



Sirnei César Kach

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO
COM BASE NO APQP PARA ENGENHARIA DE
PROCESSOS DE UMA EMPRESA DE MÉDIO PORTE**

Horizontina

2012

Sirnei César Kach

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO
COM BASE NO APQP PARA ENGENHARIA DE
PROCESSOS DE UMA EMPRESA DE MÉDIO PORTE**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, pelo Curso de Engenharia de Produção da Faculdade Horizontina.

ORIENTADOR: Prof. Édio Polacinski, Dr.

Horizontina

2012

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTALINA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO
COM BASE NO APQP PARA ENGENHARIA DE
PROCESSOS DE UMA EMPRESA DE MÉDIO PORTE**

Elaborada por:

Sirnei César Kach

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Produção

**Aprovado em: 26/11/2012
Pela Comissão Examinadora**

**Prof. Édio Polacinski, Dr.
Presidente da Comissão Examinadora
Orientador**

**Prof. Ademar Michels, Dr.
FAHOR – Faculdade Horizontalina**

**Prof. Vilmar Bueno Silva, Esp.
FAHOR – Faculdade Horizontalina**

**Horizontalina
2012**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao bem mais precioso que possuo, a minha família, esposa e filhas, que estiveram sempre ao meu lado nessa fase tão importante de minha vida.

AGRADECIMENTO

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pelo Dom da vida e oportunidade concedida para chegar onde cheguei. Aos pais, pela educação e ensinamentos tão simples e elementares que me ajudam a ser cada vez melhor como ser humano.

A minha esposa Katiussa, parceira incondicional de todas as horas em que precisei, pela força, incentivo e por me esperar chegar todas as noites nesses cinco anos e meio, sou privilegiado por isso. Te amo!

Às minhas filhas Thainá e Giulia, obrigado por entenderem a ausência do pai em muitas ocasiões, inclusive em datas importantes de suas vidas. Com certeza, o esforço todo foi pensando em proporcionar um futuro melhor para vocês.

Aos amigos, Mestres e aos meus orientadores Prof. Joel e Prof. Édio, que auxiliaram de forma extraordinária, para que essa pesquisa-ação fosse concluída com êxito proporcionando um maior conhecimento para minha vida profissional.

A Metalúrgica Candeia, nas pessoas dos Srs. Alcino, Nestor, Rodrigo e Rafael pelo apoio e disponibilidade de pesquisa para implementação do meu trabalho no período em que convivi com a Direção desta empresa. Foi um laboratório de aprendizado que não será esquecido jamais.

Muito obrigado a todos!

“Lute com determinação, abrace a vida com paixão, perca com classe e vença com ousadia, porque o mundo pertence a quem se atreve e a vida é muito para ser insignificante”.

Charles Chaplin

RESUMO

A evolução constante das tecnologias e a expansão industrial no mundo fizeram com que a necessidade de mudanças nos sistemas de gestão e controles de produtos e processos, fossem consequência dessa evolução. Para que essas mudanças continuassem de forma proporcional, criaram-se ferramentas de gestão através de métodos gerenciais, entre elas o Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP). Neste contexto, destaca-se que o método APQP proporciona um controle aprimorado na análise de processos de desenvolvimento de novos produtos e processos em uma organização. A exigência em relação à qualidade do produto, satisfação do cliente e o crescimento da organização produtiva tem um aproveitamento incondicional desse método de gestão. Neste sentido, evidencia-se que este trabalho, definido como uma pesquisa-ação, apresenta uma proposição e a implementação desse método em uma organização produtora de fundidos, focando inicialmente o sistema de gestão da engenharia de processos. Como principais resultados e pesquisa, destaca-se: a proposição e aplicação de um método de gerenciamento do desenvolvimento dos processos de produção em uma empresa de médio porte; o desenvolvimento de documentos norteadores do sistema de gestão; métodos de gestão e monitoramento de desenvolvimento dos processos para atuar nas melhorias identificadas.

Palavras-chave: Qualidade; Gestão da Qualidade; APQP; Empresa de Médio Porte.

ABSTRACT

The constant evolution of the technologies and the industrial expansion on the world made with that the need for changes in management systems and control of the products and processes were consequence of this evolution. So that these changes continue proportionally, were created management tools through management methods, including the Advanced Planning Product Quality (APQP). In this context stands that the method APQP provides improved control in the analysis of processes for developing of new products and processes on an organization. The requirement in relation to product quality, client satisfaction and the growth of productive organization has an unconditional use of this method of management. In this sense, it is clear that this work defined as an action research presents a proposition and the implementation of this method in an organization producing fused focusing initially in the management system of the process engineering. As main results of the research stands up: the proposition and application of a method of managing the development of production processes in midsize company; developing guiding the document management system, management methods and monitoring of development of the processes to act in the identified improvements.

Keywords: Quality, Quality Management, APQP, Midsize Company.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação do Ciclo PDCA.....	19
Figura 2 - Cronograma do Planejamento da Qualidade do Produto.....	26
Figura 3 - 1ª Fase do APQP	28
Figura 4 - 2ª Fase do APQP	33
Figura 5 - 3ª Fase do APQP	38
Figura 6 - 4ª Fase do APQP	42
Figura 7 - 5ª Fase do APQP	45
Figura 8 - Delineamento da pesquisa.	52
Figura 9 - Proposta do Sistema.	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Elementos do APQP em suas fases	23
Quadro 2 - Avaliação de risco/status para fabricação do item.....	25
Quadro 3 - Inputs e Outputs da 1ª Fase do APQP.....	28
Quadro 4 - Inputs e Outputs da 2ª Fase do APQP.....	34
Quadro 5 - Inputs e Outputs da 3ª Fase do APQP.....	39
Quadro 6 - Inputs e Outputs da 4ª Fase do APQP.....	43
Quadro 7 - Inputs e Outputs da 5ª Fase do APQP.....	46
Quadro 8 - Planejar pesquisa-ação.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APQP – Planejamento Avançado da Qualidade

DFMEA – Análise do Modo e Efeito de Falha no Projeto

GM – General Motors

ISO/TS – International Organization for Standardization/Specification Technical

I.T. – Instrução de Trabalho

MAE – Manual do APQP 1ª Edição

MFA – Manual Ford APQP

MSA – Análise do Sistema de Medição

NPR – Número Prioritário de Risco

O.P. – Ordem de Produção

PDCA – Planejar, Desenvolver, Checar e Alterar

PDP – Planejamento e Desenvolvimento do Produto

PFMEA – Análise do Modo e Efeito de Falha do Processo

R.Q. – Requisição de Serviço

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequena Empresa

SGEP – Sistema de Gestão na Engenharia de Processos

SGQ – Sistema de Gestão da Qualidade

TQC – Controle de Qualidade Total

TFC – Trabalho Final de Curso

VOC – Voz do Cliente

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	13
1.2 JUSTIFICATIVA	14
1.3 OBJETIVOS	15
1.3.1 OBJETIVO GERAL	15
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.4 ESCOPO E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	15
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2 REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1 INTRODUÇÃO AOS CONCEITOS DA QUALIDADE	18
2.2 CONCEITUAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DO APQP	20
2.3 CONSIDERAÇÕES INICIAIS SOBRE AS FASES DO APQP	21
2.4 CRONOGRAMA DE PRIORIDADES	24
2.5 IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DO CRONOGRAMA	25
2.6 APRESENTAÇÃO DAS FASES DO APQP	27
2.6.1. 1ª FASE: PLANEJAR E DEFINIR O TRABALHO	27
2.6.2 2ª FASE: PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO	32
2.6.3 3ª FASE: PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO	37
2.6.4 4ª FASE: VALIDAÇÃO DO PRODUTO E PROCESSO	42
2.6.5 5ª FASE: RETROALIMENTAÇÃO, VALIDAÇÃO E AÇÃO CORRETIVA	45
2.7 IMPORTÂNCIA DA APLICAÇÃO DO APQP	47
3 METODOLOGIA DE PESQUISA	49
3.1 ESTRATÉGIAS DE PESQUISA	49
3.1.1 A CONFIGURAÇÃO DA PESQUISA	49
3.2 DELINEAMENTOS DA PESQUISA	51
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	57
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	57
4.2 SISTEMA PROPOSTO	58
4.3 PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE UM MODELO	59
4.3.1. 1ª ETAPA: PLANEJAMENTO E DEFINIÇÃO ESTRUTURAL	59
4.3.1.1 VOC (Documentos recebidos do cliente)	60
4.3.1.2 PREMISSAS DE PRODUTO E PROCESSO	60
4.3.1.3 INPUTS DO CLIENTE	60
4.3.1.4 LISTA PRELIMINAR DE MATERIAIS	61
4.3.1.5 FLUXOGRAMA PRELIMINAR DO PROCESSO	61
4.3.1.6 LISTA PRELIMINAR DE CARACTERÍSTICAS ESPECIAIS DE PRODUTO E PROCESSO	61
4.3.2 2ª ETAPA: PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO	62
4.3.2.1 FMEA	62
4.3.2.2 PROJETO PARA MANUFATURABILIDADE E MONTAGEM	62
4.3.2.3 VERIFICAÇÃO DO PROJETO	62
4.3.2.4 ANÁLISE CRÍTICA DE PROCESSO	63
4.3.2.5 ESTUDO PRELIMINAR DA CAPABILIDADE DO PROCESSO	63
4.3.2.6 CONSTRUÇÃO DE PROTÓTIPO (PLANO DE CONTROLE)	63
4.3.2.7 DESENHOS DA ENGENHARIA	64
4.3.2.8 ESPECIFICAÇÕES DE ENGENHARIA	64
4.3.2.9 ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAL	64
4.3.2.10 REGISTROS DE CALIBRAÇÃO DE INSTRUMENTOS	64
4.3.3 3ª ETAPA: PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO	65
4.3.3.1 FLUXOGRAMA DO PROCESSO	65
4.3.3.2 FMEA	65
4.3.3.3 INSTRUÇÃO DE TRABALHO OU PROCESSO	65

4.3.3.4 PLANO DE ANÁLISE DOS SISTEMAS DE MEDIÇÃO (ESTUDO POR ATRIBUTOS)	65
4.3.4 4ª ETAPA: VALIDAÇÃO DE PRODUTO E PROCESSO.....	66
4.3.4.1 CORRIDA PILOTO DE PRODUÇÃO	66
4.3.4.2 APROVAÇÃO DE PEÇAS DA PRODUÇÃO	66
4.3.4.3 TESTE DE VALIDAÇÃO DA PRODUÇÃO	66
4.3.5 5ª ETAPA: RETROALIMENTAÇÃO, VALIDAÇÃO E AÇÃO CORRETIVA.	67
4.3.5.1 VARIAÇÃO REDUZIDA.....	67
4.3.5.2 SUBMISSÃO E APROVAÇÃO DE AMOSTRAS	67
4.3.5.3 SATISFAÇÃO DO CLIENTE	67
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
APÊNDICE A – CHECK LIST APQP	72
APÊNDICE B – ANÁLISE DE COTA A COTA PARA ORÇAMENTO	73
APÊNDICE C – LISTA PRELIMINAR DE MATERIAIS	74
APÊNDICE D – DIAGRAMA DO FLUXO DE PROCESSO	75
APÊNDICE E – CRONOGRAMA DO APQP	76
APÊNDICE F – PLANO DE CONTROLE DE PROCESSO	77
APÊNDICE G – ESPECIFICAÇÕES DO PROCESSO DA ENGENHARIA.....	78
APÊNDICE H – INSTRUÇÃO DE TRABALHO PARA CLASSES DE FUNDIDO	79
APÊNDICE I – REGISTRO DE CALIBRAÇÃO DE INSTRUMENTOS.....	80
APÊNDICE J – FMEA.....	81
APÊNDICE K – INSTRUÇÃO DE TRABALHO	82
APÊNDICE L – CONTROLE DIMENSIONAL DE ESTUDO POR ATRIBUTO	83
APÊNDICE M – RELATÓRIO DE APROVAÇÃO DE APARÊNCIA	84
APÊNDICE N – ETAPAS DO POKA YOKE	85
APÊNDICE O – PSW	86
APÊNDICE P – PESQUISA DE SATISFAÇÃO DO CLIENTE	87

1 INTRODUÇÃO

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

As organizações trabalham nos últimos anos, sob mudanças constantes e focando no crescimento produtivo, buscando melhorar seus resultados com a qualidade do produto, reduzindo o custo interno de produção, aumentando a carteira de clientes, objetivando o crescimento do seu mercado consumidor. Para a efetiva gestão desse plano de melhoria dos processos, a utilização de uma ferramenta para auxiliar o gerenciamento é de fundamental importância, para que os resultados possam ser medidos e organizados no sentido de definir o que é mais relevante e onde ocorrem os maiores ganhos ou perdas e de que forma isso acontece.

A engenharia de processos da organização onde foi desenvolvido este TFC trabalhava com a definição de seus processos através de documentos internos como Instruções de Trabalho (I.T), Ordens de Produção (O.P), Requisição de Serviços (RQ), criados internamente de acordo com a necessidade da organização, sendo que estes documentos eram desenvolvidos após a aprovação de um novo item, quando o ferramental já está concluído e ajustado para moldagem e posterior fundição das amostras. Por vezes, ocorriam desvios de informações ou análises feitas superficialmente, proporcionando a ocorrência de falhas no processo que influenciam diretamente no custo ou qualidade final do produto, pois o procedimento padrão utilizado, tinha seus pontos fracos e não conseguia garantir um resultado eficaz do planejamento de processo.

Até então a organização demonstrava inúmeras deficiências que influenciavam nas decisões, algumas vezes equivocadas, baseadas nos resultados encontrados pela estrutura de gestão um tanto quanto deficitária. Até a pouco tempo, a empresa não tinha como padrão a utilização de ferramentas do sistema de gestão da qualidade (SGQ), bem como a geração de indicadores mais precisos, ou seja, apenas alguns documentos que orientavam de forma superficial os desenvolvimentos e aprovações de amostras por seus clientes, não atendendo a um sistema padrão da gestão desses resultados, a não ser que fosse exigido pelo cliente, o que normalmente não ocorre.

Por existir esta deficiência gerencial, foi necessário propor um método que poderia incluir num único sistema, outras ferramentas, que divididas em fases poderiam auxiliar na eficácia do processo produtivo.

Diante disso, esse TFC tem a intenção de responder a seguinte questão:

- Como desenvolver e propor a aplicação um sistema de gestão, na engenharia de processos, através da utilização do APQP em uma empresa de médio porte?

1.2 JUSTIFICATIVA

A utilização do sistema de gestão de processos baseado no APQP é uma forma de padronização dos procedimentos para desenvolvimento de novos produtos. A forma de análise tem seu início com a avaliação dos desenhos, que eram estudados por apenas um colaborador, e, com a implantação do APQP, passaram a obedecer às cinco fases do sistema de gestão. Nessa ferramenta, o envolvimento de outros departamentos proporciona um embasamento técnico maior, principalmente para a análise da viabilidade da fabricação de um determinado produto, fortalecendo a tomada de decisão.

A engenharia de processos tem como principal função a definição de todos os procedimentos para a fabricação do produto, determinando um fluxograma de processo enxuto que proporcionou um melhor desempenho de resultados.

O trabalho de conclusão, utilizando esse tema, possibilita a aplicação de inúmeras ferramentas do SGQ, identificadas nas fases do APQP. A partir de então, possibilitou a ampliação do conhecimento em todas as áreas que de alguma forma atuam dentro da linha de produção, contribuindo para o futuro engenheiro de produção, que precisa visualizar sistemicamente a produção. A medição, monitoramento e modificações, exigiram o conhecimento técnico que proporcionará uma leitura mais fiel dos resultados garantindo a eficácia na gestão destes dados, para um resultado melhor a ser apresentado, justificando todas as modificações propostas, seja de uma linha de produção, do layout, dos investimentos com embasamento técnico e específico de cada situação.

Essa leitura é feita através de ferramentas que estarão sendo apresentadas nas fases do APQP, sendo que nem todas são utilizadas na proposta do novo sistema de gestão, mas as essenciais, no início do processo.

Dessa forma, justifica-se o presente TFC, pois através da proposta de implementação do APQP, será definida uma metodologia mais apurada para análise

da viabilidade de oportunidades de negócio, dentro da capacidade produtiva da organização e criando os dados para a geração de indicadores específicos para a gestão dos resultados na engenharia de processos da empresa pesquisada.

Além disso, justifica-se a realização do TFC pela oportunidade de colocar em prática assuntos abordados ao longo do curso de Engenharia da Produção, no caso, propor a aplicação do APQP, um assunto de grande relevância na área da qualidade de uma empresa, em uma situação real.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Propor um sistema de gestão, através do APQP, na engenharia de processos de uma empresa de médio porte.

1.3.2 Objetivos específicos

Foram definidos como objetivos específicos, os seguintes:

- Apresentar um diagnóstico sobre a situação atual da engenharia de processos da organização;
- Definir as fases do APQP e adaptá-las às necessidades da organização;
- Apresentar a proposta de implementação do sistema de gestão da engenharia de processos (SGEP Candeia), conforme padrões normativos do APQP, adequando-o a engenharia de processos da organização.

1.4 ESCOPO E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Como já mencionado anteriormente, destaca-se que este TFC tem como objetivo, propor um sistema de gestão, através do APQP, na engenharia de processos de uma empresa de médio porte. Essa necessidade é evidente devido ao andamento desordenado das informações e desenvolvimentos promovidos pela empresa até então, pois, a perda parcial e deficiências no fluxo das informações, indicavam essa necessidade urgente de alteração no método. A aplicação desta gestão normatizada foi realizada em uma empresa do segmento de fundição e

envolveu toda a estrutura interna da engenharia de processos, influenciando na satisfação do consumidor e melhoria do ambiente interno de trabalho.

A formalização e efetivação conceitual do método APQP, é embasado em normas deste método de gestão, desenvolvido por empresas da linha branca e automotiva quando da necessidade de melhoria de seus produtos. A aplicação do mesmo fez com que ficasse evidenciado o fluxo de informações, para gerenciar o cronograma de desenvolvimentos, através de documentos e indicadores aplicados no setor.

A utilização de registros e controles do método APQP, por meio de documentos específicos, proporcionou uma visualização efetiva do andamento da situação de cada item novo. O gerenciamento eficaz do cronograma influenciou de forma positiva nos resultados do trabalho da engenharia. Os registros favoreceram o controle de dados proporcionando satisfação do cliente, pois com isso, as previsões de trabalho conseguiram ser atendidas e por consequência promovem a satisfação para as partes envolvidas.

Por fim, evidencia-se que como delimitação e escopo define-se uma proposta de um método de gestão com base no APQP apenas para a Engenharia de Processos da empresa de médio porte.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

No presente capítulo, apresenta-se o problema de pesquisa, a justificativa, os objetivos e as delimitações do trabalho. Na sequência, apresentam-se mais quatro capítulos enfatizando toda a proposta de trabalho a ser implementada na organização em estudo.

No capítulo 2, apresenta-se a revisão da literatura abrangente ao propósito dessa proposta conceituada nas normas do APQP, com o propósito de propor um método procedimentado tecnicamente conforme autores definiram em sua criação. Esta normatização foi criada e definida através da utilização de ferramentas do SGQ para a coleta de dados e formalização das informações que farão a base na tomada de decisão.

No capítulo 3, identifica-se o método de pesquisa utilizado no presente trabalho, que no caso é uma pesquisa-ação em função de que o projeto precisa de

um determinado e breve período de acompanhamento e planejamento para propor efetivamente a sua eficácia.

No capítulo 4, apresentam-se os resultados e fazem-se as discussões, que estão sendo conhecidas nos procedimentos e fases do método, juntamente com os documentos com possibilidade de utilização, conforme a necessidade. O fluxo de utilização e cronogramas de controle forma a estrutura do procedimento de gestão via APQP. A explanação dos conceitos individuais e forma de utilização das ferramentas fazem parte desta etapa, a fim de que sejam conhecidas e aplicadas em determinada fase. Esta utilização foi procedimentada e de forma padrão é parte da estrutura do sistema de gestão em cada novo produto desenvolvido.

No último capítulo, apresentam-se as considerações finais do trabalho, evidenciando as possíveis melhorias proporcionadas após a implementação do APQP na engenharia de processos da organização em estudo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 INTRODUÇÃO AOS CONCEITOS DA QUALIDADE

O conceito de qualidade pode ser definido de várias formas, variando de acordo com o ponto de vista em que é observada a característica do produto, fazendo parte de uma das definições, onde as melhores características do produto mostram ao cliente a melhor qualidade. Outra visão de qualidade é quando o cliente identifica que existe a ausência de defeitos ou quanto menos defeitos, melhor é o produto (JURAN, 1992).

A palavra qualidade vem sendo utilizada há muito em todas as atividades humanas e sendo monitorado seu resultado cada vez com maior particularidade. Segundo Juran (apud Haro 2001), o termo qualidade existe desde o início da nossa civilização, dando contexto de que qualquer atividade, processo ou produto fosse feito e não precisasse retoques ou substituições, garantindo a satisfação daquele que estava aguardando para seu benefício.

De acordo com Campos *et al* (2004), nos últimos anos, a indústria automotiva foi o segmento que mais apresentou mudanças em termos de normalização de sistemas de gestão da qualidade no mundo da chamada linha branca de produção. Mudanças necessárias em função de vários fatores, tais como as exigências crescentes da sociedade, os usuários, aplicação das leis de proteção ao consumidor, necessidade de redução de custos, padronização do SGQ e manufatura de toda cadeia produtiva.

Conforme Campos (1992) a condição de sobrevivência e progressão em um determinado produto exige padrões de qualidade, atendendo perfeitamente e de forma confiável as necessidades de sua aplicação, a preferência do consumidor é a melhor forma de definir o que é qualidade do produto ou serviço. Essa avaliação é que define se o conceito apresentado tem possibilidade de fixar-se em sua aplicação e se terá uma vida prolongada e com capacidade competitiva no mercado. De acordo com Cheng *et al.* (1995), o gerenciamento do controle da qualidade iniciou-se com um controle estatístico da forma como foi vista pelo conhecimento americano, mudando posteriormente para o sistema japonês, ou seja, o americano ensinou ao japonês desenvolver estatisticamente seus controles de qualidade. Dessas ideias surgiram inúmeros órgãos de difusão da qualidade em todo mundo aumentando consideravelmente no Brasil. Ainda conforme Cheng *et al.* (1995),

surge o TQC (Controle da Qualidade Total), que nada mais é que um sistema de planejar, manter e melhorar constantemente a qualidade de um determinado produto, sendo estas as principais ações gerenciais deste sistema.

Outra ferramenta importante para tomada de decisão correta e que beneficia resultados, é o ciclo PDCA, proveniente do inglês, sendo o “P” de (*Plan*), que significa planejar, traçar objetivos necessários para atingir os resultados, “D” da palavra (*Do*) relativa a fazer programar as ações necessárias, “C” de (*Check*), ou seja, verificar checar o andamento e seus resultados, “A” de (*Act*), agir executando ações para melhorar os processos de fabricação ou projeção de determinada processo ou produto, conforme SEBRAE (2011). Quando implementado corretamente, desenvolve-se um processo de melhoria contínua dentro da organização tornando eficaz o resultado da produção.

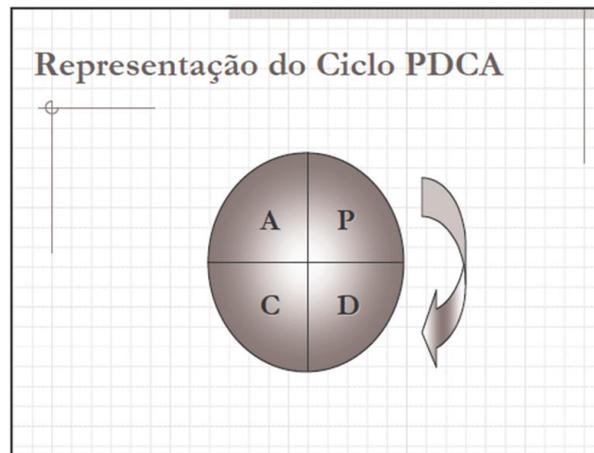


Figura 1: Representação do Ciclo PDCA. Fonte: SEBRAE, 2011, p. 2

Toda essa metodologia do APQP com a utilização de ferramentas de gestão e controle de processo, visando qualidade, tem um objetivo principal, que é o de atender as necessidades que o consumidor impõe. Este ciclo de controles precisa gerar satisfação com seu resultado, para com isso progredir economicamente, proporcionando uma melhora de resultados nas mais diferentes esferas da sociedade, seja resultado positivo em quem consome ou participa deste processo produtivo ou dentro da organização que aplica tais procedimentos (CHENG *et al.* 1995).

Conforme Haro (2001), a Internacional Organization for Standardization (ISO) também apresenta uma definição para o “processo qualidade” que é apresentada na norma ABNT de 1994, a qual define qualidade como sendo a

totalidade de características de uma entidade que lhe confere a capacidade de satisfazer as necessidades explícitas e implícitas de produto ou processo.

O APQP, que se desenvolveu dentro da necessidade da linha automotiva, na qual Pimenta (2009) salienta ser uma nova forma de gestão, onde se utilizam todas as ferramentas da qualidade, proporcionando uma análise detalhada das fases de capacidade do processo para fabricação de determinado produto, proporcionando uma comunicação entre as áreas e pessoas das equipes, fazendo com que todo o planejamento seja cumprido dentro do prazo determinado, bem como a garantia de qualidade esperada.

2.2 CONCEITUAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DO APQP

Conforme MFA (2003) destaca-se que, o sistema de gestão do APQP tem a meta de facilitar a comunicação entre as pessoas que compõem o grupo técnico de desenvolvimento do produto ou processo. Algumas vantagens dessa gestão é direcionar os recursos de forma correta, promovendo a satisfação do cliente, identificar com antecedência as alterações necessárias, evitar alterações de última hora, e conseguir atender o consumidor dentro do prazo e com um produto de qualidade superior ao esperado.

Segundo Slack (apud Pimenta, 2009), o aperfeiçoamento dos produtos e a flexibilização para a fabricação, é o diferencial para que haja satisfação das necessidades do consumidor. Conforme Morgan e Liker (apud Pimenta, 2009), o APQP, estrutura o plano de desenvolvimento do produto (PDP) assegurando a satisfação do cliente dentro de um método estruturado para execução de seus procedimentos cumpridos no cronograma previsto para realização conforme definido. O APQP foi desenvolvido com base na Norma ISO/TS 16:949:2002, que faz a gestão da linha branca e automotiva implementando um sistema de melhoria contínua abrangendo toda cadeia de fornecimento para as montadoras e que de acordo com Pimenta (2009), é a melhor e mais eficaz forma de gerenciamento para desenvolvimento dos resultados encontrados.

A função básica do APQP é estabelecer uma série de atividades que devem ser cumpridas em determinadas fases durante o desenvolvimento do produto ou processo, e, após alguns ajustes, pode ser aplicado nesse segmento também, dividindo as tarefas a serem cumpridas e seus prazos. Deve ser criado um relatório

em determinados períodos descrevendo as conformidades ou não conformidades dentro do cumprimento destas etapas. O APQP é uma metodologia criada para atender montadoras da linha automotiva americana, posteriormente outras organizações começaram a fazer uso destes conceitos, mesmo com outra formatação e princípios (ROCHA 2009).

O FMEA dentro do APQP, destaca-se como uma ferramenta essencial e de certa forma um banco de dados confiável que é utilizado pela equipe responsável pela manufatura, com a finalidade de assegurar que seja realizada corretamente uma avaliação dos modos de falha do processo, assim como suas causas e mecanismos de controle. De uma forma mais precisa, o PFMEA e DFMEA são o resumo dos pensamentos e convicções da equipe durante o desenvolvimento de um processo ou produto e inclui a análise de itens que poderiam falhar baseado em problemas anteriores. Essa abordagem acompanha, formaliza e documenta a linha de pensamento garantindo a correta verificação da situação normalmente percorrida durante o planejamento da manufatura, conforme IQA apud Aguiar (2006).

2.3 CONSIDERAÇÕES INICIAIS SOBRE AS FASES DO APQP

De acordo com o MAE (1994), a criação de uma equipe multifuncional é o primeiro requisito para que o planejamento de produto tenha um resultado positivo. Essa equipe é composta por várias áreas envolvidas no planejamento para fabricação do produto, seja qualidade, engenharia, compras, controle de materiais, vendas ou assistência técnica. Essa abrangência é definida já na fase inicial, com intuito de embasar tecnicamente todas as decisões que serão tomadas evitando transtorno durante sua fabricação.

Os principais motivos para reunião constante do grupo servem para a definição do líder da equipe de projeto e supervisão do projeto de planejamento; distribuição das funções de cada setor envolvido; identificação correta dos clientes internos e externos da organização; definição de forma clara as expectativas do cliente, análise de desempenho na manufatura e controle de qualidade do desenvolvimento, analisando e avaliando cada etapa desenvolvida; levantamento de custos, criação e sequência do cronograma identificando de acordo com o processo a ser usado, o método de documentação que será utilizado para apresentação,

juntamente com amostra do produto, submetendo à aprovação do cliente, afirmado pelo (MAE, 1994).

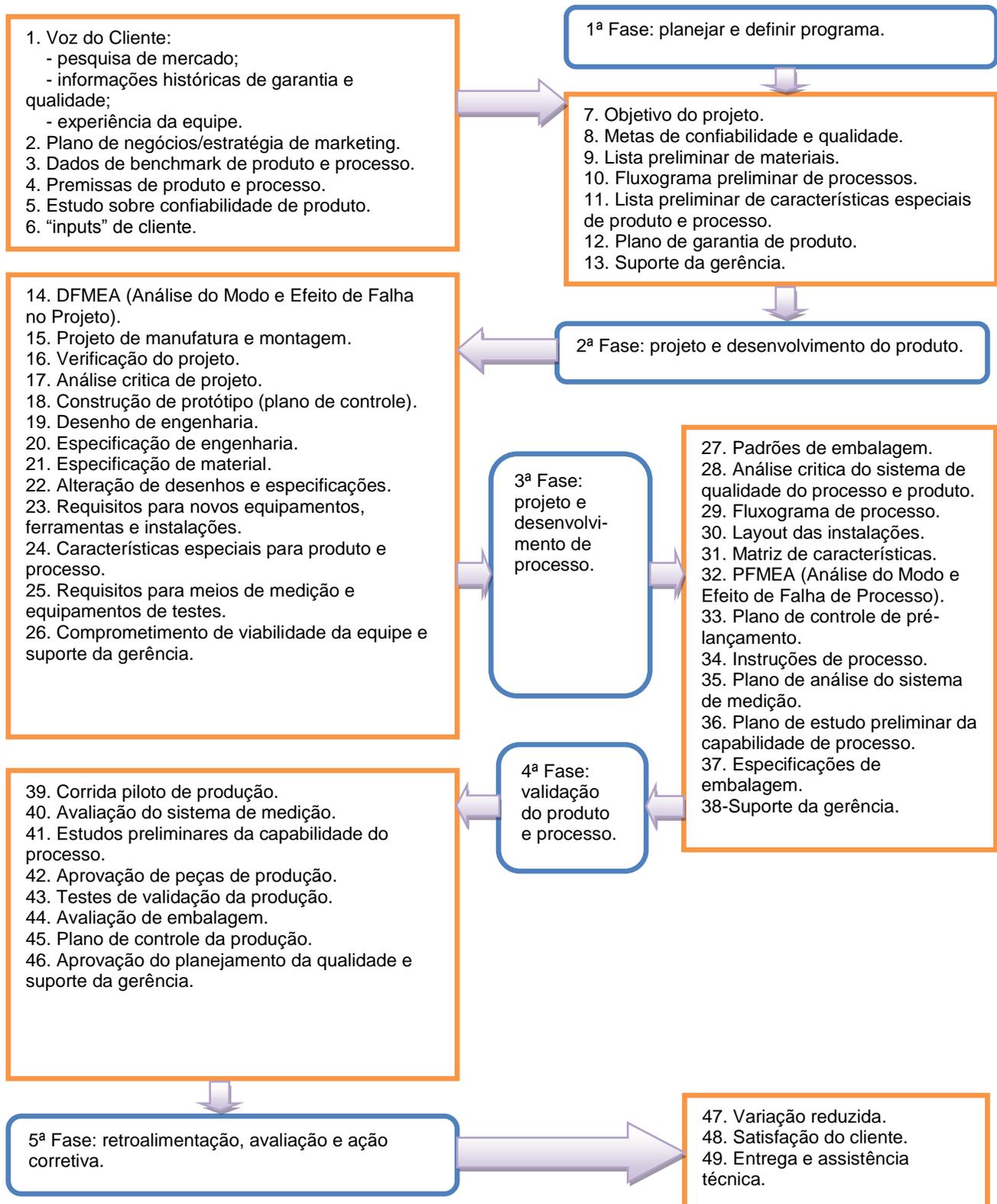
De acordo com Silva (2007), define-se a equipe de envolvidos e o cronograma de trabalho, observando as cinco fases do APQP, que por sua vez, estão divididas em 23 etapas, nas quais se identificam as principais ferramentas utilizadas em seu sistema de gestão de dados que irão gerar informações para a composição dos resultados de acordo com o andamento do projeto, reconhecidos em seus indicadores de desempenho.

Para Rocha (2009), a gestão de desenvolvimento de produto ou processo precisa de base ampla para otimização e eficácia de seu gerenciamento, pois o principal objetivo é a validação do produto ou processo após sua conclusão. Nesta fase, o APQP terá cumprido seu papel de gestão e o PPAP será a evidência de seu resultado positivo ter sido alcançado.

A etapa de validação do processo ou do produto vai assegurar que o controle da qualidade é garantido, e, que é adequado e eficiente para a produção durante uma corrida piloto de produção, a ser programada com os recursos que a organização dispõe. Essa atividade é acompanhada pela engenharia ou equipe de desenvolvimento, e quando são obtidas peças a serem fornecidas como amostra para o cliente, com a documentação completa, conforme o Manual de Requisitos do Produto, estas por sua vez, serão o espelho do resultado que o produto oferecerá ao cliente atendendo ou não sua expectativa, segundo Altieri *et al.* (2002).

Criando um escopo de trabalho, conforme as cinco fases citadas no Quadro 1, inicia-se o processo de utilização do APQP. O programa contém 49 etapas, dentro dessas cinco fases e, quando realizadas, completam todos os requisitos do cliente, não sendo obrigatória a utilização de todas elas, mas de acordo com a necessidade ou complexidade do projeto. Os 49 elementos estão resumidos no Quadro 1 (MELLO, 2008).

Do total de 49 etapas, não há necessidade da utilização de todas, em média, de 20 a 25 etapas já contemplam uma grande parte e a mais importante do projeto. Essa variação dependerá da complexidade do produto ou processo em que estão sendo analisados e o foco no resultado que a organização se propõe a alcançar.



Quadro1 - Elementos do APQP em suas fases. Fonte: Mello 2008, p. 40

Um projeto de implementação do APQP, é o método principal, norteador da gestão de processos, que é composto por inúmeras ferramentas de apoio para coleta de dados, informações e definição de um cronograma. Como visto anteriormente no Quadro 1, todas as fases tem a necessidade, para sua

composição, de utilizar determinadas ferramentas para evolução do projeto embasado nas informações coletadas durante a análise do mesmo.

De acordo com Mello (2008), não existe uma obrigatoriedade de utilização de todas as etapas conforme descritas, mas que em alguns casos de maior complexidade, podem chegar a 43 etapas, gerenciando um maior detalhamento de produto, por exemplo, a linha automotiva. O que deve ser considerado, e é importante, é aplicar sua metodologia de gestão tendo uma referência teórica aplicada de forma construtiva, com base em resultados já comprovados em indústria de maior complexidade.

De acordo com Paes *et al* (2008) para assegurar a estabilidade dos processos, tem sido fundamental a utilização de ferramentas da qualidade como, por exemplo, PDCA, Pareto, diagrama de Ishikawa, gráfico de controle, MASP, 5W2H e Auditorias Internas. Um exemplo prático é a aplicação do MASP no combate de perdas de faturamento, esse método tem sido aplicado no planejamento dos processos, identificando os problemas, encontrando as causas e montando planos de ações com acompanhamento dos resultados.

Para Alves *et al.* (apud Polacinski 2011a), as ferramentas da qualidade são dispositivos gráficos, numéricos e analíticos, estruturados para viabilizar a implantação da qualidade total, sendo que, normalmente, cada ferramenta se dispõe a uma área específica de aplicação, variando conforme o processo ou produto envolvido. Ainda, acrescentam que esses instrumentos promovem a busca da melhoria contínua, permitindo a análise de problemas e a busca de soluções, que, se possível, deverão ser previstas com antecedência à fabricação do produto ou execução do processo.

2.4 CRONOGRAMA DE PRIORIDADES

O cronograma normalmente estará dividido em três escalas de prioridades para facilitar a gestão (APQP FORD, 2003).

O status “*Green-Yellow-Red*” (Verde-Amarelo-Vermelho) indica a evolução em relação ao término do projeto, comparando com o cronograma, verificando a eficácia do resultado. O Quadro 2 serve para a gestão da avaliação de riscos em relação ao cumprimento do cronograma, indicando a situação de cada área e seus

resultados, prevendo a necessidade de revisão do planejamento (APQP FORD, 2003).

Definições		
Avaliação Risco/Status		
Risco	Cor	Definição
Alto	Vermelho	As datas de entrega, ou produto a entregar estão em risco. Um plano de trabalho de recuperação não está disponível ou implementado ou o plano não alcança os objetivos do programa.
Moderado	Amarelo	As datas de entrega ou produtos a entregar estão em risco, mas um plano de trabalho de recuperação com recursos foi desenvolvido para atingir os objetivos do programa e foi aprovado pela gerência da equipe.
Nenhum	Verde	As datas de entrega e os produtos a entregar estão localizados e atendem os objetivos.

Quadro 2 – Avaliação de risco/status para fabricação do item. Fonte: Adaptado do APQP Ford 2003, p.15.

A gestão de risco em um projeto é essencial para o bom desempenho dos resultados. A análise correta das informações coletadas durante o desenvolvimento das fases do APQP, refletem no mesmo, fazendo com que os prazos sejam revistos com antecedência para que o cronograma não seja prejudicado e mantenha-se na faixa verde de sinalização para seus tempos previstos.

2.5 IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DO CRONOGRAMA

Segundo o MAE (1994), a concentração de esforços pela equipe e o incondicional apoio da Direção da organização, representam um resultado satisfatório conforme cronograma e na qualidade do produto final. A mudança de planos e interferências nos projetos é algo inevitável, por este motivo, a equipe multifuncional deverá estar preparada e organizada tecnicamente para estas alterações de processo. A prevenção de defeitos deverá ser o diferencial que o grupo irá apresentar, pois o cliente tem essa expectativa como seu principal ganho. A gestão dos processos e a sequência ordenada do trabalho em equipe, proporciona um ganho financeiro para a organização.

De acordo com Polacinski (2011b), o planejamento de qualquer atividade é essencial para que se tenha um desempenho eficaz do processo, pois, em atividade

prática desenvolvida, avaliando os procedimentos organizacionais de empresas utilizadas como modelos, identificaram-se inúmeras variáveis que se tivessem sido mais bem planejadas, não teriam afetado os resultados das atividades propostas. Desta forma, efetiva-se a importância da criação de um planejamento com cronograma para cumprimento das atividades sugeridas.

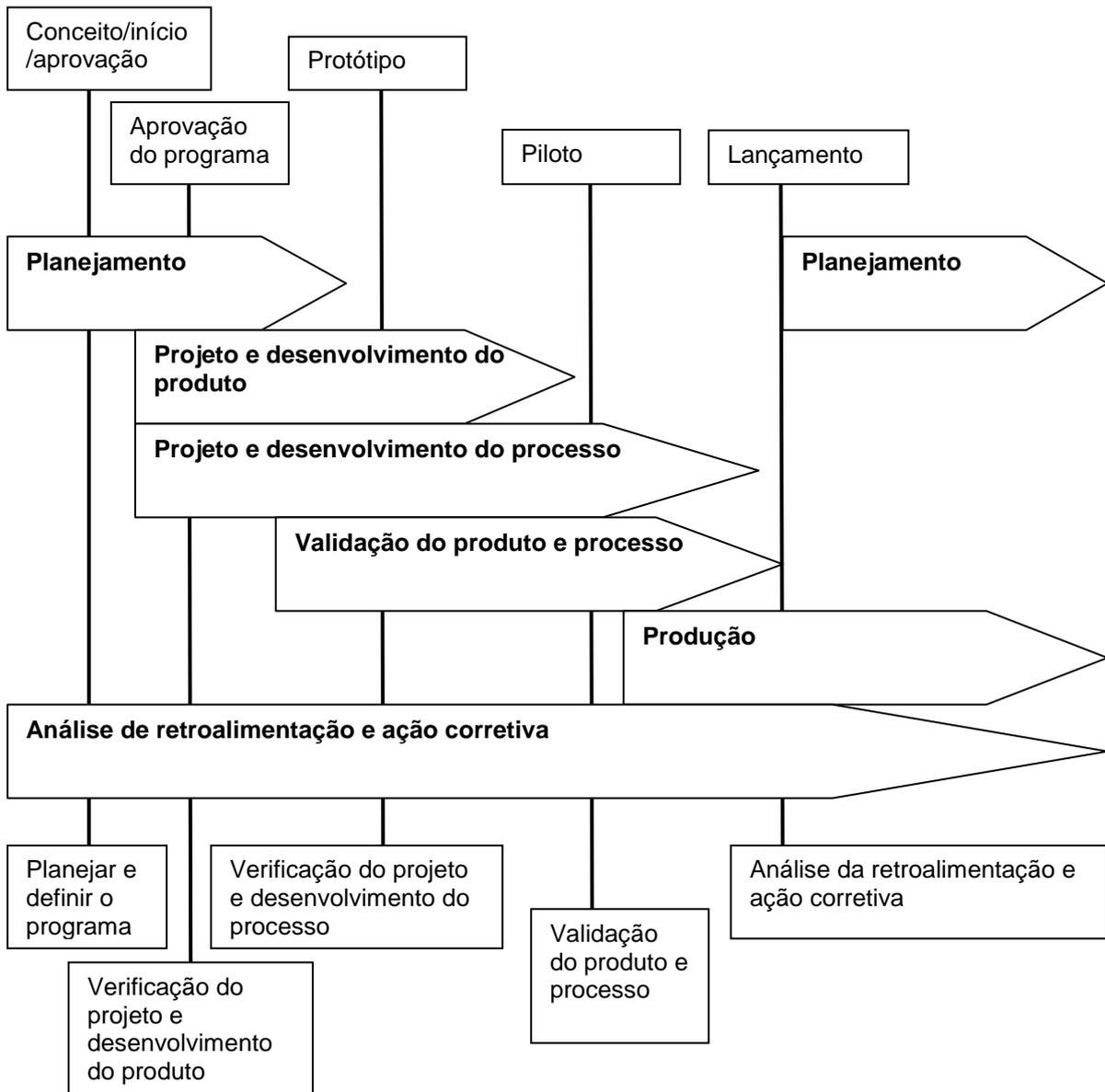


Figura 2 – Cronograma do Planejamento da Qualidade do Produto. Fonte: Adaptado de MAE 1994, p. 5

Na Figura 2, identifica-se um cronograma base de desenvolvimento das fases do AQPQ, demonstrando o caminho que o projeto percorre, a fim de que se cumpram todos os procedimentos do seu desenvolvimento, análise técnica, métodos

e gestão de dados, para que o mesmo tenha um desempenho ótimo na entrega do produto ao cliente. As alterações de cronograma em muitos casos são inevitáveis, pois a possibilidade de falhas ou interferências externas e alheias à vontade do grupo, ainda será inevitável, de acordo com (SILVA, 2007).

2.6 APRESENTAÇÃO DAS FASES DO APQP

Com relação às fases do APQP, conforme MAE (1994) identificam-se cinco fases distintas do processo de análise e projeção de resultados, evoluindo as mesmas de acordo com a conclusão da anterior, ou seja, inicia-se a análise de todos os componentes da primeira fase e com sua conclusão e efetivação do resultado esperado, dá-se então, o seguimento para a segunda fase, onde se cumpre todo o procedimento definido para esta. As fases e seu desenvolvimento serão conhecidos de forma mais aprofundada, na sequência, com a apresentação em forma de figuras de seu cronograma de desenvolvimento.

2.6.1. 1ª Fase: planejar e definir o trabalho

Por conseguinte, a Figura 3, está representando a primeira fase do APQP dentro do cronograma de desenvolvimento das fases e suas ferramentas de análise e gestão, onde é planejado e definido o programa do projeto em desenvolvimento.

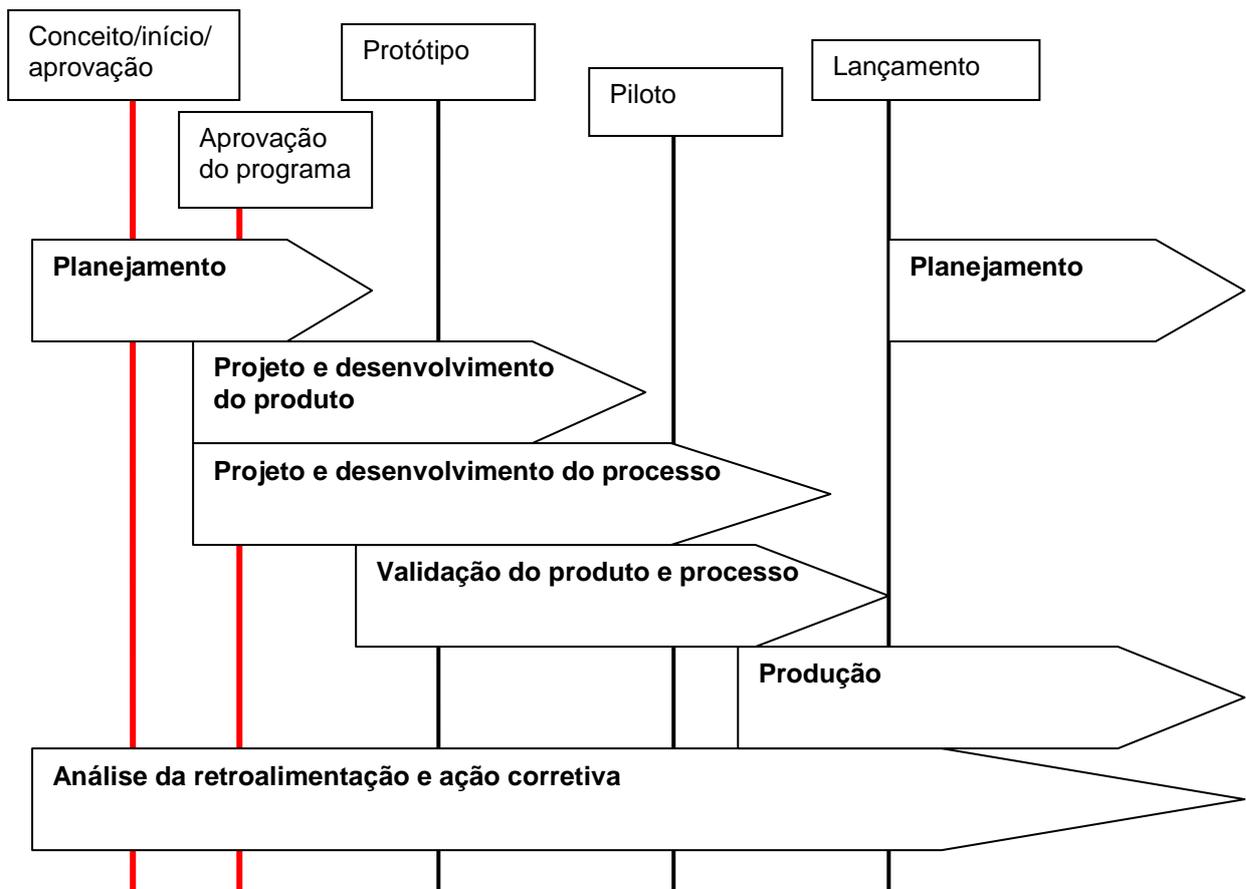


Figura 3: 1ª Fase do APQP. Fonte: Adaptado de MAE, 1994 p. 16

“A 1ª fase descreve como determinar as necessidades e expectativas do cliente de forma a definir e planejar um programa de qualidade” (MAE, 1994 p. 16).

INPUTS	OUTPUTS
Voz do cliente (VOC).	Objetivo do produto.
Plano de negócio/estratégia de marketing.	Metas de confiabilidade e qualidade.
Dados de benchmark de produto e processo.	Lista preliminar de materiais.
Premissas de produto e processo.	Fluxograma preliminar de processo.
Estudo de confiabilidade do produto.	Lista preliminar de características especiais de produto e processos.
Inputs do cliente.	Plano de garantia do cliente.
-	Suporte da gerência.

Quadro 3 – Inputs e Outputs da 1ª Fase do APQP. Fonte: Adaptado de MAE 1994, p. 17.

O Quadro 3 detalha as particularidades dos Inputs e Outputs da 1ª Fase do APQP. Além disso, ressalta-se que as entradas e saídas relacionadas a

informações, existindo uma relação sequencial em todas as fases, fazendo com que a ligação entre elas seja coerente e forme uma sequência de dados para eficácia do TFC desenvolvido, conforme MAE (1994) segue estratificação dos principais conceitos:

- Voz do Cliente (VOC) - A efetivação de um projeto normalmente parte da necessidade de um grupo, o cliente. A voz do cliente tem como principal função a identificação das necessidades e base para criação de um novo projeto que atenderá uma necessidade existente em relação ao cliente;

- Pesquisa de mercado - a pesquisa de mercado desenvolve-se através de uma análise da entrevista aos clientes, fazendo testes de mercado e relatórios de posição do mercado, análise de qualidade e confiabilidade do produto, além de um estudo complementar sobre a concorrência. Com estas informações, entende-se a necessidade de trabalhar uma nova proposta, seja para produto novo ou adaptação com melhorias a um produto já existente no mercado;

- Histórico de garantia e qualidade – refere-se a necessidade de preparar uma lista de informações históricas sobre os desejos e necessidades dos clientes, determinando um potencial para o desenvolvimento do projeto, dentro da manufatura, instalações e uso do produto.

Conforme MAE (1994) alguns documentos que seguem, irão auxiliar nessa análise e coleta de dados para compor as necessidades iniciais:

- relatório de garantia;
- índices de capacidade;
- relatórios de qualidade;
- relatórios de resolução de problemas;
- análise, rejeições e análise de produto com retorno da planta e de campo;
- experiência da equipe.

De acordo com MAE (1994), a equipe pode usar inúmeros meios de informações para desenvolvimento do projeto e processo de fabricação, sejam com análise de informações da mídia, sugestões do cliente, relatório de serviços e assistência técnica, testes de rodagem, avaliações internas, diretrizes da gerência, requisitos de contrato e normas governamentais. Com esse conhecimento da

equipe, a possibilidade de formação de um padrão de alto nível de componentes, terá como principal fator a influência no resultado do produto, dando um resultado positivo. Os referidos meios de informações para o desenvolvimento de projeto e processo de fabricação são os seguintes:

- Plano de negócio/estratégia de marketing - através do plano de negócios, cria-se um molde do plano de qualidade do produto. Com isso, identifica-se o tempo, custo e investimentos para pesquisa e desenvolvimento do produto. A linha de marketing foca em definir o cliente-objetivo, os pontos fortes e fracos da concorrência, a criação de novos pontos de venda para exposição do produto e busca de clientes no mercado consumidor;

- Dados de *benchmark* de produto e processo - nessa etapa, define-se o *benchmark* para propor uma evolução do produto e processo baseado nas informações coletadas, criando um objetivo de desempenho para o produto e o processo planejado. Esse planejamento deverá definir meios de se conseguir atingir ou superar o *benchmark* analisado, na tentativa de destacar o produto desenvolvido;

- Premissas do produto e processo - é a definição de determinadas características que o produto possui e dados técnicos que irão compor o mesmo. Todas essas informações devem ser usadas dentro da necessidade e possibilidades de utilização. Com isso, tem-se uma ideia real de fatores que participam da evolução do projeto, visão da situação real do mesmo;

- Estudo sobre a confiabilidade do produto - estudo e análise de dados que identificam a frequência de consertos, reparos e substituições dentro de certo período de uso, criando indicadores que dessa forma mostram qual o percentual de confiabilidade que o produto oferece ao consumidor, desse modo, identificando sua viabilidade de compra e negociação;

- Inputs do cliente - são considerados *inputs* dos clientes as informações referentes à sua percepção em relação ao produto. Essas reclamações ou elogios são usados como entradas fornecidas pelo cliente para aperfeiçoar o desempenho e melhoria do produto, evoluindo o mesmo em relação à qualidade e custo de produção;

- Objetivo do projeto - o objetivo do projeto é a implementação da VOC, materializados na forma do equipamento ou serviço prestado, atendendo a necessidade do grupo consumidor. A definição exata dos objetivos irá assegurar que

as necessidades do cliente sejam atendidas dentro de sua expectativa e viabilidade de aquisição;

- Metas de Confiabilidade e Qualidade - o *benchmark* e os objetivos do programa tem como principal função garantir que as expectativas do cliente sejam atendidas, dentro do plano de qualidade e garantia de produto. A aplicação de sistemas de melhoria contínua, redução de refugo, níveis de defeitos proporcionando um alto índice de confiança no produto, gerando uma expectativa positiva de abrangência do mercado consumidor;

- Lista preliminar de materiais - a definição de uma lista preliminar de materiais contribui intensivamente no desenvolvimento do projeto, através das premissas do desenvolvimento do produto, a fim de identificar junto a fornecedores terceirizados suas dificuldades em fornecer os requeridos. Dessa forma, consegue-se definir um processo enxuto e garantir que no momento programado da manufatura, não haverá falta do material previamente definido para construção do equipamento planejado;

- Fluxograma preliminar do processo - a definição prévia de um fluxograma do processo proporciona um desenvolvimento de manufatura de forma mais precisa e harmoniosa, atendendo as datas definidas em cronograma, buscando a satisfação do cliente;

- Lista preliminar de características especiais de produto e processo - a utilização do cronograma básico do APQP, a análise de norma e desenhos fornecidos pelo cliente, favorece a identificação das características especiais de produto e processo. As necessidades do cliente devem ser atendidas conforme especificação técnica repassada. A análise ocorre através da aplicação de documentos como PFMEA, DFMEA e demais documentos avaliadores de dados em relação a utilização no projeto e processo de fabricação;

- Plano de garantia do produto - de acordo com a exigência e necessidade do cliente ou produto, o plano de garantia exige maior atenção. Não há um método para sua composição, mas deve compor alguns parâmetros técnicos de avaliação e definição, esboçar os requisitos básicos do programa, metas e requisitos de confiabilidade, durabilidade e distribuição. A complexidade do produto e sua aplicação, utilização de novas tecnologias que garantem essa possibilidade eficaz de manufatura, serviço e embalagem, criando padrões que suportem essa proposta

preliminar com apoio da engenharia resguardando o cliente e fabricante. O plano de garantia bem formulado poderá ser um diferencial do produto, criando a possibilidade de inovação e destaque no mercado consumidor;

- Suporte da gerência - o apoio incondicional da gerência proporciona um grau elevado de confiança na equipe desenvolvedora do projeto. Sua participação é efetivamente um fator que complementará o desenvolvimento do produto, sendo que sua atualização de informações referente ao mesmo é indispensável para que ocorra a troca de dados e informações, tornando cúmplices do mesmo a parte tática, operacional e gestora de projetos e processos. A participação da gerência em reuniões de desenvolvimento é indispensável para que as metas e cronograma definidos sejam atendidos.

2.6.2. 2ª Fase: projeto e desenvolvimento do produto

Na segunda fase, planeja-se o projeto e desenvolvimento do produto. Momento em que as formas e o processo de desenvolvimento são planejados para que atendam a necessidade do cliente.

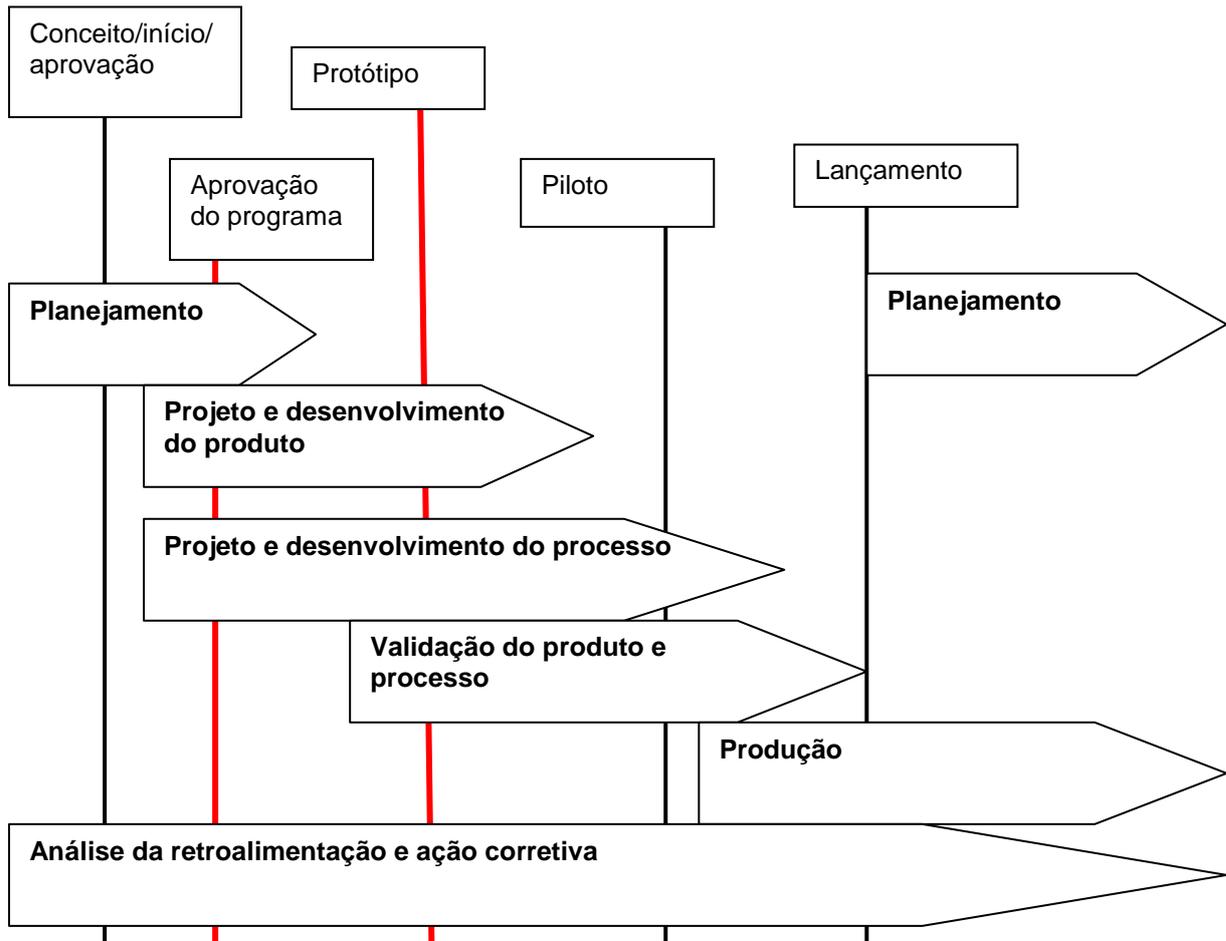


Figura 4: 2ª Fase do APQP. Fonte: Adaptado de MAE 1994, p. 21

Na figura 4, estão ilustradas as fase do APQP em sua composição original norteadora do passo a passo, apresentando sua evolução dentro do desenvolvimento do produto ou processo.

Nesta fase discutem-se os elementos do processo de planejamento durante o qual as características do projeto são desenvolvidas próximas a fase final. A equipe de planejamento da qualidade do produto deveria considerar todos os fatores de projeto no processo de planejamento mesmo se o projetor pertencer ou for compartilhado com o cliente (MAE 1994, p. 22).

A utilização do VOC, onde se identificam as necessidades e objetivos através da voz do cliente, torna viável a sequência do projeto. A viabilidade prevista pelo VOC deverá teoricamente ser confirmada após o lançamento e comercialização do produto, atingindo ou superando o volume de vendas previsto. Os estudos de viabilidade além de levarem em conta uma necessidade de consumo por determinado grupo, precisa de uma avaliação técnica dos dados estatísticos e de engenharia para consolidação e embasamento de informações que garantam que o desempenho de seus resultados sejam satisfatórios. Nessa etapa todas as

possibilidades de alteração, modificação e revisão de projetos deverão ser consideradas (MAE, 1994).

INPUTS	OUTPUTS
Objetivo do projeto.	DFMEA (análise de modo e efeito de falha do projeto).
Metas de confiabilidade e qualidade.	PFMEA (análise do modo e efeito de falha do processo).
Lista preliminar de materiais.	Projeto para Manufaturabilidade e montagem.
Fluxograma preliminar do processo.	Verificação do projeto.
Lista preliminar de características especiais.	Análise crítica de projeto.
Plano de garantia do produto.	Construção de protótipo (plano de controle).
Suporte de gerência.	Desenhos de engenharia (dados matemáticos).
-	Especificação de engenharia.
-	Especificação de material.
-	Alterações de desenhos e especificações.

Quadro 4 – Inputs e Outputs da 2ª Fase do APQP. Fonte: MAE 1994, p. 22

O Quadro 4, apresenta os Inputs e Outputs da 2ª Fase do APQP, identificando todas informações que o desenvolvimento necessita.

OUTPUTS por equipe de planejamento da qualidade do produto (tornam-se inputs para a 3ª fase). Requisitos para novos equipamentos, ferramental e instalação; Características especiais de produto e processo; Requisitos para meios de medição e equipamentos de testes; Comprometimento de viabilidade da equipe e suporte da gerência (MAE 1994, p. 22).

Conforme MAE (1994) seguem descrições das principais etapas da 2ª fase do APQP:

- **Análise do Modo e Efeito de Falha do Produto (DFMEA):** o método analítico que avalia a probabilidade de ocorrência de falha no produto. Para isso, utiliza-se o DFMEA que analisa o projeto do produto evidenciando através do número de prioridade de risco (NPR). O DFMEA é considerado um documento vivo que percorre todo o desenvolvimento do processo, sofrendo atualizações constantes de acordo com a identificação de alterações, para garantir sua eficiência no desenvolvimento do projeto de produto. Através do índice maior de NPR, a aplicação de melhoria contínua, faz com que o atendimento a qualidade e custo de produção sejam otimizados visando a satisfação do cliente;

- Projeto para Manufaturabilidade e montagem: é o projeto de engenharia simultânea entre as áreas envolvidas no desenvolvimento de produto, ou seja, a engenharia simultânea faz a ligação entre o projeto, Manufaturabilidade e montagem final do equipamento. Não existe um método formal para realização dessa etapa, mas, dentro das necessidades do projeto, será definido formas de gerenciamento das necessidades. Algum dado essencial para seu desenvolvimento poderá citar, tolerâncias dimensionais, requisitos de desempenho, número de componentes, ajustes de processo, processo de manufatura e montagem, manuseio de material. Dependendo do projeto e complexidade, outros procedimentos e normas poderão ser exigidos para evolução do cronograma;

- Verificação do projeto: refere-se a revisão constante do projeto para acompanhar se o mesmo está atendendo os objetivos específicos e determinação técnica especificadas em desenho e documentos complementares para qualificação do equipamento;

- Análise crítica de projetos: definem-se nessa etapa as reuniões regulares de acompanhamento de resultados do desenvolvimento de projeto dentro do cronograma criado para gestão de resultados. As verificações estão além de uma simples verificação da engenharia, pois exigem uma avaliação mais completa de todos os detalhes componentes da evolução do mesmo, como por exemplo: requisitos de projeto e confiança no produto, ciclos de rendimentos e teste de bancada, DFMEA, análise crítica de projeto, resultado de delineamento de experimentos, falhas de testes, etc. Sua principal função é acompanhar a evolução do projeto em todos seus complementos e criações. A validação do produto e processo somente poderá ser definida claramente através de planejamento pré-definido e relatórios de testes. Todos os dados possíveis deverão ser considerados nessa avaliação para que seja abrangente em todas as informações contidas no escopo;

- Construção de protótipo (Plano de Controle): plano de controle define-se como sistemas de medições dimensionais, testes funcionais e materiais que são criados no desenvolvimento de um protótipo para análise técnica e detalhada do produto. A utilização de uma lista de verificação que auxiliará na aplicação do plano de controle. A utilização do plano de controle será o diferencial para que o especificado no escopo do projeto, seja cumprido obedecendo às especificações em

desenho ou normas de construção, observando os parâmetros preliminares do processo, comunicando desvios e alterações de curso, evitando insatisfação do cliente em relação ao produto solicitado;

- Desenhos da engenharia: parâmetro oficial para desenvolvimento da reengenharia na criação do produto solicitado pelo cliente. A responsabilidade da equipe é toda voltada para a interpretação e obediência às informações dispostas no desenho fornecido. Todas as informações desse documento compoem o plano de controle e caso não tenham todas às informações, propõe-se a participação do cliente na definição desse procedimento de construção técnica do produto. Essa avaliação ocorre na primeira fase do APQP, onde a equipe multidisciplinar reúne-se para avaliar a viabilidade de fabricação do produto, seguindo documentos técnicos para coleta de informações e propondo, caso seja necessário, alterações do mesmo ao cliente;

- Especificações da engenharia: uma análise crítica detalhada garante que o desenvolvimento não apresentará grandes dificuldades após seu início. Todas as variáveis têm oportunidade de serem identificadas nessa etapa criando uma maior confiabilidade no andamento do mesmo. As especificações da engenharia englobam detalhes técnicos, bem como formas de testes, a quantidade de peças em análise num primeiro momento. Os fatores que afetam os resultados deverão estar claros para ambas as partes envolvidas no desenvolvimento, seja o fabricante bem como o consumidor;

- Especificações de material: a inclusão de informações no plano de controle referente ao material é indispensável, inclusive citando característica específica de sua composição, manuseio e estocagem, evitando de todas as formas, trocas ou substituição por falta de informações coerentes sobre o mesmo;

- Alteração de desenhos e especificações: caso ocorra a necessidade de alguma alteração, seja de produto ou procedimento, toda equipe será comunicada bem como o cliente, para que o material substituto seja compatível e apresente um resultado igual, ou melhor, no desempenho de sua aplicação;

- Requisitos para novos equipamentos, ferramental e instalações: essa necessidade caso surja, terá que garantir que foi eficaz no resultado esperado atendendo o prazo e qualidade do produto. A aquisição de equipamentos,

ferramentas e instalações, serão realizados dentro do prazo de utilização determinado no cronograma de entrega do produto;

- Características especiais de produto e processo: as características especiais de processo e projeto normalmente são identificadas na aplicação do VOC e que é levado em conta na definição do produto e processo de manufatura do produto. Formulários e documentos podem auxiliar no registro desses dados para que sua utilização seja favorável ao desenvolvimento;

- Requisitos para meios de medição/equipamentos de testes: os meios de medição (equipamentos) devem ser identificados nessa etapa, influenciando no cumprimento do cronograma definido;

- Comprometimento de viabilidade e suporte da gerência: nesta etapa avalia-se de forma mais contundente a viabilidade do projeto. Deve estar claro o envolvimento de todas as áreas nesta fabricação, envolvendo custos, pessoas, prazos e qualidade exigida. Nessa etapa, já se pode tomar a decisão se o mesmo é viável e documenta-se essa posição, para que o processo siga de forma a compor informações documentadas, e, até sua aprovação, toda documentação exigida seja concluída e enviada ao cliente, juntamente com as amostras dando uma garantia e confiança ao mesmo, devido aos resultados satisfatórios apresentados.

2.6.3. 3ª Fase: projeto e desenvolvimento do processo

Na terceira fase, o principal foco da equipe do APQP, é o projeto do item e seus detalhes técnicos para a produção e finalização do desenvolvimento do processo de fabricação, garantir a fidelidade e qualidade dos mesmos é a maior preocupação.

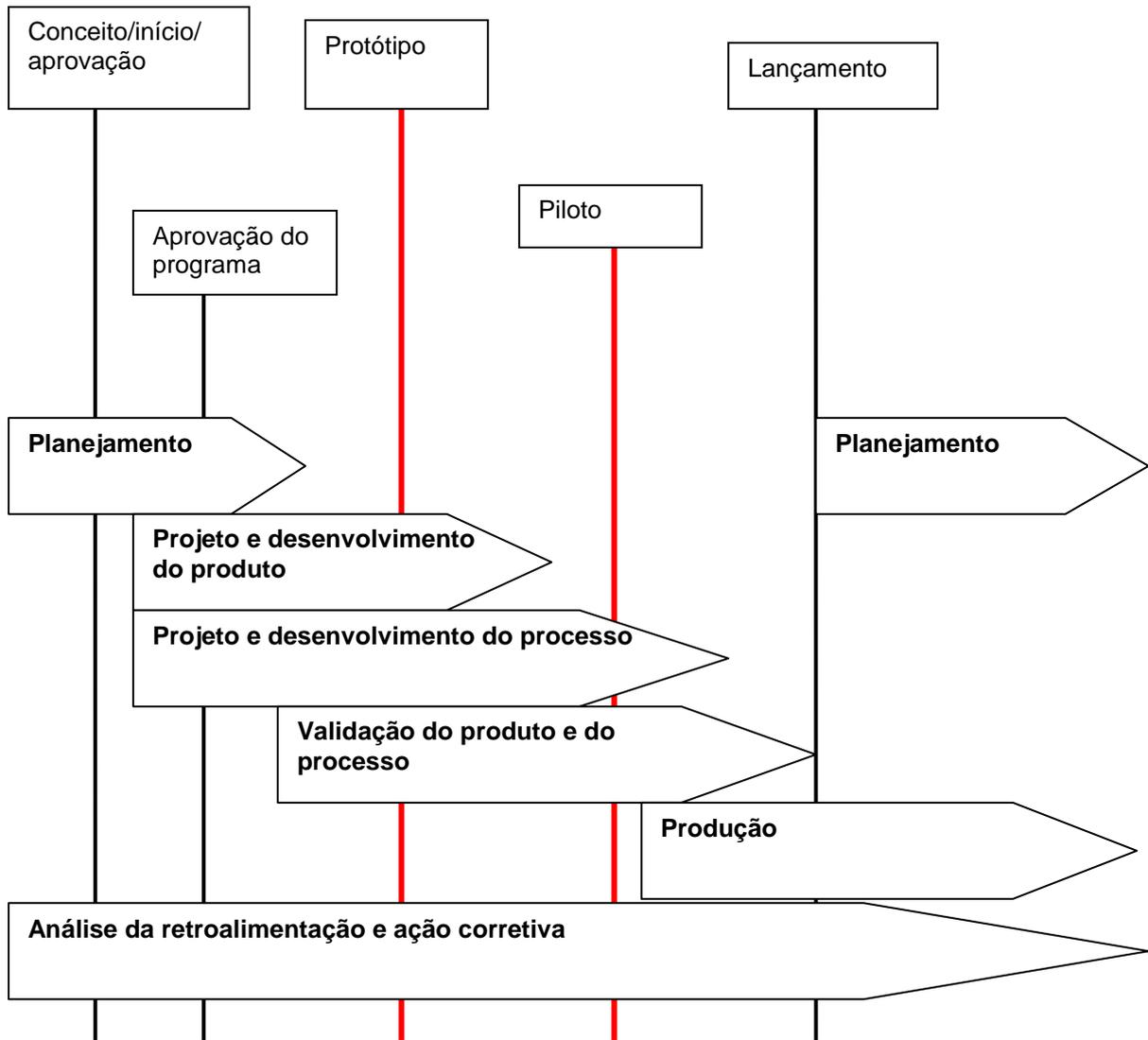


Figura 5: 3ª Fase do APQP - Fonte: MAE 1994, p. 26

“Esta fase discute as principais características para desenvolver um sistema de manufatura e seus respectivos planos de controle para obter produtos de qualidade” (MAE 1994, p. 26).

As duas fases anteriores, devem estar concluídas dentro do prazo e apresentar uma eficácia do seu desenvolvimento promovendo a conclusão no prazo do processo de manufatura, assegurando todos os requisitos, necessidades e expectativas em relação à qualidade exigida pelo cliente. A sequência de tarefas será a condição principal para o sincronismo no desenvolvimento do projeto, pois desta forma, o cronograma será respeitado e atenderá o plano pré-estabelecido de acordo com a necessidade de entrega do projeto, conforme o MAE (1994).

O Quadro 5 apresenta os *outputs* e *inputs* que se enquadram nesta fase do APQP.

INPUTS	OUTPUTS
DFMEA (Análise do Modo e Efeito de Falha do Projeto).	Padrões de embalagem.
PFMEA (Análise do Modo e Efeito de Falha do Processo).	Análise crítica do sistema de qualidade do produto/processo.
Projeto de Manufaturabilidade e Montagem.	Fluxograma de processo.
Verificação do projeto.	Layout das instalações.
Análise crítica do projeto.	Matriz de características.
Construção de Protótipos-Plano de controle.	PFMEA (Análise do Modo e Efeito de Falha do Processo).
Desenhos de Engenharia (Dados Matemáticos).	Plano de controle de pré- lançamento.
Especificações de engenharia.	Instruções de processos.
Especificações de material.	Plano de análise de medição.
Alterações de desenhos e especificações.	Plano preliminar de estudo da capacidade do processo.
-	Especificações de embalagens.
-	Suporte da gerência.

Quadro 5 – Inputs e Outputs da 3ª Fase do APQP. Fonte: MAE 1994, p. 27

Na 3ª fase, a complexidade de dados analisados já aumenta, pois nesse período o desenvolvimento está em um estágio mais avançado, onde fatores de transporte e acomodação do produto já começam a compor a pauta de discussões.

Com isso, o suporte da gerência é imprescindível para o sucesso do mesmo. Conforme MAE (1994) seguem descrições de seus principais conceitos:

- Padrões de embalagem: caso o cliente tenha uma embalagem padrão, analisa-se sua condição de garantir a integridade do produto; caso isso não exista, é necessário projetar uma embalagem dentro dos padrões aceitáveis pelo cliente e que garanta a qualidade e integridade do produto entregue;

- Análise crítica do sistema de qualidade do processo e produto: nessa etapa o plano de controle de manufatura já deverá estar definido. Com isso, é indispensável o acompanhamento na manufatura do produto, para atualização de todas as possíveis variações do processo e incluí-las no plano de controle. A partir

de agora, surge a oportunidade de utilização de um plano de melhoria contínua ao desenvolvimento, proporcionando ganho e encurtamento de prazos. A lista de verificação da qualidade do produto poderá ser utilizada para coleta de dados e registro das alterações encontradas;

- Fluxograma do processo: é a representação gráfica do “caminho” que o produto percorre na fábrica durante seu processo de manufatura. É utilizado para melhor analisar as fontes de variação que possam ocorrer durante sua produção. O PFMEA será a ferramenta que auxiliará nesse processo para adequações necessárias aos ajustes do fluxograma ainda com aplicação do plano de controle, para registro de alterações e possibilidades de melhoria;

- Layout das instalações: a adequação do layout ao processo é imprescindível para que todos os métodos de inspeção estejam dispostos em locais corretos para coleta de dados e ajustes caso sejam necessários. A correta definição do layout facilita todo o processo de manufatura, melhor desempenho da produção e ajuste de informações no decorrer do mesmo;

- Matriz de características: a matriz de características é um método analítico recomendado para avaliar os parâmetros encontrados e as células de fabricação em chão de fábrica;

- PFMEA (Análise de Modo e Efeitos de Falha do Processo): o PFMEA é uma ferramenta de análise do modo e efeito de falha com possibilidade de ocorrência no processo de manufatura. Sua forma de controle está focada no NPR identificado, após análise de todas as etapas de fabricação, que exigirão uma atenção à melhoria das mesmas de acordo com o maior número, ou seja, atacar de forma decrescente ocasionando sua redução e melhoria do processo;

- Plano de controle de pré-lançamento: o plano de controle contempla todas as informações relacionadas à dimensional, especificações técnicas, ensaios, testes do protótipo e que servem de base para controle da qualidade do produto. O principal objetivo desse plano de controle é evitar imprevistos posteriores ao lançamento do mesmo, prever e agir na causa raiz de possíveis problemas. O plano de inspeções com maior frequência, plano de auditoria e avaliações estatísticas de dados para acompanhamento e aplicação de um plano de melhoria constante;

- Instrução do processo: as Instruções de Trabalho (I.T.) devem conter todas as informações possíveis para que o operacional consiga atender a demanda do

item dentro das condições exigidas pela produção. O operacional da organização deverá ter um respaldo técnico onde a garantia de produção esteja especificada com riqueza de detalhes, aplicação de PFMEA, plano de controle, desenhos, especificações técnicas, fluxograma de processo, e demais procedimentos que possibilitem um andamento normal na fabricação do produto. A instrução de processos deverá conter inclusive tempos de máquina, tempo de ciclo e disponibilidade de máquinas disponíveis a supervisores e operadores, em chão de fábrica;

- Plano de análise dos sistemas de medição: a utilização do método de análise do sistema de medição (MSA) assegurando a repetitividade e linearidade de peças e dispositivos utilizados na manufatura do mesmo, através da análise de medidas e tolerâncias especificadas em desenho ou normas técnicas;

- Plano de estudo preliminar da capacidade do processo: a equipe componente e gestora do sistema APQP deverá assegurar através de uma análise técnica, a capacidade do processo de fabricação, ou seja, definir as condições de fabricação de acordo com equipamentos, máquinas e estrutura fabril disponível na organização. Após validação e registro da capacidade de processo haverá a confirmação de que isso é possível e assume-se o compromisso com o cliente que, dentro de um cronograma básico, precisará ser atendido satisfazendo as necessidades de custo, qualidade e prazo de entrega do produto final;

- Especificações de embalagem: a especificação de embalagens exige um estudo em que deverá ser contemplado algumas condições para que o produto seja entregue em condições normais de qualidade e integridade física do mesmo. As embalagens devem oferecer condições de transporte, carga e descarga de forma manual ou através de equipamentos com elementos apoiadores para estas operações;

- Suporte da gerência: todo desenvolvimento precisa que tenha suporte da gerência principalmente na tomada de decisões e em relação à definição específica do produto. A troca de informações e atualização de dados é de grande importância para que o acompanhamento do projeto seja visto dentro de sua evolução e construção.

2.6.4. 4ª Fase: validação do produto e processo

Na 4ª fase, o planejamento para desenvolvimento de um produto já está de certa forma bastante adiantado, é o caminho para validação do produto e processo. Desta forma, todas as variáveis já estão previstas e definida a forma de como elas serão controladas para que o processo seja garantido na fabricação do item.

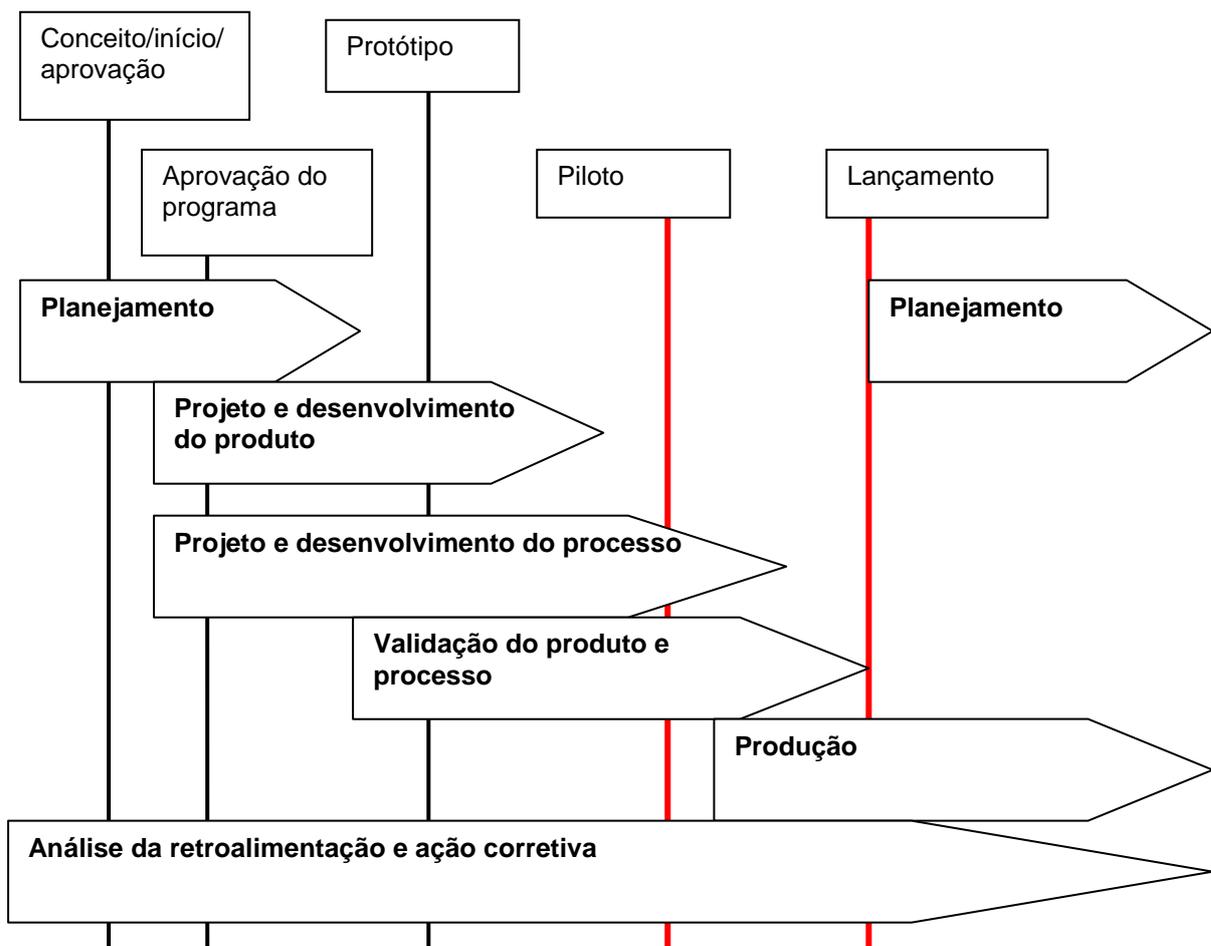


Figura 6 – 4ª Fase do APQP - Fonte: MAE 1994, p. 31

Nesta 4ª fase, discutem-se as características principais de validação do processo de manufatura através da avaliação de uma corrida piloto de produção. Acrescenta-se que durante uma corrida piloto de produção, a equipe de planejamento da qualidade do produto, deveria certificar-se de que o plano de controle e fluxo de processos está sendo seguido e que os produtos atendam os requisitos do cliente. Além disso, preocupações adicionais deveriam ser identificadas

para investigação e resolução antes do início da produção regular, de acordo com (MAE 1994).

INPUTS	OUTPUTS
Padrões de embalagem.	Corrida piloto de produção.
Análise crítica do sistema de qualidade produto/processo.	Avaliação do sistema de produção.
Fluxograma de processos.	Estudo preliminar de capacidade do processo.
Layout de instalações.	Aprovação de peças de produção.
Matriz de características.	Teste de validação da produção.
PFMEA (Análise do modo e Efeito de Falha do Processo).	Avaliação de embalagens.
Plano de controle de pré-lançamento.	Plano de controle de produção.
Instruções de processo.	Aprovação do planejamento.
Plano da análise de medição.	-
Plano de estudo preliminar capacidade do processo.	-
Especificações de embalagem.	-
Suporte da engenharia.	-

Quadro 6 – Inputs e Outputs da 4ª Fase do APQP. Fonte: MAE 1994, p.32

Nessa fase, o desenvolvimento já está sendo consolidado em função do avanço das pesquisas e análise da viabilidade técnica de fabricação estarem praticamente concluídas. Os *outputs* e *inputs*, definidos para que um desempenho favorável do projeto seja concretizado, são apresentados no Quadro 6.

Destacam-se os conceitos das etapas com base no MAE (1994):

- Corrida piloto de produção: a corrida de produção é o primeiro lote produzido com o novo ferramental analisando de forma conjunta todo o complexo produtivo, meio ambiente, equipamentos, instalações e tempos de produção. A corrida piloto tem como principal função analisar a capacidade de processos, avaliar o sistema de medição, viabilidade técnica e econômica de produção e possível revisão do processo, caso não tenha sido identificado no processo de análise através do APQP, análise final e aprovação de embalagem, teste de validação da produção e aprovação do planejamento da qualidade do produto;
- Avaliação de sistema de medição: através da verificação de características especificadas em desenho, devem ter seu processo de validação através do controle de produção e análise do sistema de medição, durante ou anteriormente à corrida piloto de produção;

- Estudo preliminar da capacidade do processo: na base para o estudo preliminar da capacidade de processo são identificadas as informações fornecidas no plano de controle. A exatidão das informações cria uma base confiável para tomada de decisão em relação ao processo de fabricação;
- Aprovação de peça de produção: é o processo de validação do produto, mostrar que o mesmo foi produzido dentro das especificações determinadas no processo de análise e descrição feita pela engenharia de processos;
- Teste de validação da produção: referem-se nessa etapa as análises de produto realizadas pela engenharia confirmando a eficácia de seu processo através das ferramentas e métodos definidos;
- Avaliação de embalagem: refere-se aos testes e análise em relação à capacidade de garantia de conservação do produto, dentro da embalagem durante o transporte ou armazenamento;
- Plano de controle da produção: é o registro de todos os métodos de produção adotados na fabricação do produto ou desenvolvimento dos processos. O plano de controle da produção pode sofrer alterações de acordo com as evoluções de processo ou identificação de melhorias a serem propostas. O plano de controle é a extensão do plano de controle do pré-lançamento, e após o início da produção contínua, ocorrerá a avaliação do produto e poderá ter uma análise crítica dos processos, aplicando processo de melhoria constante;
- Aprovação do planejamento da qualidade e suporte da gerência: em todo o fluxo de processo e planejamento de qualidade, devem assegurar que serão respeitados para a eficácia da produção. Os planos de controle devem estar disponíveis em todos os setores produtivos, instruções do processo com identificação de todas as características de produção, as instruções do processo deverão coincidir com o fluxograma de produção, a produtividade e repetibilidade serão garantidas através de dispositivos de medição (gabaritos).

Finalmente observa-se que o suporte da gerência é indispensável para o bom desempenho da produção, projeto e definição dos processos, análise e apresentação de contas, investimentos e faturamento da organização, proporcionando dessa forma, a viabilidade de novos investimentos de acordo com o resultado positivo encontrado.

2.6.5. 5ª Fase: retroalimentação, validação e ação corretiva

Na sequência pode-se identificar através da Figura 7, a 5ª fase do desenvolvimento do APQP, neste período o projeto já está sendo concluído, momento em que será feita a retroalimentação, validação e aplicação de ações corretivas caso sejam necessárias para que a eficácia dos processos e qualidade do produto seja completa.

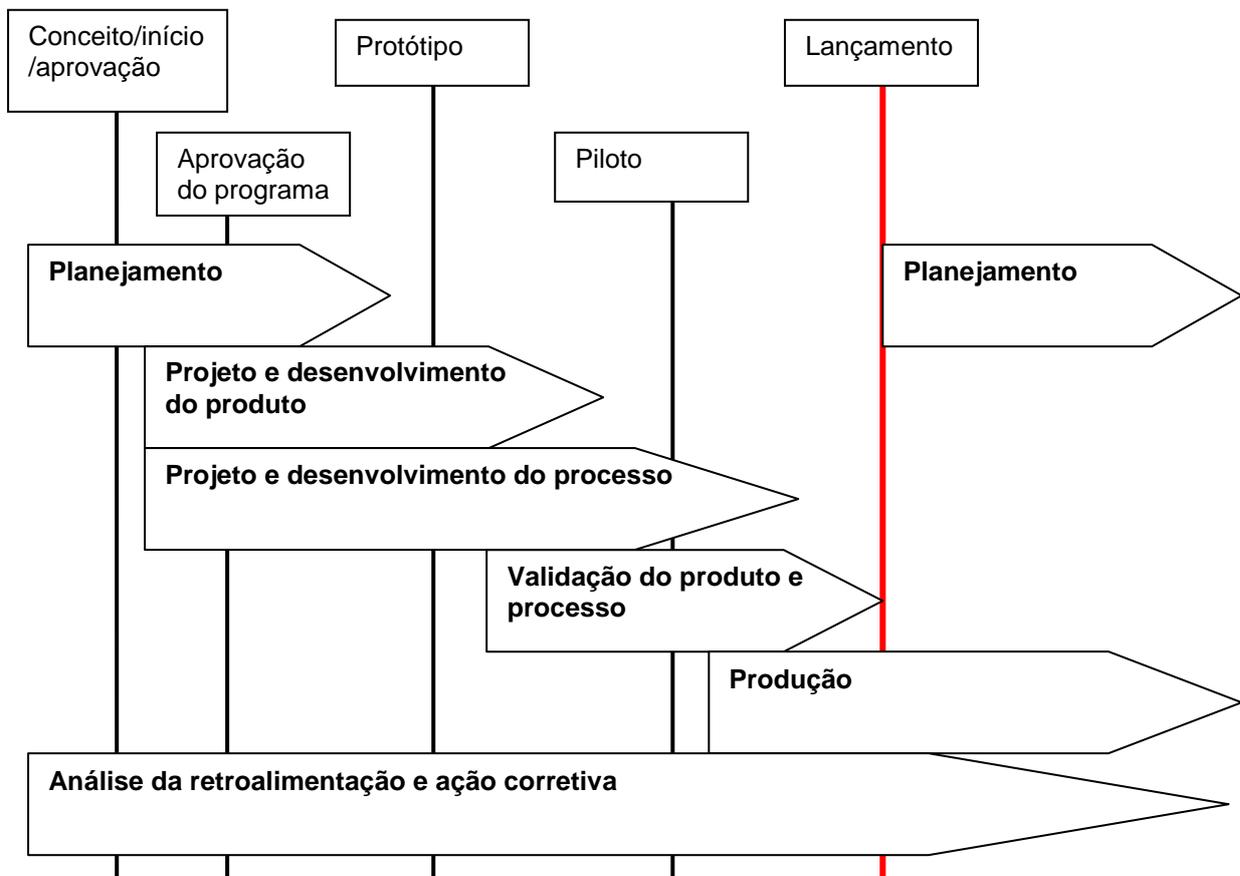


Figura 7: 5ª Fase do APQP - Fonte: MAE 1994, p. 35

Na figura 7 é ilustrada a 5ª Fase do APQP, onde ocorre a retroalimentação e ações corretivas juntamente com o lançamento do produto ou liberação para produção.

O planejamento da qualidade não termina com a validação do processo e instalação. Entretanto é um estágio da manufatura do componente onde o resultado pode ser avaliado quando todas as causas comuns e especiais de variação se apresentam. Esta também é a hora de avaliar a efetividade do esforço de planejamento da qualidade do produto. (MAE 1994, p. 36).

A utilização de um plano de controle neste estágio oferece uma condição mais eficiente de avaliação de seu desempenho e evolução de resultados. Toda análise de atributos e dados variáveis são condição essencial para acompanhar uma gestão confiável de resultados. Uma literatura de referência para esta gestão de dados e avaliação de resultados que poderá ser utilizada é o manual de referência de fundamentos de controle estatístico do processo da Chrysler, Ford e General Motors. Todo foco do grupo técnico do projeto que utiliza o sistema de gestão do APQP, precisa respeitar os requisitos do cliente e suas características especiais garantindo desta forma a qualidade exigida pelo cliente, conforme MAE (1994).

Na sequência a relação de *outputs* e *inputs* desta fase, conforme Quadro 7:

INPUTS	OUTPUTS
Teste de produção.	Variação reduzida.
Avaliação do sistema de medição.	Satisfação do cliente.
Estudo preliminar da capacidade do processo.	Entrega e assistência técnica.
Aprovação de peça da produção.	-
Teste de validação da produção.	-
Avaliação de embalagem.	-
Plano de controle de produção.	-
Aprovação de planejamento da qualidade e suporte da gerência.	-

Quadro 7 – Inputs e Outputs da 5ª Fase do APQP - Fonte: MAE 1994, p.36

Os *outputs* e *inputs* da fase 5 mostram que a conclusão do projeto foi efetivada. A análise do Quadro 7 nos direciona a entender de que o sucesso almejado foi alcançado, identificando em todas as fases anteriores, uma evolução constante de resultados e criação de um fluxograma de procedimentos favoráveis à garantia de qualidade do proposto.

Conforme MAE (1994) apresenta-se o detalhamento das etapas seguidas na 5ª fase:

- **Variação reduzida:** essa referência relaciona-se à redução das variações do processo com utilização de dispositivos e ferramentas de apoio para fabricação de produtos. As ações corretivas proporcionam uma redução de erros, refinando a produção com maior qualidade, evoluindo com o aumento da produção. Atender as causas especiais identificadas são o ponto de partida, mas, na sequência, todas as

possibilidades de variação devem ser identificadas e melhoradas. Essa aplicação da melhoria constante resulta em redução de custo, otimização de resultados, melhoria de processo, atendimento ao cliente e qualidade de produto e processos;

- Satisfação do cliente: a análise refinada de detalhes da produção consegue apresentar uma satisfação do cliente, que por esforços do sistema de controle da qualidade, favorecem um produto de maior satisfação ao atendimento de uma necessidade com atendimento do que se espera ou até por superação das expectativas. Essa satisfação pode ser em termos de qualidade, data de entrega e eficiência no desempenho de suas atividades;

- Entrega e assistência técnica: a entrega e assistência técnica ao produto/cliente mantém e fortalece a parceria entre o produtor e consumidor, ou seja, proporciona um sentimento de confiança em relação às expectativas sobre o produto. A substituição de peças e componentes e assistência técnica favorecem uma satisfação sobre os resultados do produto. Esse diferencial faz com que o comprador repasse a informação referente ao produto, proporcionando um marketing positivo e eficiente facilitando a abrangência e conquista do mercado consumidor.

2.7 IMPORTÂNCIA DA APLICAÇÃO DO APQP

Segundo Aiex (2003) o APQP é um procedimento de trabalho desenvolvido pelas maiores empresas da linha automotiva, Chrysler, Ford e GM. Esse sistema de gestão de projetos e desenvolvimentos de produtos vem auxiliar na comunicação entre as áreas durante o ciclo de desenvolvimento dos mesmos.

Para Larry (apud Aiex, 2003), o APQP pode ajudar os fornecedores automotivos e da linha branca, facilita a identificação de erros e possíveis desvios de engenharia antes mesmo da conclusão do projeto, por atuar de forma detalhada na avaliação da Capabilidade do processo.

Conforme Aiex (2003) o planejamento é pesquisar novas tecnologias para atingir a eficácia nos resultados, desenvolver um produto de forma que todos os conceitos de modernidade sejam aplicados evitando retrabalho ou revisão de projeto de produto e processos e agir de forma contínua (também seria um meio de redução de não conformidades e perdas na produção). A criação de parâmetros técnicos e de gestão facilitará para que o resultado seja alcançado de forma a garantir a

satisfação em relação aos resultados, sejam em relação à qualidade, custo, prazo de entrega e eficiência do produto, garantindo assim que as fases sejam realizadas nos prazos determinados, assegurando maior satisfação do cliente.

Segundo a *Quality Associates International Incorporation*, (apud Aiex 2003), o APQP é um processo estrutural de gestão que garante as especificações do cliente para o projeto, atendendo sua exigência e atendendo suas expectativas em relação ao produto final. Os métodos de controle, ensaios, medições são o caminho para efetivação dos resultados, utilizando sua real finalidade que é a garantia de resultados em sua utilização de métodos e fases de desempenho das ferramentas APQP. A pró-atividade no desenvolvimento do projeto garante de forma eficaz o cumprimento de prazos e garantia de qualidade do produto contratado pelo cliente.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1 ESTRATÉGIAS DE PESQUISA

A classificação ou identificação de determinado resultado ou conceito é definido a partir de um critério, desta forma as pesquisas são abordadas de acordo com seu objetivo sejam eles no sentido: exploratórias, descritivas e explicativas (TAUCHEN, 2007).

A pesquisa-ação de acordo com Turrioni e Mello (2010) é uma forma de abordar um determinado problema, levando-o a tomar uma determinada ação conforme conceitos empíricos, onde o pesquisador e os atores sociais têm um envolvimento grande em relação à situação abordada. Este método de pesquisa observa alguns passos a serem seguidos, onde se planeja a pesquisa da forma como ela será conduzida e seus conceitos básicos aplicados, a coleta de dados que é um dos fatores mais importantes, pois irão compor a base de informações para tomada de decisão, análise de dados que deve ser feita de forma correta, devida sua importância em relação às ações que serão pré-determinadas, a tomada de ação propriamente dita e suas consequências, com avaliação de seus resultados e benefícios resultantes deste detalhamento do assunto da pesquisa-ação.

A pesquisa-ação que possui uma conotação em uma abordagem social favorecendo as decisões tomadas pelo autor da pesquisa-ação, foi apresentada inicialmente por Kurt Lewin entre 1920 e 1950, que apresentava uma combinação da teoria com a interferência no sistema social com aplicação dos resultados encontrados. Já em 1970 este conceito sofre uma alteração, voltando-se a proporcionar ajustes na sociedade de acordo com o interesse não somente do autor, mas dos atores sociais deste grupo que se submetiam à pesquisa-ação (TURRIONI; MELLO, 2010).

3.1.1 A configuração da pesquisa

A configuração da pesquisa-ação depende muito do grupo ou sociedade em que é aplicada, e seus objetivos que podem ser de uma organização, ou de um ator social, que tenha condição de coordenar e fazer com que seus resultados sejam efetivamente convincentes, embasados tanto em conhecimento empírico, como informações técnicas, onde se apresenta uma proposta para solução de determinado problema. A sua principal finalidade é de gerar informação propondo

conhecimento e solucionar um problema que a engenharia de produção apresenta e que tenha um objetivo técnico específico e outro científico. O objetivo técnico tem como principal função levantar propostas de soluções e ações que promovam a extinção de um problema, já o objetivo científico deve promover a base de conhecimento e conseguir acesso a informações relevantes para a pesquisa-ação (TURRIONI; MELLO, 2010).

De acordo com Tauchen (2007), existe muita controvérsia em relação ao termo pesquisa-ação, especula-se que o mesmo não segue os procedimentos científicos para fundamentação dos resultados da pesquisa-ação. Ao mesmo tempo em que é criticado, apresenta-se uma nova versão de ideias, ou seja, a crítica construtiva de seus procedimentos, fazendo com que os mesmos sejam revistos e melhorados, dando uma maior garantia que sua fundamentação é baseada em conhecimento específico e sofre um processo de constante aperfeiçoamento dos conceitos teóricos da pesquisa-ação, dando maior possibilidade de embasar-se em um sistema de pesquisa cada vez mais visto e escolhido para criação de novas pesquisa-ações.

Através de um estudo dos conceitos da ontologia do realismo, entende-se que ao realizar-se uma pesquisa-ação, encontra-se um mundo real já existente, mas que apenas está obscura aos olhos e pensamentos do pesquisador. Os resultados da pesquisa-ação são apenas uma forma de mostrar uma realidade mais profunda e que obviamente precisa ser encontrada para manifestar-se e compor os conceitos sobre aquilo que se pesquisa. Nesta avaliação de dados, as informações passam a compor uma realidade mais precisa daquilo que já se conhecia, mas de certa forma não havia sido exposto, seja por falta de conhecimento ou interesse em conhecê-la (TURRIONI; MELLO, 2010).

O planejamento de uma pesquisa-ação, segundo Turrioni e Mello (2010), segue algumas etapas definidas, conforme Quadro 8:

ETAPAS	DETALHAMENTO DE ETAPAS
Definir contexto e propósitos:	<ul style="list-style-type: none"> - diagnosticar a situação; - definir; - delimitar o problema; - definir critério de avaliação para pesquisa-ação.
Definir estrutura conceitual e teórica:	<ul style="list-style-type: none"> - mapear literatura; - delinear ideias e proposições; - determinar questões e definir objetivos da pesquisa.
Selecionar unidade de análise e técnica de coleta de dados:	<ul style="list-style-type: none"> - selecionar unidade de análise; - definir técnicas para coleta de dados; - elaborar protocolo da pesquisa-ação.
Coletar dados:	<ul style="list-style-type: none"> - registrar dados; - realimentar dados.
Analisar dados e planejar projeção:	<ul style="list-style-type: none"> - tabular dados; - comparar dados empíricos com a teoria; - elaborar plano de ação.
Programar ações:	<ul style="list-style-type: none"> - programar plano de ação.
Avaliar resultados e gerar relatório:	<ul style="list-style-type: none"> - avaliar resultados; - prover estrutura para replicação; - desenhar implicações teóricas e práticas; - redigir relatórios.

Quadro 8 – Planejar pesquisa-ação. Fonte: Turrioni e Mello 2010, p.151

A pesquisa-ação é reconhecida como um método qualitativo de pesquisa, sofrendo questionamentos em relação à cientificidade de seu método. Apesar disso sua capacidade é ideal para focalizar e identificar problemas reais, contribuindo para garantir os resultados da pesquisa-ação oferecendo condição de facilitar o processo de mudança a que se propõe (TURRIONI; MELLO, 2010).

3.2 DELINEAMENTOS DA PESQUISA

Com base no exposto e para ilustrar a sequência de atividades para o desenvolvimento dessa pesquisa, a Figura 8 apresenta um fluxograma das ações.

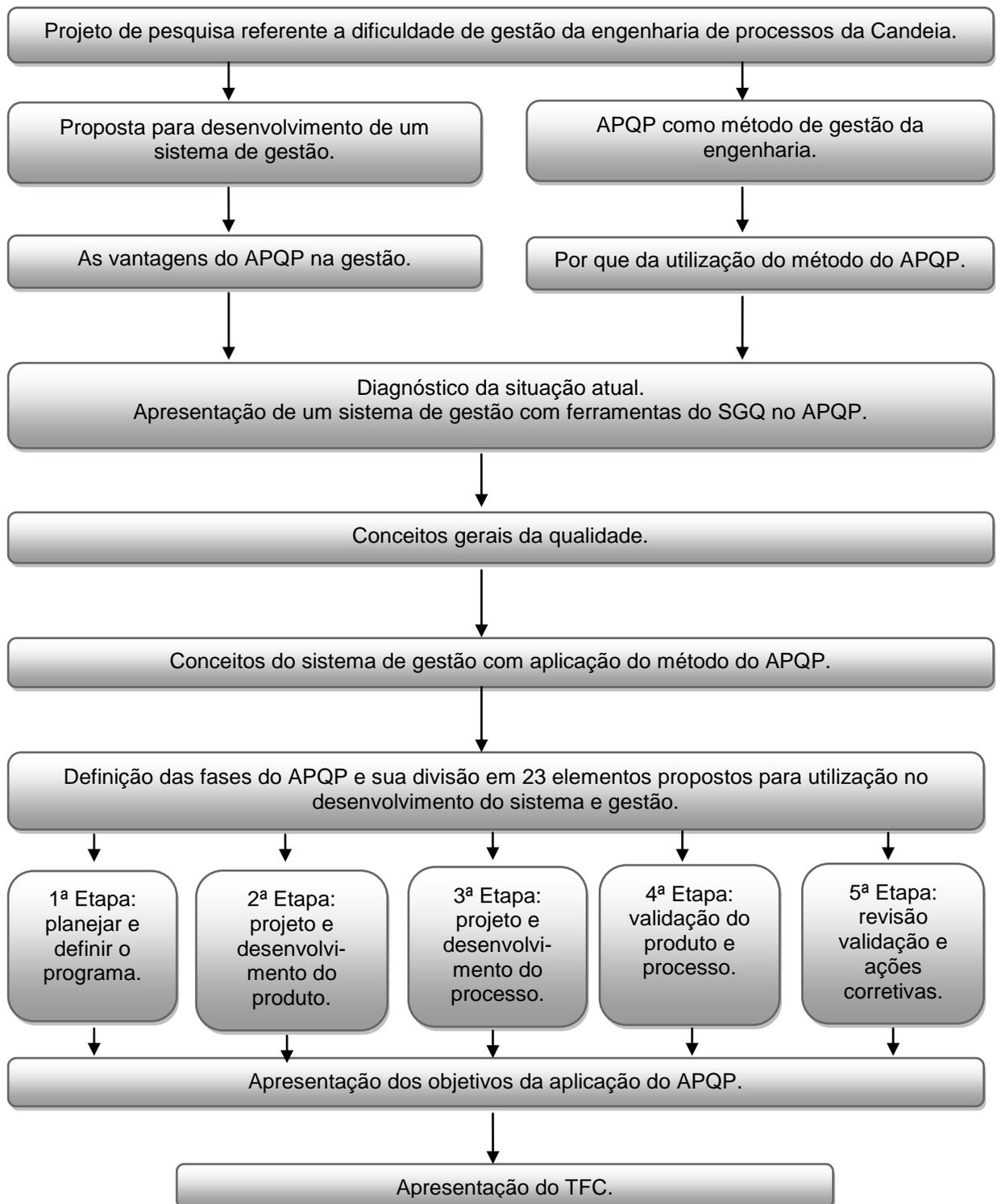


Figura 8: Delineamento da pesquisa. Fonte: Elaborado pelo autor.

O delineamento de pesquisa proposto tem como base a implementação de um sistema de gestão baseado no APQP e apresenta uma situação onde se identifica a necessidade de melhoria, para garantir que a engenharia de processos atenda os objetivos básicos e suas metas em relação a novos desenvolvimentos.

Essa necessidade refere-se principalmente o prazo de entrega, qualidade do produto e satisfação do cliente. A coleta de dados gera a informação que auxiliará em cada novo desenvolvimento gerenciado pela engenharia, o que atualmente não apresenta registros para um controle eficaz, ou seja, sem medição ou parâmetro para tomada de decisão em relação aos resultados deste processo.

A utilização desse método proporciona um diferencial, pois englobou inúmeras áreas técnicas da organização, gerando uma série de dados e informações através da utilização de ferramentas do SGQ, favorecendo uma análise mais específica de cada situação. O detalhamento de casos proporciona um embasamento facilitador para o desenvolvimento com uma gestão eficaz de resultados, ou seja, a identificação das necessidades do cliente aplicadas ao produto através da VOC, DFMEA e PFMEA na análise do modo e efeito de falha com antecipação de resultados agindo proativamente na causa desse defeito.

O *benchmark* aliado às estratégias de *marketing* vinculam informações que farão o diferencial em relação à concorrência e destaquem a empresa no mercado consumidor. Essa evolução construtiva com base fundamentada em conclusões da análise técnica favorece toda a cadeia produtiva, seja em termos de qualidade, prazo de entrega e satisfação do cliente como resultados positivos do agrupamento de informações e tomada de decisões coerentes.

A definição da situação atual da engenharia de processos não apresenta dados satisfatórios no que diz respeito à gestão de seu trabalho, pois a mesma apresentava seu foco em resultados técnicos da produção na fundição. A preocupação inicial era de acompanhar toda evolução do desenvolvimento em chão de fábrica garantindo a qualquer preço a entrega do item ao cliente, geralmente com documentação incompleta e falta de informações, que em algum momento criam certos inconvenientes na fabricação do mesmo, seja falta de informações, má qualidade do produto, atrasos, etc. Essa análise da situação da área identifica muitas fraquezas que sendo eliminadas irão facilitar o desempenho dos envolvidos na mesma, proporcionando um desempenho maior e melhor, evitando desgaste de imagem ou má interpretação de sua atuação na organização.

As fases do APQP estão subdivididas em 23 etapas que englobam as ferramentas do SGQ, auxiliando na gestão através desse método. As fases deverão ser aplicadas de acordo com a evolução do desenvolvimento, dependendo de aprovações do cliente e procedimentos adotados internamente na empresa, tendo

sua utilização desde o início com o orçamento e análise de desenhos, normas ou procedimentos exigidos pelo cliente. Não há uma regra que exija a utilização de todas as ferramentas identificadas nas etapas, pois a necessidade de um processo mais ou menos complexo, fará com que essa necessidade seja identificada.

A gestão pelo método do APQP inicia-se na 1ª fase onde é criado um cronograma para acompanhamento do desenvolvimento, momento em que serão utilizados documentos internos da organização para o registro de informações básicas para definição do custo de produção, métodos e processos de fabricação através de uma análise técnica e de viabilidade econômica para fabricação. A evolução dessa fase para a próxima dependerá exclusivamente da aprovação do mesmo pelo cliente conforme sua viabilidade e interesse de compra.

Na 2ª fase dá-se a evolução do novo item, etapa de definição do projeto de produto e processos. Com a utilização do DFMEA, por exemplo, identificam-se ferramentas do SGQ que têm por finalidade apurar de forma mais precisa fatores de variabilidade no desenvolvimento de um produto. A sequência de fabricação exige um planejamento mais aprofundado para cada situação visando à inexistência de falhas no produto ou processo que poderão afetar o cronograma definido na primeira fase até a própria qualidade do produto e satisfação do cliente.

A evolução do desenvolvimento contempla um novo procedimento da 3ª fase que é a validação do produto e processo. A partir de agora todas as análises técnicas e de gestão estarão devidamente consolidadas dando uma garantia de que o processo está definido e dificilmente exigirá alguma interferência. Com a complementação dessa fase, o projeto deverá seguir “sozinho” dentro de seu fluxograma de fabricação, ou seja, toda fundamentação registrada garante que a eficácia pretendida nos resultados se confirme.

Na 4ª fase a produção estará concluindo a fabricação de um lote piloto ou protótipo de produto para comprovação de seu resultado. Essa etapa compreende o momento da consolidação de todos os fatores técnicos analisados e materializados no produto em fabricação. Inúmeros documentos e procedimentos poderão ser adotados para gestão desses resultados, com sua formalização comprovando a eficácia de resultados.

A 5ª fase corresponde à retroalimentação, avaliação e ação corretiva baseado nos resultados da análise do produto. O foco será na qualidade do mesmo, seja efetuando pequenas alterações não identificadas anteriormente ou

oportunidades de melhoria que irão lhe agregar-lhe valor. Apesar de toda análise em relação ao desenvolvimento, a necessidade de adequações e melhorias serão necessárias visando fatores como garantias e satisfação do cliente.

Com a utilização desse método, conseguiremos apresentar o principal objetivo que é um diagnóstico da situação vivida pela área da engenharia. Identificar os pontos positivos e o que precisa ser modificado para que ocorra a implementação correta do sistema de gestão do APQP, desenvolvendo um trabalho imediato, atuando de acordo com as necessidades mais urgentes. O conhecimento da situação, definirá quais os procedimentos a serem seguidos para a evolução dos objetivos que é a forma de gestão baseada nos indicadores do setor, implementando o sistema com base nas ferramentas e normas do SGQ.

A definição das fases já vistas anteriormente, determinam para cada etapa as ferramentas necessárias para implementação do sistema de gestão criando procedimentos e cronogramas de trabalho, estruturando a forma do sequenciamento de atividades para novos desenvolvimentos. Essa estrutura administrativa, precisa conter procedimentos definidos e com base de dados que nortearão os novos desenvolvimentos e criarão indicadores mostrando a evolução que teoricamente deverá ocorrer a partir desta nova metodologia de controle.

O desenvolvimento do APQP proporcionará uma série de alterações, seja em resultados, modo de gestão, resultados e benefícios diretos na forma de controlar dados auxiliando na tomada de decisão. Estas informações e ferramentas gestoras do processo deverão ser registradas de forma a compor um histórico da evolução do processo apresentando de forma clara e justificando a sua implementação como ganho na gestão da engenharia de processos, comprovando sua eficácia com os novos desenvolvimentos.

Por fim, a partir do exposto ao longo do capítulo, destaca-se que a pesquisa caracteriza-se como uma pesquisa-ação, uma vez que o pesquisador ofereceu todas as diretrizes de pesquisa na empresa Candeia. Além disso, a pesquisa também é caracterizada como exploratória e descritiva, pelo fato de inicialmente explorar o fenômeno (como desenvolver a propor um sistema de gestão na engenharia de processos, através da utilização do método APQP, em uma empresa de médio porte?) para depois descrever (definindo contexto e propósito; definindo estrutura conceitual e teórica; selecionando unidade de análise e técnica de coleta de dados; coletando dados; analisando dados e planejando projeção; programando ações;

avaliando resultados e gerando relatórios) inicialmente um arcabouço conceitual (revisão de literatura) que o desse sustentação teórica e, depois realizasse todas as atividades de pesquisa in loco na empresa Metalúrgica Candeia.

Convém ressaltar que essa pesquisa-ação também tem características qualitativas, uma vez que em momento algum teve-se a intenção de quantificar as informações consideradas no estudo, tanto na revisão de literatura, quando da empresa Candeia.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo será apresentado o sistema proposto da pesquisa-ação resultante deste TFC, onde estarão sendo ilustradas as etapas de desenvolvimento e fases próprias do APQP, conforme implementado na engenharia de processos da empresa de médio porte.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa onde foi realizada a pesquisa-ação, apresentou um cenário com gargalo administrativo do seu método de gerenciamento e controle de processos e desenvolvimentos de novos ferramentais. A organização não possui nenhum método ou ferramenta de gestão para otimizar e controlar de forma apurada todas as informações e condução de novos desenvolvimentos na área da engenharia de processos.

A organização possui um organograma definido com estabelecimento de cargos e responsabilidades distribuídas dentro da necessidade imediata. Sua planta possui uma produção de ferro fundido para inúmeros clientes do mercado agrícola. Dentro deste segmento de clientes, ela possui uma quantidade significativa de clientes que consomem em média 250 ton. de fundido por mês, fazendo com que a mesma progrida e tenha condição de manter um quadro de 200 funcionários e manufaturar seu produto dentro do sistema de qualidade da ISO 9001, da qual é certificada desde 2005.

Por estar atuante no mercado e buscando aumentar sua demanda de produção e conquista de novos clientes, a estruturação de sua gestão é indispensável. Desta forma, a utilização das ferramentas do SGQ será consequência de manutenção e aumento de seu padrão de qualidade e garantia do produto. Por consequência, uma ferramenta eficaz nesta gestão é o APQP, que depois de estudada é implementada, permitirá conduzir toda a parte de controle dos dados e informações que a organização precisa para manter-se organizada e que o resultado seja otimizado gerando proventos dentro daquilo que a organização almeja.

4.2 SISTEMA PROPOSTO

De acordo com a estrutura encontrada e a necessidade de gerenciamento eficaz que o processo exige, uma ferramenta definida como essencial para otimização do setor da engenharia de processo da empresa Candeia, é o APQP. Na sequência, segue a apresentação do sistema proposto.

A Figura 9 representa o “Sistema de Gestão da Engenharia e Processo (SGEP) Candeia”.

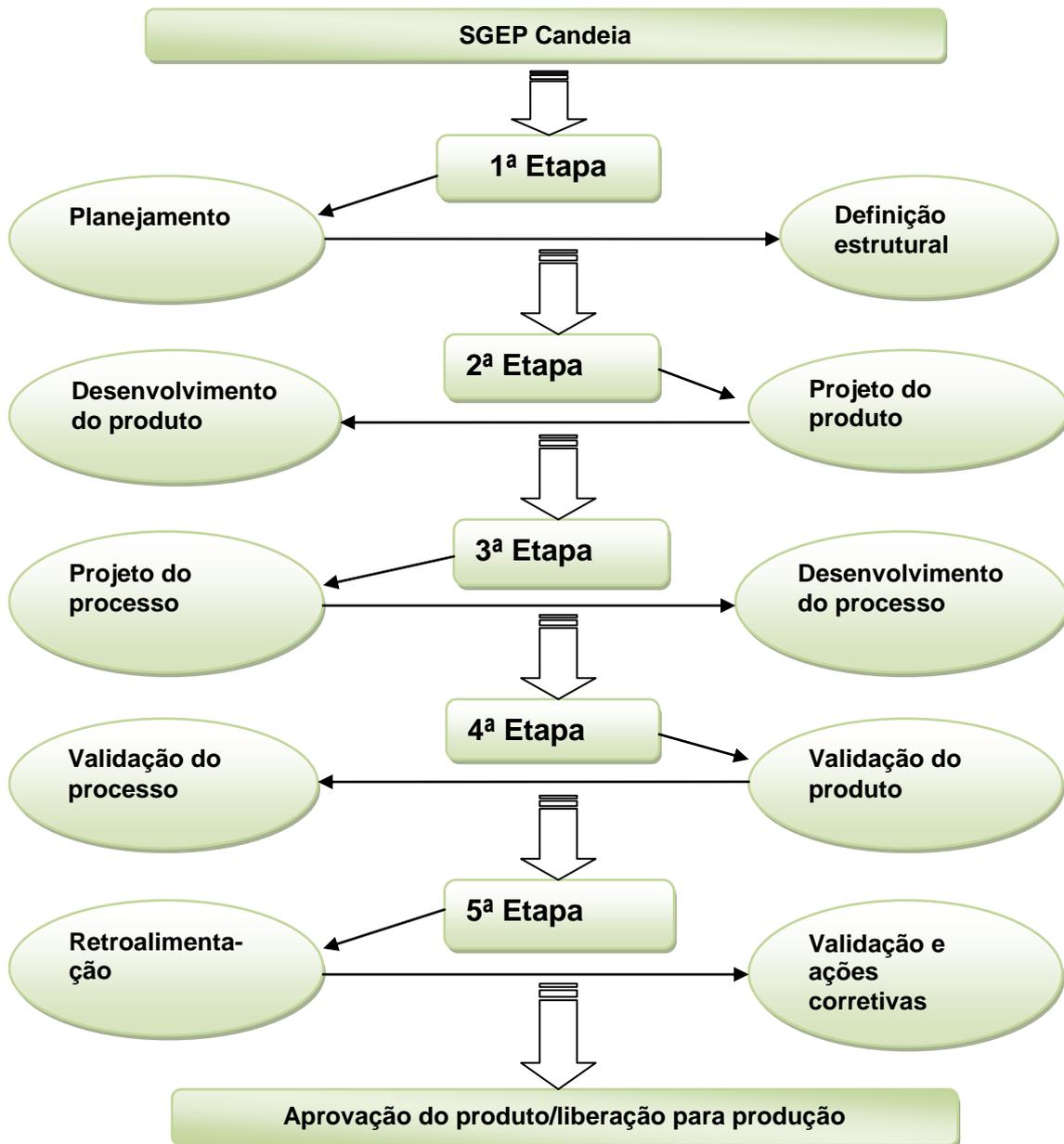


Figura 9 - Proposta do Sistema. Fonte: Elaborado pelo autor

A proposta baseia-se na utilização do método APQP, pois envolve a gestão do desenvolvimento, e auxiliado pela utilização de ferramentas do SGQ, que garantirão toda a qualidade e eficácia da evolução da formalização dos processos da fundição. O método APQP traz em sua concepção várias fases, divididas em etapas que contemplam ferramentas para avaliação da situação ou ferramental, coleta de dados e informações que possam auxiliar na tomada de decisão, dentro de um padrão de conceitos e necessidades para um desenvolvimento efetivo de ferramentas e processos produtivos que garantam de certa forma a qualidade do produto final. Além da garantia de manufatura com um processo robusto, a utilização deste método garante uma gestão da engenharia de processos da Candeia mais eficiente, pois todo o desenvolvimento é monitorado e documentado, desde o momento em que ocorre a liberação para sua fabricação, pelo cliente.

4.3 PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE UM MODELO

A aplicação do modelo proposto, APQP, é exclusivamente na engenharia de processos. A estruturação de documentos que fazem parte de todo o processo desde a concepção do produto novo, até sua execução.

Na sequência será detalhado todo o sistema de gestão, bem como a apresentação dos documentos utilizados e que estão disponíveis para divulgação e as ferramentas do SGQ que foram aplicadas, incorporando o sistema.

4.3.1. 1ª Etapa: planejamento e definição estrutural

Em seguida, apresenta-se todos os documentos utilizados para implementação e controle das fases do APQP na empresa em estudo. No Apêndice A pode-se identificar o check list para utilização no APQP da Candeia. Este documento é o que faz a abertura do desenvolvimento de um novo produto ou processo, embasando-os com o mínimo de informações para seu desenvolvimento, juntando-se as principais informações e dados distribuídos em cada fase aplicada ao processo.

4.3.1.1 VOC (Documentos recebidos do cliente)

Na sequência a explanação das fases do método APQP implementado na engenharia de processos da Candeia, a definição de um projeto normalmente parte da necessidade de um grupo, o cliente. A voz do cliente terá como principal função a identificação das necessidades e base para criação de um novo projeto que atenderá uma necessidade existente em relação ao cliente.

Como o caso desta organização não é a fabricação de um produto próprio para oferecer ao mercado como opção de negócio, mas sim, desenvolver um produto após solicitação do cliente dentro de sua necessidade. Por esta situação, a principal referência que contempla a VOC é o desenho técnico do produto fornecido pelo cliente, que por razões técnicas de construção varia de um produto ao outro, não cabe ser apresentado neste trabalho.

Para fins de avaliação e verificação do grau de satisfação do cliente, deve ser utilizado o Apêndice P, que é o formulário de pesquisa de satisfação do cliente, em relação ao desenvolvimento de produto da engenharia de processos Candeia

4.3.1.2 Premissas de produto e processo

É a definição de determinadas características que o produto possui e dados técnicos que irão compor o mesmo. Todas essas informações deverão ser usadas dentro da necessidade e possibilidades de utilização. Com isso, tem-se uma ideia real de fatores que participam da evolução do projeto, visão da situação real do mesmo. (detalhamento apresentado pelo cliente com envio de desenho extensão pdf e 3D). A análise do desenho irá definir a capacidade do processo, ou seja, definir se há possibilidade de fabricação de tal solicitação, que terá sua análise registrada na planilha do Apêndice B deste TFC, análise de cotas para orçamento de produto.

4.3.1.3 Inputs do cliente

Foram considerados inputs dos clientes as informações referentes à sua percepção em relação ao produto que podem ser expressas através de alteração de projeto, pesquisa de satisfação, etc. Essas reclamações ou elogios deverão ser usados como entradas fornecidas pelo cliente para otimizar o desempenho e

melhoria do produto evoluindo o mesmo em relação à qualidade e custo de produção.

Alem disso, pode-se utilizar o Apêndice H, instrução de trabalho, com especificações de material, sendo os inputs relacionados a composição química do produto a ser desenvolvido pela engenharia de processos.

4.3.1.4 Lista preliminar de materiais

A definição de uma lista preliminar de materiais, identificada pelo Apêndice C, contribuiu intensivamente no desenvolvimento do projeto através das premissas do desenvolvimento do produto, identificando junto a fornecedores terceirizados suas dificuldades em fornecer os requeridos. Dessa forma, conseguiu-se definir um processo enxuto e garantir que no momento programado da manufatura não haverá falta do material previamente definido para construção do equipamento planejado.

4.3.1.5 Fluxograma preliminar do processo

A definição prévia de um fluxograma do processo, conforme Apêndice D, proporcionou um desenvolvimento de manufatura de forma mais precisa e harmoniosa atendendo as datas definidas em cronograma buscando a satisfação do cliente.

4.3.1.6 Lista preliminar de características especiais de produto e processo

Com a utilização do cronograma básico do APQP, a análise de norma e desenhos fornecidos pelo cliente, favorece a identificação das características especiais de produto e processo. As necessidades do cliente devem ser atendidas conforme especificação técnica repassada. A análise foi dada através da aplicação de documentos como FMEA, Apêndice J, e demais documentos avaliadores de dados em relação à utilização no projeto e processo de fabricação (Detalhamento verificado com análise do desenho do produto).

4.3.2 2ª Etapa: projeto e desenvolvimento do produto

4.3.2.1 FMEA

Na sequência, toda descrição da 2ª fase, que caracteriza-se pela utilização de um método analítico que avalia a probabilidade de ocorrência de falha no produto, para isso, utiliza-se o FMEA, Apêndice J, que analisou o projeto do produto evidenciando através do número de NPR. O FMEA é considerado um documento vivo que percorrerá todo o desenvolvimento do processo sofrendo atualizações constantes, de acordo com a identificação de alterações, para garantir sua eficiência no desenvolvimento do projeto de produto. Através do índice maior de NPR, a aplicação de melhoria contínua farão com que o atendimento à qualidade e custo de produção sejam otimizados visando a satisfação do cliente.

4.3.2.2 Projeto para manufaturabilidade e montagem

É o projeto de engenharia simultânea entre as áreas envolvidas no desenvolvimento de produto, ou seja, a engenharia simultânea faz a ligação entre o projeto, manufaturabilidade e montagem final do equipamento. Não existe um método formal para realização dessa etapa, por este motivo não é ilustrado no trabalho, mas dentro das necessidades do projeto poderão ser definidas formas de gerenciamento das necessidades. Algum dado essencial para seu desenvolvimento poderá citar, tolerâncias dimensionais, requisitos de desempenho, número de componentes, ajustes de processo, processo de manufatura e montagem, manuseio de material. Dependendo do projeto e complexidade outros procedimentos e normas poderão ser exigidos para evolução do cronograma.

4.3.2.3 Verificação do projeto

Refere-se à revisão constante do projeto para acompanhar se o mesmo está atendendo os objetivos específicos e as determinações técnicas especificadas em desenho e documentos complementares para qualificação do equipamento. Análise e acompanhamento do desenvolvimento do projeto da ferramenta com revisão e desenho 3D e layout de distribuição das figuras na placa de moldagem.

4.3.2.4 Análise crítica de processo

Definem-se nessa etapa as reuniões regulares de acompanhamento de resultados do desenvolvimento de projeto dentro do cronograma criado para gestão de resultados. As verificações estão além de uma simples análise da engenharia, conforme Apêndice E, pois exigem uma avaliação mais completa de todos os detalhes componentes da evolução do mesmo. Seguem alguns detalhes a serem observados como: requisitos de projeto e confiança no produto, ciclos de rendimento, ciclos de rendimentos e teste de bancada, FMEA, análise crítica de projeto, resultado de delineamento de experimentos, falhas de testes, etc.

Sua principal função é acompanhar a evolução do projeto em todos seus complementos e criações. A validação do produto e processo somente poderá ser definido claramente através de planejamento pré-definido e relatórios de testes. Todos os dados possíveis deverão ser considerados nessa avaliação para que seja abrangente em todas as informações contidas no escopo.

4.3.2.5 Estudo preliminar da capacidade do processo

A base para estudo preliminar da capacidade de processo é identificar as informações fornecidas no plano de controle. A exatidão das informações cria uma base confiável para tomada de decisão em relação aos processos de fabricação.

4.3.2.6 Construção de protótipo (Plano de Controle)

Plano de controle define-se como sistemas de medições dimensionais, testes funcionais e materiais que serão criados no desenvolvimento de um protótipo para análise técnica e detalhada do produto. A utilização de uma lista de verificação auxiliará na aplicação do plano de controle. A utilização do plano de controle, conforme modelo do Apêndice F, será o diferencial para que o especificado no escopo do projeto seja cumprido obedecendo as especificações em desenho ou normas de construção, observando os parâmetros preliminares do processo, comunicando desvios e alterações de curso, evitando insatisfação do cliente em relação ao produto solicitado.

4.3.2.7 Desenhos da engenharia

Parâmetro oficial para desenvolvimento da reengenharia na criação do produto solicitado pelo cliente. A responsabilidade da equipe é toda voltada à interpretação e obediência das informações dispostas no desenho fornecido. Todas as informações desse documento irão compor o plano de controle, e, caso não tenham todas as informações, propõe-se a participação do cliente na definição desse procedimento de construção técnica do produto. Essa avaliação ocorreu na primeira fase do APQP onde a equipe multidisciplinar reúne-se para avaliar a viabilidade de fabricação do produto, seguindo documentos técnicos para coleta de informações e propondo caso seja necessário, alterações do mesmo ao cliente.

4.3.2.8 Especificações de engenharia

Uma análise crítica detalhada garantiu que o desenvolvimento não apresente grandes dificuldades após seu início. Todas as variáveis têm oportunidade de serem identificadas nessa etapa, criando uma maior confiabilidade no andamento do mesmo. As especificações da engenharia englobam detalhes técnicos, bem como formas de testes à quantidade de peças em análise num primeiro momento, vistas no Apêndice G. Os fatores que afetam os resultados deverão estar claros para ambas as partes envolvidas no desenvolvimento, seja o fabricante bem como o consumidor.

4.3.2.9 Especificações de material

A inclusão de informações no plano de controle referente ao material é indispensável, inclusive citando sua característica específica de composição, manuseio e estocagem, conforme Apêndice C para coleta de dados, ou a instrução de trabalho, Apêndice K, com as especificações do material, evitando de todas as formas, trocas ou substituição por falta de informações coerentes sobre o mesmo.

4.3.2.10 Registros de calibração de instrumentos

Os meios de medição (equipamentos) deverão ser identificados nessa etapa, influenciando no cumprimento do cronograma definido. O modelo implementado é representado no Apêndice I.

4.3.3 3ª Etapa: projeto e desenvolvimento do processo

4.3.3.1 Fluxograma do processo

É a representação gráfica do “caminho” que o produto irá percorrer na fábrica durante seu processo de manufatura. É utilizado para melhor analisar as fontes de variação que possam ocorrer durante sua produção. O FMEA, Apêndice J, será a ferramenta que auxiliará nesse processo para adequações necessárias aos ajustes do fluxograma, ainda com aplicação do plano de controle para registro de alterações e possibilidades de melhoria, semelhante ao modelo ilustrativo do fluxograma verifica-se no Apêndice D.

4.3.3.2 FMEA

O FMEA, Apêndice J, é uma ferramenta de análise do modo e efeito de falha com possibilidade de ocorrência no processo de manufatura. Sua forma de controle está focada no NPR, identificado após análise de todas as etapas de fabricação, que exigirão uma atenção à melhoria nas mesmas de acordo com o maior número, ou seja, atacar de forma decrescente, ocasionando sua redução e melhoria do processo.

4.3.3.3 Instrução de trabalho ou processo

As Instruções de Trabalho (I.T.), modelo conforme Apêndice K, deve conter todas as informações possíveis para que o operacional consiga atender a demanda do item dentro das condições exigidas pela produção. O operacional da organização deverá ter um respaldo técnico onde a garantia de produção esteja especificada com riqueza de detalhes, demonstrando: aplicação de FMEA, plano de controle, desenhos, especificações técnicas, fluxograma de processo, e demais procedimentos que possibilitem um andamento normal na fabricação do produto.

4.3.3.4 Plano de análise dos sistemas de medição (estudo por atributos)

A utilização do método MSA, de acordo com o Apêndice L, assegurando a repetitividade e linearidade de peças e dispositivos utilizados na manufatura do

mesmo, através da análise de medidas e tolerâncias especificadas em desenho ou normas técnicas.

4.3.4 4ª Etapa: validação de produto e processo

4.3.4.1 Corrida piloto de produção

A corrida de produção é o primeiro lote produzido com o novo ferramental, analisando de forma conjunta todo o complexo produtivo, meio ambiente, equipamentos, instalações e tempos de produção. A corrida piloto tem como principal função analisar a capacidade de processos, avaliar o sistema de medição, viabilidade técnica e econômica de produção e possível revisão do processo. Caso não tenha sido identificado no processo de análise através do APQP, análise final e aprovação de embalagem, teste de validação da produção e aprovação do planejamento da qualidade do produto, utiliza-se para este processo de registros de informações o Apêndice G.

4.3.4.2 Aprovação de peças da produção

É o processo de validação do produto, mostrar que o mesmo foi produzido dentro das especificações determinadas no processo de análise e descrição feita pela engenharia de processos, conforme documento do Apêndice O.

4.3.4.3 Teste de validação da produção

Referem-se nessa etapa as análises de produto realizadas pela engenharia, confirmando a eficácia de seu processo, através das ferramentas e métodos definidos. Esta etapa é consolidada com acompanhamento da ordem de produção na fábrica após a fabricação das amostras, primeiro lote com a ferramenta nova ou alterada por determinada necessidade, a partir dos dados registrados no Apêndice G.

4.3.5 5ª Etapa: retroalimentação, validação e ação corretiva.

4.3.5.1 Variação reduzida

Essa referência relaciona-se à redução das variações do processo com utilização de dispositivos e ferramentas de apoio para fabricação de produtos. As ações corretivas proporcionarão uma redução de erros, refinando a produção com maior qualidade evoluindo com o aumento da produção. Atender as causas especiais identificadas serão o ponto de partida, e na sequência, todas as possibilidades de variação deverão ser identificadas e melhoradas. O poka-yoke é um método de eficácia na produção das peças, seu registro de análise e definição da necessidade se dá com a utilização do documento verificado no Apêndice N.

4.3.5.2 Submissão e aprovação de amostras

O certificado de submissão, Apêndice O, efetiva a aprovação das amostras, sendo que dessa forma, é autorizado o fornecimento de produção normal a partir da data especificada, garantindo que o produto de amostra está conforme especificação técnica do mesmo.

Ainda para complementar as informações em relação a avaliação e posterior aprovação da peça de amostra, utiliza-se o Apêndice M, o qual retrata informações em relação a aparência das peças. Este documento relatará todas as informações relacionadas a características do produto desenvolvido pela engenharia de processo, como rugosidade, rebarbas, sanidade interna e externa.

4.3.5.3 Satisfação do cliente

A partir da análise nos detalhamentos da produção, conforme o Apêndice P, consegue-se identificar a satisfação do cliente, que por meio do sistema de controle da qualidade, pode proporcionar um produto, rendendo maior satisfação de uma necessidade e a superação de uma expectativa. Este objetivo alcançado demonstrou eficácia em termos de qualidade, data de entrega e eficiência no desempenho de suas atividades.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa-ação realizada na engenharia de processos da Candeia, apresentava um cenário com gargalo administrativo em seu método de gestão. A organização não possuía nenhum método ou ferramenta de gerenciamento que otimizasse e controlasse de forma apurada todas as informações e a condução de novos desenvolvimentos na área da engenharia de processos.

A utilização de um método gestor para direcionar uma organização é um passo fundamental para que o resultado eficaz na gestão da engenharia de processos. A implementação do APQP, é uma possibilidade de se atingir este resultado eficaz na gestão organizacional com embasamento de resultados, para atuação em determinados pontos que se tornam visíveis após comparação de dados que este modelo de gerenciamento torna mais claro.

A principal proposta deste TFC foi de criar uma estrutura documental que auxilie no gerenciamento da engenharia de processos da Candeia. Tornou-se visível como a engenharia de processos atua dentro da organização, fazendo render resultados na gestão e novos produtos ou processos desenvolvidos. Propor uma estrutura que facilite o controle de novos desenvolvimentos de produto, não importando a quantidade de novos ferramentais que a engenharia esta desenvolvendo. Esta coleta de dados se faz necessária de forma a garantir o desempenho ótimo da engenharia de processos, que é o primeiro passo para apresentação de resultados positivos na organização, ou seja, a primeira impressão que o cliente tem é da forma como é gerenciado o desenvolvimento da organização e o tratamento que seu produto recebe.

Os resultados desse trabalho poderão ser vistos nos anexos deste TFC, que referenciam toda parte documental da organização pesquisada para o método do APQP. O sistema de controle contempla etapas nas quais se percebe a evolução do trabalho da engenharia de processos. Na prática existem mais alguns documentos que foram sendo identificados para melhoria do processo criado inicialmente. Todo o método parte da base teórica de manuais e literaturas especializadas, que informam através de utilizações de sucesso em organizações da linha branca e automotiva, precursores deste sistema de gestão embasando o APQP.

Vale ainda destacar que o conhecimento e a experiência vivida durante este trabalho foi de fundamental importância no desenvolvimento profissional, seja na vida pessoal, bem como na profissional.

Pode-se ainda ressaltar que esse método de gestão proposto a ser implementado através do APQP, embasará a organização para que sempre esteja, de forma sucinta, com a estrutura desse método auxiliando para que toda a programação do cronograma de trabalho seja atendida. O resultado disso fará com que a organização tenha cada vez mais credibilidade no mercado de seu segmento produtivo, proporcionando um aumento de faturamento e destaque em relação à qualidade do produto e processo produtivo.

Por fim, é importante salientar de que o sistema de gestão na engenharia de processos, baseado no APQP, proporcionou a aplicação de um novo método agregando valor a engenharia da Candeia. Ao mesmo tempo que ofereceu uma organização melhorada dos novos desenvolvimentos de produto, criou um diferencial para a organização perante o mercado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, Dimas Campos de, et al. **Levantamento de Erros na Aplicação de FMEA de Processos em Empresas de Níveis mais Inferiores da Cadeia de Fornecimento da Industria Automotiva**. ENEGEP 2006.

ALEX, Viviane Mantovani. **Avaliação do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto no Setor Automobilístico com Base na Engenharia Simultânea**. 2003.

Disponível em:

<<http://www.produtronica.pucpr.br/sip/conteudo/dissertacoes/pdf/VivianeAiex.pdf>> Acesso em: 27 de fevereiro de 2012.

ALTIERI, Anderson Ricardo, *et al.* **Proposta de Metodologia para Homologação Rápida de Novos Produtos na Industria Automobilística**. UNIMEP, São Paulo, 2002.

APQP FORD, Guideline. **Planejamento Avançado da Qualidade do Produto Nível de Publicação**. 2003 - Traduzido por: SETEC Consultoria de Interface e Gestão Empresarial.

CAMPOS, Alvantino Soares de, *et al.* **Proposta de um Método de Análise e Solução de Problemas para Curtumes que possuem ISO/TS: 16949/2002**. ENEGEP, 2004.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC Controle da Qualidade Total** (no estilo Japonês). 4. ed. MG: Ed. Bloch Editores S.A., 1992.

CHENG, Lin Chih, *et al.* **QFD: Planejamento Qualidade**. 1. ed. MG: Editora Littera Maciel Ltda. 1995.

HARO, Daniel Garcia. **Sistema da Qualidade na Industria Automobilística Uma Proposta de Auto Avaliação Unificada**. Dissertação de Mestrado em Engenharia da Produção. UFRGS. Porto Alegre, 2001.

JURAN, J. M. **A Qualidade Desde o Projeto**. 1.ed. São Paulo: Ed. Pioneira, 1992.

MAE. **Planejamento Avançado da Qualidade do Produto e Plano de Controle** – Manual APQP 1.ed. (MAE); AIAG (EUA) e IQA (Brasil); 1994.

MELLO, Ezequiel Berra de. **Processo de Desenvolvimento do Produto em Empresas de uma Cadeia Automotiva: Um Estudo Comparativo**. Dissertação de Mestrado apresentada ao programa de pós-graduação do Mestrado em Administração da Universidade de Caxias do Sul (2008). Disponível em: <<http://tede.uces.br/Publico/DissertacaoEzequieldeMello.pdf>> Acesso em 31 de março de 2012.

MFA. **Planejamento Avançado da Qualidade do Produto** (Manual Ford APQP) 2003. Disponível em: <<http://www.quality.ford.com/apqp> ou no Website da FSN em: <https://web.bli.ford.com>> Acesso em 17 de março de 2012.

PAES, Viviane Lanunce *et al.* **Utilização dos Princípios da Qualidade na Implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade em uma Empresa de Saneamento Básico**. XV SIMPEP, 2008.

PIMENTA, Laura Cunha Neto. **APQP: Caracterização da Aplicação da Metodologia de Gestão do Desenvolvimento de Produto em Fornecedores de Setores da Linha Branca e Automotiva.** Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) Universidade Federal de São Carlos Centro de ciências Exatas e de Tecnologia do Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, São Paulo, 2009.

POLACINSKI, Édio *et al.* **Controle Estatístico da Qualidade: Uma Aplicação FMEA em uma Empresa Metalúrgica.** FAHOR, 2011a.

POLACINSKI, Édio. **Prospectiva Estratégica de Godet: Processo de Aplicação para Arranjos Produtivos Locais.** Tese Apresentada para Obtenção do Título de Doutor em Engenharia da Produção. UFSC, 2011b.

ROCHA, Juliana Rossi Pimenta. **A Gestão do Desenvolvimento de Produto Via APQP na Indústria Automobilística.** Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para Mestrado em Engenharia da Produção, São Paulo, 2009.

SEBRAE, Biblioteca. **Formação de Multiplicadores no Local de Trabalho (Ciclo PDCA)** 2011. Disponível em: <<http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.pdf>> Acesso em 17 de março de 2012.

SILVA, Daniel H. Chaves da. **APQP: Planejamento Avançado da Qualidade do Produto.** 2007. Disponível: <<http://xa.yimg.com/kq/groups/20909156/1076493494/name/APQP.pdf>> Acesso em: 25 de fevereiro de 2012.

TAUCHEN, Joel Antonio. **Metodologia da Pesquisa - Como Classificar as pesquisas com Base em seus Objetivos.** 2007. Disponível em: <http://www.joel.pro.br/aulas/metodologia/classificacao_pesquisas.htm> Acesso em: 28 de fevereiro de 2012.

TURRIONI, João Batista; MELLO, Carlos Henrique Pereira *in*: MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações.** 1.ed. São Paulo: Ed. Elsevier, 2010.

APÊNDICE A – Check List APQP

LOGO DA EMPRESA		PLANEJAMENTO AVANÇADO DA QUALIDADE DO PRODUTO - APQP			Nº APQP
CLIENTE:		ITEM:		REVISÃO:	
DESCRIÇÃO:		MATERIAL:			
PROCESSO DESTINADO:					
Nº	FASES DO APQP	RESPONSÁVEIS	DATA		OBS.
			PREVISTO	REALIZADO	
1	Documento do cliente (desenhos, normas)				
2	Análise da viabilidade técnica				
3	Orçamento da peças bruta				
4	Orçamento do ferramental de fundição				
5	Orçamento de ferramental de usinagem				
6	Envio do orçamento ao cliente				
7	DFMEA e Plano de controle				
8	Projeto da ferramenta				
9	Relatório dimensional da ferramenta				
10	PFMEA				
11	Try out do ferramental (teste)				
12	Fluxograma do processo				
13	Elaboração de documentos para o item				
14	Plano de controle da produção				
15	Liberção de informações para o processo (O.P, IT)				
16	Análise do sistema de medição (MSA)				
17	Análise dimensional do produto				
18	Validação do processo (PPAP)				
19	Envio do PPAP ao cliente				
20	Aprovação do plano de controle e MSA				
21	Aprovação do PPAP (PSW)				
22	Liberção da produção				
23	Lote piloto				
Legenda das fases do APQP		Observações gerais para o item:			
	Planejar e definir programa.				
	Projeto e desenvolvimento do produto.				
	Projeto e desenvolvimento do processo.				
	Validação do produto e do processo.				
	Retroalimentação, avaliação e ação corretiva.				

APÊNDICE C – Lista preliminar de materiais

LOGO DA EMPRESA	REQUISITOS PARA ANÁLISE CRÍTICA DE DESENVOLVIMENTO E MELHORIA DE PROCESSO		Nº:	DATA:	
1)	CLIENTE:		CONTATO:		
	SEGMENTO:		SAZONALIDADE		
	USINADO () SIM () NÃO AMOSTRA () SIM () NÃO				
2)	CÓDIGO:		DESCRIÇÃO:		
	REV. DESENHO:	MATERIAL:	PESO PEÇA:		
	QUANTIDADE PEÇAS MÊS:		TON. MÊS:		
	PROCESSO DE MOLDAGEM: () VERDE () COLD BOX () CURA FRIO				
	MÁQUINA:	Nº FIGURAS:	CAIXA:	PESO AREIA:	
	MACHARIA: SCHELL.....KG		CURA FRIO.....KG	COLD BOX.....KG	
	RENDIMENTO METALURGICO:		REFUGO ESTIMADO:		
	4) MODELARIA : () INTERNO () TERCEIRIZADO				
M O D E L A R I A	PROJETO	hs			
	ALUMÍNIO PARA CAIXA DE MACHO	hs			
	FERRO FUNDIDO PARA CAIXA DE MACHO	hs	Ferro Cinzento ()	Ferro Nodular ()	
	CENTRO DE USINAGEM CAIXA DE MACHO	hs			
	CENTRO DE USINAGEM PARA MODELO	hs			
	MODELARIA	hs			
	TORNO CONVENCIONAL	hs			
	TORNO CNC	hs			
	FREZA	hs			
	PREPARAÇÃO DE MATERIAIS	hs			
5)	REQUISITOS DO CLIENTE:				
	ANÁLISE QUÍMICA: () SIM () NÃO				
	ANÁLISE METALOGRÁFICA: () SIM () NÃO				
	ANÁLISE DE PROPRIEDADE MECÂNICA: () SIM () NÃO QUAIS:				
	DIMENSIONAL: () SIM () NÃO				
	PPAP (PROCESSO DE APROVAÇÃO DE PEÇAS DA PRODUÇÃO):		() SIM	() NÃO	
	FMEA (ANÁLISE DO MODO E EFEITO DE FALHA):		() SIM	() NÃO	
	CP (CONTROLE DE PROCESSO):		() SIM	() NÃO	
	R&R (REPETITIVIDADE E REPRODUTIBILIDADE):		() SIM	() NÃO	
	MSA (ANÁLISE DO SISTEMA DE MEDIÇÃO):		() SIM	() NÃO	
C O N T R O L E S	OUTROS:				
	EQUIPE ENVOLVIDA NA ANÁLISE:				

APÊNDICE D – Diagrama do Fluxo de Processo

LOGO EMPRESA	DIAGRAMA DE FLUXO DE PROCESSO				DATA:	PPAP N.º	00151
CÓDIGO DA PEÇA:				DESCRIÇÃO DA PEÇA:		REVISÃO:	
SIMBOLOGIA	 INÍCIO/FIM	 OPERAÇÃO/INSPEÇÃO CONJUGADA	 OPERAÇÃO	 INSPEÇÃO	 EMBALAGEM		
ETAPA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	ETAPA	SÍMBOLO GIA	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO		
CP-0			CP-8				
CP-1			CP-9				
CP-2			CP-10				
CP-3			CP-11				
CP-4			CP-12				
CP-5			CP-13				
CP-6			CP-14				
CP-7			CP-15				

APÊNDICE E – Cronograma do APQP

LOGO DA EMPRESA		CRONOGRAMA DO APQP (ANÁLISE CRÍTICA DE PROJETO OU PROCESSO)			
CLIENTE:			CÓDIGO:		
PRODUTO:			DESENHO:		REVISÃO:
EQUIPE DE TRABALHO:					
ITEM	ATIVIDADES	STATUS		COMENTÁRIOS	APROVAÇÃO
		A	R		
1	Desenvolvimento do projeto.				
2	Análise dimensional completo do produto (projeto).				
3	Teste de validação (montagem 3D).				
4	Análise do material.				
5	Análise do layout do ferramental e instalações.				
6	Análise do MSA.				
7	Análise do método de embalagens.				
8	Aprovação do certificado de submissão.				
	Ficha técnica.				
	Plano de inspeção.				
	Plano de controle da produção.				
9	Estudo de capacidade do processo.				
10	Aprovação do método de embalagem.				
11	Aprovação das amostras.				
12	Segurança e garantia da qualidade do produto.				
Observações:					
Elaborado:			Aprovação:		
Data:			Data:		

APÊNDICE G – Especificações do processo da engenharia

ESPECIFICAÇÕES DA ENGENHARIA		Nº CONTROLE:
		DATA:
<input type="checkbox"/> ferramental novo <input type="checkbox"/> alteração de ferramental <input type="checkbox"/> concerto de ferramental <input type="checkbox"/> amostra A <input type="checkbox"/> amostra B <input type="checkbox"/> Rev. Desenho		
Código:	Descrição:	Cliente:
Solicitação:		
Processos: <input type="checkbox"/> projeto na engenharia <input type="checkbox"/> modelaria <input type="checkbox"/> fundição <input type="checkbox"/> usinagem <input type="checkbox"/> outros		
Método de aprovação: <input type="checkbox"/> metalografia <input type="checkbox"/> comp. Química <input type="checkbox"/> dureza <input type="checkbox"/> dimensional <input type="checkbox"/> PPAP <input type="checkbox"/> outros		
Composição química: <input type="checkbox"/> base normal <input type="checkbox"/> base diferente		
Areia de moldagem: <input type="checkbox"/> forte <input type="checkbox"/> normal Temperatura de vazamento: <input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> mais alta <input type="checkbox"/> outras		
MODELARIA (ANÁLISE DO FERRAMENTAL DE FUNDIÇÃO)		
Nº DE FIGURAS:	MATERIAL DO FERRAMENTAL:	TAMANHO DA PLACA:
Material da caixa de macho A:	Nº de figuras:	
Material da caixa de macho B:	Nº de figuras:	
Material da caixa de macho C:	Nº de figuras:	
Data início:	Data conclusão:	
Serviços realizados:		
FUNDIÇÃO		
Recebimento do ferramental:...../...../.....		Visualização do ferramental ok: <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
Tipo/Quantidade por peça: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D	Análise do ferramental:	
Peso da árvore: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D		
Peso do macho: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D		
Localização ferramental: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D		
Sopro de gás: <input type="checkbox"/> bom <input type="checkbox"/> ruim <input type="checkbox"/> regular		
Gasagem: <input type="checkbox"/> bom <input type="checkbox"/> ruim <input type="checkbox"/> regular	Extração do macho: <input type="checkbox"/> bom <input type="checkbox"/> ruim <input type="checkbox"/> regular	
Data:...../...../.....	Visto:.....	
Obs:		
MOLDAGEM		
Tipo de moldagem: <input type="checkbox"/> máquina <input type="checkbox"/> manual	Extração: <input type="checkbox"/> boa <input type="checkbox"/> ruim <input type="checkbox"/> regular	
Fixação do macho: <input type="checkbox"/> boa <input type="checkbox"/> ruim <input type="checkbox"/> regular	Identificação: <input type="checkbox"/> boa <input type="checkbox"/> ruim <input type="checkbox"/> regular	
Data:...../...../.....	Visto:	
Obs:		
FUSÃO E VAZAMENTO		
Vazão do metal no molde: <input type="checkbox"/> boa <input type="checkbox"/> ruim <input type="checkbox"/> regular		Composição química: <input type="checkbox"/> atende <input type="checkbox"/> não atende
Tempo de vazamento recomendado: <input type="checkbox"/> rápido <input type="checkbox"/> lento <input type="checkbox"/> primeiro lento depois rápido		
Temperatura no forno: Inicial: Final: Data:...../...../.....	Visto:	
Obs:		
DESMOLDAGEM/REBARBAÇÃO/INSPEÇÃO		
Peso da peça: Peso da árvore: Rendimento metalúrgico(%):	<input type="checkbox"/> ok <input type="checkbox"/> Nok	
Aspecto visual: <input type="checkbox"/> bom <input type="checkbox"/> ruim Quebra do canal: <input type="checkbox"/> bom <input type="checkbox"/> ruim	Defeitos: <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
Necessita de gabarito para inspeção da peça bruta: <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não		
Obs:		
EXPEDIÇÃO (PEÇA PRONTA/BRUTA OU USINADA)		
Recebimento da amostra:...../...../.....		Análise visual: <input type="checkbox"/> ok <input type="checkbox"/> Nok
Necessita embalagem especial: <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim Qual:.....		
Envio cliente:...../...../..... NF:	Quantidade:	Visto/Resp.
RESULTADO GERAL NO CLIENTE		
Amostra aprovada: <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Data do resultado:...../...../.....		Contato no cliente:
Meio de aprovação: <input type="checkbox"/> e-mail <input type="checkbox"/> PSW <input type="checkbox"/> Pedido de linha <input type="checkbox"/> outros		
Obs.:		
Visto responsável:		Data:...../...../.....

APÊNDICE H – Instrução de Trabalho para Classes de Fundido

1.Objetivo:

Esta instrução de trabalho tem por objetivo especificar a composição química adequada para as classes de ferro cinzento do cliente, abordando itens para o cliente, de forma que as composições químicas sejam:

F O F O	CLASSE	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ceq
	F1								
	F2								
	F3								
	F4								
	F5								
	F6								

FOFO: Ferro Fundido Cinzento/Ceq:Carbono equivalente

APÊNDICE K – Instrução de Trabalho

LOGO DA EMPRESA	INSTRUÇÃO DE TRABALHO PARA A CORREÇÃO DO METAL NO FORNO							IT-009 Rev. 00 Pag.1 de 1
A correção metal do forno deverá atender as especificações estabelecidas nas tabelas base abaixo para ferro fundido nodular e ferro fundido cinzento.								
1.Composição Química da Carga Base – Ferro Fundido Nodular								
C	Si	Mn	Cr	P	S	Cu	Ni	Al
(1): GGG50 – Max. 0,500; GGG60 – Max. 0,600; GGG70 – Max. 0,750 (2): GGG40 – Max. 0,155; GGG50 – Max. 0,350; GGG60 – Max. 0,650; GGG70 – Max. 0,900								
2.Composição Química da Carga Base – Ferro Fundido Cinzento								
C	Si	Mn	Cr	P	S	Cu	Ni	Al
(3): GG10/15 – Max. 3,70; (4): GG10/15 – Max. 0,650; GG15A – Max. 0,500; GG20A – Max. 0,900; GG25 e GG30 – Max. 1,00; (5): GG20 – Max. 1,00; GG20A – Max. 0,450; GG25 – Max. 1,00; GG30 – Max. 1,10; (6): GG10/15 – Max. 0,200; GG20 Max. 0,400; GG20A – Max. 0,250; GG25- Max. 0,450; GG30 – Max. 0,650;								

APÊNDICE M – Relatório de Aprovação de Aparência

LOGO DA EMPRESA	Aprovação de Peça de Produção Relatório de Aprovação de Aparência	Nº 001 Pag. 1 de 1		
Organização: Código de fornecedor:		Nº da peça:		
Fornecedor do material:		Nome da peça:		
		Nível de alteração do Registro de Projeto:		
		Documento de Alterações de Engenharia:		
Especificações	Data de ensaio	Resultados	Ok	Não ok
Aspecto visual				
Integridade da gravação				
Sanidade interna				
Sanidade externa				
Tipo de proteção				
Viscosidade				
Teste de aderência				
FOTOS				
Observações (quando aplicável):				
<input type="checkbox"/> Aprovado <input type="checkbox"/> Reprovado Responsável: _____ Data: _____				

APÊNDICE N – Etapas do Poka Yoke

AS 07 ETAPAS DO PAKA YOKE						
OPERAÇÃO:		PRODUTO:			DATA:	
1A) DESCREVER O DEFEITO:				1B) MOSTRAR A TAXA DE DEFEITOS:		
1. IDENTIFICAR SE O DEFEITO É: DESCOBERTO:						
PRODUZIDO:						
2. DETALHAR O PROCEDIMENTO PADRÃO ATUAL E ELEMENTOS DE OPERAÇÃO ONDE O DEFEITO É PRODUZIDO:						
3. ERROS DO PROCEDIMENTO PADRÃO ONDE OS DEFEITOS SÃO PRODUZIDOS:						
4. INVESTIGAR E ANALISAR AS CAUSAS PARA CADA ERRO OU DESVIO:						
<ul style="list-style-type: none"> - AJUSTES; - FERRAMENTAS OU TROCA DE FERRAMENTAS; - CONDIÇÕES CRÍTICAS; - MUITAS PEÇAS; - PRODUÇÃO INFREQUENTE; - FALTA DE PADRÕES EFETIVOS; - REPETIÇÕES RÁPIDAS; - GRANDES VOLUMES; - CONDIÇÕES AMBIENTAIS; - MANUSEIO DE MATERIAIS; - ILUMINAÇÃO. 						
CAUSA RAIZ						
5. "BRAINSTORM" IDEIAS PARA ELIMINAR OU DETECTAR ERROS						
NIVEL 1						
NIVEL 2						
NIVEL 3						
O DISPOSITIVO POKA YOKE ELIMINA, DETECTA O ERRO OU DETECTA DEFEITO? () SIM () NÃO						
6. CRIAR UM DISPOSITIVO POKA YOKE:						
DISPOSITIVO POKA YOKE NIVEL:						
CONDIÇÃO ATUAL:			DISPOSITIVO POKA YOKE:			
			CUSTO DA INSTALAÇÃO:		DATA:	
EQUIPE ENVOLVIDA:						

APÊNDICE O – PSW

CERTIFICADO DE SUBMISSÃO DE PEÇAS DA PRODUÇÃO (PPAP)			
IDENTIFICAÇÃO			
Nome da peça:		Nº da peça cliente:	
Código do desenho:		Nº peça do fornecedor:	
Nível de alteração na engenharia:		Data:	
Alterações adicionais da engenharia:		Data:	
Regulamentação de segurança e ou governamental: <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não			
Nº do pedido de compra:		Peso kg:	
Auxiliar de verificação:		Nível de alteração da engenharia:	
Data:			
INFORMAÇÕES DE MANUFATURA DA ORGANIZAÇÃO		INFORMAÇÕES DE SUBMISSÃO DO CLIENTE	
Nome do fornecedor		Nome do cliente	
Endereço do fornecedor		Comprador:	
Cep:	Cidade:	Estado:	Aplicação:
REPORTE DE MATERIAIS:			
As informações sobre substâncias perigosas requisitadas pelo cliente foram relatadas: <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> N/A			
Submetido via <input type="checkbox"/> IMDS <input type="checkbox"/> formato do cliente:.....			
RAZÃO PARA SUBMISSÃO (marque pelo menos um):			
<input type="checkbox"/> submissão inicial		<input type="checkbox"/> mudança de material ou construção opcional	
<input type="checkbox"/> alteração de engenharia		<input type="checkbox"/> sub-fornecedor ou fonte de material	
<input type="checkbox"/> ferramental: transferência, requisição,..		<input type="checkbox"/> mudança do processo da peça	
<input type="checkbox"/> correção de discrepância		<input type="checkbox"/> peças produzidas em outras localidades	
<input type="checkbox"/> ferramenta inativa por mais de 1 ano		<input type="checkbox"/> outros – especifique:	
NÍVEIS DE SUBMISSÃO (marque ao menos um):			
<input type="checkbox"/> Nível 1: Certificado apenas submetido ao cliente.			
<input type="checkbox"/> Nível 2: Certificado com amostras de peças de produção em quantidade limitada de dados de suporte submetido ao cliente.			
<input type="checkbox"/> Nível 3: Certificado com amostras de peças da produção, dados de suporte completo submetido ao cliente.			
<input type="checkbox"/> Nível 4: Certificado e outros requerimentos definidos pelo cliente.			
<input type="checkbox"/> Nível 5: Certificado com amostras de peças da produção, dados de suporte inspecionados no local de fabricação do fornecedor.			
RESULTADOS DA SUBMISSÃO:			
Os resultados de: <input type="checkbox"/> medições de dimensional <input type="checkbox"/> ensaios de materiais e funcionais <input type="checkbox"/> critérios de aparência <input type="checkbox"/> dados estatísticos.			
Os resultados atendem todos requisitos de registros do projeto: <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não (se "não" explicar abaixo)			
Moldes/Cavidades/Processo de Produção:.....			
DECLARAÇÃO:			
Por meio desta afirmo que as amostras representadas por este certificado são representativas das nossas peças. Estas foram fabricadas através de um processo que atende todos os requisitos da 4ª Edição do Manual do PPAP. Estas amostras foram produzidas na razão de produção de /horas:			
Certifico também que a evidência documentada de tal conformidade esta arquivada e disponível para análise critica.			
Eu anotei quaisquer desvios desta declaração abaixo.			
EXPLICAÇÃO/COMENTÁRIOS:.....			
Cada ferramenta esta corretamente etiquetada e enumerada? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não			
Assinatura autorizada pelo fornecedor:.....Data:.....			
Nome (legível):.....Telefone:FAX:.....			
Cargo:.....e-mail:.....			
PARA USO SOMENTE DO CLIENTE (SE APLICÁVEL):			
Disposição de peças: <input type="checkbox"/> aprovado <input type="checkbox"/> rejeitado <input type="checkbox"/> outros			
Assinatura do cliente:		Data:.....	
Nome Legível:.....			
Nº de rastreabilidade do cliente (opcional).....			

APÊNDICE P – Pesquisa de Satisfação do Cliente

LOGO DA EMPRESA		PESQUISA DE SATISFAÇÃO DO CLIENTE				
CLIENTE:		CONTATO:		DATA:	NOME:	
ITEM	ASPECTO AVALIAÇÃO	Grau de satisfação	ANÁLISE CRÍTICA (FORNECEDOR)			
			AÇÃO DE MELHORIA	RESPONSÁVEL	PRAZO	SIT.
1	Qualidade do produto					
2	- Atendimento - Contato com o cliente					
2.1						
2.2	Prazo de entrega					
2.3	Retorno às solicitações					
3	Pós-vendas					
4	Desenvolvimento de novos itens					
5	Logística					
Sugestões/comentários/reclamações				Sugestões quanto a inclusão de novos produtos/serviços?		
Legenda: "Grau de satisfação"- 1 muito satisfeito/2insatisfeito/3pouco satisfeito/4satisfeito/5muito satisfeito – Sit.= situação						