

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL**

ANA KAROLINE BENEDITTI

**DISCUSSÕES SOBRE O PLANEJAMENTO AVANÇADO DA QUALIDADE DO
PRODUTO (APQP): UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA METALÚRGICA**

Botucatu-SP
Junho-2015

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL**

ANA KAROLINE BENEDITTI

**DISCUSSÕES SOBRE O PLANEJAMENTO AVANÇADO DA QUALIDADE DO
PRODUTO (APQP): UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA METALÚRGICA**

Orientador: Prof. Ms. Vitor de Campos Leite

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
FATEC - Faculdade de Tecnologia de
Botucatu, para obtenção do título de
Tecnólogo no Curso Superior de Produção
Industrial.

Botucatu-SP
Junho-2015

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus e a intercessão de Nossa Senhora, pela força, pela proteção e por essa oportunidade.

Também agradeço a Deus por ter me ajudado a vencer todos os empecilhos que apareceram nessa caminhada.

Quero agradecer aos meus pais, Ana Maria e Geraldo pelo apoio, incentivo, compreensão e carinho nesses três anos de estudo, sem eles essa conquista não teria o mesmo valor.

Agradeço ao meu noivo Tiago pelo apoio e compreensão, é meu grande companheiro e sou infinitamente grata pela ajuda durante essa etapa tão importante em minha vida.

Agradeço a minha irmã Tânia, que me ajudou muito e nos momentos de dúvidas ela sempre me faz analisar as coisas de um modo diferente.

Não poderia deixar de agradecer uma pessoa muito especial e que amo muito, minha querida tia Célia, sei que parte dessa conquista foi graças aos seus conselhos.

Não tenho palavras para agradecer a dedicação e compreensão de todos os professores, em especial ao meu orientador Vitor Leite, que conquistou minha admiração, pois além de ser um excelente profissional, é uma pessoa muito serena e humilde, agradeço de coração por sua ajuda.

Meus agradecimentos também a empresa Tecnaut Industria e Comércio de Metais Ltda, pelo incentivo e pela colaboração em disponibilizar os dados para realização dessa pesquisa.

Agradeço a todos os meus familiares e amigos pelo apoio.

*É feliz quem ouve a voz de Deus e caminha em seus preceitos
Será como uma árvore que é plantada na beira de um rio
Terá fruto ao seu tempo cujas folhas não caem ao vento
(Salmos 1: 1-3)*

RESUMO

Em virtude do atual mercado competitivo, uma empresa deve atender muitas exigências para conquistar espaço. Direcionando o foco para a indústria automotiva, a qualidade é muito importante na relação entre montadoras e fornecedores. A norma ISO/TS 16949 em conjunto com a ISO 9000 especifica requerimentos para o sistema de qualidade. O tema discutido nesse trabalho é uma das exigências da ISO/TS 16949, o APQP, método que visa assegurar todas as etapas do desenvolvimento de um produto, garantindo a satisfação do cliente por meio de ferramentas que o método disponibiliza. Esse trabalho teve como objetivo principal a demonstração da aplicação do APQP, utilizando a metodologia qualitativa. O estudo de caso foi realizado em uma empresa do ramo metalúrgico, utilizando como base a fabricação de uma peça desenvolvida com a metodologia APQP. Os resultados obtidos com essa pesquisa deixam clara a importância da utilização da metodologia na rotina da empresa, pois garante a qualidade do produto, o controle do processo de desenvolvimento e entrega do produto no prazo determinado. Por meio de análises e comparações realizadas nesse trabalho, conclui-se que o APQP reduz o tempo de desenvolvimento de novos produtos e melhora o índice de qualidade dos produtos.

PALAVRAS-CHAVE: APQP. Indústria Automotiva. Qualidade.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Estudo de Viabilidade..... | 24 |
| Figura 2 - Fluxograma APQP..... | 26 |
| Figura 3 - Plano de Ação..... | 29 |
| Figura 4 - Análise de Viabilidade..... | 31 |
| Figura 5 - Estratificação - Viabilidade..... | 32 |
| Figura 6 -Resultado - Análise de Viabilidade..... | 33 |
| Figura 7 - Planilha Matriz do APQP..... | 33 |
| Figura 8 - Planilha Individual de Amostras..... | 34 |
| Figura 9 - Desenho do Conjunto..... | 36 |
| Figura 10 - Desenho Componente 1..... | 36 |
| Figura 11 - Desenho Componente 2..... | 37 |
| Figura 12 - Dispositivos para Fabricação da Peça..... | 38 |
| Figura 13 - PFMEA..... | 39 |
| Figura 14 - Plano de Controle..... | 39 |
| Figura 15 - Fluxograma de Processo..... | 40 |
| Figura 16 – Plano de Controle / Processo..... | 41 |
| Figura 17 - Plano Operacional..... | 42 |
| Figura 18 - Plano de Embalagem..... | 43 |
| Figura 19 - Planilha Individual do Item Concluída..... | 44 |
| Figura 20 - Aproveitamento Geral..... | 45 |
| Figura 21 - Itens desenvolvidos fora do Programa APQP..... | 46 |
| Figura 22 - Itens Desenvolvidos no Programa APQP..... | 47 |
| Figura 23 - Controle de Amostras 2013..... | 48 |
| Figura 24 - Controle de Amostras 2014..... | 49 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Classificação Nível de Dificuldade | 28 |
| Tabela 2 - <i>Lead Time</i> Desenvolvimento de Amostras..... | 28 |
| Tabela 3 - Aproveitamento Geral | 45 |
| Tabela 4 - Comparativo de Desenvolvimentos | 47 |
| Tabela 5 - Controle de Amostras 2013 | 48 |
| Tabela 6 - Controle de Amostras 2014..... | 48 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIAG – AUTOMOTIVE INDUSTRY ACTION GROUP

APQP - ADVANCED PRODUCT QUALITY PLANNING (PLANEJAMENTO AVANÇADO DA QUALIDADE DO PRODUTO)

CPL – CÉLULA DE PEQUENOS LOTES

DFMEA – ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA DE PROJETO

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION

ISO/TS - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION / SPECIFICATION TECHNICAL

PCP – PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

PFMEA – ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA DE PROCESSO

PPAP - PRODUCTION PART APPROVAL PROCESS (PROCESSO DE APROVAÇÃO DE PEÇAS DE PRODUÇÃO)

SGQ – SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE

TQM – TOTAL QUALITY MANAGEMENT (GERENCIAMENTO TOTAL DA QUALIDADE)

SUMARIO

| | Página |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 9 |
| 1.1 Objetivo | 10 |
| 1.2 Justificativa | 10 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 11 |
| 2.1 Qualidade | 11 |
| 2.1.1 Evolução do Conceito de Qualidade | 12 |
| 2.1.2 TQM Gerenciamento da Qualidade Total | 13 |
| 2.1.3 Sistema de Qualidade | 13 |
| 2.1.4 Racionalidade do Sistema de Gestão da Qualidade | 14 |
| 2.1.5 Norma ISO | 14 |
| 2.1.6 Norma ISO/TS 16949 | 15 |
| 2.2 Planejamento Avançado da Qualidade do Produto | 16 |
| 2.3 Fases do APQP..... | 17 |
| 2.3.1 Planejar e definir o programa | 17 |
| 2.3.2 Verificação do Projeto e Desenvolvimento do Produto..... | 18 |
| 2.3.3 Verificação de Projeto e Desenvolvimento de processo | 18 |
| 2.3.4 Validação do Produto e do Processo | 19 |
| 2.3.5 Análise da Retroalimentação e Ação Corretiva..... | 20 |
| 2.4 Análise de modo e efeito de falha (FMEA)..... | 20 |
| 3 MATERIAL e MÉTODOS | 21 |
| 3.1 Material | 21 |
| 3.2 Métodos | 21 |
| 3.3 Estudo de Caso..... | 21 |
| 3.3.1 A Empresa | 22 |
| 3.3.2 Desenvolvimento de Amostras..... | 23 |
| 3.3.3 Implantação do APQP | 25 |
| 3.3.4 Funcionamento do APQP na Organização | 25 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 30 |
| 4.1 Aplicação da metodologia APQP | 30 |
| 4.1.1 Comprometimento da Equipe com a Viabilidade | 30 |
| 4.1.2 Disparar amostra | 33 |
| 4.1.3 Etapas 1 e 2..... | 35 |
| 4.1.4 Etapas 3, 4 e 5..... | 38 |
| 4.1.4 Etapa 6..... | 42 |
| 4.1.5 Etapa 7..... | 42 |
| 4.1.6 Etapa 8..... | 43 |
| 4.1.7 Etapa 9..... | 43 |
| 4.2 Análise dos resultados | 44 |
| 5 Conclusão | 50 |
| REFERÊNCIAS | 51 |

1 INTRODUÇÃO

No atual mercado globalizado, existe uma grande competitividade empresarial e muitas exigências. Para se conquistar espaço e credibilidade é preciso fazer o melhor, produzir com qualidade atendendo todos os requisitos do cliente dentro do prazo determinado, mantendo sempre atualizada a relação entre normas e ferramentas.

O setor automotivo é muito importante para a estrutura industrial brasileira devido aos seus encadeamentos, sendo um setor cujo desempenho pode afetar diretamente a produção de vários outros setores industriais. A cadeia automotiva possui duas extremidades, uma delas são as empresas de matéria prima e na outra as montadoras de veículos, entre essas extremidades encontra-se os fabricantes de autopeças.

Paralelamente, tem-se observado um aumento da concorrência entre as montadoras que buscam condições para produzir com um baixo investimento e menor custo operacional possível. O resultado dessa busca envolve diretamente os fornecedores por meio de exigências das montadoras no sentido da formulação de novas estratégias de produção. Essas exigências referem-se ao fornecimento como, atendimento aos requisitos de qualidade, melhoria contínua nos processos, redução de custo, flexibilidade na prestação de serviço, agilidade, e maior envolvimento em novos projetos por meio da utilização da engenharia simultânea que visa agilizar a introdução de produtos no menor tempo possível.

As montadoras reconhecem o papel fundamental que a qualidade tem em seu sucesso, mas uma grande parcela de seu desempenho depende de seus fornecedores. Portanto, a qualidade é um dos principais fatores a serem considerados na seleção de fornecedores e geralmente quando um fornecedor apresenta melhores padrões de qualidade e desempenho terá prioridade na obtenção de novas oportunidades de negócios.

Em razão desse cenário competitivo e da grande importância da qualidade na fabricação de produtos, muitas empresas têm investido na implantação de metodologias para o aumento da qualidade e da produtividade industrial, dentre as quais o uso de um método estruturado, utilizado no desenvolvimento de novos produtos, o Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP).

A aplicação do APQP em uma organização permite uma boa comunicação entre todos os envolvidos, assegura que todos os passos do desenvolvimento de um produto foram realizados dentro do prazo por meio dos cronogramas e ferramentas que o método disponibiliza. Pode ser considerada uma garantia nas mãos do cliente, pois contém todas as informações do desenvolvimento do produto.

1.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho é demonstrar por meio de uma aplicação prática desenvolvida em uma empresa específica, cada etapa do desenvolvimento de um produto, utilizando o método estruturado APQP, identificando possíveis vantagens e oportunidades de melhorias da aplicação dessa metodologia.

1.2 Justificativa

O motivo da escolha dessa metodologia como um estudo de caso é em razão da grande competitividade que existe no mercado atual. Os clientes são muito exigentes e buscam fornecedores qualificados, que possuam um sistema de gestão da qualidade formal, atendam seus requisitos e desenvolvam produtos de qualidade no menor prazo. O APQP é uma importante ferramenta que auxilia no desenvolvimento, de maneira consistente, de novos produtos e possibilita a obtenção de itens com qualidade garantindo a satisfação do cliente. A correta utilização das métricas que a ferramenta propõe, contribuí para uma comunicação eficaz entre os envolvidos no processo e assegura que todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do produto sejam atendidas dentro de um prazo estabelecido.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Antes do estudo aplicado sobre o método a ser estudado, é necessário que se conheçam as ligações e vínculos existentes entre a ferramenta abordada o Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP), com normas e conceitos internacionais de gestão da qualidade.

2.1 Qualidade

“A origem do termo é oriunda do latim *qualitate*, que significa propriedade, atributo ou condições das coisas ou das pessoas, capaz de distingui-las das outras” (MARTINELLI, 2009, p.17).

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2000, p. 07) qualidade é “grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz a requisitos”.

Qualidade é atender às expectativas e necessidades do cliente de forma satisfatória, também pode ser compreendida como a relação do consumo entre a organização e o mercado, onde existem cadeias de qualidade entre fornecedores e clientes que podem ser quebradas caso os requisitos do cliente internos e externos não sejam alcançados (MARTINELLI, 2009).

Silva (2005) relaciona qualidade á percepção, expectativas e necessidade do cliente, no sentido técnico qualidade compreende ao cumprimento das especificações do projeto pelo produto.

Martinelli (2009) também destaca o fator de competitividade, em todos os tipos de organizações ela está presente. Portanto a qualidade pode se tornar uma arma competitiva,

pois a reputação de uma organização é baseada em alguns fatores como: qualidade, confiabilidade, entrega e preço, dentre os quais a qualidade é o aspecto mais relevante.

O conceito de qualidade há muito tempo faz parte da história humana, porém recentemente passou a ter formalmente a função de gerência. Segundo Miguel (2006a) no início da era industrial a qualidade era executada pelos artesãos a fim de conferir o trabalho realizado, hoje devido à saturação do mercado, competitividade entre as empresas e globalização econômica, o enfoque da qualidade é alterado, pois o mercado passa a ser regido pelos clientes e não mais pelos que fabricam. É importante ressaltar como o conceito de qualidade se desenvolveu com o passar do tempo.

2.1.1 Evolução do Conceito de Qualidade

O conceito de qualidade evoluiu ao longo do século, mudando de uma atividade de inspeção com caráter corretivo, para o uso de técnicas estatísticas que garantiriam de forma preventiva a qualidade do produto. Posteriormente a ênfase mudou do produto para o processo, pois um processo com os padrões de qualidade desejados apresenta como consequência um produto com a qualidade esperada. Paralelamente, passou-se a trabalhar com os sistemas de qualidade das empresas. Atualmente o conceito evoluiu, e hoje é considerado um sistema de gestão (SILVA, 2005).

Segundo Carvalho (2006) uma das classificações temporais mais adotadas é a proposta de David Garvin que classifica a evolução da qualidade em quatro eras:

- Inspeção
- Controle Estatístico da Qualidade
- Garantia da Qualidade
- Gestão estratégica da Qualidade

Conforme Oliveira (2009) na era da inspeção o produto era verificado pelo produtor e pelo cliente, os principais responsáveis pela inspeção eram artesãos segundo os seus próprios critérios, focando principalmente na detecção de eventuais defeitos da fabricação.

Ainda abordando o pensamento de Oliveira (2009) a era do controle estatístico do processo os meios de inspeção foram modificados em função da demanda do produto, inviabilizou-se a execução da inspeção produto a produto e passou-se a utilizar técnicas estatísticas por meio de amostragem.

Segundo Miguel (2006a), na era da garantia da qualidade o interesse principal passa a ser a coordenação, visando toda cadeia produtiva desde o projeto até a venda, utilizando métodos como programas e sistemas. Os departamentos de qualidade passaram a ter como objetivo a garantia do produto e do processo por meio de auditorias, treinamentos, análises técnicas, incentivando e pressionando as áreas operacionais com relação à melhoria contínua.

Os relatos de Miguel (2006a) sobre a era da gestão estratégica da qualidade considera um momento em que a qualidade passou a ser percebida como disciplina de cunho estratégico, os princípios do gerenciamento da qualidade total (TQM) foram assimilados pelas organizações, a qualidade passou a ser discutida na agenda estratégica do negócio e o mercado passou a valorizar quem possuía esse novo conceito de gestão.

2.1.2 TQM Gerenciamento da Qualidade Total

O conceito da qualidade nos dias de hoje enfatiza uma visão integrada (envolvendo fatores humanos), tendo por base um sistema de gerenciamento da qualidade: “O TQM é baseado no envolvimento da força de trabalho, nas mudanças comportamentais e na maior integração entre as áreas funcionais” (MIGUEL, 2006b, p. 95).

“A ideia central do TQM é que a qualidade esteja presente na função de gerenciamento organizacional, em uma tentativa de ampliar seu foco, não se limitando às atividades inerentes ao controle” (Miguel, 2006b, p 90).

Segundo Miguel (2006a) o TQM é um sistema estruturado que busca a satisfação dos clientes internos e externos, além dos fornecedores, integrando o ambiente de negócios com a melhoria contínua. Incorpora uma série de ações para alcançar a melhor qualidade e diferencial de mercado.

2.1.3 Sistema de Qualidade

“O sistema de qualidade é o conjunto de regras mínimas com o objetivo de orientar cada área funcional de uma organização na execução de suas atividades” (MIGUEL, 2006a, p.100).

É composto por um manual da qualidade que fornece informações consistentes ao sistema de gestão da qualidade, procedimentos internos e instruções de trabalho voltado ao detalhamento de execução das tarefas, e também os registros que comprovam como

determinadas tarefas foram executadas afim de mais tarde serem utilizados para melhorar todo o sistema de qualidade (MARSHALL JUNIOR et al., 2010).

2.1.4 Racionalidade do Sistema de Gestão da Qualidade

O cliente deseja sempre receber produtos que satisfaçam suas necessidades e expectativas, como essas estão sempre em constante mudança é preciso melhorar continuamente os processos e produtos.

O Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) é a estrutura organizacional criada para gerir e garantir a qualidade, os recursos necessários, os procedimentos operacionais e as responsabilidades estabelecidas. “Deve ser utilizado para dirigir e controlar uma organização em relação á qualidade” (POZZER, 2013, p.17).

O objetivo do SGQ é ajudar a uma organização a melhorar continuamente os níveis de satisfação: “Deve permitir então monitorizar, medir e analisar os processos tomando as necessárias ações corretivas e preventivas para atingir os resultados planejados e privilegiando a melhoria contínua de todos os processos e subsistemas” (FERREIRA, 2006, p.164).

O organismo que dita as normas do Sistema de Gestão da Qualidade é a ISO – *International Organization for Standardization*, e a norma diretamente ligada ao SGQ é a ISO 9001 na qual o item 4 estabelece os requisitos aplicáveis ao mesmo (FERREIRA, 2006).

2.1.5 Norma ISO

Segundo Ballestero-Alvarez (2010) *International Organization for Standardization* (ISO) é uma organização não governamental fundada em 1947, com o objetivo de promover a padronização entre as empresas, o desenvolvimento da normalização e atividades correlacionadas no mundo inteiro.

Em relação à qualidade, existem algumas normas direcionadas ao SGQ:

- ISO 9000 - Sistema de gestão da qualidade: Fundamentos e vocabulário.
- ISO 9001 - Sistema de gestão da qualidade: Requisitos.
- ISO 9004 - Sistema de gestão da qualidade: Diretrizes para melhoria de desempenho.

A série de normas ISO 9000 é uma família de normas voltadas para sistemas de gestão da qualidade, composta pela própria ISO 9000, ISO 9001 e ISO 9004. (BALLESTERO-ALVAREZ, 2010).

A norma ISO 9000 tem como objetivos esclarecer as diferenças e inter-relações entre os principais conceitos da qualidade, e fornecer diretrizes para seleção e uso da série de normas sobre sistemas da qualidade, enquanto que a ISO 9004 (composta de quatro partes) é voltada para a gestão da qualidade, não tem uso comercial, e é utilizada internamente pela empresa, ou em situações não contratuais, onde não se objetiva a certificação. A ISO 9001, a mais completa em termos de requisitos, abrange projeto, desenvolvimento, produção, instalação e serviços associados. (MIGUEL, 2006a, p.90).

2.1.6 Norma ISO/TS 16949

A norma ISO/TS 16949 em conjunto com a norma ISO 9000 são especificações de gerenciamento de qualidade voltada à indústria automotiva. Tem por objetivo principal o desenvolvimento de um sistema global gerencial, enfatizando a redução de desperdícios dentro da cadeia de suprimento por meio da especificação de requerimentos para o sistema de qualidade (KATHA, 2004, apud ARNOSTI, 2013).

Comparativamente com a norma ISO 9001:2008 o complemento de norma ISO/TS 16949:2010 apresenta 98 subitens a mais, isso se deve ao fato desta norma ser específica para o setor automotivo e abranger tanto as montadoras quanto os fornecedores nas áreas de projeto/desenvolvimento, produção, instalação e assistência técnica de produtos. (RODRIGUES, 2013, p. 45).

Nessa norma trata-se de um requisito inicial para novos desenvolvimentos: “os requisitos de 7.3 incluem o projeto e desenvolvimento do produto e do processo de manufatura, com foco na prevenção do erro ao invés da sua detecção” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 18).

“Juntamente com os requisitos aplicáveis do cliente, esta especificação técnica, em conjunto com a ISO 9001, define os requisitos do sistema de gestão da qualidade para o projeto, desenvolvimento e produção de produtos relacionados ao setor automotivo” (SOUZA, 2010, p 17).

A especificação técnica ISO/TS 16949 descreve em alguns tópicos que a organização deve planejar e controlar o projeto e desenvolvimento de produtos, determinando os estágios do projeto e desenvolvimento, deve realizar análises críticas, verificar e validar cada fase, e também deve existir o uma comunicação eficaz com designação clara de responsabilidades

entre todos os envolvidos no projeto e desenvolvimento de produtos. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004). A relação da metodologia APQP com a norma ISO/TS 16949 é justamente as exigências citadas, pois são a base e o propósito para o seu funcionamento.

2.2 Planejamento Avançado da Qualidade do Produto

A ferramenta APQP surgiu das necessidades das montadoras GM, Chrysler e Ford em facilitar o gerenciamento das atividades do desenvolvimento de novos produtos, outro fator contribuinte foi à necessidade de uma padronização para as atividades e registros do processo de desenvolvimento do produto. Para o atendimento dessas necessidades existe um manual obrigatório para todos os fornecedores de montadoras, o órgão que desenvolve e distribui este manual é a *Automotive Industry Action Group* - AIAG. (PISSINATTI, FRANCO, REZENDE, 2014).

O APQP pode ser definido como um método estruturado para definir e estabelecer as etapas do desenvolvimento de um produto garantindo a satisfação do cliente, seu objetivo principal é assegurar que as etapas do desenvolvimento do produto sejam completadas dentro do prazo estabelecido, enfatizando o compromisso da alta gerência e os esforços de todos os envolvidos. Direcionar recursos, promover antecipadas alterações necessárias evitando mudanças de última hora e fornecer produto de qualidade dentro do prazo são alguns benefícios da aplicação do método APQP (PLANEJAMENTO..., 2008).

O grau de importância do APQP para indústria automotiva é muito alto, pois auxilia a comunicação durante um ciclo de desenvolvimento de um produto e permite obter informações técnicas que resultam em economia do tempo de desenvolvimento. Para a empresa é considerado uma grande vantagem, pois aumenta a satisfação com a montadora e garante a finalização de um projeto antes do prazo (SOUZA, 2010).

É necessária a formação de uma equipe para o funcionamento de método APQP, devendo ser composta por um gerente do programa responsável pela contagem e coordenação da equipe, membros da engenharia, produção, controle de materiais, compras, vendas, assistência técnica, subcontratados, qualidade, técnico de segurança e o próprio cliente (SILVA, 2007).

Outras duas requisições iniciais são a definição de abrangência onde a equipe deverá identificar as necessidades e expectativas do cliente e a utilização de um plano de prazo, com

o objetivo de efetuar um cronograma de processo do programa com base nas datas acordadas com o cliente (SOUZA, 2010).

Segundo Silva (2007) para a comparação de expectativas e resultados é utilizado o relatório do APQP que tem a função de resumir a situação atual do projeto. Representado por cores na qual cada uma delas significa um status:

- Verde: Data antes do prazo, as etapas atenderão as expectativas do cliente.
- Amarelo: Data antes do prazo, mas as etapas poderão não cumprir as datas previstas.
- Vermelho: Data antes do prazo, mas as etapas não serão cumpridas.

2.3 Fases do APQP

O APQP é composto por 5 fases, cada fase proporciona saídas e entradas para a fase seguinte. Segundo Rocha (2009), o APQP é uma estrutura básica que pode ser adaptada conforme a sistemática nos desenvolvimentos de produtos de cada empresa, portanto as nomenclaturas, tratativas de equipe, reuniões, sistemas de monitoramento, entre outros itens, são particulares de cada empresa.

2.3.1 Planejar e definir o programa

Planejar e definir o programa são a fase inicial, “este estágio consiste em determinar as necessidades e expectativas do cliente, buscando planejar o programa de desenvolvimento do produto” (ROCHA, 2009, p.24).

Segundo Souza (2010), os objetivos dessa fase inicial são:

- Objetivos do projeto;
- Metas de confiabilidade e qualidade;
- Lista preliminar de materiais;
- Fluxograma preliminar do processo;
- Lista preliminar de características especiais do produto e processo;
- Plano de Garantia do Produto;
- Suporte da Gerência.

2.3.2 Verificação do Projeto e Desenvolvimento do Produto

Na fase de verificação do projeto e desenvolvimento do produto, os elementos do processo de planejamento são discutidos, durante a qual são desenvolvidas as características do projeto praticamente no formato definitivo. O grupo do APQP deve considerar todos os aspectos do projeto no processo de planejamento, mesmo o projeto pertencendo ao cliente. Nessa etapa inclui-se a confecção de protótipos para verificar se o produto atinge os objetivos do cliente, além disso, outro fator de importância neste estágio é a realização de análises de viabilidade para determinar se ocorrerão problemas durante a manufatura (FERREIRA, 2001).

Segundo Souza (2010), os objetivos dessa segunda fase são:

- Análise de modo e efeitos de falha de projeto (DFMEA);
- Projeto para manufaturabilidade e montagem;
- Verificação do projeto;
- Análises Críticas do Projeto;
- Construção do protótipo - Plano de Controle;
- Desenhos de engenharia (incluindo dados matemáticos);
- Especificações de engenharia;
- Especificações de material;
- Alterações de desenhos e especificações;
- Requisitos para novos equipamentos, ferramental e instalações;
- Características especiais do produto e processo;
- Requisitos para Dispositivos de medição/Equipamento de teste;
- Comprometimento da equipe com a viabilidade e suporte da gerência.

2.3.3 Verificação de Projeto e Desenvolvimento de processo

Na fase de verificação do projeto e desenvolvimento do processo o foco principal da equipe é em relação ao projeto do item e seus detalhes técnicos para produção e desenvolvimento do processo. A maior preocupação está em garantir a fidelidade e qualidade, pois o processo produtivo deve assegurar que as necessidades e expectativas do cliente serão atendidas (KACH, 2012).

Segundo Souza (2010), os objetivos dessa terceira fase são:

- Padrão de especificações de embalagem;
- Análise crítica do sistema de qualidade do produto/Processo;
- Fluxograma do processo;
- Layout das instalações;
- Matriz de características;
- Análise de modo e efeito de falha do processo (PFMEA);
- Plano de controle de pré-lançamento;
- Instruções do processo;
- Plano de análise dos sistemas de medição;
- Plano de estudo preliminar de capacidade do processo;
- Suporte da Gerência.

2.3.4 Validação do Produto e do Processo

Nesta fase, ocorre a validação do produto e do processo por meio de avaliação de uma corrida piloto de produção. “O objetivo é assegurar que todas as atividades procedentes estejam realizadas de acordo com o planejamento, fornecendo os produtos de acordo com as exigências do cliente” (ROCHA, 2009, p.26).

Segundo Souza (2010), os objetivos dessa quarta fase são:

- Corrida piloto de produção;
- Avaliação dos sistemas de medição;
- Estudo preliminar de capacidade do processo;
- Aprovação de peça de produção;
- Testes de validação da produção;
- Avaliação da embalagem;
- Plano de controle de produção;
- Aprovação do planejamento da qualidade;
- Suporte da Gerência

2.3.5 Análise da Retroalimentação e Ação Corretiva

A última fase do APQP é a análise da retroalimentação e ação corretiva, momento em que o projeto estará praticamente concluído e os resultados podem ser avaliados. Será feita a retroalimentação e se houver variações no desenvolvimento ações corretivas deverão ser tomadas (ROCHA, 2009).

Segundo Souza (2010), os objetivos dessa quinta fase são:

- Variação reduzida;
- Maior satisfação do cliente;
- Entrega e assistência técnica aperfeiçoada;
- Uso efetivo das lições aprendidas/melhores práticas.

2.4 Análise de modo e efeito de falha (FMEA)

A ferramenta FMEA além ser uma exigência, possui um papel fundamental na metodologia APQP, pois é um banco de dados confiável utilizado pela equipe, com a finalidade de assegurar que seja realizada uma avaliação dos modos de falha do processo ou no projeto, assim como suas causas e mecanismos (KACH, 2012).

Existem dois tipos de análise de modo e efeito de falha, o DFMEA e o PFMEA. O DFMEA trata das possíveis falhas decorrentes ao projeto, é um documento vivo atualizado de acordo com as necessidades do cliente. O PFMEA é uma análise e revisão de processos novos ou revisados, que é realizado para antecipar, solucionar ou monitorar problemas do processo (PLANEJAMENTO..., 2008).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

Os materiais utilizados no desenvolvimento desse trabalho foram informações, registros e documentos da empresa do estudo de caso aplicado, como análises de viabilidades, desenhos, procedimentos, planos operacionais, modelos de PFMEA, modelos de plano de controle, planos de embalagens e fluxogramas.

3.2 Métodos

Para realização deste trabalho foi utilizado o método qualitativo baseado em dados coletados em uma indústria metalúrgica. Primeiramente, foi realizado um estudo bibliográfico e digital sobre o tema e uma observação na empresa do estudo de caso aplicado sobre a aplicação do tema proposto. Foram levantados juntos aos colaboradores da empresa do estudo de caso envolvidos com este processo os resultados obtidos com a aplicação dessa metodologia e analisados programas de APQP anteriormente realizados.

3.3 Estudo de Caso

O estudo de caso foi realizado na empresa Tecnaut Indústria e Comércio de Metais Limitada instalada na Rodovia Marechal Rondon, km 254 - Botucatu-SP, a planta da empresa

contempla uma área construída de aproximadamente 14.000 m² e conta com a colaboração de 208 trabalhadores.

3.3.1 A Empresa

A Tecnaut iniciou suas atividades em novembro de 1993 com a finalidade de atender as indústrias do setor náutico, focando a partir de 1997, nas necessidades do mercado de veículos automotores e máquinas agrícolas.

O ramo da atividade da empresa é o metalúrgico, atendendo hoje os mais diversos segmentos do mercado com uma completa linha de produtos incluindo peças e componentes destinados às indústrias fabricantes de caminhões, ônibus, e para as indústrias de implementos agrícolas como tratores, colheitadeiras, equipamentos para fenação e forragem, pulverizadores, equipamentos para preparo de solo e peças de reposição relacionadas.

Atualmente, executa processos de corte a laser, estampagem, soldagem de componentes e conjuntos com tratamento de superfície e pintura a pó. Possui uma célula própria para desenvolvimento de novos produtos, que fabrica as primeiras peças visando o melhor fluxo e valida cada estágio do seu desenvolvimento.

Diante da grande exigência de mercado e com a visão focada na satisfação de seus clientes e na melhoria contínua de seus processos e produtos, a TECNAUT investe em:

- Equipamentos modernos com tecnologia de ponta.
- Manutenção do seu Sistema de Gestão da Qualidade ISO 9001:2008, certificação conquistada no ano de 2002;
- Sistemática da Certificação ISO/TS 16949:2009;
- Treinamento contínuo de seus colaboradores.

A Tecnaut tem como foco o comprometimento com a qualidade de seus produtos e o atendimento aos requisitos do cliente, afim de obter sua satisfação, seu objetivo estratégico é a busca pela melhoria contínua em todo Sistema de Gestão da Qualidade. A empresa busca sempre novos mercados, utilizando uma sistemática de desenvolvimento de novos produtos cuja mesma é o foco do estudo de caso desse trabalho.

3.3.2 Desenvolvimento de Amostras

Antes que um item esteja aprovado e liberado para ser produzido, é necessário que ele passe por um processo de desenvolvimento a fim de se obter a aprovação do cliente, um planejamento é realizado e o desenvolvimento do processo de fabricação do produto é controlado de forma a monitorar os estágios do desenvolvimento, esse novo produto é denominado como amostra. A quantidade de amostras fabricadas é sempre determinada conforme a necessidade do cliente, variando normalmente de 2 a 6 amostras.

As entradas de novos produtos são analisadas criticamente, é avaliada a capacidade dos resultados de forma que os requisitos estabelecidos pelo cliente sejam atendidos, incluindo também outros requisitos aplicáveis ou informações originadas de desenvolvimentos anteriores semelhantes. As saídas de desenvolvimento são apresentadas de forma que se possibilite a verificação em relação às entradas de desenvolvimento e devem ser aprovadas antes de serem liberadas, devendo ainda fornecer informações apropriadas para aquisição e produção, bem como devem referenciar critérios de aceitação e as características do processo e do produto.

O processo é realizado em algumas etapas; o cliente solicita o orçamento de um novo item e um estudo de viabilidade de manufatura é realizado. O estudo de viabilidade consiste em avaliar a capacidade de fabricação do produto em relação aos recursos disponíveis. As peças são caracterizadas em quatro graus:

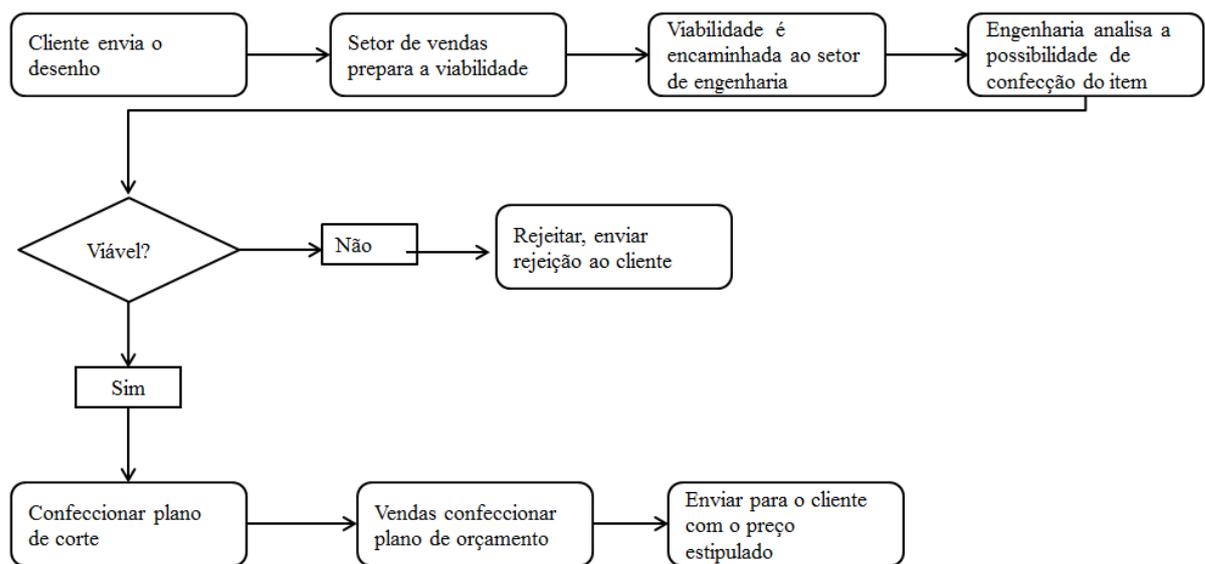
- A. Peças com baixo grau de dificuldade (cortadas e/ou dobradas): para esse tipo de peças a análise é realizada apenas pelo setor de vendas, com base na disponibilidade de horas de produção e prazo de produção.
- B. Peças com médio grau de dificuldade de fabricação interna (necessidade de confecção de gabaritos): para esse tipo de peças a análise é realizada pelos setores de vendas, engenharia, considerando a disponibilidade de horas de produção.
- C. Peças com médio grau de dificuldades de fabricação externa (dependem de terceirização): para esse tipo de peças a análise é realizada pelos setores de vendas, engenharia, e compras considerando a disponibilidade de horas de produção.
- D. Peças com alto grau de dificuldade de fabricação (dependem de fabricação de ferramentas por terceiros e/ou tolerâncias dimensionais de forma e posição):

Para esse tipo de peças a análise é realizada pelos setores de vendas e engenharia.

Os desenhos e especificações fornecidos pelo cliente são utilizados como base para se analisar a capacidade de produção do item, sendo que algumas considerações em relação aos recursos são realizadas, como requisitos técnicos, logísticos, aquisição, comerciais e de manufatura. Todas essas considerações são registradas em um documento, que deve ser assinado pelos envolvidos e arquivado para histórico e rastreabilidade.

Quando a análise de viabilidade é concluída, o cliente é informado e após a aprovação do mesmo inicia-se o processo de desenvolvimento do item. O setor de vendas cadastra o item na tabela de preços do cliente e passa as informações à Engenharia. Na Figura 1 é possível a visualização do fluxo do processo de análise de viabilidade.

Figura 1 - Estudo de Viabilidade



Fonte: Tecnaut, 2015

A Engenharia inicia as atividades da elaboração da documentação, equipamentos e dispositivos de fabricação e de controle, que serão necessários para fabricação e controle das peças a serem produzidas, conforme o projeto do cliente. O PCP junto com a Engenharia programa a entrega do produto conforme prazo estipulado pelo cliente, ou outro prazo em consenso entre as partes (Tecnaut e cliente).

A confecção das novas peças é realizada em uma célula específica da fábrica reservada somente para novos itens, formada por uma equipe de soldadores, operadores de máquinas, ferramenteiros e processistas para o acompanhamento do desenvolvimento. Após a fabricação,

as peças seguem para o controle dimensional e acabamento, depois são embaladas e identificadas para o envio ao cliente.

Se todos os requisitos forem atendidos, as peças são aprovadas pelo cliente e inicia-se o processo de produção conforme a demanda. Caso as peças sejam reprovadas, as causas da não conformidade são estudadas e uma solução deve ser identificada, iniciando um novo processo de desenvolvimento ou cancelamento definitivo do item.

3.3.3 Implantação do APQP

A necessidade da implantação da metodologia APQP surgiu na organização devido aos requisitos específicos de clientes automotivos, pois os mesmos alegavam não existir uma sistemática de planejamento do desenvolvimento, o que acabou gerando algumas não conformidades na época. Nesse mesmo período a organização também passava por um processo de implantação da norma ISO-TS-16949, que possui algumas exigências focadas no projeto e desenvolvimento de produtos.

Então um novo conceito de desenvolvimento do produto foi implantado na organização utilizando a sistemática APQP. Treinamentos foram realizados e responsabilidades foram designadas a uma equipe multifuncional formada por um líder e representantes das áreas de vendas, compras, engenharia, PCP, corte laser, célula de pequenos lotes, pintura e controle da qualidade.

3.3.4 Funcionamento do APQP na Organização

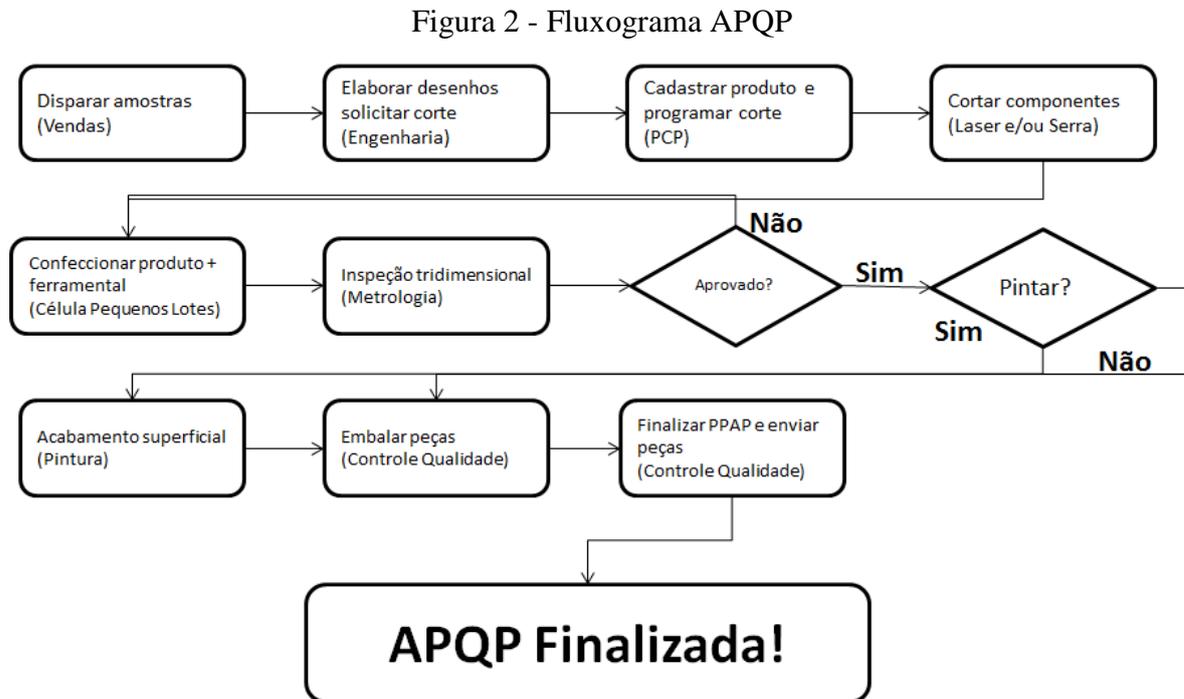
O processo de desenvolvimento utilizando a APQP, é iniciado quando o setor de vendas libera o documento plano de orçamento, contendo as informações do cliente, código, revisão do item, matéria prima orçada, quantidade de peças solicitadas e prazo estipulado de acordo com os níveis do APQP. Se o item possuir algum componente que não seja produzido internamente, o setor de compras deverá emitir um pedido de compra.

O plano de orçamento deve ser direcionado primeiramente ao líder do APQP para possíveis análises e acréscimos de informações, depois o documento deve ser digitalizado e enviado por e-mail às pessoas envolvidas no processo.

Em paralelo a essa operação, o líder cadastra o item em uma planilha eletrônica para o acompanhamento dos estágios do desenvolvimento do produto, essa planilha é anexada a uma

planilha matriz para o acompanhamento geral. Esse processo inicial é o momento em que a amostra é disparada, á partir dessa data os prazos para cada etapa são determinados.

A Figura 2 demonstra o fluxo do desenvolvimento de uma amostra conforme a sistemática APQP.



Fonte: Tecnaut, 2015

Desmembrando o processo de desenvolvimento de uma amostra temos as seguintes etapas:

- **Desenhar e verificar planejados:** Após receber o plano de orçamento, a engenharia é responsável por desenhar o (s) item (s), se necessário, desenhar também o seu ferramental ou dispositivos para a fabricação. Após a confecção dos desenhos, a engenharia deve solicitar, via *e-mail*, a programação de corte das peças para o setor do PCP.
- **Cadastro de produtos:** O setor de PCP deve cadastrar toda a estrutura do produto de acordo com as informações dos materiais contidas no plano de orçamento e os desenhos recebidos pela engenharia.
- **Programar corte:** É a realização de programação de corte das peças de acordo com a respectiva matéria prima e espessura, em seguida os programas devem ser enviados às máquinas a laser para confecção das peças.

- Cortar componentes: Após receber os programas que contenham itens de amostra, o corte Laser deve fazer a separação desse material, enviar as peças para a área definida de amostras e acionar a CPL (célula de pequenos lotes) para que o material seja retirado.
- Confeção do produto e Ferramental: Após a retirada do material, a CPL deve fazer a separação das peças de acordo com os conjuntos de itens que deverão ser confeccionados. Nesse momento, a CPL já possuirá o desenho do item e, se necessário, o desenho do dispositivo de fabricação. Toda informação em relação ao tipo de processo e ferramental necessário para a construção da peça deve ser repassado à engenharia para que seja elaborado o plano operacional do item.
- Inspeção tridimensional: Após a confecção, as amostras devem ser encaminhadas para o setor de metrologia, onde as mesmas terão seus dimensionais analisados tridimensionalmente. Após a medição, o inspetor responsável pela medição deverá emitir um laudo para as peças. Se aprovadas, as peças devem ser encaminhadas para o setor da pintura. Se reprovadas, as peças deverão ser retrabalhadas ou refeitas.
- Acabamento: Após receber as amostras, a pintura deverá analisar o documento de acompanhamento de amostra e verificar todas as especificações contidas (cor, proteção de roscas, furos etc). Após a finalização do tratamento superficial, as peças de amostra devem ser encaminhadas até a área do Controle da Qualidade destinada para amostras.
- Finalização de PPAP: Além das amostras, existe uma documentação complementar para a conclusão do item, essa documentação é conforme o nível de PPAP exigido pelo cliente. Os documentos são realizados conforme o desenvolvimento das amostras. O PPAP é enviado ao cliente por meio de um portal disponibilizado pelo mesmo.
- Envio ao cliente: Após receber e analisar as peças, o controle da qualidade deverá embalar as peças de acordo com a embalagem propícia ao item e encaminhar as peças até a expedição juntamente com sua nota fiscal para envio.

Os prazos para cada etapa do desenvolvimento são definidos de acordo com o nível de dificuldade das peças, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação Nível de Dificuldade

| Classificação | Nível de dificuldade |
|---------------|--|
| A | Baixa Dificuldade – Peças com dobra, porca solda |
| B | Média Dificuldade – Peças com componentes e necessita de gabarito de solda |
| C | Alta Dificuldade – Peças nível B + ferramental ou gabarito de aferição |

Fonte: Tecnaut, 2015.

O sistema de *lead time* para desenvolvimento de novos produtos é fixo e foi determinado por meio de cronoanálises, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - *Lead Time* Desenvolvimento de Amostras

| Grau de Dificuldade | A | B | C |
|--|-----------|-----------|-----------|
| Dias para finalização | 30 | 45 | 60 |
| 1) Desenhar e verificar planejados | 3 | 5 | 7 |
| 2) Cadastro de Produto. | 3 | 5 | 7 |
| 3) Programar corte. | 2 | 3 | 4 |
| 4) Cortar componentes. | 5 | 5 | 5 |
| 5) Confecção do produto e ferramental. | 10 | 16 | 22 |
| 6) Inspeção Tridimensional. | 2 | 3 | 4 |
| 7) Acabamento superficial. | 2 | 2 | 3 |
| 8) Finalização de PPAP. | 2 | 4 | 6 |
| 9) Envio ao cliente. | 1 | 2 | 2 |
| Total | 30 | 45 | 60 |

Fonte: Tecnaut, 2015.

Um controle é realizado diariamente, sendo que a cada etapa do desenvolvimento concluída a planilha matriz do APQP e a planilha individual do item é atualizada. Um *e-mail* com informações de status das peças é enviado todos os dias aos envolvidos no processo para o acompanhamento, se algum item estiver fora de controle, são realizadas reuniões com os setores responsáveis para aplicação de um plano de ação. O plano de ação consiste em encontrar uma solução para o problema existente conforme a Figura 3.

Figura 3 - Plano de Ação

| Convocados / Setor | Ausente / Presente | Qtd.e de Pendências | | | | |
|---|--------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|---------------|------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Relação de Peças Pendentes x Setores | | | | | | Data: |
| | | | | | | xx/xx/xxxx |
| Setor com pendência | Qual item está pendente? | Detalhe do item pendente. | Qual a pendência? | O que será feito? | Qual o prazo? | Status |
| | | | | | | |

Fonte: Tecnav, 2015.

Com a utilização do APQP, o risco de não atendimento do cliente é menor, pois é um sistema organizado, que transmite uma visão prévia evitando alterações de última hora. Acompanhando o desenvolvimento de um item utilizando a metodologia APQP, é possível analisar os resultados obtidos, eficácia do processo e comprometimento da equipe.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Aplicação da metodologia APQP

A seguir é mostrado um exemplo para melhor entendimento do funcionamento do sistema APQP, utilizando um item específico para demonstração prática, elevando as vantagens da aplicação e possíveis melhorias identificadas. Iniciando pela análise de viabilidade e elaboração do cronograma de desenvolvimento, seguindo para confecção da peça e entrega do produto. Por motivos de privacidade o cliente e o código do produto não serão identificados e os documentos utilizados para demonstração foram descaracterizados.

4.1.1 Comprometimento da Equipe com a Viabilidade

Uma equipe multifuncional deve avaliar a viabilidade do projeto proposto. O exemplo utilizado para estudo de caso foi considerado como grau de dificuldade B, que significa um item com médio grau de dificuldade de fabricação interna e necessita de gabarito para confecção. A análise realizada pelo setor de engenharia e vendas foi considerada viável com restrições conforme mostra a Figura 4, pois se identificou a necessidade de confecção de um gabarito de solda, dispositivo de controle e um ferramental de dobra em virtude da complexidade da peça especificado no projeto do cliente.

Figura 4 - Análise de Viabilidade

COMPROMETIMENTO DA EQUIPE COM A VIABILIDADE

| | | | | |
|-----------------------------|----------------|--------------------------|---------------------|-------------------------------|
| Cliente | | Planta | Comprador | Data 28/01/2014 |
| Número da peça | | Descrição | | Arquivo A G P |
| Desenho nº | | Revisão | Docto. Enviado | |
| Demanda anual 300 | Preço Objetivo | Responsável pela cotação | | Prazo para Amostra 45 DIAS |
| Grau de Dificuldade: | A | Baixo | B | Médio |
| Setores Envolvidos: | Vendas | | Vendas e Engenharia | Vendas, Engenharia e Compras |
| | | | | D |
| | | | | Alto |

Considerações sobre a viabilidade:

Nossa equipe de planejamento da qualidade do produto considerou as questões abaixo;

Os desenhos e/ou especificações fornecidas foram usadas como base para analisar a capacidade da organização em atender a todos os requisitos especificados;

Quando necessário, as questões podem apresentar comentários adicionais em anexo, identificando nossas preocupações e/ou propostas de alterações para capacitar a organização a fim de que atenda aos requisitos especificados.

REQUISITOS TÉCNICOS

Entrada: ___/___/___

Saída: 12/02/14

| SIM | NÃO | Class | CONSIDERAÇÕES | PARECER |
|-----|-----|-------|--|-----------------------|
| | | | O produto está devidamente definido (requisito de aplicação, etc.) possibilitando a valiação da viabilidade? | Viável |
| | | | As especificações de desempenho de engenharia podem ser atendidas conforme descritas? | Viável com Restrições |
| | | | O produto pode ser manufaturado de acordo com as tolerâncias especificadas no desenho? | Inviável |
| | | | O produto pode ser manufaturado com uma capacidade de processo que atende aos requisitos? | |
| | | | O produto pode ser manufaturado dentro dos processos padrões já existentes? | |
| | | Δ | Há custos adicionais para equipamentos de transformação? <i>DISP. SOLDA</i> | |
| | | Δ | Há custos adicionais para ferramentais? <i>FACA R76,2</i> | |
| | | | Há custos adicionais para equipamentos de medição? | |
| | | | Outros: <i>anotação no desenho</i> | Visto Responsável |

REQUISITOS LOGÍSTICOS

Entrada: ___/___/___

Saída: ___/___/___

| SIM | NÃO | CONSIDERAÇÕES | PARECER |
|-----|-----|---|-----------------------|
| | | Existe capacidade produtiva adequada para a incluir a fabricação deste produto? | Viável |
| | | O produto permite o uso das técnicas já utilizadas para o manuseio do material? | Viável com Restrições |
| | | Há custos adicionais para embalagens e/ou transporte? | Inviável |
| | | Outros: | |
| | | | Visto Responsável |

REQUISITOS MANUFATURA

Entrada: ___/___/___

Saída: ___/___/___

| SIM | NÃO | CONSIDERAÇÕES | PARECER |
|-----|-----|--|-----------------------|
| | | Há necessidade de treinamentos específicos adicionais? | Viável |
| | | O produto pode ser fabricado dentro da capacidade atual de produção? | Viável com Restrições |
| | | Outros: | Inviável |
| | | | Visto Responsável |

REQUISITOS AQUISIÇÃO

Entrada: ___/___/___

Saída: ___/___/___

| SIM | NÃO | CONSIDERAÇÕES | PARECER |
|-----|-----|---|-----------------------|
| | | Há necessidade do desenvolvimento de novos fornecedores e/ou materiais? | Viável |
| | | Há necessidade de definição de lote mínimo de compra dos materiais? | Viável com Restrições |
| | | Há necessidade de definição de prazo de entrega dos materiais? | Inviável |
| | | Há necessidade de definição de frete dos materiais? | |
| | | Existe disponibilidade de armazenamento dos materiais? | |
| | | Outros: | Visto Responsável |

REQUISITOS COMERCIAIS

Entrada: ___/___/___

Saída: ___/___/___

| SIM | NÃO | CONSIDERAÇÕES | PARECER |
|-----|-----|--|-----------------------|
| | | Existem cláusulas contratuais e/ou requisitos comerciais que não possam ser atendidas? | Viável |
| | | Outros: | Viável com Restrições |
| | | | Inviável |
| | | | Visto Responsável |

CONCLUSÃO
 Viável

 Viável com Restrições

 Inviável

O produto pode ser produzido conforme especificado, sem grandes investimentos.

Veja recomendações e/ou preocupações em anexo.

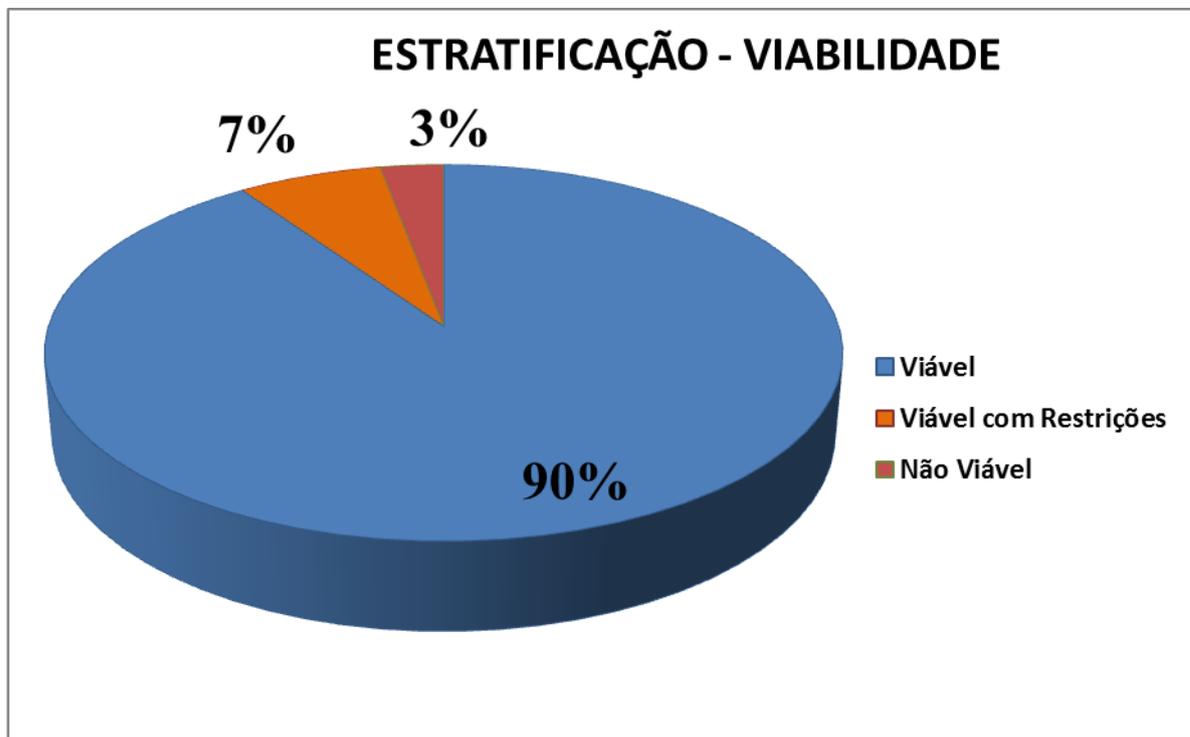
Declinar o processo de cotação.

Motivo:

PARECER
 Visto Responsável

O estudo de viabilidade é realizado antes de qualquer desenvolvimento, sendo que, quando aspectos negativos são identificados como baixa demanda e falta de recursos para desenvolvimento, o item é considerado inviável. Quando é possível a fabricação mas são necessárias algumas adequações e desenvolvimento de dispositivos, o item é considerado viável com restrições, e quando não é necessária nenhuma adequação e nem há a necessidade de dispositivos o item é considerado viável. Em função da metodologia utilizada para desenvolver novos produtos o APQP e a empresa estar a cada dia com novas tecnologias, o resultado das análises geralmente são considerados viáveis, pois a meta é sempre alcançar a satisfação dos clientes, conforme ilustra a Figura 5, utilizando os dados do ano de 2014.

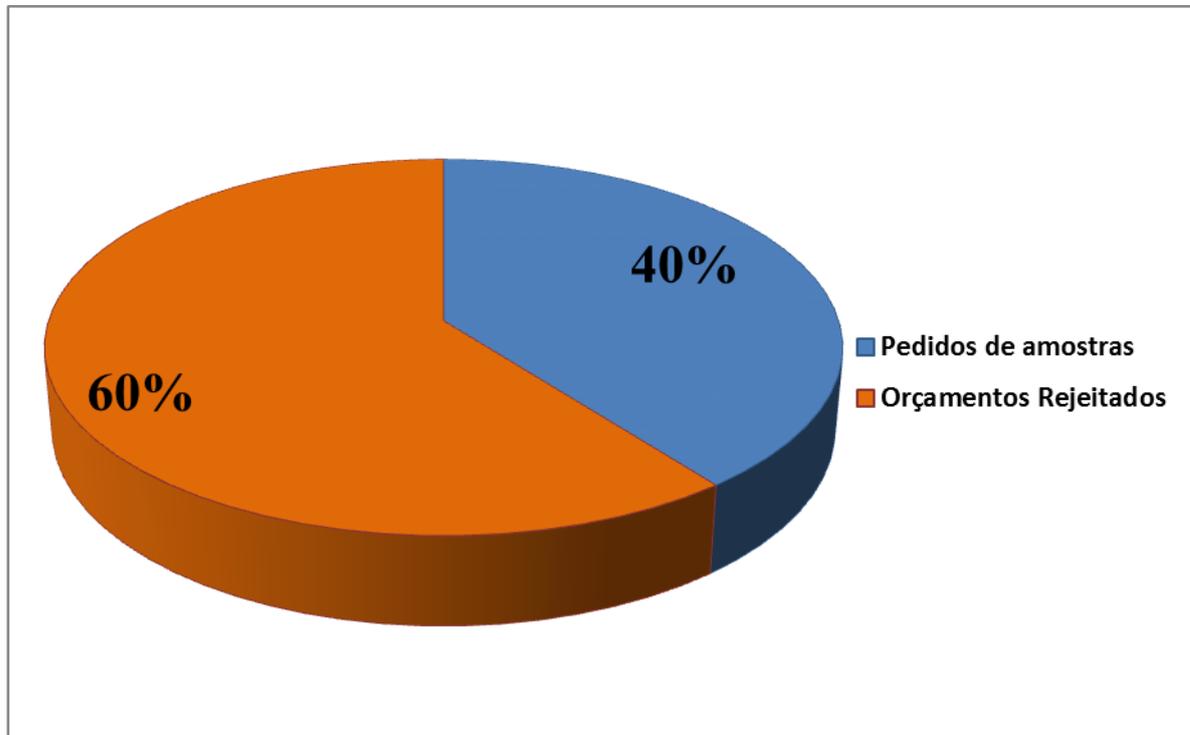
Figura 5 - Estratificação - Viabilidade



Fonte: Tecnaut, 2015

Durante o ano de 2014 houve uma elevada quantidade de análises realizadas porém a maioria dos itens não se tornaram amostras, justamente por ser um estudo sem compromisso de compra e é utilizado pela a empresa com o intuito de planejamento e lucro e para os clientes é utilizado como pesquisa de preço e fornecedores. Dessa forma, a quantidade de solicitação de amostras foi relativamente alta. A Figura 6 mostra a relação de viabilidades que tornaram-se amostras no ano de 2014.

Figura 6 -Resultado - Análise de Viabilidade



Fonte: Tecnaut, 2015.

4.1.2 Disparar amostra

Dá-se início ao processo de desenvolvimento de amostra do item viabilizado anteriormente, o orçamento foi aceito pelo cliente e, no exemplo observado, seis peças foram solicitadas. O setor Comercial envia o plano de orçamento ao líder do APQP que comunica por e-mail toda a equipe com prazos e tarefas definidos. Em uma planilha matriz um cronograma é especificado com todos os prazos para conclusão das etapas. A partir da data de lançamento, automaticamente, todas as demais datas são definidas conforme a Figura 7.

Figura 7 - Planilha Matriz do APQP

| ACOMPANHAMENTO APQP | | | | | | | | | | | | | | Concluído |
|---------------------|------|---------|----------------|------------|----------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|-------------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|
| APQP | Item | Cliente | Grau de Dific. | Lançamento | Etapa 1 (Eng.) | Etapa 2 (PCP) | Etapa 3 (PCP) | Etapa 4 (Laser) | Etapa 5 (CPL) | Etapa 6 (Metrol.) | Etapa 7 (Pint.) | Etapa 8 (CQ) | Etapa 9 (CQ) | Finalização |
| 037/14 | | | B | 20/03/2014 | 24/03/2014 | 29/03/2014 | 01/04/2014 | 06/04/2014 | 22/04/2014 | 25/04/2014 | 27/04/2014 | 01/05/2014 | 03/05/2014 | |

Fonte: Tecnuat, 2015.

Em uma planilha individual todos os dados da amostra também são descritos conforme a Figura 8.

Figura 8 - Planilha Individual de Amostras

| Planejamento Avançado da Qualidade do Produto - APQP Status Atual | | APQP Nº: | 037-2014 | | |
|--|------------------------------|---|--------------|----------------|-------------|
| | | Grau de Dificuldade: | B | | |
| | | Dias para Finalização: | 45 | | |
| | | Data de lançamento: | 20/03/2014 | | |
| | | Data máx. para envio: | 03/05/2014 | | |
| Fornecedor: | | Projeto: | | | |
| Localização: | | Código do Produto: | | | |
| Cód. Fornecedor: | | Revisão: | | | |
| Cliente: | | Descrição: | | | |
| Observações: | | Planta Usuária: | | | |
| | | Contato Comercial: | | | |
| Equipe Multifuncional | Área de Trabalho | Descrição da Atividade | | | |
| | Departamento Técnico | Análise Crítica da Viabilidade | | | |
| | Departamento Técnico | Elaboração de Desenhos | | | |
| | Departamento Técnico | Elaboração de Documentos Técnicos | | | |
| | Departamento Comercial | Cotação inicial | | | |
| | Departamento Comercial | Cotação Inicial | | | |
| | PCP | Programação de Cortes e Cadastro do Produto | | | |
| | Corte Laser | Cortes de Componentes | | | |
| | CPL | Confecção do Produto/Ferramental | | | |
| | Controle da Qualidade | Elaboração de PPAP e Envio | | | |
| | Metrologia | Inspeção Tridimensional do Produto | | | |
| | Tratamento Superf. / Pintura | Tratamento Superficial e Acabamento | | | |
| Nome do Evento | Data Requerida | Quantidade | Documento | | |
| Amostra | 20/03/2014 | 06 peças | PPAP Nível 3 | | |
| Etapas do APQP | Datas | | | Responsável | Observações |
| | GYR Status | | | | |
| | Início | Término | Realização | % de conclusão | |
| 1) Desenhar e verificar planejados / 2D. | 20/03/2014 | | | 11,1% | |
| 2) Cadastro de produto (Multicomp). | | | | 22,2% | |
| 3) Programar corte. | | | | 33,3% | |
| 4) Cortar componentes. | | | | 44,4% | |
| 5) Confecção do produto e ferramental. | | | | 55,5% | |
| 6) Inspeção tridimensional. | | | | 66,6% | |
| 7) Acabamento superficial. | | | | 77,7% | |
| 8) Finalização de PPAP. | | | | 88,8% | |
| 9) Envio ao cliente. | | | | 100,0% | |
| Comentários: | | | | | |

Fonte: Tecnaut, 2015.

Essa planilha é preenchida conforme o desenvolvimento do produto e é muito importante para o controle de programa atual, cada campo possui uma função especial.

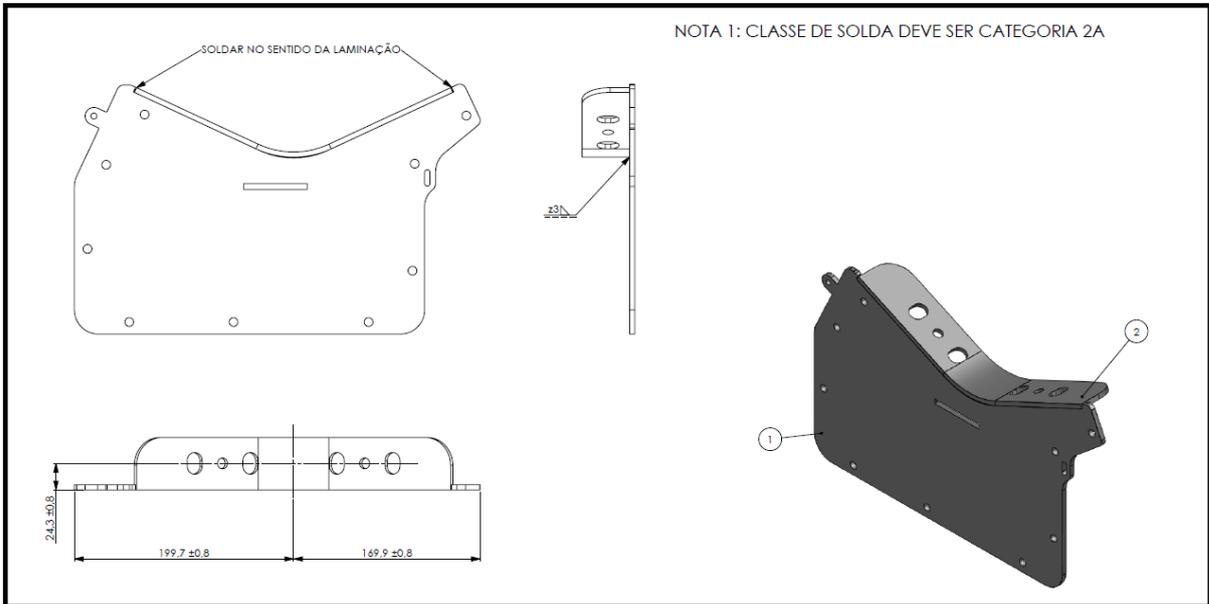
- Campo A: São inseridas informações referentes ao fornecedor e ao cliente.
- Campo B: São inseridas informações referentes ao APQP, como número correspondente a peça, grau de dificuldade, quantidades de dias para o desenvolvimento, indicando data de lançamento e conclusão.
- Campo C: São inseridas informações referentes ao projeto ou item a ser desenvolvido.
- Campo D: São indicados os colaboradores da equipe APQP.

- Campo E: São indicados os setores envolvidos.
- Campo F: É a descrição das atividades de cada setor ou colaborador envolvido.
- Campo G: Nome do evento, pode ser amostra, protótipo ou lote piloto.
- Campo H: Data de lançamento sugerida pelo cliente.
- Campo I: Quantidade de peças para serem desenvolvidas.
- Campo J: Nível de PPAP
- Campo K: Etapas para o desenvolvimento do item, utilizando a metodologia APQP.
- Campo L: São inseridas nesse campo as datas de conclusão de cada etapa do desenvolvimento, a cada preenchimento a data para a próxima etapa é calculada automaticamente. Um sistema de cores ajuda muito na visualização nesse campo, a cada etapa preenchida a cor representa se o setor atendeu a meta, quanto a atividade é realizada antes prazo automaticamente a cor é verde, quando a conclusão da atividade é no dia estabelecido a cor é amarela e quando ocorre um atraso a cor é vermelha.
- Campo M: Resposáveis pela conclusão das etapas.
- Campo N: Área destinada a observações quando for necessário.
- Campo O: Área destinada a comentarios sobre o desenvolvimento do item específico.

4.1.3 Etapas 1 e 2

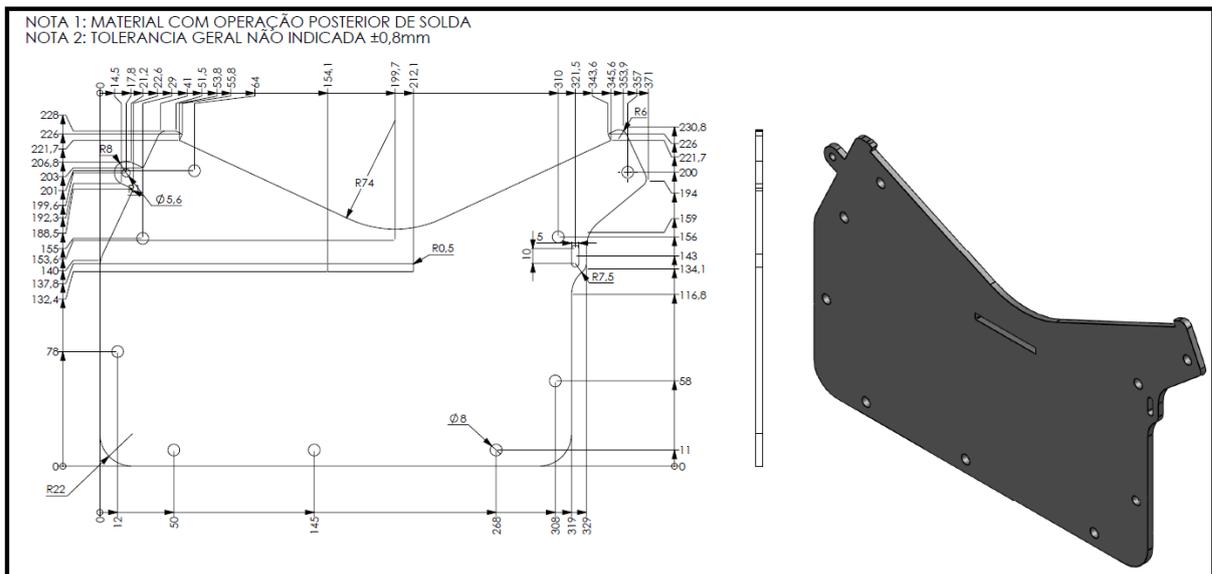
A primeira etapa do desenvolvimento do produto é a confecção dos desenhos, projetos de ferramentais e dispositivos que serão utilizados para fabricação da amostra conforme as Figuras 9, 10, e 11, respectivamente. Todos os desenhos e projetos são baseados nos desenhos do cliente.

Figura 9 - Desenho do Conjunto



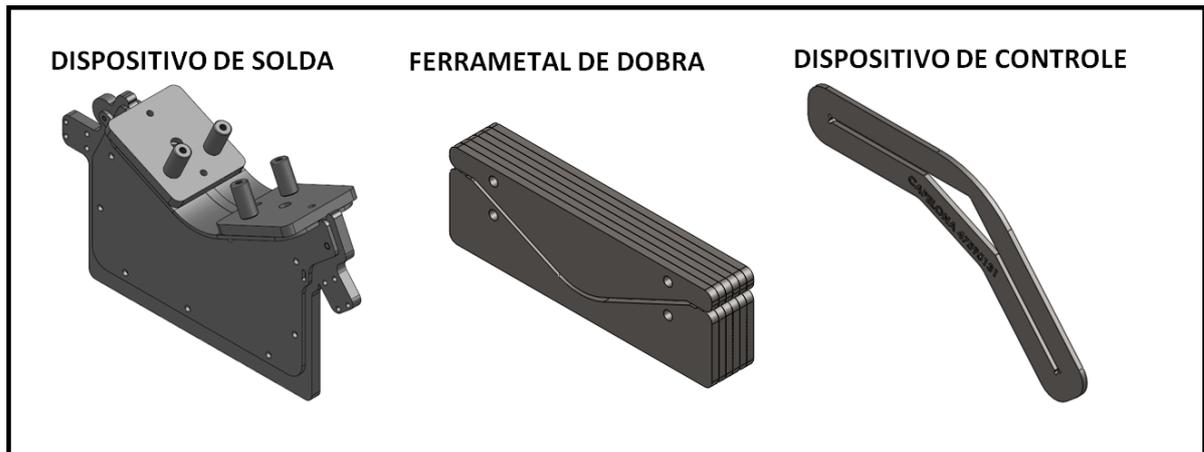
Fonte: Tecnav, 2015.

Figura 10 - Desenho Componente 1



Fonte: Tecnav, 2015.

Figura 12 - Dispositivos para Fabricação da Peça



Fonte: Tecnaut, 2015.

Na segunda etapa é realizada a árvore do produto do item no sistema em que todos da fábrica têm acesso, é cadastrado o tipo de material utilizado com base nos dados indicados no plano de orçamento e também são anexados cada desenho para acesso à consulta.

4.1.4 Etapas 3, 4 e 5

Na terceira etapa, os componentes são programados com o dimensional do desenho de acordo com a matéria prima e espessura especificada no projeto e em seguida são enviados para as máquinas de corte à laser. Então inicia-se a quarta etapa, que é o corte das peças, depois de cortadas as mesmas devem ser separadas e enviadas ao setor de desenvolvimento para confecção do produto.

A quinta parte é um dos momentos mais importantes, pois é a fabricação do produto. O item utilizado como exemplo passou pelo processo de corte a laser, um de seus componentes foi dobrado e depois unido por solda. Como foi citado anteriormente foram confeccionados uma ferramenta para o processo de estampagem e um dispositivo para controle com o objetivo de facilitar o controle dimensional por se tratar de um componente complexo, e para união dos componentes um dispositivo para solda foi fabricado.

A fabricação das amostras deve ser realizada conforme o projeto do cliente, e, diante de qualquer dificuldade encontrada, o cliente deve ser comunicado. Se alguma alteração for sugerida pela Tecnaut, a mesma deve ser documentada e enviada ao cliente para análise e autorização.

O setor de processos acompanha o desenvolvimento das amostras para elaboração dos documentos referentes ao processo que serão anexos no PPAP e enviados ao cliente. No início

do desenvolvimento, a equipe de planejamento da qualidade do produto estuda o projeto para identificar as possíveis falhas que poderão ocorrer no processo, esse estudo é realizado para o desenvolvimento da ferramenta PFMEA que é um documento exigido pelo cliente e tem um papel muito importante para fabricação da peça, pois antecipa, soluciona ou monitora problemas do processo em potencial para o programa de um produto novo.

A Figura 13 é um trecho retirado do PFMEA do item analisado para exemplo da aplicação da ferramenta no funcionamento da metodologia APQP.

Figura 13 - PFMEA

| DESCRIÇÃO / FUNÇÃO | REQUISITOS | MODO POTENCIAL DA FALHA | EFETOS POTENCIAIS DA FALHA | CAUSAS POTENCIAIS DA FALHA | VERIFICAÇÃO (D) = Detecção (P) = Prevenção | CLASSIFICAÇÃO | SEVERIDADE | OCORRÊNCIA | DETECÇÃO | NPR | SOLUÇÕES RECOMENDADAS | RESPONS PRAZO | POSIÇÃO DAS AÇÕES TOMADAS | SEVERIDADE OCORRÊNCIA DETECÇÃO NPR |
|--------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|--|---------------|------------|------------|----------|-----|--|--|---------------------------|------------------------------------|
| | | | | | | | | | | | | | | |
| 09 - DOBRA | Dobrar peças conforme especificado | Dimensional fora do especificado | Interferência na montagem / Sucateamento ou Retrabalho | Ferramenta atual não garante dimensional, devido a complexidade da peça | (D) - Inspeção Dimensional com instrumentos de medição. (P) Há prevenções através de instruções documentadas. Instruções verbais e equipe treinada. | | 7 | 6 | 6 | 252 | Desenvolver uma ferramenta específica para estampagem da peça, garantindo o dimensional. Confeccionar um dispositivo de controle passa-não-passa para inspeção dimensional. | Engenharia-Desenvolvimento 24/04/2014 | Concluído 30/03/2014 | 7 3 5 105 |

Fonte: Tecnav, 2015.

O plano de controle é um documento realizado juntamente com PFMEA e segue a mesma sequência de funções mas com informações mais detalhadas e pontos importantes a serem controlados no processo. Ainda, tendo como base a função dobra, a Figura 14 demonstra como são inseridas as informações no plano de controle.

Figura 14 - Plano de Controle

| Número da Peça/ Processo | Nome do Processo/ Descrição da Operação | Máquina, Dispositivo, Padrão, Ferramentas para Manufatura | Características | | | Características Especial do Produto | Métodos | | | | Plano de Reação e Ação Corretiva | |
|--------------------------|---|---|-----------------|-------------|----------|-------------------------------------|--|-------------------------------|--------------------|---------------------|----------------------------------|--|
| | | | No. | Produto | Processo | | Produto/ Especificação de Processo/ Tolerância | Técnica de Avaliação/ Medição | Tamanho da Amostra | Freq. de Amostragem | | Métodos de Controle |
| 9 | Estamparia - Dobrar peças | Prensa Hidráulica Ferramental de dobra | - | Dimensional | Dobra | - | Dobrar peças conforme ferramental de dobra | Atributo | NBR 5426 | Todos Lotes | Dispositivo de controle | Rejeição / Acionar setor da Qualidade para análise e disposição. |

Fonte: Tecnav, 2015.

Após o acompanhamento do processo também é realizado um documento descrevendo o fluxo de processo da peça conforme a Figura 15.

Figura 15 - Fluxograma de Processo

| <i>Fluxo</i> | <i>Nº Oper.</i> | <i>Descrição da Operação</i> |
|--------------|-----------------|---|
| ● | 10 | Recebimento Matéria Prima |
| ↕ | 20 | Almoxarifado - Estoque de materia prima |
| ➡ | 30 | Almoxarifado - Movimentar peças |
| ● | 40 | Corte a Laser - Cortar peças |
| ➡ | 50 | Corte Laser - Movimentar para estamparia / supermercado solda |
| ■ | 60 | Estamparia - Dobrar peças (Prensa) |
| ➡ | 70 | Estamparia - Movimentar para Supermercado de solda |
| ↕ | 80 | Supermercado - Liberar componentes |
| ■ | 90 | Solda - Unir componentes conforme desenho |
| ➡ | 100 | Solda - Movimentar para liberação |
| ■ | 110 | Liberação - Tirar respingo |
| ➡ | 120 | Liberação - Movimentar para tratamento superficial |
| ■ | 130 | Tratamento Superficial - Limpar peças |
| ➡ | 140 | Tratamento Superficial - Movimentar para pintura |
| ■ | 150 | Pintura - Pintar peças |
| ➡ | 160 | Pintura - Movimentar para Expedição |
| ■ | 170 | Expedição - Embalar peças |
| ■ | 180 | Expedição - Estocar peças |
| ➡ | 190 | Expedição - Movimentar para Área de entrada e saída |
| ■ | 200 | Expedição - Liberação das peças (Check List) |
| ➡ | 210 | Expedição - Enviar peças clientes |

Fonte: Tecnuat, 2015.

É realizado um plano operacional, o qual contém todas as informações referentes ao processo, como fotos, sequência de montagem, cotas importantes, entre outros, pois podem variar dependendo do grau de complexidade das peças.

O plano operacional após a aprovação da amostra é o documento que os operadores terão como base para o confecção do produto, sendo que uma cópia é entregue nas áreas que devem realizar o processo e são armazenados em um arquivo para livre consulta do operador.

A primeira página nomeada como Plano de Controle/Processo é a descrição do fluxo inteiro da peça, contendo informações de cada operação, com as ferramentas necessárias, formas de manuseio, descrição do cargo de quem deverá executar a operação, número da

operação, setores envolvidos, instruções operacionais relacionadas e dados da peça como, nome, código interno e do cliente, matéria prima, código da matéria prima, responsável, código terceiro, equipe atuante, status do item, planta e data de elaboração. Essa página, independentemente do processo, é entregue a todos os setores envolvidos, para permitir o conhecimento do fluxo da peça para os operadores, conforme a Figura 16.

Figura 16 – Plano de Controle / Processo

| Plano de Controle / Processo | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|------------------------------|-------------------|----------------------------|--|-----------------------|----------------------|--------------------|--|-----------------------|---------------------------|------------------|
| Dados da Peça | | | | | | | | | | | |
| Código da peça: | | Código / Cliente: | | Descrição | | Matéria Prima | | Aplicação | | Elaborado por: | Data elaboração: |
| Status | | | Fornecedor / Planta | | | Matéria Prima | | Cód.Referência | Código Empresa | Código (Terceiros) | |
| Produção | Pré Lançamento | Protótipo | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Equipe atuante | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Dados de Manufatura | | | | | | | | | | | |
| N° Op | Nome Processo / Descrição Op | | | Máquina Dispositivo padrão / Ferramentas para Manufatura | Instrução Operacional | Característica | | Classificação de Característica especial | | | |
| | | | | | | N° | Produto Processo | | | | |
| | Setor Manuseio: | | | | | | | | | | |
| | Descr.Operação: | | | | | | | | | | |

Fonte: Tecnaut, 2015.

A segunda página nomeada como Plano Operacional é direcionada para cada operação, contendo as imagens do desenho e dispositivos quando necessário, informações específicas referentes ao processo como, tipo da operação, características importantes para controle, métodos de controle e plano de ação. Essa página é entregue apenas para o setor referente ao processo anexado junto com o Plano de Controle/Processo, conforme a Figura 17.

Figura 17 - Plano Operacional

| Plano Operacional | | | | | | | | | | |
|---|----------------------------|-------------------------|--|--------------------------------|---------|-------------------|--------------------|----------|-----|-----------------|
| Dados do Processo - SETOR | | | | | | | | | | |
| Operação | Descrição Operação | Código | Código Cliente | Status | Revisão | Descrição | | | | |
| - | - | - | - | - | - | - | | | | |
| Croqui "s/Escala" | | | | | | | | | | |
| DESENHOS, FOTOS E SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES | | | | | | | | | | |
| Item | Característica de Controle | Característica Especial | Especificação de Processo / Tolerância | Técnica de Avaliação / Medição | Amostra | | Método de Controle | Registro | | Plano de Reação |
| | | | | | Tamanho | Freq. | | SIM | NÃO | |
| | | | | | | | | | | |
| Análise Crítica | | | | | | | | | | |
| Elaborado Processista: | | | Aprovação Produção: | | | Revisão: Data: | | | | |

Fonte: Tecnaut, 2015

4.1.4 Etapa 6

A sexta etapa refere-se a inspeção dimensional das peças, onde cada amostra é inspecionada com o braço tridimensional, um relatório com todas as medidas encontradas é realizado e enviado por e-mail a todos os envolvidos no processo. Se a peça for reprovada um plano de ação é realizado e a peça retorna ao processo anterior para retrabalho ou para etapa inicial, se peça for aprovada uma ficha é enviada juntamente com a peça para o setor de pintura com as informações referentes ao acabamento.

4.1.5 Etapa 7

Em relação à fabricação das amostras, a sétima etapa é a finalização, e então, as peças passam por um processo de tratamento de superfície para retirar as impurezas presentes nas chapas e depois recebem a pintura eletrostática na cor especificada pelo cliente. Após a pintura, as peças são inspecionadas visualmente e a camada da tinta é medida. Testes de aderência, flexibilidade e cura são realizados em um corpo de prova e documentados para serem anexos no PPAP.

Antes de encaminhar as peças para área de expedição de amostras, o setor de processo é acionado para desenvolver o plano de embalagem, esse documento deverá conter todas as

informações referentes a formas de manuseio, tipo de embalagem manual e mecanizada, acessórios de fechamento, formas de proteção e quantidade de peças por embalagem. O plano de embalagem é realizado nessa etapa, pois é necessária a imagem da peça acabada para conclusão do documento, conforme a Figura 18 que é um trecho retirado do documento.

Figura 18 - Plano de Embalagem

| FOTO OU CROQUI DA EMBALAGEM MANUAL | FOTO OU CROQUI DA EMBALAGEM MECANIZADA |
|--|--|
|  |  |
| <p>OBSERVAÇÕES FINAIS:</p> <p>Caixa plástica KLT 6421, proteger entre peças com plástico bolha afim de evitar riscos na pintura.</p> | <p>OBSERVAÇÕES FINAIS</p> |

Fonte: Tecnaut, 2015.

4.1.6 Etapa 8

Nesta etapa um responsável pela atividade anexa no PPAP todos os documentos desenvolvidos durante o processo. Para o item analisado foi submetido o PPAP nível 3, que exige certificado com amostras do produto e dados de suporte completo. Os documentos citados nesse trabalho como PFMEA, Plano de Controle, Fluxograma, Plano de embalagem e relatório dimensional são anexados no PPAP juntamente com outros documentos exigidos pelo cliente, como análise de solda, certificado de qualidade, desenho boleado, relatório de pintura, entre outros.

4.1.7 Etapa 9

A última etapa é o envio das amostras ao cliente que é considerado o fechamento do APQP. A planilha individual do item é finalizada, possibilitando a visualização dos resultados conforme a Figura 19.

Figura 19 - Planilha Individual do Item Concluída

|  Planejamento Avançado da Qualidade do Produto - APQP Status Atual | | APQP Nº: 037-2014 Grau de Dificuldade: B Dias para Finalização: 45 Data de lançamento: 20/03/2014 Data máx. para envio: 03/05/2014 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|---|----------------|--|-------|----------------------------------|--|----------------|------------|--|--|--------|---------|------------|--|------------|------------|------------|-------|------------|------------|------------|-------|------------|------------|------------|-------|------------|------------|------------|-------|------------|------------|------------|-------|------------|------------|------------|-------|------------|------------|------------|-------|------------|------------|------------|-------|------------|------------|------------|--------|--|--|--|--|
| Fornecedor: Localização: Cód. Fornecedor: Cliente: Observações: | | Projeto: Código do Produto: Revisão: Descrição: Planta Usuária: Contato Comercial: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipe Multifuncional | | Área de Trabalho Departamento Técnico Departamento Técnico Departamento Técnico Departamento Comercial Departamento Comercial PCP Corte Laser CPL Controle da Qualidade Metrologia Tratamento Superf. / Pintura | | Descrição da Atividade Análise Crítica da Viabilidade Elaboração de Desenhos Elaboração de Documentos Técnicos Cotação Inicial Cotação Inicial Programação de Cortes e Cadastro do Produto Cortes de Componentes Confeção do Produto/Ferramental Elaboração de PPAP e Envio Inspeção Tridimensional do Produto Tratamento Superficial e Acabamento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nome do Evento Amostra | | Data Requerida 20/03/2014 | | Quantidade 06 peças | | Documento PPAP Nível 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Etapas do APQP | | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Datas</th> <th rowspan="2">% de conclusão</th> </tr> <tr> <th colspan="3">GYR Status</th> </tr> <tr> <th>Início</th> <th>Término</th> <th>Realização</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20/03/2014</td> <td>24/03/2014</td> <td>21/03/2014</td> <td>11,1%</td> </tr> <tr> <td>21/03/2014</td> <td>25/03/2014</td> <td>23/03/2014</td> <td>22,2%</td> </tr> <tr> <td>23/03/2014</td> <td>25/03/2014</td> <td>24/03/2014</td> <td>33,3%</td> </tr> <tr> <td>24/03/2014</td> <td>28/03/2014</td> <td>26/03/2014</td> <td>44,4%</td> </tr> <tr> <td>26/03/2014</td> <td>10/04/2014</td> <td>08/04/2014</td> <td>55,5%</td> </tr> <tr> <td>08/04/2014</td> <td>10/04/2014</td> <td>08/04/2014</td> <td>66,6%</td> </tr> <tr> <td>08/04/2014</td> <td>09/04/2014</td> <td>11/04/2014</td> <td>77,7%</td> </tr> <tr> <td>11/04/2014</td> <td>15/04/2014</td> <td>15/04/2014</td> <td>88,8%</td> </tr> <tr> <td>15/04/2014</td> <td>16/04/2014</td> <td>16/04/2014</td> <td>100,0%</td> </tr> </tbody> </table> | | | Datas | | | % de conclusão | GYR Status | | | Início | Término | Realização | | 20/03/2014 | 24/03/2014 | 21/03/2014 | 11,1% | 21/03/2014 | 25/03/2014 | 23/03/2014 | 22,2% | 23/03/2014 | 25/03/2014 | 24/03/2014 | 33,3% | 24/03/2014 | 28/03/2014 | 26/03/2014 | 44,4% | 26/03/2014 | 10/04/2014 | 08/04/2014 | 55,5% | 08/04/2014 | 10/04/2014 | 08/04/2014 | 66,6% | 08/04/2014 | 09/04/2014 | 11/04/2014 | 77,7% | 11/04/2014 | 15/04/2014 | 15/04/2014 | 88,8% | 15/04/2014 | 16/04/2014 | 16/04/2014 | 100,0% | Responsável | | Observações 240314_1 Aprovado NF-e 43535 | |
| Datas | | | % de conclusão | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GYR Status | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Início | Término | Realização | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20/03/2014 | 24/03/2014 | 21/03/2014 | 11,1% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21/03/2014 | 25/03/2014 | 23/03/2014 | 22,2% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23/03/2014 | 25/03/2014 | 24/03/2014 | 33,3% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24/03/2014 | 28/03/2014 | 26/03/2014 | 44,4% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26/03/2014 | 10/04/2014 | 08/04/2014 | 55,5% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08/04/2014 | 10/04/2014 | 08/04/2014 | 66,6% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08/04/2014 | 09/04/2014 | 11/04/2014 | 77,7% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11/04/2014 | 15/04/2014 | 15/04/2014 | 88,8% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15/04/2014 | 16/04/2014 | 16/04/2014 | 100,0% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Comentários: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fonte: Tecnaut, 2015.

4.2 Análise dos resultados

Partindo do exemplo demonstrado nota-se que a amostra foi desenvolvida dentro do prazo estipulado, apenas ocorreu um atraso na sétima etapa que é acabamento das amostras. Como nas outras etapas todas as atividades foram realizadas antes do prazo definido para término, o atraso da sétima etapa não interferiu na entrega do produto.

Analisando o atendimento das etapas percebe-se uma possibilidade de melhoria, o sistema atual de *lead time* de desenvolvimento deve ser avaliado para possíveis análises de melhorias no gerenciamento dos prazos estipulados. Todos os problemas encontrados durante a execução do APQP devem ser documentados e um plano de ação para resolução deve ser

aplicado imediatamente para assegurar a entrega do produto, por isso é interessante que aconteçam semanalmente as reuniões com a equipe.

A Figura 20 e Tabela 3 são baseadas ano de 2014 e mostram o atendimento e comprometimento de todos em relação aos prazos estipulados pelo programa APQP.

Figura 20 - Aproveitamento Geral



Fonte: Tecnaut, 2015.

Tabela 3 - Aproveitamento Geral

| Geral | |
|--|-----|
| Quantidade de Amostras Fabricadas | 283 |
| Quantidade de Amostras Entregues no Prazo | 253 |
| Quantidade de Amostras Entregues Fora do Prazo | 30 |

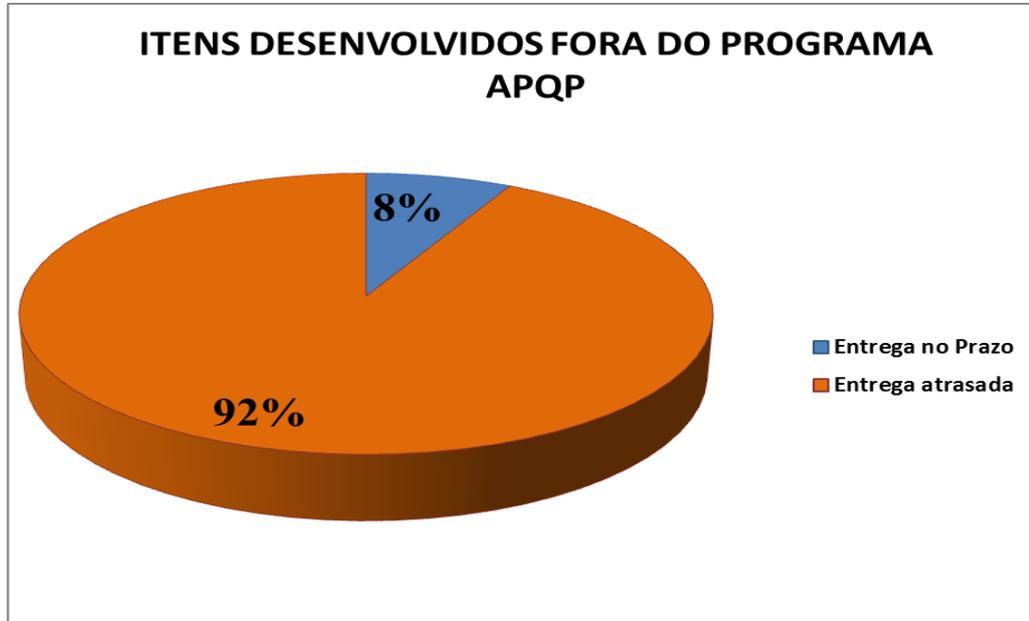
Fonte: Tecnaut, 2015

Após um levantamento de dados e análises realizadas na empresa, foi possível comparar eficiência dos desenvolvimentos baseados na metodologia APQP em relação os desenvolvimentos sem a utilização da mesma, pois alguns clientes não exigem o APQP. Foram disponibilizadas 20 amostras desenvolvidas no período de Janeiro até Março de 2015, sendo que, 10 foram desenvolvidas com a utilização da metodologia APQP e 10 desenvolvidas sem a utilização da mesma.

Quando o item é desenvolvido fora do programa APQP, ocorrem atrasos devido à falta de informações, pois os itens não são viabilizados, falta sincronia entre a equipe e se torna

difícil à identificação de prioridades, o que acaba resultado na entrega fora do prazo como ilustra a Figura 21 com base em 10 itens desenvolvidos sem a utilização do método APQP.

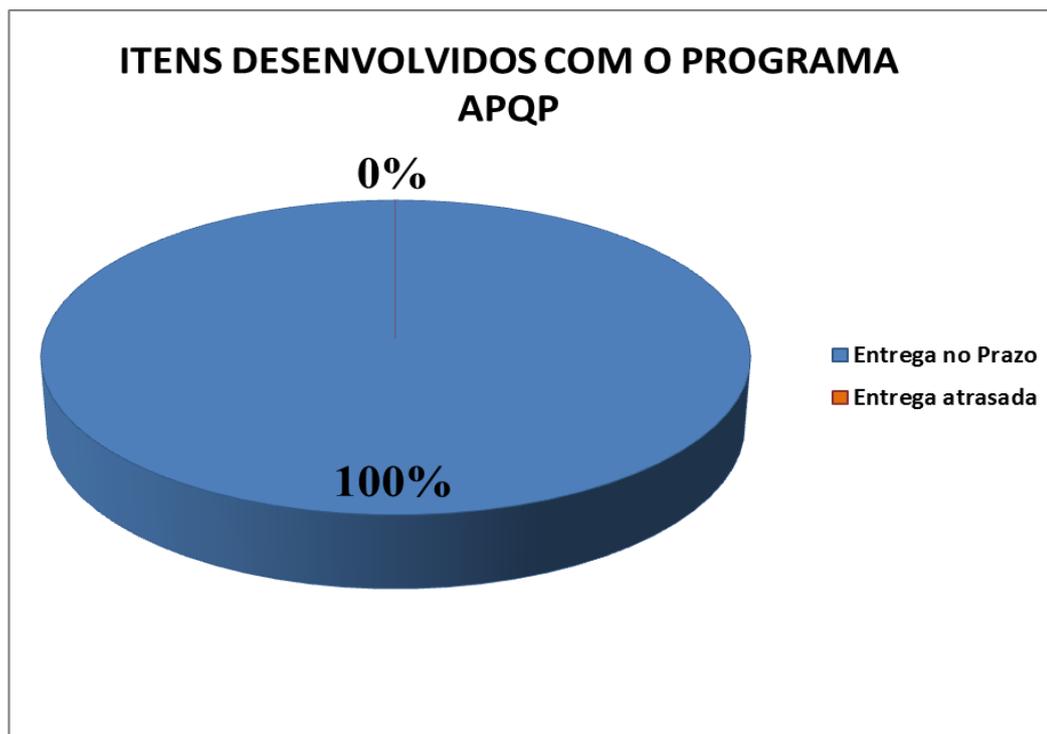
Figura 21 - Itens desenvolvidos fora do Programa APQP



Fonte: Tecnav, 2015.

Quando o item é desenvolvido com o auxílio do método APQP, as etapas são realizadas de uma maneira organizada, e se ocorrer imprevistos é possível tomar ações sem que atrase a entrega do produto. A equipe está sempre sincronizada, o líder possui total controle dos estágios do desenvolvimento, resultando na entrega dentro do prazo estabelecido como ilustra a Figura 22, com base em 10 itens desenvolvidos no programa APQP.

Figura 22 - Itens Desenvolvidos no Programa APQP



Fonte: Tecnuat, 2015.

Outro ponto importante para se destacar na comparação entre os dois gráficos é a redução de tempo em desenvolvimentos de produtos, pois com o APQP o item é desenvolvido conforme o tempo estabelecido, já sem o APQP, devido aos atrasos, é utilizado mais dias para conclusão das etapas, resultando no atraso da entrega, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 - Comparativo de Desenvolvimentos

| Itens desenvolvidos fora do programa APQP | | | | Itens desenvolvidos no programa APQP | | | |
|---|------------|------------|---------|--------------------------------------|------------|------------|--------|
| Item | Prazo | Entrega | Atraso | Item | Prazo | Entrega | Atraso |
| 1 | 02/03/2015 | 31/03/2015 | 21 dias | 1 | 03/02/2015 | 03/02/2015 | 0 dias |
| 2 | 02/03/2015 | 13/03/2015 | 9 dias | 2 | 03/02/2015 | 03/02/2015 | 0 dias |
| 3 | 02/03/2015 | 16/03/2015 | 10 dias | 3 | 13/02/2015 | 11/02/2015 | 0 dias |
| 4 | 12/03/2015 | 25/03/2015 | 9 dias | 4 | 17/02/2015 | 03/02/2015 | 0 dias |
| 5 | 12/03/2015 | 10/04/2015 | 21 dias | 5 | 18/02/2015 | 10/02/2015 | 0 dias |
| 6 | 12/03/2015 | 03/03/2015 | 0 dias | 6 | 26/02/2015 | 25/02/2015 | 0 dias |
| 7 | 12/03/2015 | 12/03/2015 | 0 dias | 7 | 28/02/2015 | 12/02/2015 | 0 dias |
| 8 | 27/03/2015 | 06/04/2015 | 6 dias | 8 | 04/03/2015 | 13/02/2015 | 0 dias |
| 9 | 27/03/2015 | 08/04/2015 | 8 dias | 9 | 05/03/2015 | 09/02/2015 | 0 dias |
| 10 | 27/03/2015 | 22/04/2015 | 18 dias | 10 | 11/03/2015 | 11/05/2015 | 0 dias |

Fonte: Tecnaut, 2015.

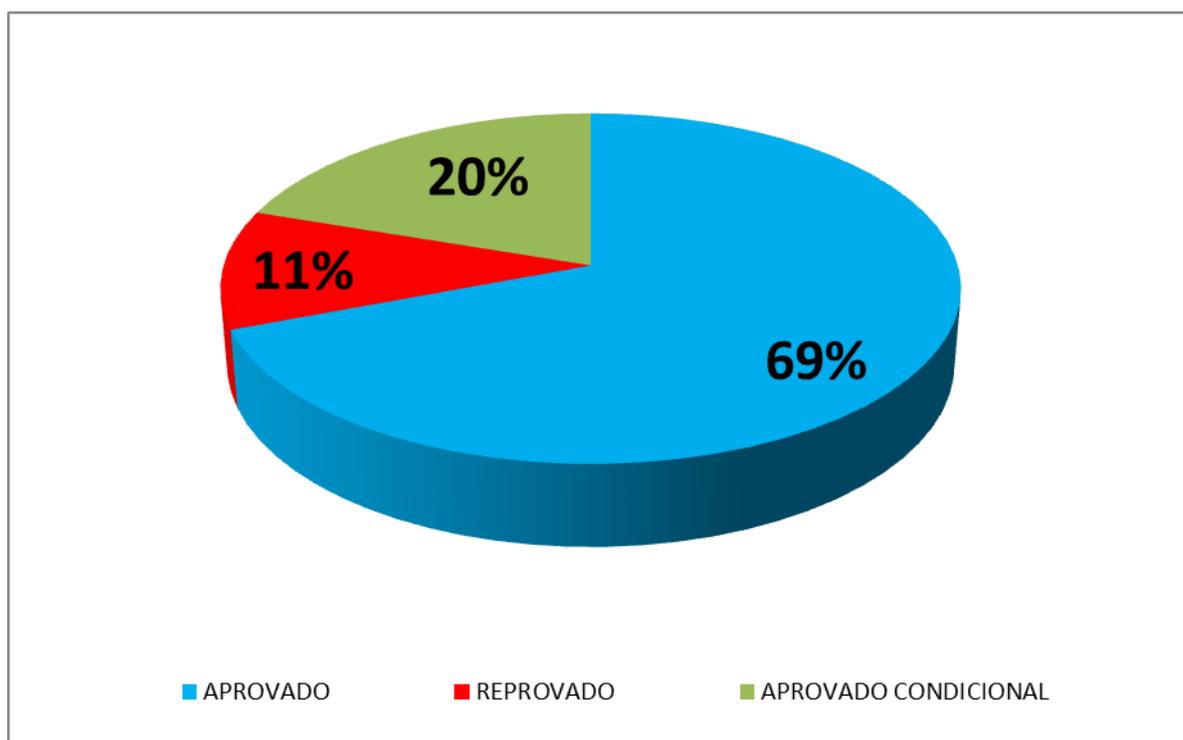
Seguindo para uma análise geral dos resultados obtidos com a utilização da metodologia APQP com base nos dados referente aos anos de 2013 e 2014 conforme as Tabelas 5 e 6, e as Figuras 23 e 24, notam-se um aumento na quantidade de amostras enviadas e a redução na quantidade de amostras reprovadas, o que comprova a eficácia da ferramenta.

Tabela 5 - Controle de Amostras 2013

| Amostra | Aprovada | Reprovada | Aprovada Condicional |
|---------------------------------|----------|-----------|----------------------|
| TOTAL | 164 | 26 | 47 |
| Total de Amostras Enviadas: 237 | | | |

Fonte: Tecnav, 2015.

Figura 23 - Controle de Amostras 2013



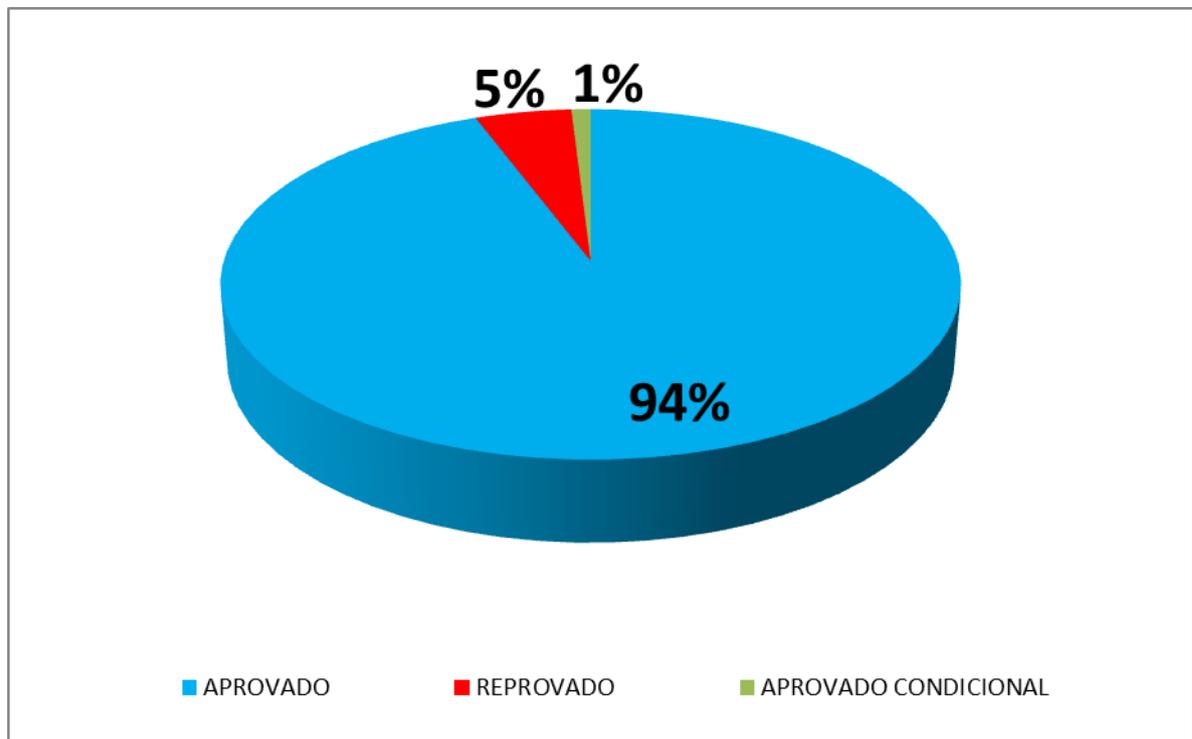
Fonte: Tecnav, 2015

Tabela 6 - Controle de Amostras 2014

| Amostra | Aprovada | Reprovada | Aprovada Condicional |
|---------------------------------|----------|-----------|----------------------|
| TOTAL | 197 | 10 | 2 |
| Total de Amostras Enviadas: 209 | | | |

Fonte: Tecnav, 2015

Figura 24 - Controle de Amostras 2014



Fonte: Tecnaut, 2015.

Percebe-se que nos dois anos analisados a maior porcentagem é referente às amostras aprovadas e que houve um aumento de 25% no ano de 2014. Esse aumento resulta de uma mudança na gestão da equipe do APQP e também devida á algumas melhorias na metodologia como; a alteração do *lead time* das etapas para o desenvolvimento do produto, elaboração da planilha matriz para o acompanhamento do desenvolvimento, treinamento da equipe e adoção de reuniões semanais da equipe.

5 CONCLUSÃO

Nota-se que o desenvolvimento de novos produtos na empresa com a utilização do APQP, é realizado de forma sistêmica e organizado, garantindo a entrega do produto ao cliente.

A aplicação da metodologia no caso estudado indicou que ações sistêmicas facilitam a identificação de desvios no processo, como no caso dos atrasos identificados, que ao se tornarem evidentes permitiram a pronta análise sobre o momento de adoção de ações.

Na comparação da eficiência da metodologia, a tabela 4 mostra que ocorreram atrasos de até 21 dias nos desenvolvimentos sem a utilização do APQP, por isso conclui-se que a metodologia reduz o tempo de desenvolvimento.

O APQP possui um papel importante na empresa, pois melhora o índice de qualidade do produto e controle de todo o processo, com possibilidades de melhoria no atendimento das necessidades do cliente. Como observado no índice de amostras aprovadas em relação aos anos de 2013 e 2014 a maior parte das amostras fabricadas atende a necessidade do cliente, com um aumento de 25% em relação ao ano de 2014, devido mudanças na gestão e as implantações de melhorias no sistema APQP na empresa.

Com a utilização do sistema APQP nota-se uma linguagem comum de comunicação entre todos os setores envolvidos no desenvolvimento do produto inclusive o próprio cliente, permitindo uma boa negociação entre eles na distribuição de tarefas com um prazo definido para o cumprimento das etapas desse processo.

A visão geral da aplicação da metodologia APQP deixa clara a importância de sua utilização e os resultados obtidos na rotina da empresa estudada.

REFERÊNCIAS

ARNOSTI, J. C. M. ISO/TS 16949 – **Ganhos e Vantagens da Certificação na Indústria Automobilística**. In: XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2013, Salvador 14 f. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STO_178_016_23281.pdf>. Acesso em: 03 Abr. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ISO/TS 16949: 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**: apresentação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9000: Sistemas de gestão da qualidade: Fundamentos e Vocabulário**: apresentação. Rio de Janeiro, 2000.

BALLESTERO-ALVAREZ, M. E. *Gestão da Qualidade, Produção e Operações*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 432p.

CARVALHO, M. M. *Histórico da Gestão da Qualidade*. In: CARVALHO, M. M.; PALADINE, E. P. (Org.). **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. P. 1-24.

FERREIRA, A. S. **Aplicação dos Conceitos de Planejamento e Controle de Projetos para o Desenvolvimento de Um Novo Produto – Estudo de Caso: APQP**. 2001. 124 f. Monografia (Curso de Pós-Graduação em MBA – Gerência de Produção e Tecnologia) - Departamento de Economia, Contabilidade, Administração e Secretariado Executivo, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2001. Disponível em: <http://www.ppga.com.br/mba/2001/ferreira_admilson_dos_santos.pdf>. Acesso em: 30 Out. 2014.

FERREIRA, J. J. A. *Modelos Normalizados de Sistemas de Gestão. Conceitos e Certificação: ISO 9001; ISO 14001 e TS16949*. In: CARVALHO, M. M.; PALADINE, E. P. (Org.) **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. P. 153-186.

KACH, S. C. **Proposta de Aplicação de um Sistema de Gestão da Qualidade com Base no APQP para Engenharia de Processos de uma Empresa de Médio Porte**. 2012. 87 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção) – FAHOR Faculdade Horizontina, Horizontina, 2012. Disponível em: <http://www.fahor.com.br/publicacoes/TFC/EngPro/2012/Sirnei_Cesar_Kach.pdf>. Acesso em: 12 Ago. 2014.

MARSHALL JUNIOR, I. et al. **Gestão da qualidade**. 10. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2010. 203p.

MARTINELLI, F.B. **Gestão da Qualidade Total**. Curitiba: IESD, 2009. CD-ROM

MIGUEL, P. A. C. **Qualidade: Enfoques e Ferramentas**. 1. ed. São Paulo: Editora Artliber, 2006. 272p.

MIGUEL, P. A. C. Gestão da Qualidade: TQM e Modelos de Excelência. In: CARVALHO, M. M.; PALADINE, E. P.(Org.) **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. P. 85-124.

OLIVEIRA, O.J. Gestão da Qualidade: Introdução à História e Fundamentos. In: OLIVEIRA, O. J. (Org.). **Gestão da Qualidade: Tópicos Avançados**. São Paulo: Cengage Learning, 2009. P. 3-20.

PISSINATE, T. P.; FRANCO, J.C.; REZENDE, J.P. Inter-Relação da Ferramenta APQP e do Guia PMBOK para Eficiência nas Etapas de Implementação de Novos Projetos na Indústria Automotiva. **Iberoamerican Journal of Project Management**, Jaguariúna, v. 5, n.1, p.21-41, 2014. Disponível em: <http://www.researchgate.net/profile/Eduardo_Satolo/publications>

PLANEJAMENTO avançado da qualidade do produto (APQP) e plano de controle: Manual de Referência. 2. ed. São Paulo: Instituto da Qualidade Automotiva, 2008. 108 p.

POZZER, L. **Definições para Implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade em Metalúrgica de Pequeno Porte**. 2013. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção) – FAHOR Faculdade Horizontina, Horizontina, 2013. Disponível em: < http://www.fahor.com.br/publicacoes/TFC/EngPro/2013/Pro_Leidiane.pdf>. Acesso em: 20 Abr. 2015.

ROCHA, J. R. P. **A Gestão do Desenvolvimento de Produto via APQP na Indústria Automobilística**. 2009. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde-20082010-152136/pt-br.php>>. Acesso em: 10 Jul. 2014.

RODRIGUES, P. H. S. **Proposição de um Plano para Melhoria na Aplicação e Controle das Ações Corretivas Após Reclamações na Empresa Takata Brasil SA**. 2013. 88 f. Trabalho de Conclusão de Estágio (Curso de Administração do Centro de Ciências Sociais Aplicadas – Gestão) – Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2013. Disponível em: <<http://www.univali.br/ensino/graduacao/ceciesa-gestao/cursos/administracao/administracao-itajai/estagio-obrigatorio/trabalhos-de-conclusao-de-estagio/Lists/Artigos/Attachments/9/Pedro%20H%20Sa%20Rodrigues.pdf>> Acesso em: 24 Out. 2014.

SILVA, P. S. **Avaliação da Qualidade em Serviço de Entrega em Domicílio no Setor Farmacêutico: Uma aplicação do Método Servqual, usando a Análise Fatorial**. 2005. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências no Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. Disponível em: < <http://www.ppgmne.ufpr.br/arquivos/diss/142.pdf>>. Acesso em: 20 Abr. 2015.

SILVA, D. C. H. **Planejamento Avançado da Qualidade do Produto**. 2007. 14 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2007. Disponível em:
<[file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/APQP%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/APQP%20(2).pdf)>. Acesso em: 07 Ago. 2014.

SOUZA, L.F. **Implantação da Metodologia APQP na Área de Desenvolvimento de Produtos de uma Empresa de Plásticos**. 2010. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia: Habilitação em Produção e Sistemas) - Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2010. Disponível em:
<http://www.producao.joinville.udesc.br/tgeps/tgeps/2010-02/2010_2_tcc15.PDF>. Acesso em: 10 Jul. 2014.