticas do produto.

Finalmente, busca-se apresentar o grau de importância das Inspeções e Auditorias no controle da Qualidade nas características críticas do produto; conforme é possível observar no gráfico 10 abaixo.

Pergunta 10: Qual é o grau de importância das Inspeções e Auditorias no controle da Qualidade nas características críticas do produto?



Fonte: O autor

Observa-se no gráfico acima que 100% dos respondentes consideram extremamente importante as operações de Inspeções e Auditorias no controle da Qualidade nas características críticas do produto.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta do estudo foi de apresentar, através da revisão bibliográfica e pesquisa qualitativa com questionário estruturado, as atividades de planejamento e controle da qualidade do produto na indústria automobilística; assim como demonstrar a visão de profissionais envolvidos no processo acerca dos níveis de

importância das ferramentas de asseguramento da qualidade das características críticas do produto.

A revisão bibliográfica buscou explorar a literatura disponível sobre as ferramentas de planejamento e controle do produto no processo produtivo, considerando os aspectos para desenvolver e implantar modelos de sistemas, métodos e procedimentos direcionados para gestão da qualidade das características do produto.

A metodologia proposta atingiu o objetivo e se mostrou adequada na medida em que obteve sucesso na captação da percepção das pessoas integrantes das equipes responsáveis pelo desenvolvimento do processo de fabricação e gestão da qualidade do produto na empresa pesquisada.

Entre as principais observações possíveis a partir das respostas registradas, está o fato de que nenhum respondente assinalou os aspectos avaliados como pouco importantes ou sem importância. Isso permite concluir que as metodologias utilizadas na indústria automobilística, disponíveis no sistema de gestão da qualidade do produto e voltadas para garantir o atendimento das especificações relativas às características críticas do produto; tem aceitação plena pelas equipes envolvidas.

É possível observar o alinhamento entre os níveis de importância estabelecidos pelos respondentes com relação as ferramentas de planejamento propostas por autores. De modo geral, todos consideram a aplicação de metodologias de planejamento, controle e melhoria da qualidade como aspectos de grande importância, ou seja, as pessoas envolvidas no processo de desenvolvimento do produto e do processo de fabricação priorizam a qualidade das características críticas como fator muito importante.

O resultado da pesquisa permite afirmar que as metodologias e técnicas de planejamento e controle da qualidade do produto disponíveis no sistema da qualidade da empresa, estão plenamente implantadas e consolidadas entre os profissionais avaliados. Em outras palavras significa mencionar que a empresa possui um sistema de qualidade com elevado grau de amadurecimento; caso contrário, a pesquisa teria detectado a falta de confiança dos profissionais envolvidos.

Finalmente, observou-se que a integração e combinação dessas ferramentas no planejamento e controle da qualidade das características críticas do produto constituem-se em estratégia vital para a redução dos riscos de ocorrências de não conformidades em campo; com conseqüente necessidade de *recall*.

REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Especificação Técnica ISO/TS 16949:2004**. Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos particulares para aplicação da ABNT NBR ISO 9001:2000 para organizações de produção automotiva e peças de reposição pertinentes. 1ª edição, Rio de Janeiro, 2004.
- AIAG - *Automotive Industry Action Group*. **Requisitos do Sistema de Qualidade - QS 9000**. São Paulo: Revista CQ - Qualidade, 1997.
- ANFAVEA - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. **Carta 320**. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/cartas/Carta320.pdf>. Acesso em 19 de maio de 2013.
- CAVACO, M. A. M. **Apostila de Metrologia – Parte II**. Laboratório de Metrologia e Automatização do Departamento de Engenharia Mecânica. Santa Catarina: UFSC, 2002.
- DEMING, W. E. **Qualidade: A Revolução da Administração**. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.
- DEMO, Pedro. **Metodologia do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2000.
- EISENHARDT, K. M. **Building Theories from Case Study Research**. *Working Paper. Dept of Industrial Engineering and Engineering Management. Stanford University*, 1989.
- GARVIN, D. A. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: *Qualitymark*, 1999.
- IICA - Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. **Manual para Apresentação de Relatórios Técnicos, Produtos e Consultoria**. 1ª Edição. Brasília: 2009

INMETRO Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia – VIM**. Portaria 029 de 1995, 3ª Edição, 2003.

IQA – Instituto da Qualidade Automotiva. **Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial (FMEA)**. 4ª edição, São Paulo, 2008.

IQA – Instituto da Qualidade Automotiva. **Fundamentos do Controle Estatístico do Processo**. 2ª edição. São Paulo, 2005.

IQA – Instituto da Qualidade Automotiva. **MSA - Análise do Sistema de Medição**. 4ª edição, São Paulo, 2010.

IQA – Instituto da Qualidade Automotiva. **Planejamento Avançado da Qualidade do Produto e Plano de Controle (APQP)**. 2ª edição, São Paulo, 2008.

JURAN, J. **A Qualidade desde o Projeto. Novos Passos para o Planejamento da Qualidade de Produtos e Serviços**. São Paulo: Editora Pioneira, 1992.

KOTLER, P.; KELLER, K.L. **Administração de Marketing**. 12ª Edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Metodologia do Trabalho Científico**. 2ª edição, São Paulo: Atlas, 1987.

MACHADO, S.C.; COUTO, P.; GUILHERMINO, I.; BORGES, R.H.; ANTUNES, A.M.S.; d'AVILA, L.A. **Estimativa de Cálculo de Incerteza de Medição para o ensaio de destilação de óleo diesel automotivo pelo método ASTM D86-02 com Destilador manual**. Recife, 2003.

MILLS, A. C. A. **Auditoria da Qualidade: uma ferramenta para avaliação constante e sistemática da manutenção da qualidade**. 5ª edição, São Paulo: Makron Books, 1994.

MONTGOMERY, D. C. **Introduction to Statistical Quality Control**. 3ª Edição. New York: John Wiley & Sons, 1997.

OICA - *Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles*. **World Sales**. Disponível em: http://www.oica.net/wp-content/uploads/total_sales_2005-2012.pdf. Acesso em 19 de maio de 2013.

PARANTHAMAN D. **Controle de qualidade**. São Paulo: McGraw-Hill Ltda, 1990.

PROCON SP - Secretaria da Justiça e da Defesa da Cidadania. Campanha de Recall por Segmento e Defeito. Disponível em:

[http://sistemas.procon.sp.gov.br/recall/relatoriosPHP/campanhasrecalsegmentodef
eito.php](http://sistemas.procon.sp.gov.br/recall/relatoriosPHP/campanhasrecalsegmentodef
eito.php). Acesso em 19 de maio de 2013.

SHEWHART, W. ***Statistical method: from the viewpoint of quality control***. Washington: Dover, 1986.

SHINGO, S. ***Zero Quality Control: source inspection and Poka Yoke system***. Cambridge: *Productivity Press*, 1986.

SILVA, E. L., MENEZES, E. M. (2000) Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

STAMATIS, D.H. ***Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from theory to execution***. 2ª Edição. Milwaukee: *ASQ Quality Press*, 2003.

TAVARES, E.; FREITAS, L.; BRETZ, L. **Uma Avaliação Sobre o Gerenciamento e os Resultados Obtidos pelo Modelo de Referência APQP na Cadeia Automobilística Brasileira**. 2006. Disponível em: http://abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR490327_8040.pdf. Acesso em 17 de novembro de 2012.

VERGARA, S.C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. São Paulo: Atlas, 2000.

WERKEMA C. ***Lean Seis Sigma: Introdução às ferramentas do lean manufacturing***. Belo Horizonte: Werkema Editora, 2006.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: *Bookman*, 2005.