

**A EFETIVIDADE DO PLANEJAMENTO AVANÇADO DA QUALIDADE DO PRODUTO COMO FERRAMENTA PARA PREVENÇÃO DE DEFEITOS DE QUALIDADE INICIAL NO LANÇAMENTO DE NOVOS PRODUTOS\***

**Vitor Manoel Gonçalves Vieira**  
General Motors do Brasil  
Mestrando em Engenharia Automotiva  
e-mail: v.g.vieira@uol.com.br

**Prof. Dr. Roberto G. Rotondaro**  
Escola Politécnica  
Universidade de São Paulo – USP  
e-mail: roberto.rotondaro@poli.usp.br

**Abstract:**

The advanced product quality planning is one of the tools intended to assure that all customers requirements are taking in consideration during the process of development of new products, managing all tasks amongst involved activities in order to guarantee the launch of these products according to pre-scheduled timing, reaching both quality and cost targets, which are often increasing due to global competition. This paper was based on a study of case of a vehicle recently launched, where all parts supplied by outside suppliers which caused problems were identified, and it was performed the analysis of the root causes of these problems and interviews with key participants of the APQP process. To support this study, it was performed a selective review over the process of quality planning adopted by the big three US Original Equipments Manufactures (Daimler-Chrysler, Ford e General Motors), known as advanced product quality planning – APQP. It is also described the updates and improvements introduced by General Motors Corporation, on this process, called global advanced product quality planning (Global APQP), and the relationship of Global APQP and General Motors’s global vehicle development process (GVDP). It was the conclusion that this tool is effective, because the timing was reached, achieving the quality performance level defined by top management, even with the occurrence of some problems, which jeopardized a flawless launch. The lack of discipline to execute without deviations all the APQP tasks, poor support of leadership and FMEAs poorly developed, are the main inhibitors of a successful APQP. Finally, the author presented some recommendations to assure a disciplined execution of all the tasks of the APQP, and to reduce the failures caused by process changes implemented without new validations.

**Key words:** 1. Quality planning. 1. New products

**Resumo:**

O planejamento avançado da qualidade do produto é uma das ferramentas utilizadas pela indústria automotiva para assegurar que todas as expectativas dos clientes sejam levadas em consideração no processo de desenvolvimento de novos produtos, coordenando as atividades de vários departamentos de modo a garantir o lançamento desses produtos no prazo pré-determinado, alcançado-se os objetivos de custo e qualidade, cada vez mais elevados, decorrentes da competição global. Esse trabalho foi um estudo de caso de um veículo lançado recentemente, onde foram identificadas as peças fornecidas por fornecedores externos, que causaram problemas e da análise de cada uma das causas-raiz, completadas por entrevistas com participantes-chave desse processo. Para suportar esse estudo, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o processo de planejamento de qualidade adotado pelas grandes montadoras norte-americanas (Daimler-Chrysler, Ford e General Motors), conhecida como planejamento avançado da qualidade do produto (“*advanced product quality planning*”- APQP), e também foram descritas as adições e modificações realizadas pela General Motors Corporation, nesse procedimento, chamado de planejamento avançado global da qualidade do produto (“*global advanced product quality planning*”- Global APQP) e sua interrelação com o processo global da General Motors de desenvolvimento do produto (“*global vehicle development process*”- GVDP). Este trabalho concluiu que essa ferramenta é efetiva, pois o prazo de lançamento foi cumprido, atingindo os níveis de qualidade estabelecidos pela alta direção, apesar do aparecimento de alguns problemas, impedindo assim o lançamento de um veículo sem problemas de qualidade inicial, que também é um dos objetivos dessa ferramenta. A falta de disciplina na execução de todas as atividades, falta de suporte da alta liderança, e FMEA’s mal executados, são os principais fatores inibidores para o pleno êxito de um APQP. Finalmente o autor apresentou algumas recomendações sobre como garantir que a disciplina na execução das tarefas seja conseguida, e como diminuir as falhas causadas por modificações não validadas em processo produtivos.

**Palavras-chave:** 1. Planejamento da Qualidade 2. Novos produtos

\* Artigo extraído do Trabalho de Conclusão de Curso “A Efetividade do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto como Ferramenta para Prevenção de Defeitos de Qualidade Inicial no Lançamento de Novos Produtos” de Vitor Manoel Gonçalves Vieira, apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Mestre Profissional em Engenharia Automotiva, sob a orientação do Prof. Dr. Roberto Gilioli Rotondaro

## **INTRODUÇÃO**

Nas últimas décadas, devido ao aumento expressivo na competição entre as empresas que estão incluídas em um contexto global, o lançamento de produtos com qualidade superior, baixos custos e no menor tempo possível, é vital para a sobrevivência, sendo que conforme mencionado no “Press Release” da General Motors (2005), a indústria automobilística é um das mais afetadas por essa situação.

Para manter ou melhorar sua posição no mercado, todas as montadoras vem desenvolvendo e aplicando processos disciplinados para desenvolvimento de produtos, visando obter uma redução nesses tempos, conjuntamente com o atendimento das expectativas do cliente, sendo esses alguns dos fatores para melhoria da competitividade, como citado por CHILD; KRANZ (2005).

Uma dos principais requisitos buscados é o do zero defeito, pois nesse cenário extremamente competitivo, os clientes cada vez menos estão dispostos a aceitar qualquer defeito, fato esse ainda mais agravado na indústria automotiva devido ao alto valor pago pelo cliente em um novo veículo.

Devido à necessidade da realização de lançamentos de novos veículos, que não apresentem defeitos sob a ótica do consumidor (zero defeito), as montadoras cada vez mais utilizam processos que suportam a prevenção ou eliminação de defeitos antes que os mesmos sejam percebidos ou identificados pelos clientes, de modo a que esses novos produtos possam apresentar a penetração, consumo e resultados financeiros, estimados quando da aprovação do programa de desenvolvimento de um novo veículo.

Sendo que um dos métodos desenvolvidos com esse intuito é o planejamento avançado da qualidade do produto (APQP).

O planejamento avançado da qualidade do produto, foi desenvolvido em conjunto pela Daimler Chrysler, Ford e General Motors, define as atividades básicas que devem ser seguidas para a confecção de um plano de qualidade, que dará suporte ao desenvolvimento de um produto ou serviço que exceda as expectativas do cliente. Alguns dos principais benefícios da utilização desse planejamento são:

- Direcionar recursos para satisfazer os clientes;
- Comunicação eficiente com todos os envolvidos;
- Propiciar uma identificação precoce de modificações que sejam necessárias;
- Evitar modificações tardias;
- Riscos mínimos ou nenhum problema de qualidade no lançamento de produtos (Zero Defeito);
- Assegurar que um produto ou serviço de qualidade seja disponibilizado no tempo certo, com o menor custo.

## **OBJETIVO**

Para determinar a questão de estudo, o autor identificou a necessidade de entender os fatores que afetam o sucesso de um lançamento (“Zero Defeitos” na fase de qualidade inicial), discutindo e identificando as relações clientes e fornecedores no desenvolvimento de um produto.

Sendo assim, surge a questão básica desse estudo, que é “Qual a efetividade do planejamento avançado da qualidade do produto na prevenção de defeitos na fase de qualidade inicial de lançamento de um produto?”.

Para responder essa pergunta, surgem outras questões específicas que estão listadas a seguir:

- Quais os inibidores para uma implantação adequada do APQP global?
- Quais os benefícios gerados pela implantação do APQP global?
- Quais as diferenças de aplicação em distintos perfis de fornecedores e/ou produtos?

É importante ressaltar que este trabalho estuda um tema associado à realidade atual vivida pela indústria automotiva brasileira e sua cadeia de fornecimento, sendo que o mesmo pode servir como orientação, para que empresas que atuem ou não neste mercado, consigam se posicionar de modo adequado, revendo suas estratégias atuais e futuras para lançamento de novos produtos.

## **METODOLOGIA**

Para a realização deste trabalho foram realizadas uma revisão bibliográfica, um estudo de caso e uma pesquisa por levantamento.

Na revisão bibliográfica foi feita uma análise crítica da realidade atual e tendências da indústria automobilística. Referências aos artigos, manuais, livros e outras publicações, estão relacionadas ao final do estudo, nas referências bibliográficas.

Na segunda fase desse estudo, foi realizado um estudo de caso com todas as peças produzidas por fornecedores externos para o projeto SuperStar (nome real omitido por motivos de confidencialidade) da General Motors do Brasil, que tiveram o planejamento avançado da qualidade do produto (APQP), monitorado pelo Cliente.

O tamanho dessa amostra foi de 1284 peças (100 famílias), envolvendo 158 fornecedores. Buscando-se uma maior probabilidade da execução disciplinada das atividades do APQP global, somente as peças que foram monitoradas pelo cliente, foram estudadas, reduzindo-se assim, a amostragem para de um total de 413 peças (43 famílias), e 36 fornecedores.

Para compreender as influências externas ao processo de APQP, uma estratificação de peças foi realizada, utilizando-se os seguintes critérios:

- Complexidade;
- Características dos fornecedores usando a classificação I, II, III, proposta em “Co-Makership” (MERLI, 1994);
- Principais processos de manufatura.

Após o levantamento inicial nessa população de peças, e respectiva estratificação, foi realizado um levantamento do desempenho de qualidade inicial dessas peças (ausência ou não de defeitos, após a aprovação dessas peças, atividade essa oficializada pelo processo de aprovação de peças de produção – PPAP).

Em seguida, foi iniciada a terceira fase do trabalho onde foi realizado um estudo com os componentes que apresentaram falhas, com o intuito de descobrir como as atividades do planejamento avançado da qualidade do produto (APQP) foram executadas para cada uma das famílias de peças.

Adicionalmente nessa fase foram realizadas entrevistas com engenheiros de qualidade de fornecedores, os gerentes de lançamento dos fornecedores e outros membros do time de lançamento, e também feita uma análise dos registros em arquivos do desenvolvimento dessas peças, de modo a identificar quais os motivos dessas falhas, ou seja o não atendimento ao requisito do zero defeito, utilizando-se o documento padrão da GM, três porques, cinco vezes (“Drill deep”).

A quarta fase foi composta pela aplicação e da análise de um questionário enviado a participantes principais do processo de APQP, com a intenção de identificar as atividades que agregaram valor ao desenvolvimento / validação do processo de manufatura e as que não foram realizadas.

De posse dessas informações, o autor identificou quais os fatores que interferiram na efetividade do planejamento avançado da qualidade do produto na prevenção de defeitos na fase de qualidade inicial de lançamento de um produto, e encontrou também respostas para as outras questões específicas que estão listadas a seguir:

- Quais os inibidores para uma implantação adequada do APQP global?
- Quais os benefícios gerados pela implantação do APQP global?
- Quais as diferenças de aplicação em distintos perfis de fornecedores e/ou produtos?

## **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

O entendimento do significado da qualidade varia conforme o foco utilizado: do ponto de vista da produção, qualidade pode ser conformidade com as especificações; do ponto de vista do usuário, ela tem uma definição altamente subjetiva (BIDO, 1999). Uma forma de tornar o conceito da qualidade mais preciso é desagrega-lo em elementos básicos, conhecidos como as “Oito dimensões da Qualidade” (GARWIN, 1987). Estas dimensões são: Desempenho; Características; Confiabilidade; Conformidade; Durabilidade; Atendimento; Estética e Qualidade Percebida.

Dentro da General Motors, a qualidade é desagregada em três dimensões:

- Qualidade Inicial: É a qualidade do veículo nos seus primeiros 90 dias de uso, quando o cliente ainda se familiariza com o carro;
- Qualidade a Longo Prazo (Durabilidade): Demonstra quanto o veículo é confiável no decorrer dos anos e após muitos quilômetros rodados;
- Qualidade Percebida: É como o consumidor sente o produto como um todo. É a primeira impressão sobre aparência, toque, cheiro, ajustes, etc.

Sendo que elas estão resumidas na figura a seguir:

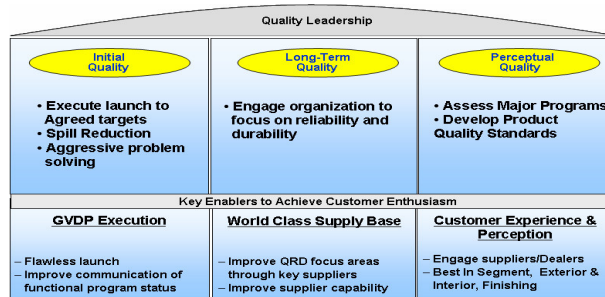


Figura 1. Diagrama esquemático com as 3 dimensões da Qualidade adotado pela General Motors.

MALOSON; WINGROVE (2004) sugeriram que a aceleração na introdução de inovações tecnológicas nas indústrias em geral está crescendo de forma espantosa e para garantir que as mesmas não gerem problemas que afetem a qualidade do produto, a adoção de ferramentas associadas com o planejamento do desenvolvimento do produto, e seu processo de fabricação tornaram-se requisitos básicos para todos os sistemas de qualidade das empresas do setor automobilístico.

As normas série ISO 9000 e TS 16949 de qualidade tem sido um dos pilares de sustentação para atendimento desses requisitos. Tanto grandes quanto pequenas empresas em todo o mundo estão desenvolvendo, ou já desenvolveram sistemas de qualidade para adequarem-se a essas normas. Mesmo empresas que utilizem estas normas somente para poderem participar de negócios globais, deveriam aproveitar essa base para melhoria de sua competitividade (STRUEBING, 1996).

A urgência na redução de prazos e custos, associados a requisitos de qualidade cada vez mais elevados, definem a necessidade de se fazer certo da primeira vez, ou detectar e corrigir todos os problemas no tempo adequado (atendimento da data acertada para início de venda do produto), o que indubitavelmente conduz a indústria a adotar práticas do ciclo de planejamento, execução, verificar e atuar (PEVA), exemplificado na figura .2:

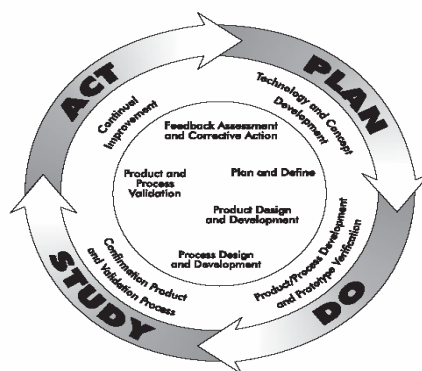


Figura 2. Diagrama esquemático com o ciclo PEVA.

O ciclo PEVA é um processo para obtenção de melhorias do aprendizado e no processo (DEMING, 2000). Planejar uma modificação de modo a obter uma melhoria é a base de funcionamento desse ciclo. Executar as tarefas conforme planejadas, é fundamental para aumentar a probabilidade de sucesso.

Verificar se os resultados alcançados estão alinhados com as expectativas esperadas pela introdução da modificação. Atuar, através da efetivação dessa mudança, em caso positivo, ou re-iniciar o processo, em caso negativo.

Na indústria automobilística, essa técnica é aplicada, quer seja através de procedimentos escritos, ou pela cultura, sendo que as três grandes empresas norte-americanas, Daimler-Chrysler, Ford e General Motors (conhecidas como “Big Three”), adotaram em 1995 a técnica chamada de planejamento avançado da qualidade do produto (APQP), para minimizar o aparecimento de problemas de qualidade ou não atendimento de prazos.

A meta principal do planejamento de qualidade do produto é facilitar a comunicação entre todos os envolvidos, de modo a assegurar que todas as etapas necessárias para desenvolver e validar um produto sejam completadas no tempo correto, evitando ou corrigindo no tempo adequado, os problemas de qualidade. Observando-se a figura 3, pode-se concluir que o desempenho de qualidade dos produtos da General Motors do Brasil, vem apresentando uma tendência de melhora, se bem, ainda com ocorrência de problemas, e seguramente isso é devido em grande parte ao uso de ferramentas de planejamento, dentre elas o APQP.

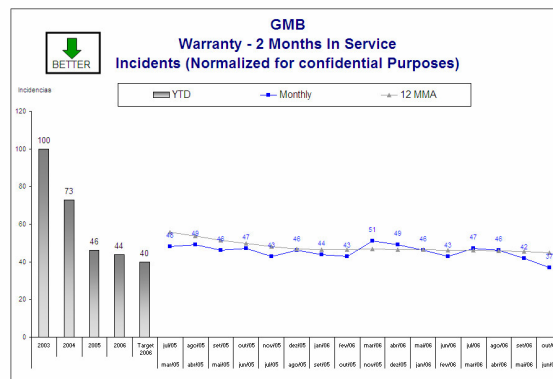


Figura 3. Gráfico demonstrando a evolução de problemas de garantia dos veículos da GMB, Fonte: Site na intranet GMB, modificado pelo autor

As montadoras recomendam e estimulam o uso de várias ferramentas para o desenvolvimento de projeto e melhoria contínua, sendo que as 3 grandes montadoras norte-americanas solicitam como requisitos específicos as seguintes ferramentas descritas em manuais desenvolvidos pela grupo de ação da industria automobilística (Automotive Industries Action Group – AIAG):

- SPC – Controle estatístico do processo (Statistical process control);
- MSA – Análise dos sistemas de medição (Measurement system analysis);
- FMEA – Análise dos modos de falhas e efeitos (Failure mode and effects analysis);
- APQP – Planejamento avançado da qualidade do produto (Advanced product quality planning).

Para entender melhor a relação entre essas ferramentas, deve-se considerar o processo de lançamento de um produto, dividido em duas partes principais, o planejamento antes do lançamento e a execução desse

planejamento, culminando com a validação do produto e seu processo de manufatura (KAMINSKI, 2000).

A General Motors aplica um processo para o desenvolvimento de novos produtos denominado GVDP (Global Vehicle Development Process – Processo Global de Desenvolvimento de Veículos). Esse processo propõe processos globais competitivos que refletem as melhores práticas identificadas pela General Motors, quer seja internamente, quanto externamente, explorando ao máximo a interação entre diversas áreas (Estilo, Engenharia de Produtos, Engenharia de Validação, Engenharia de Manufatura, Qualidade, Marketing, Compras, Vendas, Pós-Vendas, etc.), um detalhamento desse processo será realizado no decorrer desse trabalho.

Esse processo visa lançar um veículo para o mercado, desde o planejamento até a produção, atendendo todas as necessidades do cliente, mantendo o foco na velocidade (“Speed to market” – rapidez para o mercado). Resumidamente um programa é iniciado com o planejamento do veículo, onde são definidos as metas e objetivos a serem alcançados, desdobrando-se todas as atividades a serem realizadas por todas as áreas da empresa, as quais são refletidas em um cronograma de desenvolvimento específico e detalhado para o produto.

Uma das principais características é a divisão do projeto por fases, com portas de verificação (“gates”), cuja função é garantir que todos os requisitos compreendidos nessa etapa foram concluídos para autorizar a passagem para a fase seguinte do projeto, bastante alinhado com a proposta feita tanto por COOPER (2002) e CROW (1998).

Todos os principais eventos são posicionados no tempo, a partir da data de início de produção (SORP – start of regular production), que determina o marco zero do projeto, sendo que todos esses eventos tem que ocorrer em um dado instante do tempo relacionado com esse marco zero.

O projeto se inicia com o planejamento da estratégia do veículo (“document of strategic intent” – DSI), etapa onde se estabelecem os objetivos e metas a serem alcançados. Todas as áreas devem aportar os seus requisitos, e um cronograma detalhado e específico para o programa é estabelecido de acordo com a especificação do GVDP.

A figura 4 abaixo, ilustra de forma simplificada (por motivos de confidencialidade), o plano geral do GVDP.

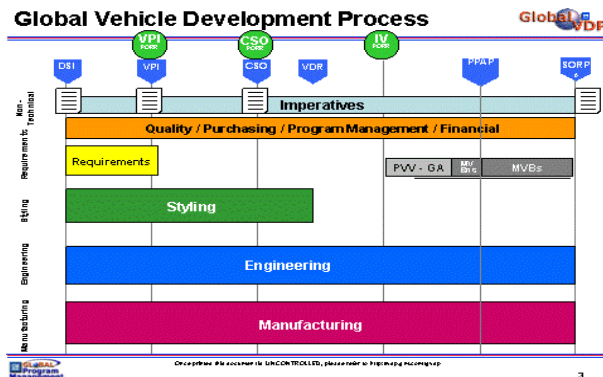


Figura 4. Cronograma de desenvolvimento global de veículos da GM, Fonte: Manual de treinamento da General Motors Corporation, modificado pelo autor

Na sequência do trabalho será demonstrado como o APQP se encaixa nesse processo, ajudando na sua execução com sucesso.

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 (JURAN, 1990). É óbvio que quanto melhor o desenvolvimento do produto, menor serão os problemas relacionados com o lançamento. Como descrito por YOSHIMURA (2003), muito pior do que fazer adequações depois do lançamento, que são muito caras, os custos gerados por problemas que chegam ao campo geralmente são intangíveis como efeito da insatisfação do cliente.

Observa-se, portanto, a importância de um bom planejamento da qualidade, para minimizar as insatisfações dos clientes, e como consequência, prejuízos após o lançamento do produto. O planejamento da qualidade é um dos três processos gerenciais básicos da trilogia de JURAN (1994), juntamente com o controle da qualidade e a melhoria da qualidade.

O APQP é um método estruturado de trabalho em equipe para definir e estabelecer as etapas necessárias para assegurar que o produto atenda os requisitos de satisfação do cliente, facilitando também a comunicação entre os envolvidos, assegurando o cumprimento de todas as atividades dentro dos prazos estabelecidos, minimizando os custos associados, e mitigando os riscos de qualidade no lançamento do produto.

Todas as atividades descritas no manual do APQP do AIAG estão discriminadas em sequência lógica, baseada em cinco etapas de planejamento, descritas abaixo:

- Planejamento e definição do programa;
- Projeto e desenvolvimento do produto;
- Projeto e desenvolvimento do processo;
- Validação do produto e do processo;
- Retroalimentação, avaliação e ação corretiva.

A figura abaixo demonstra esquematicamente, como essas etapas são executadas no decorrer do tempo.

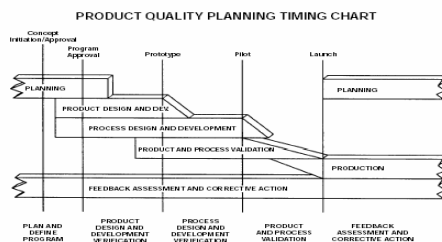


Figura 5: Diagrama esquemático com o cronograma do APQP,

Fonte: Manual do APQP, AIAG, 1995

No manual do APQP da AIAG, é requerida a utilização de equipes multidisciplinares, buscando otimizar o trabalho da Engenharia Simultânea, para gerenciar as atividades definidas. E como já mencionando



anteriormente, sucesso de um planejamento eficiente da qualidade do produto depende enormemente do comprometimento da alta administração, para suportar o atendimento da satisfação dos clientes.

O artigo de CASCELLA, publicado em 2002, faz uma revisão sobre os principais motivos que fazem com que o planejamento estratégico, não se concretiza em resultado de negócios, e indica uma maneira para tornar o planejamento de negócios e a sua execução mais efetiva.

Da lista de sintomas que estão mais presentes em empresas com um planejamento fraco, temos:

- Falta de “cumplicidade” em todos os níveis;
- Mal uso de recursos;
- Meios de verificação inadequados (métricas não representativas).

Devido a esses fatores, a General Motors desenvolveu em janeiro de 2002, um manual complementar ao APQP da AIAG, chamado de APQP global, o qual estabelece 17 tarefas específicas, já existentes dentro dos procedimentos corporativos, compondo as 5 fases do APQP, além da adição de uma nova fase, que é a das atividades de pré-cotação.

A intenção principal dessas tarefas é garantir que o APQP esteja sincronizado com o GVDP, de modo a suportar que todas as fases do programa atinjam os requisitos do programa no tempo correto. Na figura abaixo, está representado o cronograma das 17 tarefas e sua interrelação com o GVDP:

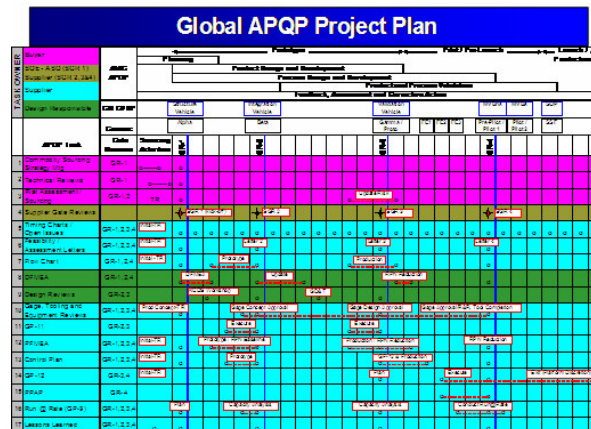


Figura 6: Diagrama esquemático com a interrelação entre o GVDP e o APQP global da GM, Adaptação do autor

Resumidamente essas tarefas são:

1) Reunião para definição das estratégias de cotação

O objetivo é obter a participação de todas as áreas envolvidas no desenvolvimento de um programa, para uma determinada família de peças, de modo a garantir que todas as informações necessárias para uma cotação adequada e comparável possam ser recebidas dos fornecedores, de modo a suportar o cronograma de desenvolvimento do programa.

2) Revisão Técnica

É uma reunião, com a participação do fornecedor, comprador, engenheiro do produto, engenheiro de qualidade do fornecedor, com a representação de outras áreas da organização, que estejam envolvidas. O objetivo é fazer uma revisão crítica da cotação apresentada pelo fornecedor, para garantir que todos os

requisitos do pacote de cotação, foram compreendidos adequadamente pelo fornecedor, e que as propostas apresentadas têm o potencial de produzir peças que atendam os requisitos do programa de lançamento.

### 3) Avaliação do risco

É uma análise crítica, utilizando o formulário (GM 1927-7), para avaliar em avançado, o potencial para problemas que uma determinada peça sendo desenvolvida por um fornecedor, pode acarretar ao programa. Através dessa avaliação, se define qual o tipo de envolvimento do cliente no APQP: se o APQP será monitorado pelo cliente, ou se monitorado pelo fornecedor, e se obtém a classificação dos riscos de todos os fornecedores envolvidos no pacote de cotação.

### 4) Revisões de portas

São revisões que visam monitorar o progresso dos itens constantes do plano de projeto do APQP (GM1927-1) e dos itens constantes no cronograma de desenvolvimento do APQP (GM 1927-2). Essas revisões também tem o objetivo de rever a lista de itens abertos, identificar e resolver todos as pendências encontradas durante do desenvolvimento, quer seja pelo fornecedor ou cliente.

### 5) Cronograma e lista de itens abertos do APQP

São itens que tem que sofrer revisões periódicas, para garantir que todas as atividades relacionadas ao projeto são executadas de modo a suportar as necessidades do programa.

Os formatos deverão ser:

- Cronograma do APQP (GM 1927-2)
- Lista de itens aberto do APQP (GM 1927-5)
- 

### 6) Cartas de Viabilidade

Conforme mencionado acima nas revisões de porta, as seguintes cartas deverão ser preparadas e apresentadas pelo fornecedor:

#### 6.1) Compromisso de Viabilidade

Deve ser fornecida antes da escolha da fonte. Ela contém a avaliação inicial do fornecedor sobre a viabilidade de manufatura com as informações sobre os requisitos do cliente disponíveis nessa data, relacionando também os pontos de conflito.

#### 6.2) Avaliação sobre o projeto (GM 1927-19 carta #2)

Nessa avaliação, o fornecedor deve confirmar que o seu processo de manufatura tem a capacidade de manufaturar o produto, nas condições propostas pelo desenho disponível nessa data, utilizando o conhecimento obtido em outros desenhos similares. Essa carta deve conter a assinatura do chefe de engenharia e do gerente de manufatura da planta do fornecedor.

#### 6.3) Avaliação sobre a manufaturabilidade do protótipos (GM 1927-19 carta #3)

Nessa avaliação, o fornecedor revisa as condições do desenho, levando em consideração os problemas identificados na construção dos protótipos, sua montagem e desempenho nos veículos de integração e testes de validação. Essa carta deve também conter a assinatura do chefe de engenharia e do gerente de manufatura da planta do fornecedor.

#### 6.4) Avaliação sobre o processo de produção e capacidade de manufatura (GM 1927-19 carta #4)

Nessa revisão, o fornecedor confirma claramente, que o fluxo do processo, procedimentos de manufatura e ferramental estão 100% conforme intenção de produção, e que os resultados dos estudos de capacidade sobre as características críticas demonstram o desempenho adequado, em relação ao projeto. Se alguma das condições acima não estiverem sendo atendidas, um plano detalhado de resolução deve ser apresentado, de modo a corrigir todas as discrepâncias antes do início da produção regular. Essa carta deve também conter a assinatura do chefe de engenharia e do gerente de manufatura da planta do fornecedor.

#### 7) Fluxograma do processo

O propósito desse fluxograma é propiciar uma representação gráfica sobre a lógica de fluxo do produto ao longo do processo de manufatura (incluindo além das operações de manufatura, operações de recebimento, movimentação, controle, retrabalho e expedição). Esses fluxogramas são utilizados como base para execução do FMEA de processo, planos de controle e “layouts” das estações de trabalho.

#### 8) FMEA de projeto

O FMEA de projeto é um documento vivo, realizado por uma equipe multifuncional, que deve ser iniciado na fase de desenho do conceito do produto, sendo que é atualizado caso alterações sejam necessárias, ou em caso de que informações adicionais sejam descobertas durante o desenrolar do projeto. Essa ferramenta suporta o processo de desenho do produto através da redução da ocorrência de uma falha através: a) identificação de requisitos de avaliação/validação dos requisitos de projeto; b) aumentando o potencial de que um modo de falha específico esteja considerado, c) estabelecimento de um sistema de prioridades para execução de melhorias no projeto.

#### 9) Revisões de projeto

Através dessa atividade, se pretende garantir que o desenho do produto tenha sido adequadamente definido, de modo a que a construção das ferramentas e dispositivos de controle possa ser iniciada. Para tanto, o desenho deve incluir as características críticas de controle, requisitos de dimensionamento geométrico (GD&T), e requisito para teste de desempenho do produto e material.

A maneira recomendada para definição desses itens, é através da realização de “workshops” específicos com a participação de representantes de todas as partes envolvidas nesse projeto.

#### 10) Revisões do conceito dos dispositivos de controle, ferramental e equipamentos

A intenção dessa atividade é garantir que os meios de produção sejam projetados com as informações mais recentes do produto, e que sua construção atenda os requisitos de qualidade e quantidade especificados na cotação. Revisões periódicas devem ser executadas para garantir aderência ao cronograma do projeto e que modificações necessária sejam incorporadas.

#### 11) Aprovação de protótipos – Procedimento Geral 11 (GP-11)

A intenção dessa atividade é garantir que sejam montados e testados peças que representem a intenção do projeto. Através da aprovação de protótipos segundo esse procedimento, procura-se identificar problemas e corrigí-los à tempo para mitigar o impacto das variações decorrentes do processo de manufatura da peça

e sua montagem no veículo. Todos os problemas encontrados nessa fase devem ser registrados na lista de problemas abertos do APQP.

#### 12) FMEA de processo

De modo análogo ao do FMEA de projeto, o de processo, procura assegurar que todos os modos de falha que possam ocorrer no processo de fabricação, sejam identificados e que ações para reduzir a possibilidade do acontecimento dessa falha, ou sua detecção antes do envio ao cliente, sejam implantadas.

#### 13) Plano de Controle

O plano de controle tem a intenção de auxiliar na manufatura de produtos de qualidade, que atendam as expectativas do cliente. Como requisito mínimo, esse plano deve definir os métodos utilizados para controlar todas as características críticas do produto e do processo (KPCs e KCCs).

#### 14) Contenção avançada da produção – procedimento geral 12 (GP-12)

Também conhecido como plano de controle de pré-lançamento, a intenção desse procedimento, é estabelecer uma contenção durante a fase de início de produção e aceleração da produção, aumentando a probabilidade da identificação de problemas e por consequência, validar o plano de controle de produção (tarefa #13).

#### 15) Processo de aprovação de peças de produção (PPAP)

Essa tarefa é descrita em detalhes no manual do PPAP, que é um dos 7 manuais que compoem a QS-9000. O principal propósito desse processo é assegurar que todos os requisitos do cliente tenham sido adequadamente compreendidos pelo fornecedor, e que o processo apresenta o potencial para produzir peças que atendam esses requisitos, em um ritmo de produção normal.

#### 16) “Run @ Rate” – procedimento geral 9 (GP-9)

Nessa tarefa é verificado se o processo de manufatura do fornecedor é capaz de atender todos os requisitos do cliente, quando operando em ritmo de produção normal, ao máximo da capacidade contratada. Considera-se como uma comprovação da prontidão para a produção.

#### 17) Lições aprendidas

A principal intenção dessa atividade é maximizar que todo o conhecimento ganho em um programa, seja utilizado em programas subsequentes, de modo evitar a re-ocorrência de problemas de qualidade ou de projeto, que tenham a mesma causa ou efeito. Uma das maneiras recomendadas para registro dessas lições aprendidas é através da atualização dos FMEAs de projeto e processo.

## **RESULTADOS**

Conforme já mencionado anteriormente, foi analisado o desempenho de todas as peças produzidas por fornecedores externos para o projeto SuperStar (nome real omitido por motivos de confidencialidade) da General Motors do Brasil, que tiveram o planejamento avançado da qualidade do produto (APQP), monitorado pelo Cliente.

O tamanho dessa amostra foi de 1284 peças (100 famílias), envolvendo 158 fornecedores; buscando-se uma maior probabilidade da execução disciplinada das atividades do APQP global, somente as peças que

foram monitoradas pelo cliente, foram estudadas, reduzindo-se assim, a amostragem para de um total de 413 peças (43 famílias), e 36 fornecedores, conforme exemplificado na tabela 1, abaixo:

Denominaçã	Supplier Name	Orig	Type	Classif Merli
Peça I1	Fornecedor I	Multi	Asm	II
Peça I2	Fornecedor I	Multi	Asm	II
Peça I3	Fornecedor I	Multi	Asm	II
Peça I4	Fornecedor I	Multi	Asm	II
Peça II1	Fornecedor II	Multi	Asm	II
Peça II2	Fornecedor II	Multi	Asm	II
Peça III1	Fornecedor III	Local	Asm	III
Peça III2	Fornecedor III	Local	Asm	III
Peça IV1	Fornecedor IV	Multi	Part	III
Peça IV2	Fornecedor IV	Multi	Asm	III
Peça IV3	Fornecedor IV	Multi	Asm	III
Peça IV4	Fornecedor IV	Multi	Asm	III
Peça V1	Fornecedor V	Multi	Asm	III
Peça V2	Fornecedor V	Multi	Asm	III
Peça V3	Fornecedor V	Multi	Asm	III
Peça V4	Fornecedor V	Multi	Asm	III
Peça V5	Fornecedor V	Multi	Asm	III
Peça V6	Fornecedor V	Multi	Asm	III

Tabela 1 – Relação de peças, fornecedores e classificações para estudo.

Pode ser observado que além da denominação da peça e nome do fornecedor, foram adicionadas mais três colunas, que servirão de auxílio na análise das possíveis interrelações, Os motivos para cada uma dessas características são:

Origem do Fornecedor:

- Multinacional ou local – para avaliação qualitativa sobre recursos disponíveis para suportar um desenvolvimento;
- Tipo da peça:
- Conjunto (Asm) ou peça (part) – para avaliação qualitativa sobre a complexidade da peça;
- Modelo operacional cliente-fornecedor (MERLI, 1990):
- Classe I – “Comaker”, ou seja, fornecedor integrado no processo de elaboração do projeto;
- Classe II – Integrado, ou seja, fornecedor ajuda o cliente somente nas especificações técnicas do componente;
- Classe III – Normal, ou seja, fornecedor produz contra um desenho de propriedade do cliente.

Após o levantamento inicial nessa população de peças, e respectiva estratificação, foi realizado um levantamento do desempenho de qualidade inicial dessas peças (ausência ou não de defeitos, após a aprovação dessas peças, atividade essa oficializada pelo processo de aprovação de peças de produção – PPAP).

Para essa determinação, o autor pesquisou nos bancos de dados da General Motors que registram as ocorrências de problemas de qualidade (GQTS, PRTS), se para alguma das peças selecionadas houveram registros de problemas nos primeiros noventa dias após o início da produção regular (SORP), independentemente da quantidade de peças efetivamente com problemas. Nesse universo, somente 4% (19 em 413), apresentaram algum tipo de problema de qualidade.

Com base nesses dados, as seguintes estratificações puderam ser identificadas:

➤ Origem do Fornecedor:

Das peças com problemas, 74% foram fornecidas por fornecedores multinacionais, sendo que do total da amostragem, 62% das peças têm essa mesma origem, conforme mostrado na figura 4.1, abaixo:

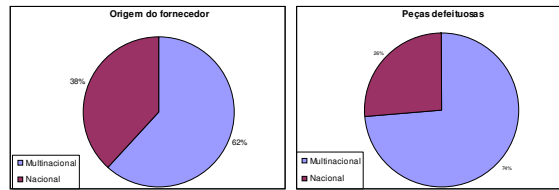


Figura 6 – Gráficos com as origens das peças (total e falhadas)

➤ Complexidade da peça:

Das peças com problemas, 53% foram fornecidas por fornecedores de conjuntos, sendo que do total da amostragem, somente 26% das peças

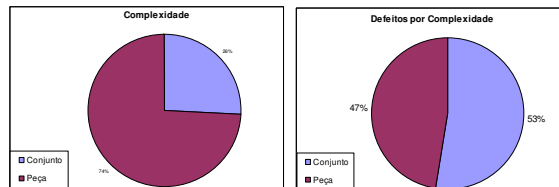


Figura 7 – Gráficos com as origens das peças (total e falhadas)

➤ Tipo de Fornecedor:

Das peças com problemas, 42% foram fornecidas por fornecedores do tipo I, sendo que do total da amostragem, 20% das peças têm essa mesma origem;

Das peças com problemas, 42% foram fornecidas por fornecedores do tipo II, sendo que do total da amostragem, 33% das peças têm essa mesma origem;

Das peças com problemas, 16% foram fornecidas por fornecedores do tipo III, sendo que do total da amostragem, 47% das peças têm essa mesma origem.

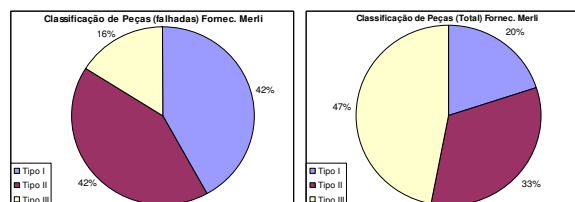


Figura 8 – Gráficos com os percentuais na classificação MERLI 1990, das peças (falhadas e total)

Para o estudo de casos, foram realizadas análises das documentações constantes dos arquivos de ação corretiva da Engenharia de Qualidade de Fornecedores (EQF), sendo que dos 19 casos de problemas encontrados nos sistemas, somente 17 tinham a documentação arquivada, conforme mostrado na tabela abaixo:

Denominação	Supplier Name-GPS	Orig	Type	Classsif Merli	Problemas	5 Whys
				I, II, III		
Peça II1	Fornecedor II	Multi	Asm	II	S	S
Peça II2	Fornecedor II	Multi	Asm	II	S	S
Peça III1	Fornecedor III	Local	Asm	I	S	S
Peça III2	Fornecedor III	Local	Asm	I	S	S
Peça V10	Fornecedor V	Multi	Part	I	S	S
Peça X63	Fornecedor X	Multi	Part	I	S	S
Peça XVII3	Fornecedor XVII	Local	Part	III	S	S
Peça XIX6	Fornecedor XIX	Multi	Asm	I	S	S
Peça XIX12	Fornecedor XIX	Multi	Asm	I	S	S
Peça XIX14	Fornecedor XIX	Multi	Asm	I	S	S
Peça XIX15	Fornecedor XIX	Multi	Asm	I	S	S
Peça XX1	Fornecedor XX	Multi	Asm	II	S	S
Peça XXIII8	Fornecedor XXIII	Multi	Part	II	S	S
Peça XXIII9	Fornecedor XXIII	Multi	Part	II	S	S
Peça XXIII42	Fornecedor XXIII	Multi	Part	II	S	S
Peça XXVI9	Fornecedor XXVI	Multi	Part	II	S	S
Peça XXVI10	Fornecedor XXVI	Multi	Part	II	S	S

Tabela 2 – Relação de peças que apresentaram problemas de qualidade e tiveram a causa raiz encontrada nos arquivos da EQF

Como mencionado anteriormente, essa análise levará em consideração as causas principais apontadas no formulário três porques, 5 vezes (“Drill Deep”), para cada um dos por ques, que estão descritos com mais detalhes abaixo, e entrevistas com engenheiros de qualidade de fornecedores, os gerentes de lançamento dos fornecedores e outros membros do time de lançamento, respondendo a perguntas sobre a disciplina na realização das tarefas do APQP global:

- M – Por que o proceso de manufatura não evitou esse modo de falha?
- Q - Por que os métodos de inspeção não detectaram esse defeito?
- P - Por que o proceso de planejamento do processo não previu esse modo de falha?
- Disciplina no APQP – Como as 17 tarefas foram realizadas?

Infelizmente não foi possível encontrar nos registros da engenharia de qualidade de fornecedores, nem nos arquivos dos fornecedores os documentos sobre as falhas nas peças XXVIII7, e XXXV1. Também não foi possível reconstruir essas falhas, pois tanto no fornecedor, quanto na engenharia de qualidade de fornecedores, os membros participantes desse projeto já não mais faziam parte das respectivas organizações devido ao giro de funcionários (“turn-over”), evidenciando assim, uma falha na disciplina para registro de lições aprendidas, e oportunidade para melhorias.

Não foi encontrada uma forte correlação entre a origem do fornecedor (local vs. multinacional), e a ocorrência de problemas, uma vez que 74% dos problemas foram causadas por peças fornecidas por fornecedores multinacionais, cuja participação no volume de peças foi de 62%.

Como era esperado, o fator complexidade do componente tem uma correlação forte, com o aparecimento de problemas, pois 53% dos problemas foram causados pelos 26% das peças que tinham essa classificação.

Foi encontrada também, uma forte correlação entre o aparecimento de problemas nas peças fornecidas por fornecedores do tipo I (classificação Merli), pois 42% dos problemas ocorreram nos 20% dessas peças.

Algumas das possíveis causas para esse fato, são:

- Dificuldade para obtenção de informações do cliente. Por exemplo somente 85% dos DFMEA foram completados (SOETL – 2006), não foram realizados a maioria do “workshops” para definição de características críticas (KPCs), nem os de GD&T;
- Gerenciamento deficiente das modificações, uma vez que em pelo menos 3 dos casos estudados, não haviam dados matemáticos para a realização de modificações;

- Pendências comerciais, que atrasaram o início das modificações em ferramentas.

Uma representação gráfica das causas-raiz de cada uma das peças falhadas, do ponto de vista processo de manufatura é mostrada na figura 9, a seguir:

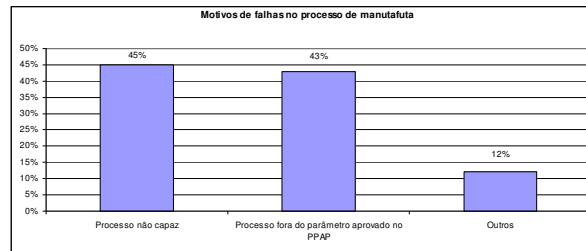


Figura 9 – Gráfico com a relação entre os motivos das falhas no processo no projeto SuperStar

Em 43% das falhas, os processos produtivos foram alterados sem uma devida re-validação. Em alguns deles, devido à falta de seguimento às instruções de manutenção preventiva, em outros, por modificações realizadas por iniciativa dos operários, com o intuito de otimizar o processo, Nos dois casos, fica tipificado uma falta de disciplina, frequentemente observada no operariado brasileiro, independentemente da origem do fornecedor. Fato este que é já relatado por OHNO (1998), quando é descrito que uma das vantagens do operariado da Toyota, era sua cultura arraigada pela qualidade e padronização, sendo que um processo somente era alterado, quando exaustivamente comprovado que essas modificações não prejudicavam o desempenho do produto, trazendo ganhos em sua produtividade.

Processos produtivos não apresentavam uma estabilidade e capacidade adequadas para garantir que as peças atendessem os requisitos de projeto. Sendo que em 45% das falhas, essa foi a causa raiz apontada, para as deficiências do processo de manufatura.

Muito possivelmente, devido à isso, na maioria dos casos, os testes de validação do produto não foram capazes de identificar a falha, pois as peças testadas apresentavam-se dentro das tolerâncias de desenho.

100% das causas-raiz para o quesito processo de planejamento, são devidos a processos de FMEA, tanto de processo, quanto de projeto não realizados adequadamente, com sua estratificação mostrada na figura 10, mostrada a seguir.

O que vêm de encontro à afirmação de JURAN (1994), de que uma das principais deficiências dos FMEAs, é que normalmente eles são realizados por “amadores”, que no caso de FMEAs de processo (PFMEA), não possuem um conhecimento abrangente sobre os processos de manufatura, quer seja para os possíveis modos de falha, quanto para os efeitos dessa falha, e nos casos de FMEAs de projeto (DFMEA), não tem conhecimento, ou tempo para analisar todas as interrelações entre as características dos componentes, e seu desempenho quando parte de um conjunto (16% dos casos). Um outro fator que corrobora a afirmação da execução por amadores, é a de que mais de 60% dos fornecedores entrevistados, não souberam especificar o método de treinamento em FMEA, realizado pelos participantes do time de FMEA.



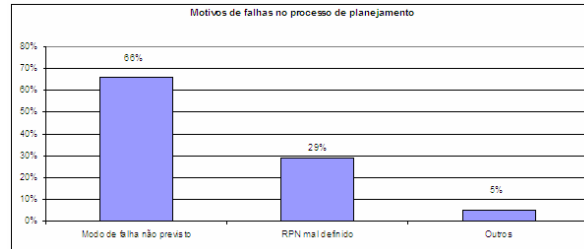


Figura 10 – Gráfico com a relação entre os motivos das falhas no processo de planejamento, no projeto SuperStar

Outra observação percebida nesse estudo é a de que os FMEAs, geralmente estão sendo aplicados como uma boa maneira para registrar as lições aprendidas, entretanto, os times de execução desses FMEAs, não se dedicam a explorar mais detalhadamente toda a gama de possíveis falhas, ou seja como dito por YOSHIMURA (2002), para realização de um bom processo de prevenção de problemas, é necessário uma boa discussão, ou seja, antever uma falha, não vivenciada no passado, através do relacionamento de suas causas com outros precedentes já experimentados, ou através do exercício da imaginação.

Analisando-se o quesito procedimentos de qualidade, observa-se que 79% dos problemas, não foram identificados pelos fornecedores, devido à métodos de inspeção não adequados, decorrentes de um fator de risco (“risk priority number”- RPN), subestimado, causados uma vez mais por um PFMEA deficiente, que não classificou essa característica do produto ou do processo como crítica, sendo essa deficiência já descrita por GRIFFIN (1997). Esses motivos estão sumarizados figura 11, mostrado na sequencia:



Figura 11 – Gráfico com a relação entre os motivos das falhas na detecção no projeto SuperStar

## ANÁLISE E CONCLUSÕES

Apesar do fato de que esse programa tenha sido lançado no tempo previsto, e que o seu desempenho de qualidade tenha sido considerado no mesmo nível dos programas anteriores, ficou evidente que o planejamento avançado da qualidade do produto não garantiu a inexistência de problemas de qualidade inicial, por parte das peças fornecidas por fornecedores externos da General Motors.

Levando-se em consideração a baixa representatividade estatística desse estudo, devido ao fato de que somente foi estudado um projeto, o conhecimento adquirido pode e deve ser extrapolado, pois os modos de falhas, comportamentos e tendências, seguramente estarão presentes e serão encontrados, quando da análise de uma amostragem mais representativa.

Na sequencia, o autor identifica quais os fatores que interferiram na efetividade do planejamento avançado da qualidade do produto na prevenção de defeitos na fase de qualidade inicial de lançamento de um produto.

Os principais fatores que interferiram na efetividade do planejamento avançado da qualidade do produto foram:

- Baixa disciplina no seguimento das 17 tarefas do APQP global;
- Modificações nos processo produtivos sem revalidação;
- Falta de um processo para melhoria contínua nas características críticas;
- DFMEA's e PFMEA's mal executados;
- Métodos de detecção sub-estimados.

Como principais benefícios gerados, podem ser relacionados:

- Atendimento das datas do programa, através de um melhor controle das atividades de desenvolvimento das peças do programa, atendendo os requisitos estabelecidos, ou com um plano de contenção adequado;
- Melhoria na comunicação entre as diversas áreas, pois mesmo sem um seguimento mais disciplinado dos itens em aberto, poucos desses itens ficaram sem resolução após o início da produção regular.

No estudo não foi possível a identificação de tendencias marcantes decorrentes dos diferentes perfis de fornecedores, como previsto, o que se notou é que quanto maior a complexidade da peça, maior a probabilidade da ocorrência de problemas, portanto um processo de planejamento mais abrangente e disciplinado deve ser aplicado.

Apesar da alta subjetividade, decorrente da representatividade estatística, o autor considera que o principal inibidor para a implantação adequada do planejamento avançado da qualidade do produto é a falta de suporte da alta liderança, que pode ser evidenciado pela baixa disciplina na execução das tarefas do APQP global, e pelo relativo grau de amadorismo identificado nos times de FMEA.

## **RECOMENDAÇÕES**

A disciplina na execução de todas as atividades do APQP global deve ser exigida pela alta gerência responsável pela execução do projeto e pela liderança da empresa, e enquanto uma cultura de qualidade não estiver entranhada em toda a organização, métodos para controle e cobrança devem ser desenvolvidos.

Uma proposta para tanto, é reportar em cada uma das revisões de porta (“gate-reviews”), previstas para controle do programa, qual é a situação das atividades mais críticas do APQP global, que do ponto de vista do autor são:

- Percentual de índice de risco (alto e baixo) realizado na tarefa #3;
- Previsão de atrasos nas datas de aprovação de GP-11, PPAP e GP-9;

- Quantidade e severidade dos itens em aberto, sendo que para os de severidade 3 (alto risco), um plano de ação também deve ser apresentado;
- Quantidade de DFMEAs e de PFMEAs realizados, comparando-se com os previstos;
- Itens que podem afetar o início ou realização de qualquer fase do programa, com respectivo plano de ação, ou reagendamento dessas fases.

Na figura abaixo, está exemplificada, quando esses informes devem ser realizados:

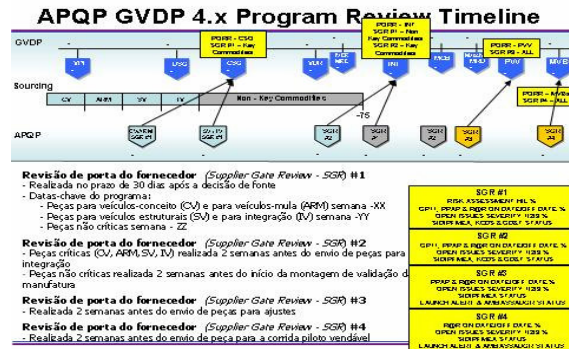


Figura 12 – Cronograma contendo as datas para informe sobre as atividades mais críticas do APQP, adaptado pelo autor

Outra recomendação para minimizar a falta de disciplina no processo produtivo, é adotar como um requisito específico, a melhoria contínua do processo, que está procedimentada através do procedimento geral 8 (GP-8), com aplicabilidade para todas as características críticas de produto (KPC) e de controle (KCC). Um formato para registro e auditoria está mostrada na figura 13.

Worldwide Purchasing Supplier Quality Process Capability Over Time									
Supplier Name: →		Date Revised: →		Supplier DUNS No: →		Program: →		Part Number: →	
Customer: →		Model Part: →		Drawing Date: →		Engineering Change Level: →		EWOC #: →	
KPC/	Product Characteristics	Selection Rational	DMAI SPEC.	TOLERANCE	Supplier Program Review 3s	PPAP APPROVAL	Supplier Program Review 4s	CONTINUOUS IMPROVEMENT	GP-8
0					Avg 3σ - Ppk	Avg 3σ - Ppk	Avg 3σ - Ppk	Avg 3σ - Cpk	
0					Dev	Dev	Dev	Dev	
20									
30									
40									

Figura 13 – Formato para registro das características críticas que devem ser submetidas ao GP-8, fonte: Manual da EQF

A implementação do processo de melhoria contínua (GP-8), sem uma melhoria na qualidade dos FMEAs, não proporcionará um resultado efetivo. Portanto também é recomendado, que se realize uma profissionalização das pessoas responsáveis e participantes do processo de FMEA, quer seja através da obrigatoriedade do treinamento dessas pessoas na ferramenta por organismo qualificado, quer seja pela disponibilização de especialistas nos processos de manufatura, para os FMEAs de processo, e de especialistas no produto para os FMEAs de projeto, de modo a fazer uma evolução do FMEA, que

atualmente na maioria dos casos somente é uma forma de registrar lições aprendidas, em uma ferramenta eficiente na prevenção de modos de falhas.

Como sugerido por YOSHIMURA (2002), uma boa discussão deve ser realizada pelo time do FMEA, para antever uma falha, não vivenciada no passado, através do relacionamento de suas causas com outros precedentes já experimentados, ou através do exercício da imaginação e uma das maneiras para estimular essa discussão, é a utilização das ferramentas de projeto para 6 sigmas (“Design for 6 Sigma” - DFSS), das revisões de projetos baseadas nos modos de falha (: “Design review based on failure mode” – DRBFM). e das revisões de projetos baseadas nos problemas de projeto (“Design review based on design problems” – DRBDP).

Devem ser estimulados também a realização dos “workshops” de GD&T e KCDS, de modo a melhorar a comunicação e definição das características críticas.

Finalmente, os fornecedores devem estender o processo de planejamento avançado da qualidade do produto, para os seus sub-fornecedores, tornando esse processo, um requisito específico para certificação da ISO / TS 16946, incentivando o uso disciplinado do mesmo, sendo que a conformidade a esse requisito, seria item de auditoria para obtenção do certificado ISO / TS.

## **BIBLIOGRAFIA**

BIDO, S. D., (1999). **Colaboração cliente-fornecedor no desenvolvimento de produtos: integração,, escopo e qualidade d oprojeto do produto – estudos de caso na indústria automobilística brasileira.** Dissertação de Mestrado.

CASCELLA, V. **Effective strategic planning.** Quality progress, 2002. p. 62-67.

CHILD, C.; KRANZ, R., (2003). **GM creates a Global Product Board.** Artigo do Automotive News, 07 de março de 2003.

CHRYSLER CORPORATION; FORD MOTORS COMPANY; GENERAL MOTORS CORPORATION. (1995). **Advanced Product Quality Planning (APQP).** Manual de referencia, publicado pela AIAG.

COOPER, R. G.; EDGETT, S.; KLEINSCHMIDT, E. J. Optimizing the stage-gate process. **Industrial Research Institute**, v. 45, n. 5, 2002. 13 p.

CROW, K., (1998). **Control your process with phase gates and design reviews.**

GARWIN, M. Competing on the eight dimensions of quality. **Harvard Business Review**, v. 65 , n.6, 1987. p. 101-119.

GENERAL MOTORS DO BRASIL (GMB). **Press release. 01 de março de 2005.**

GRIFFIN, A. The effect of project and process characteristics on product development cycle time. **Journal of Marketing Research**, v.34, n.1, p. 24-35, 1997.

JURAN, J. **PLANEJANDO PARA A QUALIDADE.** SÃO PAULO: PIONEIRA, 1990. 394 P.

\_\_\_\_\_. **A QUALIDADE DESDE O PROJETO.** SÃO PAULO: PIONEIRA, 1994. 551 P.

KAMINSKI, P. C., (2000). **Desenvolvimento de produtos com planejamento, criatividade e qualidade.** Rio de Janeiro: Editora LTC - Livros Técnicos e Científicos.

MALOSON, W., (2004). **Introdução de novas tecnologias nas industrias.**

MERLI G., (1994). **“Comahership”:** a nova estratégia para os suprimentos. Editora Qualitymark, Rio de Janeiro.

SOETL, M. M. **ANÁLISE DA MATURIDADE EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS E SEU IMPACTO NOS PROJETOS DE DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS: UM ESTUDO DE CASO DO SETOR AUTOMOTIVO.** 2006. 128P. DISSERTAÇÃO (MESTRADO)- ESCOLA POLITÉCNICA, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, SÃO PAULO, 2006.

STRUEBING, L., **MEASURING FOR EXCELLENCE.** USA : QUALITY PROGRESS, V.29 P 25-28, 1996.

OHNO, T. **TOYOTA PRODUCTION SYSTEM: BEYOND LARGE SCALE PRODUCTION.** PRODUCTIVITY PRESS, PORTLAND USA, 1998. 143 P.

YOSHIMURA, T. **Mizemboushi method:** how to prevent a problem before it occurs. Juse Press Ltd., 2002. 170 p.