

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
PRODUÇÃO**

**APQP: CARACTERIZAÇÃO DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE  
GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS EM  
FORNECEDORES DOS SETORES DE LINHA BRANCA E AUTOMOTIVO**

**LAURA CUNHA NETO PIMENTA**

*DISSERTAÇÃO DE MESTRADO*

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
PRODUÇÃO**

**APQP: CARACTERIZAÇÃO DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE  
GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS EM  
FORNECEDORES DOS SETORES DE LINHA BRANCA E AUTOMOTIVO**

**Laura Cunha Neto Pimenta**

**Dissertação de mestrado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de  
Produção da Universidade Federal de São  
Carlos, como parte dos requisitos para a  
obtenção do título de Mestre em Engenharia de  
Produção.**

**Orientador: Prof. Dr. Néocles Alves Pereira**

**São Carlos – SP**

**2009**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

P644ac

Pimenta, Laura Cunha Neto.

APQP : caracterização da aplicação da metodologia de gestão de desenvolvimento de produtos em fornecedores dos setores de linha branca e automotivo / Laura Cunha Neto Pimenta. -- São Carlos : UFSCar, 2009.  
188 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2009.

1. Desenvolvimento de novos produtos. 2. Planejamento da qualidade. 3. Indústria automobilística. 4. Indústria de linha branca. 5. Processo de desenvolvimento de produtos. 6. Produção enxuta. I. Título.

CDD: 658.575 (20<sup>a</sup>)



## FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno(a): Laura Cunha Neto Pimenta

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DEFENDIDA E APROVADA EM 02/07/2009 PELA  
COMISSÃO JULGADORA:

Prof. Dr. Neocles Alves Pereira  
Orientador(a) PPGEP/UFSCar

Prof. Dr. José Flávio Diniz Nantes  
PPGEP/UFSCar

Prof. Dr. Daniel Capaldo Amaral  
EESC/USP

---

Prof. Dr. Mário Otávio Batalha  
Coordenador do PPGEP

## DEDICATÓRIA

*À minha mãe, Marinilda Cunha Neto, pelo apoio incondicional nos momentos alegres e tristes, pelo amor à distância e pelo aconchego quando perto.*

*Ao Klauss, pelo apoio, carinho e paciência por toda a caminhada.*

*Dedico e compartilho o resultado desta longa caminhada com vocês.*

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Néocles Alves Pereira pela orientação, pelas discussões proporcionadas até encontrarmos a melhor solução.

Aos membros da banca: professores Daniel Capaldo Amaral e José Flávio Diniz Nantes, pelas importantes contribuições à pesquisa.

Aos meus avós, Edith e Olímpio, pelo apoio, carinho e grandeza de cuidados dedicados em todos os momentos da minha vida.

À minha irmã Ligia, pelo carinho e amor.

Ao Sérgio e ao meu cunhado Eric, pelo apoio e sabedoria.

Às minhas tias, Marilda, Marina e Marizilda, pela preocupação e força dada em toda a caminhada.

Ao meu pai, pelos momentos de alegria.

Aos meus primos, Tissa, Fernanda, Vanessa, Bibi e Adolpho, que mesmo estando longe, me proporcionaram muito carinho quando perto.

Aos amigos, Josy, Fernanda, Erika, Fabiana, Matheus, Rafael, Daniel, Vinicius, Franz, Dany e Sabrina, com os quais dividi o peso de momentos difíceis, mas também compartilhei muitas alegrias.

A todas as empresas que participaram da pesquisa, nas pessoas entrevistadas que colaboraram para a realização da mesma e que não mediram tempo nem esforços para a realização das entrevistas.

A todos, muito obrigada.

## RESUMO

A troca de conhecimento e a otimização dos recursos são cada vez mais necessárias para o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) em empresas. O Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP) é um método estruturado, contido na Norma ISO/TS 16:949:2002, que busca definir e executar as ações necessárias para um PDP, a fim de assegurar que um produto satisfaça o cliente. Sua maior contribuição se dá no sentido de facilitar a comunicação entre todas as pessoas e atividades. Apesar de o APQP ter sido utilizado primeiramente pela indústria automotiva, considera-se a possibilidade de utilização deste para a indústria de linha branca, devido principalmente à primeira indústria ter sido precursora de diversas ferramentas, como a produção enxuta. Além disto, a busca por um método de desenvolvimento de produtos padronizados poderia facilitar o trabalho em fornecedores das indústrias automotiva e de linha branca. A produção enxuta também tem contribuído para a otimização dos recursos de processo e administrativos nestas indústrias. Assim, este método padronizado poderia contemplar a utilização de algumas ferramentas da produção enxuta. O objetivo deste trabalho é caracterizar a utilização do APQP em fornecedores dos setores de linha branca e automotivo e mais especificamente, avaliar as possíveis falhas no processo de desenvolvimento de produtos destes fornecedores, além de discutir a importância das ferramentas disponíveis em cada etapa do APQP e a aplicação destas para a linha branca. As hipóteses construídas são relacionadas com a possível simplificação deste método padrão, a integração das áreas, o conhecimento adquirido na aplicação do APQP e a facilidade das ferramentas da produção enxuta e seis sigma para a implantação do APQP. O método escolhido para a realização deste trabalho foi a realização de cinco estudos de casos feitos em empresas do setor eletroeletrônico e químico, que fornecem para ambas as indústrias citadas. Nestas empresas, foram entrevistados um representante do setor automotivo e um da linha branca. A pesquisa conclui ser possível a utilização do método APQP para a linha branca, inclusive relata montadoras da linha branca que já o solicitam aos fornecedores. Também descreve os PDPs de cada empresa, enfatiza as principais falhas nos métodos utilizados e descreve uma visão geral do PDP do setor automotivo e do setor de linha branca. Uma proposta de utilização do APQP com algumas ferramentas da produção enxuta é apresentada nos capítulos finais.

Palavras chaves: APQP (Planejamento Avançado da Qualidade do Produto), automotivo, Linha Branca, PDP (Processo de Desenvolvimento de Produtos), Produção Enxuta.

## ABSTRACT

The exchange of knowledge and optimization of resources optimization are increasingly needed necessities for companies' Product Development Process (PDP). The Product Quality Advanced Planning (APQP) is a structured method, contained in Norm ISO/TS 16:949:2002, which aims to define and execute the actions required for a PDP in order to ensure that the product satisfies the customer. It's greatest contribution is to facilitate communication among all people and activities. Although the APQP has been used primarily by the automotive industry, the possibility to apply this method for the white goods industry is considered, mainly due to this industry has been precursor of many methods, such as lean production.

Furthermore, the search for a developing standardized products method could facilitate the work of automotive and white goods suppliers.

The lean production has also contributed to the optimization of resources and administrative proceedings in these industries. Thus, this standardized method could include the use of some lean production tools. The aim of this work is to characterize the use of APQP in white goods and automotive industries suppliers and more specifically, to evaluate the possible failures in these suppliers product development process, and to discuss the importance of tools in each step of APQP and the application of these to white goods industry. The hypotheses were made concerning the possible simplification of this standard method, the integration of areas, the knowledge obtained in the implementation of APQP and facilities of lean production and six sigma for the implementation of APQP.

The chosen method for this work was the description of five case studies made in companies of the electro electronic and chemical fields, which are suppliers of both industries cited. In these companies a representative of the automotive and one of white goods industry were interviewed. The research finds that it's possible to use the APQP method in the white goods as well as it shows white goods companies which have already requested it to suppliers. It also describes the PDPs of each company, highlights the major failures in the methods used and describes an overview of the automotive and white goods industries PDPs. A proposal to APQP application with some lean production tools is presented in the final chapters.

*Key words:* APQP (Product Quality Advanced Planning), automotive, PDP (Product Development Process), lean production, white goods.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Fases do Processo do PDP. ....	27
Figura 2.2 – Processos do PDP.....	29
Figura 3.1 - Fases do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto.....	42
Figura 4.1 - Elementos do Sistema Enxuto de Desenvolvimento de Produtos. ....	55
Figura 4.2 – Fases do Processo Lean Design. ....	56
Figura 4.3 – Diagrama de Fluxo – Follow –up Custo Objetivo. ....	60
Figura 4.4 - Diagrama do fluxo de processo para um AV/EV. ....	65
Figura 4.5- Demonstrativo da linha tradicional e “em fluxo”. ....	67
Figura 4.6 - Planilha das 7 Alternativas de Processo. ....	68
Figura 4.7 – Tabela da Avaliação das 7 Alternativas de Processo. ....	69
Figura 4.8 – Fases do DMAIC. ....	70
Figura 5.1- Número de Licenciamentos de autoveículos novos no Brasil. ....	89
Figura 6.1 - Etapas da Pesquisa. ....	101
Figura 7.1 – Número de Projetos no decorrer de um ano nas empresas automotivas. ....	139
Figura 7.2 – Avaliação do estilo de liderança do líder de projetos automotivos.....	140
Figura 7.3 – Número de Projetos no decorrer de um ano nas empresas de linha branca. ....	151
Figura 7.4 – Avaliação do estilo de liderança do líder de projetos de linha branca. ....	152

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Tabela Resumo das Especificidades do PDP .....	28
Quadro 2.2 – Tabela Resumo das Especificidades do PDP. ....	38
Quadro 4.1 – Ferramentas para o Projeto Enxuto. ....	57
Quadro 4.2- Exemplos de Especificações para os produtos carro e telefone celular. ....	63
Quadro 4.3 – Critérios potenciais usados no formulário de avaliação das 7 Alternativas de Processo. ....	68
Quadro 5.1- Perfil do setor de linha branca. ....	75
Quadro 5.2 – Resumo da Estratégia das Empresas na Linha Branca. ....	76
Quadro 5.3 - Principais empresas da indústria mundial de linha branca (2001). ....	77
Quadro 5.4 - Características mais relevantes do desenvolvimento de produtos em empresas de médio porte. ....	82
Quadro 5.5 – Atividades do desenvolvimento da usabilidade de interface dentro do PDP. ....	85
Quadro 5.6 - Normas do Sistema da Qualidade exigidas pelas montadoras com país de origem. ....	93
Quadro 6.1 - Comparação entre pesquisa qualitativa e quantitativa. ....	95
Quadro 6.2 – Adequação do método de pesquisa aos instrumentos de coleta de dados. ....	97
Quadro 6.3 – Correlação entre as Hipóteses da Pesquisa e as Questões do questionário. ....	103
Quadro 6.4 – Principais características das empresas. ....	104
Quadro 7.1 – Principais requisitos para cada um dos entrevistados da empresa Alfa. ....	109
Quadro 7.2 – Benefícios e Dificuldades nas Fases do APQP da empresa Alfa. ....	109
Quadro 7.3 – Principais requisitos para cada um dos entrevistados da empresa Beta. ....	116
Quadro 7.4 – Benefícios e Dificuldades nas Fases do APQP da empresa Beta. ....	117
Quadro 7.5 – Principais requisitos para cada um dos entrevistados da empresa Gama. ....	122
Quadro 7.6 – Benefícios e Dificuldades nas Fases do APQP da empresa Gama. ....	122
Quadro 7.7 – Principais requisitos para cada um dos entrevistados da empresa Delta. ....	128
Quadro 7.8 – Benefícios e Dificuldades nas Fases do APQP da empresa Delta. ....	128
Quadro 7.9 – Principais requisitos para cada um dos entrevistados da empresa Sigma. ....	134
Quadro 7.10 – Benefícios e Dificuldades nas Fases do APQP da empresa Sigma. ....	135
Quadro 7.11 – Benefícios e características citados de cada fase para o setor automotivo. ....	143
Quadro 7.12 – Benefícios e Características citados de cada fase para a linha branca. ....	157
Quadro 7.13 – Proposta de APQP para fornecedores dos setores de linha branca e automotivo. ....	166

## LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1- Volume correspondente a cada eletrodoméstico.....	78
Tabela 5.2 - Penetração de eletrodomésticos por classe social no Brasil.....	79
Tabela 5.3- Número de Licenciamentos de autoveículos novos no Brasil por combustível....	89
Tabela 7.1 – Avaliação dos Engenheiros (LB) e (AU) em relação ao último projeto da empresa Alfa.....	107
Tabela 7.2 – Avaliação dos Engenheiros (LB) e (AU) em relação ao último projeto da Empresa Beta.....	114
Tabela 7.3– Avaliação dos Engenheiros (LB) e (AU) em relação ao último projeto da Empresa Gama.....	121
Tabela 7.4 – Avaliação dos Engenheiros (LB) e (AU) em relação ao último projeto da Empresa Delta.....	126
Tabela 7.5– Avaliação dos Engenheiros (LB) e (AU) em relação ao último projeto da Empresa Sigma.....	132
Tabela 7.6 – Avaliação da qualidade de execução de projetos automotivos.....	140
Tabela 7.7 – Ferramentas da fase de Desenvolvimento de Produto automotivo.....	141
Tabela 7.8 – Ferramentas da fase de Desenvolvimento do Processo automotivo.....	142
Tabela 7.9 – Ferramentas da fase de Validação do Projeto automotivo.....	142
Tabela 7.10 – Comportamento dos líderes no aumento do número de projetos automotivos.....	143
Tabela 7.11 – Integração na fase de Projeto e Desenvolvimento do Processo automotiva....	148
Tabela 7.12 – Integração na fase de Produção automotiva.....	149
Tabela 7.13 – Utilização das ferramentas relacionadas com a produção enxuta- automotivo.....	149
Tabela 7.14 – Utilização das ferramentas relacionadas com a abordagem Seis Sigma – automotivo.....	150
Tabela 7.15 – Benefício da empresa quando produção enxuta e Seis Sigma implantados – automotivo.....	150
Tabela 7.16 – Avaliação da qualidade de projeto de linha branca.....	153
Tabela 7.17 – Ferramentas ordenadas na fase de Desenvolvimento do Produto de linha branca.....	155
Tabela 7.18 – Ferramentas ordenadas na fase de Desenvolvimento do Processo de linha branca.....	155
Tabela 7.19 – Ferramentas ordenadas na fase de Validação do Projeto de linha branca.....	155
Tabela 7.20 – Comportamento dos líderes no aumento do número de projetos de linha branca.....	156
Tabela 7.21 – Integração na fase de Projeto e Desenvolvimento do Processo de linha branca.....	161
Tabela 7.22 – Integração na fase de Produção de linha branca.....	162
Tabela 7.23 – Utilização das ferramentas relacionadas com a produção enxuta – linha branca.....	162
Tabela 7.24 – Utilização das ferramentas relacionadas com a abordagem Seis Sigma – linha branca.....	163
Tabela 7.25 – Benefício da empresa quando produção enxuta e Seis Sigma implantados – linha branca.....	163

## LISTA DE ABREVIATURAS

3-P (Preparação do Processo de Produção)  
APQP (Planejamento Avançado da Qualidade do Produto)  
AV/EV (Engenharia e Análise de Valor)  
CAD (*Computer Aided Design*)  
CCQ (Círculo de Controle de Qualidade)  
CEP (Controle Estatístico de Processo)  
DFMA (Design for Manufacturing and Assembly)  
DFMEA (Análise de Modo e Efeitos de Falha de Projeto)  
DMAIC (Defina, Meça, Analise, Melhore, Controle)  
DOE (*Design of Experiments*)  
EDM (*Electronic Document Management*)  
FMEA (Análise de Modo e Efeito de Falha)  
JIT (Just in Time)  
MSA (Análise dos Sistemas de Medição)  
NPV (Valor Presente Líquido)  
P&D (Pesquisa & Desenvolvimento)  
PDP (Processo de Desenvolvimento de Produtos)  
PFMEA (Análise de Modo e Efeitos de Falha do Processo)  
PMI (Project Management Institute)  
PPAP (Processo de Aprovação de Peça de Produção)  
QFD (Desdobramento da Função Qualidade)  
QMS (Sistema de Gerenciamento da Qualidade)  
TPM (Manutenção Preventiva Total)  
WIP (Work in Process)

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1. Contextualização .....	14
1.1 Objetivos e delimitação da pesquisa.....	16
1.2 Justificativas e Hipóteses.....	17
1.2.1 Introdução ao Planejamento Avançado da Qualidade (APQP).....	17
1.2.2 Justificativas .....	17
1.2.2.1 Importância.....	17
1.2.2.2 Indústria Automotiva: Precursora.....	19
1.2.2.3 Trabalhos: escassos .....	20
1.2.2.4 Padronização no método.....	21
1.2.3 Hipóteses da Pesquisa.....	22
1.2.4 Relacionamento entre os Objetivos e Hipóteses.....	23
1.3 Estrutura do Trabalho .....	24
2. PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.....	26
2.1 Conceitos do Processo de Desenvolvimento de Produtos .....	26
2.2 Caracterização do Processo de Desenvolvimento de Produtos .....	29
2.2.1 Exemplo de uso de PDP: setor de autopeças .....	31
2.3 Fatores Críticos de Sucesso no PDP.....	34
2.4 Considerações.....	39
3. PLANEJAMENTO AVANÇADO DA QUALIDADE DO PRODUTO.....	40
3.1 Introdução .....	40
3.2 Criação e evolução do APQP .....	41
3.3 Etapas do APQP .....	42
3.3.1 Planejamento do Processo de Desenvolvimento de Produtos .....	43
3.3.2 Projeto e Desenvolvimento do Produto .....	43
3.3.3 Projeto e Desenvolvimento do Processo .....	44
3.3.4 Validação do Produto e do Processo .....	44
3.3.5 Feedback, Avaliação e Ação Corretiva .....	45
3.4 Ferramentas utilizadas no APQP .....	45
3.5 Processo de Aprovação de Peça de Produção (PPAP) .....	48
3.6 Tendências e Aplicações do APQP .....	49
3.7 Considerações.....	51
4. PRODUÇÃO ENXUTA E SEIS SIGMA .....	52
4. Introdução.....	52
4.1 Conceitos de Produção Enxuta.....	52
4.2 Lean Design.....	56
4.2.1 Ferramenta “Ranking” das Oportunidades.....	58
4.2.2 Ferramenta Custo Objetivo.....	59
4.2.3 Ferramenta das Vinte Possíveis Alavancas para a Redução de Custo .....	60
4.2.4 Ferramenta Priorização das Necessidades do Consumidor .....	62
4.2.5 Ferramenta Engenharia e Análise de Valor (AV/EV).....	63
4.2.6 Ferramenta “Processo das 7 Alternativas” .....	66
4.3 Seis Sigma .....	70
4.3.1 DMAIC (Defina, Meça, Analise, Melhore, Controle).....	70
4.3.2 Capacidade do Processo .....	72
4.3.3 MSA ou Análise dos Sistemas de Medição.....	72
4.4 Considerações.....	73
5. PDP NAS INDÚSTRIAS DE LINHA BRANCA E AUTOMOTIVA.....	75

5.1	Caracterização da Indústria de Linha Branca .....	75
5.2	PDP na Indústria de Linha Branca .....	79
5.2.1	Descrição do PDP em indústria de médio porte .....	80
5.2.2	Descrição do PDP em indústria de grande porte .....	82
5.3	Comparações dos PDPs entre médio e grande porte na linha branca.....	87
5.4	Caracterização da Indústria Automotiva .....	88
5.5	PDP na Indústria Automotiva.....	91
6.	METODOLOGIA DA PESQUISA.....	95
6.1	Método de Pesquisa .....	95
6.1.1	Abordagem de Pesquisa.....	95
6.1.2	Procedimento de coleta de dados.....	96
6.1.3	Limitações do método e instrumento de pesquisa .....	98
6.1.4	Problema de Pesquisa .....	99
6.1.5	Coleta de dados e análise dos resultados .....	100
6.2	Descrição das Etapas a Serem Executadas nessa Pesquisa .....	101
6.2.1	Levantamento e Estudo Teórico .....	101
6.2.2	Preparação do questionário.....	102
6.2.3	Seleção das Empresas.....	103
6.2.4	Análise da Coleta de Dados.....	104
6.2.5	Análise Geral .....	105
6.2.6	Conclusão .....	105
7.	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	106
7.1	Empresa Alfa .....	106
7.1.1	Desenvolvimento de Produtos .....	106
7.1.2	APQP.....	108
7.1.3	Dificuldades e Benefícios das Fases do APQP .....	109
7.1.4	Integração no APQP .....	112
7.1.5	Ferramentas do PDP .....	112
7.2	Empresa Beta.....	113
7.2.1	Desenvolvimento de Produtos .....	113
7.2.2	APQP.....	115
7.2.3	Dificuldades e Benefícios das Fases do APQP .....	117
7.2.4	Integração no APQP .....	119
7.2.5	Ferramentas do PDP .....	120
7.3	Empresa Gama.....	120
7.3.1	Desenvolvimento de Produtos .....	120
7.3.2	APQP.....	121
7.3.3	Dificuldades e Benefícios das Fases do APQP .....	122
7.3.4	Integração no APQP .....	124
7.3.5	Ferramentas do PDP .....	125
7.4	Empresa Delta.....	125
7.4.1	Desenvolvimento de Produtos .....	126
7.4.2	APQP.....	127
7.4.3	Dificuldades e Benefícios das Fases do APQP .....	128
7.4.4	Integração no APQP .....	131
7.4.5	Ferramentas do PDP .....	131
7.5	Empresa Sigma.....	131
7.5.1	Desenvolvimento de Produtos .....	132
7.5.2	APQP.....	133
7.5.3	Dificuldades e Benefícios das Fases do APQP .....	135

7.5.4 Integração no APQP .....	138
7.5.5 Ferramentas do PDP .....	138
7.6 Análise Conjunta dos Dados .....	139
7.6.1 Desenvolvimento de produtos nas empresas estudadas da indústria automotiva..	139
7.6.2 APQP nas empresas estudadas da indústria automotiva .....	141
7.6.3 Dificuldades e benefícios nas empresas estudadas da indústria automotiva .....	143
7.6.4 Integração e Ferramentas nas empresas estudadas da indústria automotiva .....	147
7.6.5 Desenvolvimento de produtos nas empresas estudadas da indústria de linha branca .....	151
7.6.6 APQP nas empresas estudadas da indústria de linha branca .....	153
7.6.7 Dificuldades e benefícios nas empresas estudadas da indústria de linha branca...	156
7.6.8 Integração e Ferramentas nas empresas estudadas da indústria de linha branca...	160
7.7 Análise Geral .....	163
7.8 Recomendações para um APQP aos fornecedores de ambos os setores .....	165
8. CONCLUSÃO .....	170
8.1 Conclusão Final .....	170
8.2 Sugestões para pesquisas futuras .....	174
REFERÊNCIAS .....	175
APÊNDICE A: .....	182

# 1. INTRODUÇÃO

## 1. Contextualização

A globalização e a intensa competitividade nos mercados, aliadas às mudanças cada vez mais rápidas dos consumidores, têm levado as empresas a utilizar a inovação como meio de sobrevivência. Para isto, investem cada vez mais na qualidade e rapidez do processo de desenvolvimento de produtos. De acordo com Slack (2002), as empresas estão em busca do aperfeiçoamento de seus produtos, flexibilidade da produção, rapidez e satisfação no atendimento da necessidade de seus clientes antes dos concorrentes.

A área de desenvolvimento de produtos é muito importante em termos de investimentos futuros para a sustentabilidade da indústria de autopeças. Na década de 90, Posthuma (1993) já citava que o desenvolvimento de produtos deveria estar sempre se renovando, devido principalmente, a fatores como (1) a tendência das montadoras transferirem as responsabilidades de projeto para as empresas fornecedoras de autopeças, (2) o aumento do ritmo nas mudanças dos projetos e na tecnologia dos produtos exigida pelo mercado consumidor e (3) o fornecimento de sistemas de componentes e subconjuntos pré-montados.

Morgan e Liker (2008) argumentam que o desenvolvimento de produtos deverá se transformar na competência central da próxima década, devido à existência de mais oportunidade para a vantagem competitiva no PDP (Processo de Desenvolvimento de Produtos) do que em qualquer processo, já que a lacuna entre o desempenho nas produções de diferentes indústrias diminui a cada ano.

Rozenfeld *et al* (2006) define o desenvolvimento de produtos como uma série de atividades que pretende se chegar às especificações de projeto de produto ou de processo para que seja possível a produção do produto pela manufatura. Para tanto, o processo de desenvolvimento capta as necessidades do mercado, considera as estratégias competitivas e de produto da empresa, assim como considera as possibilidades e restrições de tecnologia.

Ou seja, o PDP é definido pela compreensão de todas as atividades que transformam as oportunidades de tecnologia e as necessidades do mercado em informações para a produção. Este processo é dividido entre pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento. No pré-desenvolvimento é definido o conjunto de produtos da empresa e sua relação com os mercados que se deseja atingir. A fase de pós-desenvolvimento é



responsável pelo acompanhamento do processo/produto e, por último, o desenvolvimento, que é constituído de cinco etapas, (i) projeto informacional, (ii) projeto conceitual, (iii) projeto detalhado, (iv) preparação da produção e (v) lançamento do produto. (ROZENFELD *et al*, 2006)

É importante ressaltar os principais objetivos das etapas acima, que são de desenvolver um produto que atenda às expectativas do mercado em termos de qualidade, no tempo estimado inicialmente, ou seja, mais rápido que os concorrentes e, por último, a um custo compatível.

À medida que o PDP da empresa esteja estruturado, uma série de benefícios podem ser percebidos, como por exemplo, a padronização de produtos e matéria prima, o atendimento da produtividade planejada inicialmente e a diminuição da probabilidade de peças com falhas serem encontradas, já que ferramentas com este intuito podem ser aplicadas durante o desenvolvimento do processo, por exemplo, FMEA de Processo e Produto.

O Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP) pode ser visto como uma forma de estruturar o PDP e é definido como um método estruturado para definir e executar as ações necessárias para um PDP, a fim de assegurar que um produto satisfaça o cliente. Sua contribuição se dá no sentido de facilitar a comunicação entre todas as pessoas e atividades e assegurar que todas as etapas necessárias sejam completadas em tempo, com custo aceitável e alto nível de qualidade (FORD COMPANY, 2003).

O APQP está contido dentro da Norma ISO/TS 16:949:2002 que é o Sistema de Gestão da Qualidade que orienta e padroniza o setor automotivo, possibilitando a melhoria contínua e principalmente, evitando desperdício em toda a cadeia de fornecimento.

As empresas de linha branca, assim como o setor automotivo, apresentam algumas características e tendências no mercado que mostram a importância da etapa do planejamento do produto, principalmente ao fato de que o produto seja enxuto, ou seja, que atenda às necessidades dos clientes, com alto desempenho e qualidade, porém que o custo seja otimizado. Além disto, outras semelhanças são encontradas, como a produção de bens de consumo duráveis, a necessidade da alta qualidade dos produtos e a alta taxa de lançamento de produtos.

Morgan e Liker (2008) citam que no final da década de 1980, o tempo de desenvolvimento de um veículo ficava normalmente entre 36 e 40 meses. Atualmente, um veículo é desenvolvido em 24 meses para a maioria das montadoras e em 15 meses para a Toyota.

A indústria automobilística foi precursora de ferramentas, técnicas e formas organizacionais que mais tarde foram difundidas em outras indústrias, como aconteceu em meados de 1970, quando a Toyota se reergueu na economia através das técnicas da produção enxuta.

A produção enxuta atualmente não é mais vantagem competitiva exclusiva da Toyota, já que antigos discípulos de Taiichi Ohno percorreram o mundo ensinando os princípios da produção enxuta, de tal modo que cada indústria desenvolveu, com base na produção enxuta, sua própria estratégia de produção (MORGAN e LIKER, 2008).

Atualmente, existem empresas que fornecem tanto para o setor automotivo quanto para a linha branca, que não possuem uma padronização no PDP, já que o APQP é geralmente utilizado no setor automotivo. Sendo assim, esse trabalho propõe estudar e analisar a aplicabilidade do APQP para o setor da linha branca destas empresas e com isto, atingir a padronização no PDP, o que acarretaria uma série de benefícios como o aumento de flexibilidade para a empresa e o aumento da troca de conhecimento entre os funcionários.

### **1.1 Objetivos e delimitação da pesquisa**

O objetivo geral desse trabalho é caracterizar a utilização do APQP em empresas que fornecem tanto para a linha branca quanto para o setor automotivo.

Os seguintes objetivos específicos são listados:

- 1) Avaliar, sob a ótica da empresa que fornece tanto para a linha branca quanto para o setor automotivo, as possíveis falhas no processo de desenvolvimento de produtos;
- 2) Discutir a importância das ferramentas disponíveis em cada etapa da metodologia APQP e a aplicação destas para a linha branca;

Com os resultados da coleta de dados, feitos por meio de questionários, algumas questões de pesquisa podem ser respondidas, como (a) a possível existência de falhas no processo de desenvolvimento de produtos do setor automotivo ou mesmo no APQP utilizado na empresa e (b) as possíveis falhas no processo de desenvolvimento de produtos utilizado para a linha branca.

Desta maneira, esse trabalho não vai vivenciar a efetiva implantação do APQP em empresas que fornecem tanto para a indústria de linha branca quanto para a indústria automotiva. A intenção do trabalho é verificar a possibilidade desta implantação, assim como

as condições favoráveis que poderiam facilitar a mesma, como as ferramentas Seis Sigma e o conhecimento do setor automotivo da empresa sobre o APQP, em relação à implantação deste no setor de linha branca.

## **1.2 Justificativas e Hipóteses**

### **1.2.1 Introdução ao Planejamento Avançado da Qualidade (APQP)**

A Norma ISO/TS 16:949:2002, que tem como objetivo principal o desenvolvimento comum para o Sistema de Gestão da Qualidade possibilitando a melhoria contínua, enfatizando a prevenção do defeito e redução da variação e desperdício na cadeia de fornecimento, conta com a participação das montadoras Chrysler, Ford, General Motors, fabricantes de caminhões, além da Fiat, PSA Peugeot-Citroen, Renault Sa e Volkswagen.

O APQP é um manual de referência específico para o desenvolvimento de produtos da indústria automobilística e está inserido na Norma ISO/TS 16:949:2002. O método APQP foi criado a partir do ciclo PDCA que significa (a) planejar, (b) executar, (c) verificar e (d) atuar corretivamente. Tem como objetivo auxiliar na busca da estabilização e melhoria do processo.

De acordo com o Manual APQP (1997), a meta do APQP é facilitar a comunicação entre todos os envolvidos a fim de assegurar que todos os passos sejam completados dentro do prazo. Algumas das vantagens de aplicá-lo são: (a) direcionar recursos para satisfazer o cliente, (b) promover a identificação antecipada de alterações necessárias, (c) evitar alterações de última hora e (d) oferecer um produto de qualidade dentro do prazo ao custo mais baixo.

### **1.2.2 Justificativas**

#### **1.2.2.1 Importância**

Como citado acima, o APQP foi criado em 1994 juntamente com a QS 9000 e disseminado na cadeia automotiva principalmente em 2002, quando a Norma ISO/TS 16:949:2002 foi criada contando com a participação das maiores montadoras, com exceção da Honda e Toyota. Percebe-se ainda hoje que, existem muitas dúvidas em relação à sua

utilização no dia-a-dia pelas montadoras e fornecedores destas. Daí a importância do tema e a possibilidade em se desenvolver algo científico sobre o mesmo.

Clark e Fujimoto (1991) citam que esta nova competição industrial fortemente focada no desenvolvimento de produto está sendo dirigida por forças ou acontecimentos que têm surgido em muitas indústrias ao redor do mundo. São elas: (a) a intensa competição internacional, (b) a criação de mercados segmentados com consumidores sofisticados e (c) as variadas transformações tecnológicas principalmente na indústria automotiva.

Zawislak e Melo (2002) citam que os requisitos estratégicos para a participação na cadeia totalmente integrada seriam: saúde financeira, certificação, competência para parcerias, integração eletrônica e *co-design*, que são elementos-chave necessários para poder almejar um contrato de fornecimento automotivo.

Dentre estes requisitos estratégicos estão os requisitos operacionais, exemplificados como, as ferramentas de TPM (Manutenção Preventiva Total), layout celular, CEP (Controle Estatístico de Processo), Kanban, PPAP (Processo de Aprovação de Peça de Produção), FMEA (Análise de Modo e Efeito de Falha) e inclusive APQP (Planejamento Avançado da Qualidade do Produto), que é considerado um requisito básico de entrada para a indústria automobilística em relação ao desenvolvimento de produtos (ZAWISLAK e MELO, 2002).

Entende-se que o APQP foi disseminado principalmente em 2002 e por isso, ainda é um assunto relativamente novo, que demanda dúvidas em relação a pontos como a utilização desta ferramenta no dia-a-dia pelas montadoras e fornecedores destas.

As organizações que possuem produtos complexos envolvendo dois ou mais subconjuntos têm dificuldade de realizar todos os requisitos descritos no Manual APQP (MANUAL APQP, 1997). Diante disso, as equipes de APQP frequentemente se vêem perdidas na complexidade da documentação envolvida em cada projeto ou desenvolvimento. Com isto, acabam por refazer a documentação de conjuntos ou partes já existentes ou derivadas de outros produtos, o que consome tempo e traz inúmeras dúvidas. Por isso, já existem trabalhos sobre o tema, com o intuito de facilitar ou até mesmo adaptar a ferramenta conforme necessidade da organização.

No entanto, é evidente os benefícios do método APQP, já que contém uma forte vertente de gerenciamento, fazendo com que as empresas que já o utilizaram adequadamente apresentassem praticamente prazos prognosticáveis para protótipos, amostras e produção, devido a este gerenciamento em conjunto entre cliente e fornecedor dos prazos contidos no APQP. Além disto, o APQP conta com os princípios de engenharia simultânea,

através da utilização de equipes multidisciplinares no desenvolvimento do produto e do processo, os quais podem ser realizados paralelamente. Não poderiam também deixar de ser citadas a melhoria efetiva da qualidade e as significativas reduções no custo do produto e do processo.

APQP (1994) cita que, a utilização do APQP traz como benefícios um direcionamento dos recursos através da satisfação do cliente ao identificar antecipadamente as mudanças dos requisitos, evitando mudanças no desenvolvimento do produto e após seu lançamento, além de alcançar a qualidade do produto num menor prazo a um custo mínimo.

Miguel e Gonzalez (1999) citam que, embora algumas ferramentas sejam mencionadas na QS 9000, como, por exemplo, o Delineamento de Experimentos (DOE), o Desdobramento da Função Qualidade (QFD) e a Análise de Valores, elas não são compulsórias quanto à sua utilização, já que a aplicação de ferramentas geralmente depende de uma série de fatores, como a análise do ambiente, a cultura organizacional, o processo de produção em questão, entre outros. No entanto, enfatiza que, para quem realmente está integrado num sistema de melhoria contínua, é necessário implantar ferramentas aplicáveis que propiciem ganhos.

Por relevância do assunto, os pesquisadores Trappey e Hsiao (2007) lançaram recentemente um *software* chamado de “*APQP Hub*”, o qual possibilita a integração das informações em tempo real que acontecem entre cliente e fornecedor, como, por exemplo, *status* do projeto, informação de novos produtos e todos os documentos do APQP. Esta integração é possível devido à padronização de fases e procedimentos que ocorrem com a utilização do método APQP. A contribuição deste *software* se deu na coleta e entrega dos documentos do APQP entre parceiros da mesma cadeia de suprimentos, o que garante, além de outros benefícios, a qualidade da produção em acordo com o padrão da indústria.

Como foi visto no decorrer dessa seção, alguns trabalhos estão sendo feitos atualmente utilizando o método APQP e observa-se com eles consideráveis benefícios e ganhos. No entanto, muitas dúvidas ainda existem, além de um vasto campo de aplicação na prática que pode ser bem aproveitado, como será visto no decorrer desse trabalho.

### **1.2.2.2 Indústria Automotiva: Precursora**

A metodologia APQP é utilizada em empresas da cadeia automotiva mundial que, na maioria das vezes, são precursoras na utilização e disseminação de métodos, filosofias

e tecnologias, como é o caso da Produção Enxuta. Da mesma maneira, existe a possibilidade da utilização do método APQP na indústria da linha branca.

Romachelli (2005) cita que em seu trabalho foi feita uma abordagem sobre as características históricas desde o paradigma da produção em massa até o paradigma da produção enxuta. Cita ainda que o papel histórico da indústria automotiva tem especial relevância, devido a esta indústria ser precursora do modelo de gestão utilizado em outras indústrias.

Como exemplo disto, Morgan (2002) *apud* Machado et al (2005) cita que os princípios e conceitos enxutos presentes no processo de desenvolvimento de produtos, até então utilizados pela Toyota, podem ser úteis a outras empresas, mesmo que não pertencentes à indústria automobilística.

Pires (2004) cita ainda que cerca de 10% de todo o comércio mundial ocorre dentro do âmbito da indústria automobilística. Esta indústria, um referencial para o mundo industrial, está a frente em termos de inovações tecnológicas e gerenciais por seu pioneirismo e nível de competitividade.

No caso brasileiro, Padovani (2007) cita que o setor automotivo vem sendo vetor de inovações tecnológicas para muitos outros setores da economia. Como exemplo, o mesmo autor cita que muitas empresas fornecedoras de autopeças já apresentaram níveis de capacitação tecnológica compatíveis com os encontrados em empresas estrangeiras que atuavam no mesmo ramo.

Acredita-se que o método APQP, por todos os benefícios já citados, pode contribuir ainda mais para o aperfeiçoamento das boas práticas na indústria automotiva, assim como trazer estes mesmos benefícios para a indústria da linha branca e fornecedores destes.

### **1.2.2.3 Trabalhos: escassos**

O tema APQP (Planejamento Avançado da Qualidade do Produto) foi procurado em sites como a biblioteca de teses e dissertação da UFSCar e da USP entre o período de junho de 2007 e janeiro de 2008, e foram encontrados poucos trabalhos que continham o tema mencionado. Na biblioteca da Unicamp, no mesmo período, foram encontrados aproximadamente cinco trabalhos nos quais foram utilizados ou citados o método APQP.

Vários artigos foram encontrados nos sites de busca, quando se utilizava a palavra chave como PDP e, dentro do mesmo se encontrava o tema APQP, mas poucos com

relação à aplicabilidade do APQP, e nenhum artigo encontrado com relação à aplicabilidade deste na linha branca. Os sites de buscas utilizados foram o banco de artigos do Simpep, Science Direct, Scielo, Simpoi, Scholar Google e Enegep.

Com relação aos pontos de benefícios e dúvidas de implantação e de utilização do tema APQP, acredita-se que este assunto ainda pode ser tema de muitos trabalhos e discussões, principalmente com o enfoque novo que é a aplicação do mesmo na linha branca.

#### **1.2.2.4 Padronização no método**

Utilização de somente um método estruturado para desenvolvimento de produtos em uma empresa, que tem várias unidades de negócio, o que beneficia o conhecimento, troca de experiência, aprendizado e facilita a “job rotation”.

Uma escolha inadequada do método que venha a ser utilizado pode não somente representar prejuízos diretos devido à perda do capital investido, como também causar problemas mais sérios, seja em termos de qualidade ou segurança do produto (BARKAN, 1994).

A escolha do método para o desenvolvimento de produtos, e conseqüentemente das ferramentas deles, deve ser totalmente alinhada com os objetivos que a organização almeja atingir. A aquisição de ferramentas, e mais especificamente a sua avaliação e seleção, é sempre baseada em uma análise bem elaborada das informações relativas às características (implícitas ou explícitas) das ferramentas sendo avaliadas em relação ao problema em questão, e o contexto de sua aplicação. (ARAUJO, 1997)

Além da importância na escolha do método a ser utilizado para o processo de desenvolvimento de produtos, deve-se atentar à possibilidade deste método ser utilizado para todos os tipos de produtos da empresa devido à importância cada vez maior da padronização dos processos e sistemas em uma mesma empresa.

Existem várias classificações de padronização, como por exemplo, produto, processo, técnico, entre outras. O sentido de padronização englobada nesta justificativa é a importância do padrão gerencial ou mesmo de sistemas, conforme classificação citada em Campos (1999).

A padronização em uma empresa, de acordo com o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO, 1992) *apud* Olivera *et al* (2007), deve ter objetivos que atendam às necessidades individuais de cada organização, esperando-se obter, entre outros:

- A busca pelo equilíbrio entre custo, qualidade, variedade e aumento dos lucros;
- Melhoria nos sistemas de comercialização;
- Participação em níveis superiores da padronização;
- Garantia de melhoria nas comunicações;
- Simplificação da gestão empresarial;
- Desenvolvimento e disseminação de tecnologia;
- Simplificação dos sistemas de produção.

A Norma ISO 9001:2000 também enfatiza a importância da padronização e cita que, dentre outros, a padronização deve estar presente no planejamento da realização do produto, nos processos relacionados aos clientes, na forma como a organização se comunica com os clientes, no projeto e desenvolvimento do produto, na aquisição de matéria-prima ou produtos e na produção e fornecimento de serviço (ISO, 2006).

No entanto, apesar da importância e dos benefícios que poderiam ser atingidos, Campo (1999) constata que não é difícil comprovar que a maioria das empresas não tem padronização, ou quando tem, esta é aplicada de forma inadequada.

Diante destas constatações, acredita-se que seja de suma importância estudar a viabilidade e as dificuldades da utilização de um mesmo método estruturado para o desenvolvimento de produtos, no caso o APQP, aplicável em empresas que possuem várias unidades de negócio, dentre elas o setor automotivo e a linha branca, para que os ganhos desta padronização, como citados, possam ser atingidos. Além destes, acredita-se que com a padronização deste método, os funcionários possam estar mais preparados para assumir o desenvolvimento de produto em outra unidade de negócio mais rapidamente, gerando assim ganhos de flexibilidade para a empresa e novos conhecimentos para o funcionário.

### **1.2.3 Hipóteses da Pesquisa**

Gil (2002) define hipótese como sendo uma expressão verbal suscetível de ser declarada verdadeira ou falsa, ou seja, uma proposição testável que pode vir a ser a solução do problema. As hipóteses podem ser explícitas, utilizadas em trabalhos que têm como objetivo verificar relações de associação ou dependência entre variáveis; ou implícitas, utilizadas



geralmente em estudos dos quais o objetivo é descrever determinado fenômeno ou características de um grupo.

O enfoque desta pesquisa é a caracterização da Gestão do Desenvolvimento de Produtos em empresas que fornecem tanto para indústria da linha branca quanto automotivo, buscando-se identificar os principais problemas deste processo. Além disto, as justificativas citadas acima demonstram uma boa estruturação do PDP no setor automotivo. Considerando que o trabalho será desenvolvido em fornecedores descritos acima, as seguintes hipóteses são consideradas para esta pesquisa:

- a) para a aplicação do APQP na linha branca, as ferramentas utilizadas em cada etapa devem ser simplificadas em relação ao método original;
- b) o uso do APQP possibilita uma integração entre as áreas funcionais da empresa;
- c) o conhecimento adquirido do APQP pelo setor automotivo da empresa é aproveitado quando implantado no setor de linha branca;
- d) a técnica e o conhecimento da Produção Enxuta implantados efetivamente na empresa são fatores facilitadores para a implantação do APQP;
- e) a técnica e o conhecimento do Seis Sigma implantados efetivamente na empresa são fatores facilitadores para a implantação do APQP.

Gil (2002) cita que o processo de elaboração de hipótese é de natureza criativa, por isso muitas vezes associado a certa genialidade do pesquisador. No entanto, na maioria dos casos, a qualidade do pesquisador mais requerida para a elaboração é a experiência na área.

Nesse trabalho, a experiência da pesquisadora que trabalhou na área como líder de projetos em uma empresa que fornece para ambos setores, aliada à vivência real da necessidade de implantação do APQP para a linha branca, ajudaram a pensar e a determinar cada hipótese citada.

#### **1.2.4 Relacionamento entre os Objetivos e Hipóteses**

Considerando as hipóteses citadas acima e os seguintes objetivos específicos:

- 1) Avaliar, sob a ótica da empresa que fornece tanto para a linha branca quanto para o setor automotivo, as possíveis falhas no processo de desenvolvimento de produtos;
- 2) Discutir a potencialidade das ferramentas genéricas disponíveis em cada etapa do método APQP.

Foi construído o quadro 1.1, que correlaciona as hipóteses com os objetivos específicos e, para isso, considera os seguintes parâmetros:

- Objetivos específicos: Do número 1 ao número 2;
- Hipóteses: Da letra a até letra e, já identificadas acima;
- Grau de correlação:
  - +: Objetivo e Hipótese apresentam pouca correlação;
  - ++: Objetivo e Hipótese apresentam correlação moderada;
  - +++: Objetivo e Hipótese apresentam elevada correlação;

**Quadro 1.1** – Tabela de Correlação entre os Objetivos e Hipóteses da Pesquisa

Objetivos	Hipótese a	Hipótese b	Hipótese c	Hipótese d	Hipótese e
<b>1</b>	++	++	++	+	+
<b>2</b>	+++	++	++	+++	+++

### 1.3 Estrutura do Trabalho

O primeiro capítulo desse trabalho é composto por uma introdução geral, que tem como proposta situar o leitor do contexto em que o trabalho será aplicado e demonstrar com isto o problema de pesquisa, seguido do objetivo, justificativa e hipóteses.

O segundo capítulo inicia-se com os conceitos sobre PDP (Processo de Desenvolvimento de Produtos), sua caracterização, alguns fatores críticos de sucesso, seguido de suas vantagens e desvantagens. Também há uma seção mais prática, onde há um exemplo de aplicação de PDP na indústria automotiva.

No terceiro capítulo, tem-se os conceitos sobre Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP), como se deu sua criação e evolução na indústria automotiva. Descreve-se detalhadamente suas etapas, procurando exemplificá-las com citações das ferramentas utilizadas e funções participantes na empresa em cada etapa deste método.

O capítulo 4 contém a caracterização da filosofia da Produção Enxuta ou Lean Production, seguida de uma seção com enfoque em sua aplicabilidade, com exemplos de algumas ferramentas utilizadas em um desenvolvimento de produto enxuto. O capítulo é finalizado com conceitos da ferramenta estatística Seis Sigma e sua aplicação no trabalho.

O capítulo 5 descreve o contexto geral da indústria de linha branca no Brasil, a descrição do PDP em empresas de médio porte e em empresas de grande porte. Também descreve a caracterização do setor automotivo no Brasil, assim como cita o APQP, que é detalhado no capítulo 3.

O capítulo 6 caracteriza os métodos de pesquisa existentes até a escolha do método a ser utilizado nesse trabalho. Após isto, há a descrição das etapas existentes neste método escolhido que se inicia com a preparação dos questionários, seguido da validação do mesmo até a sua aplicação e análise dos dados obtidos.

O capítulo 7 faz a descrição dos cinco estudos de caso estudados em termos de caracterização do PDP, utilização do APQP, dificuldades e benefícios nas fases de desenvolvimento de produtos, tanto do setor automotivo, quanto da linha branca. Uma análise geral dos estudos de caso é feita no final do capítulo, assim como a descrição de uma proposta de APQP a ser utilizada em empresas que fornecem para ambos os setores.

O capítulo 8 analisa as hipóteses presentes no trabalho, os objetivos propostos inicialmente, finaliza a conclusão e as propostas de trabalho futuro.

## 2. PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

### 2.1 Conceitos do Processo de Desenvolvimento de Produtos

Logo após a primeira guerra mundial, a indústria automobilística evoluiu da produção artesanal, que possuía elevados custos de produção e ausência de confiabilidade, para um novo sistema de produção em massa, baseado nas técnicas do Sistema Fordista. Uma das metas de Ford era a padronização de peças ou matérias primas, de modo que algumas peças montassem diferentes carros. Com isto, o conceito de peças intercambiáveis foi iniciado, o que possibilitou conseqüentemente (a) a padronização de projetos, (b) a diminuição de falhas na linha de montagem ao facilitar a produção do veículo e, por último, (c) o aumento da qualidade do produto (WOMACK et al., 1992).

Em seguida, após a segunda guerra mundial, surge o Sistema Toyota de Produção em busca de solucionar as dificuldades de baixa produtividade da indústria japonesa. Sakichi Toyoda, Kiichiro Toyoda e Taiichi Ohno juntaram-se em busca do aumento de produção através da eliminação de desperdícios, como a busca da perfeição em relação aos problemas de qualidade, produtos sem correções, inspeções ou refugos (TAIICHI, 1988).

O Sistema Fordista e, posteriormente, o Sistema Toyota de Produção surgiram em decorrência de fatores socio-econômicos, como reação à conjuntura da época em que estavam sendo desenvolvidos. Não se pode negar a contribuição que estes sistemas deram ao desenvolvimento de produtos ao buscar (a) a padronização de projetos, (b) a eliminação de desperdícios e, conseqüentemente, (c) o aumento de qualidade.

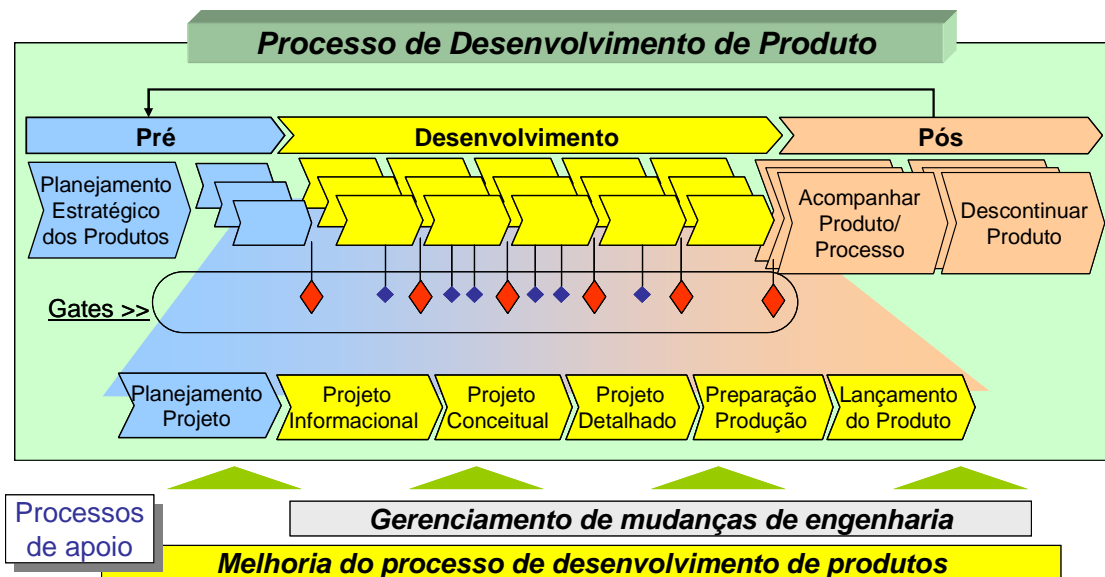
Desenvolver produtos pode ser descrito como sendo um conjunto de atividades, por meio das quais se busca chegar às especificações de projeto de um produto e de processo de produção, para que a manufatura seja capaz de produzi-lo. Para isto, o desenvolvimento capta as necessidades do mercado, possibilidades e restrições tecnológicas, assim como considera as estratégias competitivas e de produto da empresa (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Assim, o desenvolvimento de produto pode ser entendido através da compreensão de todas as atividades que transformam as necessidades do mercado e as oportunidades tecnológicas em informações para a produção.

Este processo é dividido entre pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento. O pré-desenvolvimento é responsável pelo conjunto de produtos da empresa e sua relação com os mercados que se deseja atingir. Para isto, são consideradas as

estratégias de mercado e tecnológicas da empresa. A fase de pós-desenvolvimento é responsável pelo acompanhamento do processo/produto, funcionando como uma análise do processo desde o início, evitando que os mesmos erros sejam cometidos no próximo desenvolvimento.

Já o desenvolvimento é constituído de cinco etapas, (i) projeto informacional, responsável pela criação das especificações e metas do produto a ser desenvolvido, (ii) projeto conceitual, responsável pela geração de soluções de projeto e a escolha da melhor delas, (iii) projeto detalhado, responsável pelo detalhamento da concepção do produto e pela transformação destas nas especificações finais, (iv) preparação produção, responsável pela certificação do produto com base nos resultados dos lotes piloto e (v) lançamento do produto.



Fonte: ROZENFELD *et al*, 2006

**Figura 2.1 – Fases do Processo do PDP.**

Estas etapas têm como objetivos (a) desenvolver um produto que atenda às expectativas do mercado em termos de qualidade total do produto, (b) desenvolver o produto no tempo adequado, ou seja, mais rápido que os concorrentes e (c) desenvolver o produto a um custo compatível.

Ao caracterizar o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) comparado a outros processos de negócio, com base em Rozenfeld et al (2006), percebe-se muitas especificidades que são resumidas no quadro 2.1. Como exemplo, alto grau de incerteza e risco das atividades, além da dificuldade de mudança nas decisões tomadas no início do processo, são algumas das características citadas.

**Quadro 2.1** – Tabela Resumo das Especificidades do PDP.

<b>Característica do PDP</b>	<b>Descrição</b>	<b>Exemplos</b>
<b>1) Grau de incerteza</b>	- Alto grau de incerteza e risco das atividades.	Marketing é uma das áreas que mais contribui com esta incerteza devido às freqüentes mudanças com relação aos desejos dos consumidores.
<b>2) Tomada de decisão</b>	- Decisões importantes devem ser tomadas no início do processo, quando as incertezas são ainda maiores; - Dificuldade de mudança nas decisões tomadas inicialmente.	Um dos principais dados de entrada para o projeto é a previsão de demanda. Esta é utilizada para projetar o processo de produção, no qual inclui a compra de ferramental, equipamentos e dimensionamento da mão de obra, e, se modificada, parte do trabalho é perdido.
<b>3) Informações</b>	- Manipulação e geração de alto volume de informações; - Provêm de diversas fontes e áreas da empresa.	Alguns dados de entrada do projeto são a previsão de demanda, estimativa do ciclo de vida do produto, início de produção, além das informações internas, como a disponibilidade de equipamentos e mão-de-obra.
<b>4) Atividade / Trabalho</b>	- Atividade de PDP não é rotineira; - Pode apresentar problemas, dificuldades e histórico particulares.	Os testes nos protótipos podem apresentar problemas, fazendo com que sua duração seja maior do que o previsto inicialmente.
<b>5) Requisitos a atender</b>	- Multiplicidade de requisitos a serem atendidos, considerando todas as fases do ciclo de vida do produto e seus clientes.	O projeto deve atender tanto a requisito de material (custo, qualidade, desempenho) quanto a requisito de processo (eficácia, produtividade e ser livre de falhas).

Fonte: Adaptado de Rozenfeld et al (2006).

No entanto, ao estruturar o desenvolvimento de produtos de uma empresa e orientando-se das especificidades desta tabela, os benefícios encontrados podem ser inúmeros, como exemplo, (1) o aumento do grau de padronização dos produtos com conseqüente diminuição de componentes utilizados como matéria prima, (2) atendimento da produtividade planejada inicialmente, já que áreas interessadas no processo produtivo são envolvidas desde o início, como exemplo, Planejamento e Controle de Produção sendo envolvido desde a etapa de planejamento do processo, e por último, (3) a diminuição da probabilidade de peças com

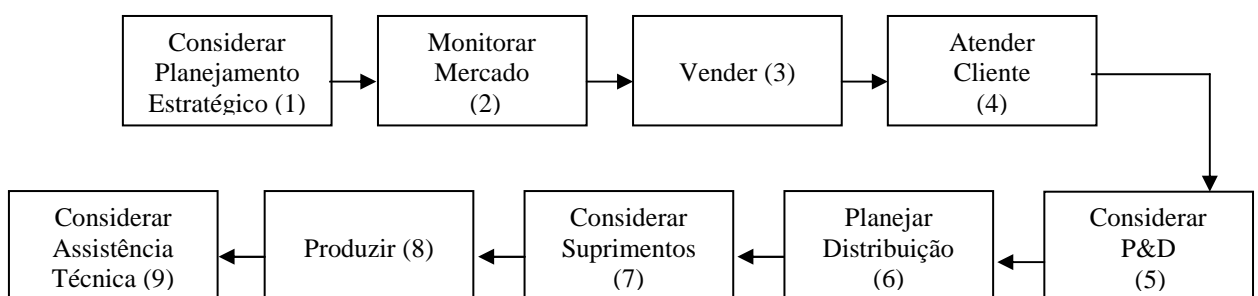
falhas, já que ferramentas com este intuito também podem ser aplicadas durante o desenvolvimento do processo, por exemplo, FMEA de Processo e Produto.

A sistematização das tarefas e atividades, ao organizar o grau de integração entre elas, como coordenação funcional, arranjo das ferramentas e relações externas, é a principal meta da geração do processo de desenvolvimento do produto (CLARK & FUJIMOTO, 1991).

## 2.2 Caracterização do Processo de Desenvolvimento de Produtos

O início da década de 70 foi um marco na indústria automotiva, que focou na inovação de produtos com o objetivo de assegurar o mercado consumidor, além da possível invasão a mercados concorrentes, o que possibilitaria um novo crescimento e modernização do setor. A indústria de autopeças, a fim de acompanhar as montadoras, adquiriu máquinas novas e modernas, além de buscar o aprimoramento em métodos e processos que garantiriam a qualidade dos seus produtos (TOLEDO *et al*, 2002).

Rozenfeld *et al* (2006) citam a abordagem do PDP, cujo enfoque é a estruturação e gestão do desenvolvimento de produtos, através do fluxo de informações, bem como do conceito de processo de negócio, que corresponde a um conjunto de atividades realizadas em uma seqüência específica lógica, conforme figura 2.2.



Fonte: Criada a partir de ROZENFELD *et al*, 2006

**Figura 2.2** – Processos do PDP.

Os processos de números 1 a 4, envolvem basicamente atividades de manipulação de informações referentes ao conhecimento sobre o mercado comprador e às estratégias e práticas da empresa para atender a este mercado. A função principal do planejamento estratégico é orientar o PDP em relação às estratégias tecnológicas e às estratégias de produto da empresa.

Zahra (1996) define estratégia tecnológica como sendo o conjunto de decisões que orienta a organização com relação à aquisição, acumulação, uso de recursos e capacidades tecnológicas. Como exemplos, Zahra *et al* (1999) citam (1) as fontes tecnológicas utilizadas pela organização como o P&D ou alianças estratégicas como cooperação e (2) o portfólio de tecnologias investido pela organização ao longo do tempo. A estratégia de produto é definida por Clark e Fujimoto (1991) como o resultado de informações em relação ao comportamento futuro das necessidades do mercado no qual a empresa está inserida, assim como das possibilidades tecnológicas e da viabilidade econômica. Estas informações reunidas são transformadas em uma especificação genérica, que transmite a experiência que o produto deseja vender ao consumidor. Ou seja, a estratégia de produto é definida a partir das decisões de estratégia tecnológica, que é citada como o conjunto de capacidade e recursos tecnológicos que estão disponíveis na organização.

O processo de monitoramento do mercado (2) tem a finalidade de abastecer o PDP com relação às informações sobre o mercado, anterior ao desenvolvimento, durante e após o desenvolvimento propriamente dito. Estas informações acompanham as tendências, compara o desempenho e posicionamento dos produtos. Geralmente, o novo produto requer a preparação da equipe de vendas, responsável pela elaboração das argumentações para a venda, as orientações e vantagens a serem passadas aos clientes. Dependendo do tipo de produto, haverá a necessidade da função Atendimento ao cliente, para que os clientes sejam orientados nas dúvidas que poderão surgir com o uso do produto.

Já os processos de números 5 a 9 referem-se à realização de atividades mais técnicas, que suportam o desenvolvimento do projeto ou que permitem implantar o novo produto. O processo de P&D normalmente realiza atividades de pesquisa voltadas para o desenvolvimento ou domínio das tecnologias de produto.

O processo de suprimentos (7), responsável pelo fornecimento de matérias-primas e componentes para a empresa, proporciona também informações técnicas e coopera nas atividades de desenvolvimento. As informações de saída do PDP são entradas para o processo de Produção (8), que, ao final, produzirá os produtos em escala comercial. O PDP também deve receber informações da Produção para realizar suas atividades, o que permite antecipar-se dos problemas na fase de manufatura do produto. Com relação ao processo de assistência técnica, o PDP deverá guiá-lo sobre as possíveis falhas do produto, a fim de prepará-lo para os serviços a serem prestados ao novo produto (ROZENFELD *et al*, 2006).

No entanto, a origem da seqüência, na qual se processa a inovação em uma empresa, pode ser iniciada tanto nos departamentos de P&D (pesquisa e desenvolvimento), a



partir da identificação de uma nova tecnologia, assim como na necessidade específica do consumidor. As tarefas e atividades deste processo poderão ocorrer de forma linear ou simultânea, o que dependerá do grau de tecnologia que o projeto necessita (PARTHASARTHY & HAMMOND, 2002).

Para Clark & Fujimoto (1991), o desempenho do processo de desenvolvimento de produtos é influenciado diretamente por fatores tais como o trabalho em equipe, forma de liderança e condução do projeto na companhia, envolvimento de fornecedores e clientes, desenvolvimento do projeto, sendo simultâneo e integrado, e capacidade da manufatura nas atividades de fabricação de protótipos, ferramental e início da produção.

A gestão do PDP, de natureza dinâmica, é bastante complexa devido à grande interação entre as atividades da empresa, além da quantidade de informações manipuladas durante este processo. A natureza dinâmica diz respeito à seqüência cíclica de projetar, construir e testar, que, por estarem presentes nas atividades de desenvolvimento, envolvem constantes alterações e interações entre as etapas. Para Back & Forcellini (2002) *apud* Zuin *et al* (2003), este contexto traz significativas modificações no processo de desenvolvimento de produtos e na sua gestão, conduzindo a uma busca por arranjos organizacionais mais adequados.

Estes arranjos podem ser exemplificados através da concentração de atividades que interferem diretamente no processo de desenvolvimento de novos produtos para uma mesma área. Através da junção das áreas de engenharia de produto e engenharia de processo, pode-se concentrar o maior número possível de atividades que contribuem para este processo, o que torna a resposta ao cliente mais rápida.

### **2.2.1 Exemplo de uso de PDP: setor de autopeças**

Agostinetti (2006) pesquisou o modelo de PDP utilizado em uma empresa de autopeças situada no Brasil e cita que a comunicação com o cliente acontece durante todas as fases de PDP, o que garante a participação e o acompanhamento constante dele no projeto. Além disto, cita que a empresa valoriza as fases de (ii) projeto conceitual e (i) projeto informacional, citadas na figura 2.1, de modo que estas sejam as mais longas do desenvolvimento, o que sugere que as fases seguintes tenham duração mais curta, uma vez que o planejamento considera as variáveis necessárias e os riscos potenciais a fim de evitar atrasos no decorrer do desenvolvimento do projeto.

Com relação ao modelo de PDP adotado pela empresa pesquisada por Agostinetti (2006), ela cita que, mesmo após ter sofrido duas revisões, o mesmo ainda era complexo, já que contava com aproximadamente 700 atividades a serem cumpridas, ou ao menos analisadas, para qualquer desenvolvimento. Em 2001, o modelo teve uma atualização com a retirada de todas as microatividades e também daquelas consideradas de baixo valor agregado no desenvolvimento.

Toledo (2002) *et al* também pesquisam a indústria de autopeças e o trabalho será citado nos parágrafos seguintes desta seção. Os autores citam que, em termos de parcerias no processo de desenvolvimento de produto, 87% das empresas pesquisadas afirmam possuir algum tipo de parceria. Destas empresas, 65% fazem parcerias com as montadoras no PDP, 43% com outras empresas de autopeças e 43% com seus fornecedores. A maior representatividade das montadoras como parceiras é encontrada em qualquer tipo de projeto, desde projetos de produtos novos até projetos de revisão de produtos, não importando a intensidade das alterações realizadas.

A formação das equipes de desenvolvimento de produto também é observada na pesquisa citada acima e percebe-se a busca de uma boa articulação entre as áreas de Marketing, Produto, Processo e Qualidade, além da presença de um responsável pela área de logística no processo de desenvolvimento (em 92% das empresas), resultado do aumento de exigências crescentes do cliente nesta área. Com esta presença, é possível projetar o produto de forma a adequá-lo às condições de entrega. As áreas de P&D e Compras foram menos presentes neste time de desenvolvimento das empresas analisadas, mas ainda assim foram citadas por empresas com estrutura matricial. O motivo destas áreas serem menos presentes no time de desenvolvimento não foi citado pelos autores.

Também se pode observar que 100% das empresas pesquisadas (23 empresas) possuem o processo de desenvolvimento formalizado. O APQP (Planejamento Avançado da Qualidade do Produto) é utilizado por 61% das empresas, e com isto, percebe-se o importante papel que o sistema de qualidade QS 9000 tem feito na difusão de modelos de referência para o PDP.

As revisões de projeto, que acontecem durante o desenvolvimento, com o intuito de se discutir os pontos importantes no processo de desenvolvimento para reavaliação do projeto e/ou etapa anterior, dos pontos de vista técnico e gerencial, estão presentes em 87% das empresas analisadas. Elas estão presentes em todas as etapas do processo, mas com maior frequência na etapa de projeto detalhado (iii) da figura 2.1.

As ferramentas mais utilizadas pelas empresas estudadas são: (1) FMEA – *Failure Mode and Effects Analysis* (96%) e (2) CAD – *Computer Aided Design* (87%), usadas principalmente nas fases (ii) e (iii) da figura 2.1 que cita as fases do PDP, (3) Benchmarking (78%) usada na fase (i) da mesma figura, (4) EDM – *Electronic Document Management* (74%) e (5) Engenharia Simultânea (70%) podendo ser utilizadas nas fases de (i) a (v) do PDP de acordo com a mesma figura e (6) DOE – *Design of Experiments* (61%) usado na fase (iii) da mesma figura.

As empresas também percebem a importância da filosofia da Engenharia Simultânea, que possibilita a integração entre projeto do produto e processo, evitando assim retrabalhos e contribuindo por minimizar o tempo de desenvolvimento do projeto como um todo.

A produtividade do PDP pode ser otimizada através da maior integração e aproveitamento dos seus recursos, como exemplo, com a utilização da Engenharia Simultânea, que integra projeto do produto e do processo, e também da ferramenta DFMA, que integra as atividades do PDP à manufatura. As ferramentas relacionadas à TI também são utilizadas para o melhor aproveitamento dos recursos.

Observa-se que os modelos de referência utilizados pelas empresas englobam o uso de indicadores de desempenho para o PDP, sendo que os mais utilizados são: (a) satisfação dos clientes, (b) custos de falhas internas de novos produtos, (c) taxa de devolução de novos produtos e (d) custos de falhas externas de novos produtos. No entanto, observa-se também que 26% das empresas da amostra não possuem indicadores e, entre as que possuem, 76% utilizam, simultaneamente, indicadores de desempenho em qualidade, tempo e produtividade.

Em termos de novas ferramentas para o processo de desenvolvimento de produto, foram citadas como tendências (1) o reforço da Engenharia Simultânea com outros fornecedores e clientes, (2) a adequação às normas VDA (Norma de Sistema da Qualidade alemã), (3) adoção das ferramentas Seis Sigma no PDP, (4) a utilização de *softwares* de gestão de processos de desenvolvimento e (5) de metodologias baseadas em *gates*.

Outro aspecto identificado em termos de estrutura no PDP é que cerca de 8% das empresas da amostra não têm em seu time principal de desenvolvimento a presença da área de produção, o que pode resultar em um desenvolvimento de produto não adequado às necessidades da fábrica e, conseqüentemente, gerar dificuldades de produção, com custos maiores e menor rapidez.

Dessa forma, as práticas de gestão do PDP analisadas podem ser úteis como recomendações para as demais empresas da indústria. Dentre estas práticas ou fatores críticos de sucesso, destacam-se:

- a) O fortalecimento da integração, seja com clientes e fornecedores, ou entre as próprias áreas internas envolvidas;
- b) O fortalecimento do uso da Tecnologia de informação, que contribui por facilitar a comunicação e a interação entre as partes envolvidas no projeto;
- c) Maior sistematização do PDP, através de modelos de referência, das revisões de projeto e do uso de medidas de desempenho.

### **2.3 Fatores Críticos de Sucesso no PDP**

Para Cooper (1994) novos produtos são o fator considerado primordial nos resultados financeiros e de mercado das organizações. No entanto, Baxter (2003) afirma em pesquisa realizada, que de cada dez idéias sobre novos produtos, três serão desenvolvidas, 1,3 será lançada no mercado e apenas uma será lucrativa. A pesquisa mostrou também que, 45% e 49% das empresas, respectivamente, conseguiam manter os custos de produção e o lançamento dos produtos dentro das previsões. Em média, os produtos custavam 13% acima do orçado e eram lançados com atraso de seis meses.

Desta forma, de acordo com Silva (2001), o PDP precisa ser fonte de competitividade da empresa, através do uso de metodologias e técnicas capazes de proporcionar tal atributo.

Para Sánchez e Pérez (2003), os fatores críticos de sucesso no PDP são variáveis capazes de habilitar as empresas a minimizar o tempo de desenvolvimento de um produto, contribuindo para criar vantagens competitivas e aumentar as fatias de mercado. Neste sentido, foi elaborado um conjunto de fatores críticos, que tem como objetivos a otimização no tempo de desenvolvimento e a garantia de qualidade nos novos produtos. Estes fatores críticos são citados como:

- 1) Comunicação: comunicação horizontal entre funcionários;
- 2) Funcionários: postos de trabalho caracterizados pela diversificação de atividades e autonomia na tomada de decisões, permitindo a job-rotation e o acúmulo de conhecimento das diversas áreas da empresa. Times

- multifuncionais também são importantes, já que ajudam a integrar a equipe de desenvolvimento;
- 3) Tecnologias adotadas: uso de projeto plataforma, CAD (Computer Aided Design) e prototipagem rápida através de programas computacionais;
  - 4) Fornecedores: desenvolvimento de fornecedores, ajudando-os a melhorar a qualidade e capacidade de seu produto e parceria com fornecedores durante a fase de desenvolvimento do produto. Compras just-in-time, o que colabora para acelerar o PDP através da eliminação de atrasos;
  - 5) Padronização: de procedimentos, matéria-prima e processos de manufatura;
  - 6) Aplicações/ferramentas: engenharia simultânea, já que as atividades executadas em paralelo diminuem o tempo de desenvolvimento, e análise de valor, a fim de eliminar as atividades que não agregam valor no produto;
  - 7) Design para a manufatura: desenvolver os processos de manufatura em conjunto com o desenvolvimento de produto, respeitando as restrições dos processos produtivos.

Krishnan e Ulrich (2001) listaram os seguintes fatores críticos de sucesso do PDP: (1) preço, (2) posicionamento do produto, (3) identificação e (4) atendimento das necessidades dos clientes, (5) alinhamento organizacional e características do time, (6) desempenho e (7) criatividade no gerenciamento do projeto de desenvolvimento.

Meybodi (2003) *apud* Quintella e Rocha (2007), adicionou os fatores de sucesso como sendo (1) qualidade, (2) tempo, (3) competência e (4) custos, enquanto Shenhar *et al.* (2001) e Quintella e Osório (2002) identificaram como sucesso de projetos (a) o cumprimento de prazos e orçamentos, (b) a qualidade do produto e (c) a geração de receita.

Já Costa Júnior e Silva (2003) pesquisaram os fatores de fracasso no PDP, listados como sendo (i) o mau planejamento, (ii) mau gerenciamento, (iii) conceito ruim, (iv) má execução, (v) mau uso da pesquisa e (vi) tecnologia ruim, que são basicamente os mesmos fatores citados por Krishnan e Ulrich (2001), mas sobre o enfoque negativo ou de fracasso do projeto.

Diante disto, conclui-se que processos mais maduros no desenvolvimento de produtos, aumentam a chance de sucesso e retorno financeiro de novos produtos nas organizações. Ou seja, através de um adequado planejamento, execução e controle do PDP, a organização pode gerar, de forma eficiente e eficaz, resultados satisfatórios, que se gerados de forma contínua, sem a dependência exclusiva da participação de pessoas específicas, indicariam a maturidade deste processo na organização (QUINTELLA E ROCHA, 2007).

Thomke e Hippel (2002) defendem que o envolvimento do cliente no processo usualmente leva à redução do tempo do desenvolvimento do novo produto. Witzenburg (2003) também destaca o uso de simulações e de testes de subconjuntos e subsistemas separadamente, de forma a antecipar as respostas do produto final. Como ocorrido no *Global Vehicle Development Process* da GM, o tempo entre a aprovação do conceito e o início da produção foi reduzido de 48 meses para 18-24 meses, o que permitiu adequação mais rápida às necessidades de alteração ou validação de tecnologia, aumentando a confiabilidade do produto e do próprio PDP.

Rozenfeld et al (2006) também cita alguns fatores críticos do ponto de vista gerencial que afetam diretamente o desempenho do PDP. O primeiro é (a) a integração do PDP com as estratégias de mercado, de produto e de desenvolvimento tecnológico, de modo a assegurar a realização de um fluxo de projetos adequado do ponto de vista das estratégias competitivas da empresa, além da visibilidade da contribuição do PDP sobre a competitividade da empresa.

O segundo fator mencionado pelo autor é (b) o planejamento integrado do conjunto de projetos, os quais são interdependentes e relacionados em maior ou menor grau, pelo uso de tecnologias básicas, componentes, conceitos, projetos básicos, entre outros. O gerenciamento destes projetos deve ser feito de modo sistêmico, buscando a otimização do desempenho desse conjunto.

Os times (c), no sentido de uma equipe integrada, que compartilha uma mesma visão e os objetivos do projeto, são os responsáveis diretos pelo desenvolvimento do novo produto. Há fortes evidências de que a interdisciplinaridade, a presença de um facilitador, e afinidade entre os membros colabora positivamente no desempenho do time. Melhores resultados podem ser atingidos pelo uso de times de projeto relativamente autônomos, liderados por fortes gerentes de projeto em relação ao relacionamento com os gerentes funcionais, clientes e fornecedores.

Smith e Reinertsen (1998) *apud* Rozenfeld (2006), citam alguns critérios úteis na construção de times, (1) colaboração do membro do time ser desde a concepção até a

produção do novo produto, (2) dedicação dos membros a tempo integral no projeto e (3) proximidade física dos membros, o que facilita a comunicação e o diálogo. É importante mencionar que times menores e dedicação integral dos membros mostram-se mais eficientes e ágeis no desenvolvimento, já que os membros gastarão menos tempo em reuniões e mais em tarefas de desenvolvimento devido à facilidade no processo de comunicação.

O quarto fator gerencial é (d) a definição e a função desempenhadas pelos gerentes e líderes de projeto, já que fazem a ligação do time com a alta administração da empresa e com os administradores das áreas funcionais, além de gerenciar as atividades do projeto e serem responsáveis pela motivação do time. A tratativa deles afeta diretamente o desempenho do time, através de sua capacidade de resolver conflitos, de isolar o time de problemas exteriores, de prover recursos, de criar um bom ambiente de trabalho e de divulgar uma visão sistêmica sobre o caminho a ser trilhado pelo time.

Quanto aos fornecedores e clientes, (e) o envolvimento de ambos mais cedo também traz contribuições para o desenvolvimento do PDP como um todo, como a minimização no tempo de desenvolvimento de projeto, o aumento da produtividade deste desenvolvimento através da diminuição da complexidade do projeto, a antecipação das soluções dos problemas e, por último, a adequação da necessidade do usuário ao produto.

O penúltimo fator que impacta diretamente no PDP é (f) a integração das áreas funcionais da empresa, que através da colaboração e troca de informações, permite a prevenção e a resolução antecipada de problemas em todas as fases do desenvolvimento.

Por último, o autor cita (g) a importância da estruturação das etapas e atividades do processo, que além de facilitar o entendimento e a comunicação entre os integrantes do desenvolvimento, contribui na implantação e integração de métodos, técnicas e sistemas de apoio ao PDP. Um modelo de gestão e de estruturação do desenvolvimento de produtos formalizado, possibilita que os envolvidos, como alta administração, áreas funcionais da empresa e parceiros, tenham uma visão comum deste processo. Ou seja, esta formalização facilita a compreensão do que se espera de resultados do PDP, quais e como as atividades devem ser feitas, as condições que devem ser atendidas, as fontes de informações disponíveis e os critérios de decisão a serem adotados.

Baxter (2003) *apud* Quintella e Rocha (2007), recomenda o estabelecimento de (1) metas claras, concisas, específicas e verificáveis ao longo do PDP. Além disto, cita também que (2) o processo seja estruturado de forma a minimizar as decisões ao longo do tempo, mantendo assim baixo comprometimento financeiro inicial, devido ao alto risco e

incerteza existentes, até que a maturação deste desenvolvimento permita investimentos de maior porte como protótipos, ferramentas de produção, entre outros.

O quadro 2.2 foi criado com o intuito de facilitar a compreensão dos fatores críticos, citados numa forma de resumi-los através da ordem de importância para o processo de desenvolvimento de novos produtos no setor automotivo e da linha branca. Vale ressaltar que, para outros setores, pode prevalecer a importância de outros fatores. Além disto, a tabela relaciona cada fator crítico citado com a(s) fase(s) correspondente(s) no PDP de acordo com a figura 2.1, citada no início deste capítulo. Esta figura cita as seguintes fases do PDP: (i) projeto informacional, (ii) projeto conceitual, (iii) projeto detalhado, (iv) preparação produção e (v) lançamento do produto.

**Quadro 2.2** – Tabela Resumo das Especificidades do PDP.

<b>Fator Crítico de Sucesso</b>	<b>Citados pelos autores</b>	<b>Fase(s) do PDP</b>
1) Funcionários: postos de trabalho diversificados, autonomia na tomada de decisões, job-rotation e trabalho em times multifuncionais o que ajuda a integrar a equipe de desenvolvimento.	Sánchez e Pérez (2003), Krishnan e Ulrich (2001), Meybodi (2003), Rozenfeld et al (2006)	(i) a (v)
2) Tecnologias adotadas: uso de projeto plataforma, padronização de materiais e processos, uso de CAD (Computer Aided Design) para a otimização de desempenho e simulação;	Sánchez e Pérez (2003), Krishnan e Ulrich (2001), Witzenburg (2003)	(ii) e (iii)
3) Fornecedores: desenvolvimento de fornecedores e parceria com estes durante a fase de desenvolvimento do produto.	Sánchez e Pérez (2003), Rozenfeld et al (2006)	(ii) a (iv)
4) Aplicações/ferramentas: engenharia simultânea e análise de valor para a otimização de desempenho do projeto;	Sánchez e Pérez (2003), Krishnan e Ulrich (2001)	(ii) e (iii)
5) Design para a manufatura: desenvolver os processos de manufatura em conjunto com o desenvolvimento de produto.	Sánchez e Pérez (2003)	(iii) e (iv)
6) Produto: preço, posicionamento de mercado e estratégia de produto.	Krishnan e Ulrich (2001), Rozenfeld et al (2006)	(i) e (ii)
7) Identificação e atendimento das necessidades dos clientes.	Krishnan e Ulrich (2001), Thomke e Hippel (2002), Rozenfeld et al (2006)	(i) e (ii)
8) Integração do PDP com estratégia de mercado e de desenvolvimento tecnológico.	Rozenfeld et al (2006)	(i), (ii), (iii) e (iv)
9) Estruturação das etapas e atividades do processo de desenvolvimento.	Rozenfeld et al (2006), Baxter (2003)	(i) a (v)



## **2.4 Considerações**

A evolução geral do desenvolvimento de produtos está relacionada ao modo de gestão geral adotado pelas empresas. Existem alguns métodos amplamente utilizados para o desenvolvimento de produtos das empresas, como o PMBOK, que é um conjunto de práticas em gerência de projetos levantado pelo Project Management Institute ou Instituto de Gerenciamento de Projetos (PMI) e constitui a base da metodologia de gerência de projetos do PMI. Além do PMBOK, tem-se o APQP que é um método utilizado com frequência na indústria automotiva e foco desta dissertação.

### **3. PLANEJAMENTO AVANÇADO DA QUALIDADE DO PRODUTO**

#### **3.1 Introdução**

No início dos anos 90 surgiu o QS-9000, que teve como objetivo principal o desenvolvimento de sistemas básicos de qualidade. Estes sistemas podem ser citados como, por exemplo, (a) o Controle de Produto Fornecido pelo Cliente, (b) Controle de Processo, (c) Projeto, (d) Produto Não-Conforme e (e) Compras, e têm como função promover a melhoria contínua de modo a enfatizar a prevenção de defeito e a redução de variações e desperdícios em toda a cadeia de fornecimento. Ou seja, o QS-9000 define as expectativas básicas da Chrysler, Ford, General Motors, fabricantes de caminhões e outras companhias participantes, de modo a garantir o atendimento aos sistemas de qualidade de fornecedores internos e externos de peças de produção e de reposição e materiais (Manual QS-9000, 1998).

Em decorrência do surgimento de um sistema de qualidade a partir da unificação dos conceitos de qualidades da Chrysler, Ford, General Motors, vários trabalhos científicos surgem citando a idéia da unificação dos requisitos em somente uma norma mundial, o que permitiria uma certificação única com reconhecimento de todas as montadoras, com a participação da Fiat, PSA Peugeot-Citroen, Renault Sa e Volkswagen. Entre vários benefícios esperados, Dieckhoff (1998) cita a melhoria da qualidade do produto e do processo, a confiança para compras globais de componentes e para o desenvolvimento da cadeia de fornecimento como um todo.

Diante disto, foi criada a Norma ISO/TS 16:949:2002, cujo objetivo foi o desenvolvimento comum para o Sistema de Gestão da Qualidade que possibilite a melhoria contínua, enfatizando a prevenção do defeito e redução da variação e desperdício na cadeia de fornecimento, evitando múltiplas auditorias de certificação. Esta Norma conta com a participação de todas as montadoras citadas acima e até o momento, não houve a adesão da Honda e Toyota (SINDIPEÇAS, 2007).

O termo Gestão da Qualidade pode ser entendido como um sistema ou processo que suporta os processos de negócio primários, que têm como objetivo a melhoria da satisfação do cliente quanto ao produto e também, quanto a dimensões extrínsecas ao produto, como pontualidade, prazos de entrega e flexibilidade, os quais dependem da qualidade do gerenciamento da organização. Desse modo, atividades tais como Controle da Qualidade e Engenharia da Qualidade apoiam processos como os de Desenvolvimento do Produto, de Fabricação e de Distribuição de toda a organização (TOLEDO & CARPINETTI, 2000).

APQP é um método estruturado, contido na Norma ISO/TS 16:949:2002, para definir e executar as ações necessárias para um PDP, a fim de assegurar que um produto satisfaça o cliente. Sua contribuição se dá no sentido de facilitar a comunicação entre todas as pessoas e atividades e assegurar que todas as etapas necessárias sejam completadas em tempo, com custo aceitável e alto nível de qualidade (FORD COMPANY, 2003).

O APQP é composto de requerimentos gerais que devem ser seguidos pelos fornecedores a fim de garantir que o produto satisfaça as necessidades dos clientes. A sua utilização promove ampla interação entre as equipes de desenvolvimento do cliente e do fornecedor. Além disto, o APQP visa também à realização de todos os passos estabelecidos no cronograma de desenvolvimento e à redução de problemas de qualidade no lançamento do produto (TOLEDO *et al*, 2006).

### **3.2 Criação e evolução do APQP**

A evolução geral do desenvolvimento de produtos está relacionada ao modo de gestão geral adotado pelas empresas. *Advanced Product Quality Planning* ou Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP) é um manual de referência utilizado amplamente para o desenvolvimento de produtos da indústria automobilística e está inserido na norma QS 9000 (APQP, 1994).

Existem inúmeras definições para o APQP, mas acredita-se que o mesmo possa ser definido como um método estruturado para o desenvolvimento de produtos, tornando-se à medida que o produto é desenvolvido, um direcionador tanto do líder quanto dos participantes do projeto. Este método contém algumas ferramentas que guiam o líder durante o desenvolvimento do produto.

O método APQP foi criado a partir do ciclo PDCA, uma ferramenta que a partir dos passos (a) planejar, (b) executar, (c) verificar e (d) atuar corretivamente, auxilia na busca da solução de problemas e implantação desta. Por ser um método gerencial, o ciclo PDCA auxilia na busca da estabilização, bem como da melhoria do processo. Para o acompanhamento efetivo do projeto e/ou processo ao qual o ciclo está sendo aplicado, é necessário que as quatro fases sejam aplicadas até a estabilização do processo (TOLEDO, 2006). O PDCA, assim como o APQP, é um ciclo contínuo que se inicia e termina com o planejamento.

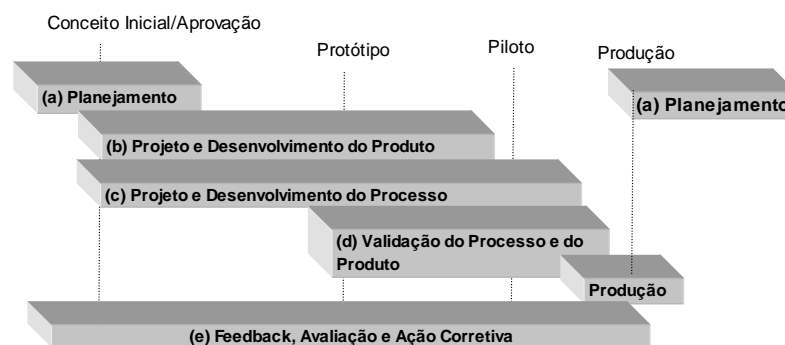
### 3.3 Etapas do APQP

De acordo com o Manual APQP (1997), a principal meta do APQP é facilitar a comunicação entre todos os envolvidos a fim de assegurar que todos os passos estabelecidos no cronograma sejam completados dentro do prazo. A efetividade do planejamento da qualidade do produto depende do compromisso da alta gerência da empresa, que deve estar alinhada com os esforços requeridos para se atingir a satisfação do cliente.

Algumas das vantagens de aplicá-lo são: (a) direcionar recursos para satisfazer o cliente, (b) promover a identificação antecipada de alterações necessárias, (c) evitar alterações de última hora e (d) oferecer um produto de qualidade dentro do prazo ao custo mais baixo. O método APQP se divide nas seguintes fases:

- a) Planejamento do Processo de Desenvolvimento de Produtos;
- b) Projeto e Desenvolvimento do Produto;
- c) Projeto e Desenvolvimento de Processo do Produto;
- d) Validação do Produto e do Processo;
- e) Feedback, Avaliação e Ação Corretiva.

As próximas seções descrevem detalhadamente cada etapa. A divisão das fases e das tarefas foram feitas para otimizar o processo, não existindo assim uma seqüência que obrigatoriamente deva ser utilizada. Além disto, como pode ser visto na Figura 3.1, as fases acontecem simultaneamente com outras, cabendo a cada empresa adaptar seu processo ao método APQP.



Fonte: Adaptado de Manual APQP (1997)

**Figura 3.1** - Fases do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto.

### 3.3.1 Planejamento do Processo de Desenvolvimento de Produtos

Esta primeira etapa tem como objetivo entender as expectativas e necessidades dos clientes para que as mesmas possam ser atendidas, e para isso o programa de qualidade deve ser bem definido e planejado. Ou seja, o foco deve ser sempre o cliente e com isso, fornecer a ele melhores produtos e serviços que a concorrência (TOLEDO *et al*, 2006).

Esta etapa é responsável por analisar (1) a viabilidade do projeto, (2) os riscos, (3) a escolha da equipe, (4) o cronograma, (5) os dados de entrada do projeto e também onde é feito (6) o fluxograma preliminar do processo de produção da peça. Representantes da área comercial, qualidade e engenharia da empresa participam geralmente desta etapa de desenvolvimento.

Toledo *et al* (2006) citam que os *inputs* desta etapa são (a) a voz do consumidor através de reclamações, (b) recomendações, (c) dados e informações obtidos dos clientes através de pesquisa de mercado, (d) experiência do time, (e) informações de qualidade, (f) plano do negócio com custo, investimento, posição do produto e recursos disponíveis, (g) a estratégia de mercado que compreende consumidor alvo, pontos de venda e competidores chave, (h) dados da concorrência do produto e do processo, (i) características, inovações técnicas disponíveis e materiais avançados e (j) estudos de confiabilidade do produto.

Os *outputs* desta etapa fornecem (i) metas de projeto, (ii) metas de qualidade e (iii) metas de confiabilidade baseadas nas expectativas dos consumidores, (iv) fluxograma preliminar do processo e (v) lista preliminar das características do produto e processo (TOLEDO *et al*, 2006).

### 3.3.2 Projeto e Desenvolvimento do Produto

Segundo Toledo *et al* (2006), as características do projeto já são melhores definidas e especificadas nesta etapa a ponto de dar início à construção de protótipos, os quais são utilizados para verificar se o produto ou serviço alcança as expectativas dos consumidores. Ou seja, um bom projeto já deve conter nesta fase a informação dos volumes de produção e prazos, de modo a atingir requisitos de engenharia através dos termos de qualidade, confiabilidade, custo de investimento e objetivos de tempo.

Nesta etapa, a ferramenta (1) DFMEA (Análise de Modo e Efeitos de Falha de Projeto) é utilizada, no caso da empresa ser responsável pelo projeto do produto. Além disto,

faz-se (2) a análise crítica do projeto, (3) as especificações de materiais a serem utilizados no produto, (4) as especificações e requisitos para novos equipamentos, ferramental e instalações, caso necessários no novo projeto. Participam geralmente desta etapa representantes das áreas de engenharia de processo e produto, qualidade, planejamento, controle de materiais e, algumas vezes, produção.

### **3.3.3 Projeto e Desenvolvimento do Processo**

Esta etapa tem como objetivo assegurar que os requisitos e necessidades do cliente sejam alcançados e para isso, é necessário o desenvolvimento de um sistema de manufatura efetivo, que tenha algumas características definidas, de modo que um plano de controle da qualidade dos produtos possa ser elaborado e efetivamente cumprido (TOLEDO *et al*, 2006).

Nesta etapa, são definidos (1) o padrão de embalagem, (2) a análise crítica final do produto e do processo, objetivando a prevenção de falhas, a partir do fluxograma do processo e da metodologia de Análise de Modo e Efeitos de Falha do Processo (PFMEA), (3) a folha de instrução do operador de montagem e, entre outras definições, (4) o Plano de estudo preliminar da capacidade do processo.

Os representantes da etapa de Projeto e Desenvolvimento do Produto geralmente participam desta etapa também, assim como as áreas de manutenção, automação, planejamento e controle de produção e engenharia de segurança do trabalho. Representantes da área de produção e/ou manufatura são fundamentais nesta etapa, já que o processo será desenvolvido e, nesta etapa, as chances dele ser modificado e melhorado através das sugestões dadas ainda são plenamente possíveis.

### **3.3.4 Validação do Produto e do Processo**

Nesta etapa é realizada a validação do processo de manufatura através da corrida piloto, que é utilizada para verificação e aprovação do plano de controle e do fluxograma de processo pelo time de trabalho. Desta maneira, o time de trabalho pode acompanhar e verificar se os documentos elaborados estão sendo corretamente seguidos e garantindo assim que os produtos atendam os requisitos dos consumidores (TOLEDO *et al*, 2006).

As principais atividades desta etapa são (1) a corrida piloto de produção, (2) a Avaliação do Sistema de Medição para as características críticas de controle do produto e (3) avaliação de embalagem, (4) o estudo Preliminar da Capabilidade do Processo, além de se definir (5) o Plano de Controle da Produção com as características críticas que devem ser controladas. Fazem parte desta etapa as áreas de qualidade, engenharia do produto, processo e segurança do trabalho, produção e/ou manufatura e manutenção.

### **3.3.5 Feedback, Avaliação e Ação Corretiva**

Esta etapa avalia, através do plano de controle da produção, o quanto o plano de qualidade do produto proposto foi efetivo logo após a validação e instalação do processo produtivo. Ou seja, esta etapa tem como objetivo a redução de variabilidade no processo, verificando se todos os passos do produto atendem às necessidades do cliente e assim, garantir a resolução de problemas e a melhoria contínua. Após isso, o processo segue com a produção propriamente dita e o início do fornecimento de peças para os clientes (TOLEDO *et al*, 2006).

Nesta etapa ocorrem (1) a avaliação do cliente no processo e controles considerados, e também (2) as ações corretivas, com o intuito de garantir a satisfação do cliente. Podem participar desta etapa todas as funções que participaram nas etapas anteriores, mas geralmente participam a área de engenharia do produto e do processo, qualidade, planejamento e controle da produção e de materiais, manutenção, produção e/ou manufatura, além do representante do cliente.

O número e funções dos participantes que vão contribuir com cada fase dependem da complexidade do projeto, do conhecimento e recursos disponíveis na empresa, cabendo aos representantes da fase (a) Planejamento do Processo de Desenvolvimento de Produtos defini-los. Assim como os participantes, a duração de cada fase depende do grau de complexidade de cada projeto. Ou seja, o APQP aplicado a um carro pode levar em média três anos e aplicado a uma rede elétrica, do limpador de pára-brisa do automóvel, durar, em média, 1 ano.

### **3.4 Ferramentas utilizadas no APQP**

As ferramentas contidas no APQP são: (a) FMEA de Projeto ou Produto, (b) FMEA de processo, (c) Capacidade de processo e (d) Análise do Sistema de Medição. Os

itens (a) e (b) serão detalhados abaixo e a descrição dos itens (c) e (d) está no Capítulo 4 deste trabalho, itens 4.3.2 e 4.3.3.

Desenvolvido na década de 60 para o projeto Apolo, pela NASA nos EUA, o FMEA ou Análise do Modo de Falhas e Efeitos, foi definido como um processo sistêmico metodológico de análise, que orienta e evidencia em fase preventiva, as falhas em potencial de um produto, processo e/ou sistema, quer seja na fase de desenvolvimento, fabricação ou de utilização (MB & A, 2004).

Ou seja, o FMEA tem como principal objetivo (a) identificar falhas potenciais no sistema, projeto ou processo, (b) avaliar a importância dos riscos destas falhas e (c) propor medidas preventivas e/ou corretivas a fim de evitar e/ou detectar em tempo hábil a sua ocorrência (MB & A, 2004).

Um FMEA pode ser descrito como um grupo sistemático de atividades destinado a: (a) reconhecer e avaliar a falha potencial de um produto/processo e os efeitos desta falha, (b) identificar ações que poderiam eliminar ou reduzir a possibilidade de ocorrência de uma falha potencial e, por último, (c) documentar todo o processo (BUREAU VERITAS, 2005).

Para isto, o FMEA considera e analisa determinada falha potencial em termos de (a) severidade, se a falha acontecer, (b) ocorrência (de acordo com o histórico de qualidade) e (c) possibilidade de detecção desta falha no processo.

Os benefícios com a utilização do FMEA na empresa são:

- Implementação da filosofia da Prevenção versus a Detecção;
- Foco na qualidade visando a melhoria contínua;
- Histórico da análise, documentação e divulgação dos riscos das falhas;
- Identificação antecipada de falhas potenciais;
- Promoção e integração do trabalho multifuncional visando a engenharia simultânea;
- Maior conhecimento do sistema, projeto, processo pelos participantes;
- Padronização de processos e procedimentos;
- Projetos e processos mais robustos e econômicos;
- Maior confiabilidade nos produtos, processos e serviços oferecidos;
- Redução no número de modificações pós-lançamento;
- Melhoria na comunicação interna na empresa, com fornecedores e clientes (MB & A, 2004).



Existem três casos básicos nos quais os FMEA's são gerados, cada qual com um diferente escopo e foco: (a) novos projetos, nova tecnologia ou novo processo, (b) modificações em projeto ou processo existentes e (c) transferência de processo para outra instalação fabril ou ampliação (BUREAU VERITAS, 2005).

O FMEA é realizado geralmente por uma equipe de profissionais especialistas e também por convidados de áreas diretamente envolvidas no sistema, projeto ou processo em análise. É recomendável que o FMEA seja feito por uma equipe de trabalho composta de 4 a 7 participantes (MB & A, 2004).

O FMEA de projeto é uma técnica analítica usada fundamentalmente pelo Engenheiro ou Equipe Responsável pelo projeto, a fim de assegurar que na medida do possível, todos os modos de falhas potenciais e suas causas ou mecanismos associados sejam considerados e abordados. Para isto, deveriam ser avaliados os produtos finais junto com cada sistema, subsistema e componente relacionados (BUREAU VERITAS, 2005).

Os documentos utilizados geralmente para a elaboração de um FMEA de Projeto são (a) análise crítica de contrato, (b) resultados de ensaios, (c) documentação técnica do cliente, (d) desenhos do produto, (e) normas e requisitos legais, (f) plano de controle, (g) listas de peças e (h) reclamações dos clientes, campo e assistência técnica (MB & A, 2004).

Já o FMEA de processo é usado para assegurar que todas as falhas potenciais e suas respectivas causas sejam analisadas e tomadas as ações preventivas necessárias antes do início da produção. O objetivo é identificar ao longo do fluxo e processo produtivo, os riscos de falha que um produto possa apresentar devido ao seu processo (MB & A, 2004).

Os documentos mais utilizados na elaboração de um FMEA de Processo são: (a) análise crítica de contrato, (b) FMEA de Projeto, (c) plano de fabricação, (d) plano de controle, (e) fluxograma de processo, (f) dados do processo, (g) estatística de falhas na produção, (h) amostras de peças e (i) capacidade de máquinas e processos (MB & A, 2004).

Dessa maneira, além da importância e benefícios que o FMEA traz para a organização em termos de prevenção de falhas, o uso mais intenso da ferramenta deve estar associado às especificidades de cada setor e à própria obrigatoriedade de aplicação presente na QS 9000 (TOLEDO *et al*, 2006).

### 3.5 Processo de Aprovação de Peça de Produção (PPAP)

Thisse (1998) cita que o objetivo de um sistema de qualidade é facilitar a comunicação com todos os envolvidos, de modo a garantir que todos os passos necessários estejam sendo completados corretamente.

Gonzales e Cauchick (1998) definem o PPAP como sendo um procedimento utilizado no ato da submissão da primeira amostra de produção ao cliente. Dessa maneira, este primeiro lote é produzido com material, maquinários, equipamentos e controles de produção normais, que deve garantir índices de capacidade do processo e níveis de qualidade exigidos pelo cliente, que avalia e aprova o mesmo.

Já Thisse (1998), define o PPAP, assim como a QS 9000, como sendo um manual com os requerimentos necessários para fornecer para a cadeia automotiva. Desse modo, o fornecedor deve demonstrar que está de acordo com as ferramentas ou técnicas escritas no manual, mas não precisa necessariamente utilizar todas as técnicas (THISSE, 1998).

As necessidades do cliente geralmente se sobrepõem aos requerimentos descritos no manual. Dessa maneira, o cliente geralmente utiliza as técnicas descritas, mas ele pode intervir pela não necessidade de determinada ferramenta através de uma autorização ou desvio assinado por ele.

Define-se o PPAP ou Processo de Aprovação de Peça de Produção como sendo um *book*, em meio físico ou arquivo eletrônico, que contém os resultados dos requisitos contidos no APQP e que será submetido ao cliente para aprovação, início de produção e fornecimento. Os requisitos contidos neste livro são:

1. Registros de Projeto: todos os registros de projeto para o produto, incluindo registros de componentes e detalhes para os produtos vendáveis;
2. Documentos de alterações de engenharia autorizada: qualquer documento de alteração de engenharia ainda não incorporada ao desenho, mas já incorporada ao produto, peça ou ferramenta;
3. Aprovação de engenharia: assinatura da engenharia do cliente com aprovação do produto após verificação e aprovação do *book*;
4. FMEA de Projeto: para peças ou materiais dos quais a organização seja responsável pelo projeto;

5. Diagrama de Fluxo do Processo: descrever claramente as etapas e seqüência do processo de produção de modo a atender as necessidades, requisitos e expectativas especificadas pelo cliente;
6. FMEA de Processo;
7. Plano de Controle: plano que define todos os métodos usados para o controle do processo e que atenda os requisitos específicos dos clientes;
8. Análise do Sistema de Medição: de todos os equipamentos utilizados no processo e no controle final para medição do produto final do cliente;
9. Resultados Dimensionais: conforme desenhos e plano de controle para cada processo de manufatura, considerando cada célula de produção, linha de produção, molde ou cavidade;
10. Registros de Ensaio de Materiais e Desempenho: registro de ensaio de materiais quando existirem requisitos químicos, físicos ou metalúrgicos no projeto, e registro de ensaio de desempenho, quando existirem requisitos funcionais (BUREAU VERITAS, 2006).

### **3.6 Tendências e Aplicações do APQP**

De acordo com Main (1994), para atingir as metas de qualidade e redução de custos de produção, as empresas têm adotado a qualidade, além do investimento em tecnologia. Isto é devido à qualidade ser atualmente uma forma de estratégia a longo prazo, já que é considerada o requisito mais importante em relação aos concorrentes, além de afetar diretamente a performance da unidade de negócio. Para Chiavenato (2003), há um princípio que evolui naturalmente, de modo que em cada época uma forma organizacional apropriada é desenvolvida de acordo com suas características e exigências.

A maneira como a empresa desenvolve produtos, ou seja, sua estratégia de produto e o gerenciamento do desenvolvimento dele, influenciará diretamente no desempenho do seu produto no mercado, assim como também na sua velocidade, eficiência e qualidade do processo de seu desenvolvimento. Ou seja, o que diferencia as empresas com excelência em desenvolvimento de produtos é o padrão de coerência e consistência em todo o processo de desenvolvimento de produto (ROZENFELD *et al*, 2006).

Rozenfeld *et al* (2006) citam alguns requisitos que têm sido propostos em abordagens mais recentes para o desenvolvimento de produtos: (a) simplificação da formalização ou desburocratização por meio de um trabalho em equipe mais consistente e

atuante, além da utilização de ferramentas computacionais que possam otimizar o desempenho do produto, (b) ênfase na aprendizagem e busca de soluções inovadoras através, por exemplo, do aumento do investimento de tempo em atividades de avaliação e proposição de novas soluções.

De acordo com Oribe (2007), as empresas precisam começar a desenvolver mais soluções customizadas de modo que o gerenciamento de seus produtos, processos, pessoas e do negócio como um todo esteja adaptado ao seu meio. Ou seja, nem sempre soluções que dão certo em determinado contexto funcionam em outra organização.

Cauchick (2005) cita estas abordagens recentes, cujo foco é a aplicação do QFD ou Desdobramento da Função Qualidade no PDP, a partir de dois estudos de casos (A e B) em empresas que utilizam o APQP para o processo de desenvolvimento de produto.

O caso A trata-se de uma empresa alemã do ramo automotivo que fabrica 30 tipos de modelos de caminhões e possui cerca de 10000 funcionários. O desenvolvimento de produtos utiliza o APQP, que neste caso, é dividido em 10 fases ou *gates*, como é chamado pela empresa. A divisão destas fases, adaptada conforme a necessidade da empresa, foi baseada no número de critérios utilizados na lista de desempenho da entrega do produto, a qual considera, por exemplo, custos, qualidade, objetivos de performance e análise de risco. QFD é um dos métodos que podem ser aplicados durante o desenvolvimento do produto, mais propriamente na fase de concepção do produto do APQP.

Já no caso B, a empresa é norte-americana, possui cerca de 2300 funcionários e produz caixa de câmbio para importantes montadoras como GM, Ford e VW. O *market share* desta companhia B é apresentado como sendo de 70% no Brasil e 10% no restante do mundo. A companhia citada tem um sistema corporativo responsável pelo gerenciamento do processo de desenvolvimento de produto chamado de ProLaunch, que consiste de seis estágios ou “gates” de desenvolvimento, baseado no APQP. O processo se inicia com o “gate” 0, que corresponde à avaliação do projeto, a partir de tomada de decisões em relação ao possível desenvolvimento do mesmo. Em seguida, trabalha-se na definição do conceito do produto, desenvolvimento do produto e produção, que ocorre no “gate” 4. Durante a execução destas fases são utilizados princípios de engenharia simultânea por uma equipe multifuncional, que é designada para cada projeto de desenvolvimento. Em cada etapa, algumas técnicas são utilizadas, como a análise de risco, FMEA e QFD.

A revitalização do processo de desenvolvimento do produto em uma empresa compreende todos os requisitos, registros e indicadores do APQP, que de uma maneira mais disciplinada, desenvolverá produtos que atendam os requisitos de clientes e negócios. Dessa

maneira, o APQP tem como objetivo a introdução de uma linguagem única no desenvolvimento de produtos, além da sincronização das atividades, de modo a facilitar a comunicação interna e externa, ou seja, na cadeia de fornecedores e clientes (SABIO e CAUCHICK, 2006).

### **3.7 Considerações**

No decorrer deste capítulo, argumentos consistentes foram dados com o intuito de demonstrar as vantagens, como a padronização do produto e do processo, a prevenção de falhas no produto, no processo, embalagem e entrega, de se ter um processo de desenvolvimento de produtos estruturado.

Também é citado o método de desenvolvimento de produtos utilizado na maioria da cadeia da indústria de autopeças conhecido como Planejamento Avançado da Qualidade do Produto, que considera e utiliza ferramentas de prevenção, diante das tendências do desenvolvimento de produtos.

A formação cada vez mais constante de equipes para o Processo de Desenvolvimento de Produtos, a criação de ferramentas computacionais, como os softwares criados para a comunicação dos dados do projeto e interligação das fases do APQP, já disponíveis e em expansão no mercado, além da busca pela melhoria contínua e valor agregado ao cliente, possibilitam uma argumentação a favor deste método que, conseqüentemente, contribui para o aumento de sua utilização.

## **4. PRODUÇÃO ENXUTA E SEIS SIGMA**

### **4. Introdução**

Para atingir e sensibilizar todos os funcionários da empresa, desde o nível hierárquico mais alto até o chão de fábrica, as empresas costumam adotar técnicas e filosofias que trabalham no sentido de buscar idéias para a melhoria da organização como um todo, como é o caso da Produção Enxuta.

A Produção Enxuta é definida como sendo um sistema de manufatura que tem como principal meta a otimização dos processos e procedimentos, e para isso, busca a redução contínua de desperdícios, como excesso de inventário entre as estações de trabalho e tempos de espera elevados.

A qualidade e a flexibilidade do processo são os objetivos principais do sistema de produção enxuta, já que amplia sua capacidade de produzir e aumenta a competitividade da empresa. Para minimizar os desperdícios e conseqüentes efeitos de produção, além de prosseguir com a busca contínua de zero defeito, tempo de preparação zero, estoque zero, movimentação zero, quebra zero, lead time zero e lote unitário, a Produção Enxuta conta com algumas técnicas e ferramentas como o Layout Celular, o Kanban e o Mapeamento do Fluxo de Valor.

### **4.1 Conceitos de Produção Enxuta**

Logo após a Segunda Guerra Mundial, surge o Sistema Toyota de Produção em busca de solucionar as dificuldades de baixa produtividade da indústria japonesa. Sakichi Toyoda, o fundador da Toyota, seu filho Kiichiro Toyoda e o engenheiro Taiichi Ohno, juntaram-se com o objetivo de aumentar a produção através da busca contínua pela eliminação dos desperdícios (TAIICHI, 1988).

Segundo Marchwinski e Shook (2003), Taiichi Ohno categorizou sete principais desperdícios comumente encontrados na produção em massa:

1. Produção em excesso: produzir além das necessidades do próximo processo ou cliente. É a pior forma de desperdício por permitir ou contribuir para a ocorrência dos outros seis;
2. Espera: operadores esperando enquanto as máquinas operam, falhas no equipamento, peças necessárias que não chegam, etc;

3. Transporte: movimentação desnecessária de produtos ou peças, como de uma etapa de processamento ao almoxarifado e dali a outra etapa do processo, sendo que a segunda etapa poderia estar localizada ao lado da primeira;
4. Processamento: realizar etapas desnecessárias ou incorretas, devido geralmente a equipamento ou projeto ruim;
5. Estoque: possuir estoques maiores que o mínimo necessário para um sistema puxado controlado;
6. Movimentação: operadores realizando movimentações desnecessárias como procurar por equipamento, peças, documentos etc;
7. Correção: inspeção, retrabalho e refugo.

Womack J. e Jones D. (2004) identificaram cinco princípios fundamentais na eliminação destes desperdícios. O ponto de partida para o pensamento enxuto é o Valor. Ou seja, especifique uma atividade que crie Valor, que seja expressa em termos de um produto específico que atenda às necessidades do cliente, a um preço específico, em um momento específico. Para isso, é preciso ignorar os ativos e as tecnologias existentes e imaginar as empresas com base em uma linha de produtos com equipes de produtos fortes e dedicadas. Na realidade, nenhum gerente pode implantar todas essas mudanças instantaneamente, mas se trata de uma maneira essencial de formar uma visão clara do que é necessário realmente.

Mascitelli (2004) define o termo Lean, ou Enxuto, como sendo o ato de eliminar o desperdício do valor não-agregado na organização com o objetivo de aumentar a produtividade, aumentar os lucros e melhorar a competitividade através de uma melhoria dos processos e métodos envolvidos. Valor para uma organização é o que os clientes querem pagar na compra dos produtos desta empresa. Para identificar o maior valor no produto, basta “perceber” o que os clientes mais valorizam no produto e, portanto, não se importarão em pagar por este.

Identificar todos os passos necessários para projetar, requisitar e produzir produtos em todo o Fluxo de Valor para destacar as perdas que não possuem valor agregado é o segundo princípio identificado por Womack J. e Jones D (2004), que definem Fluxo de Valor, como sendo o conjunto de todas as ações específicas que são necessárias para se levar um produto a passar pelas três tarefas gerenciais críticas em qualquer empresa: a tarefa de solucionar os problemas, que vai da concepção até o lançamento do produto, a tarefa de

gerenciar a informação, que vai do recebimento do pedido até a entrega, e a tarefa de transformá-lo fisicamente, que vai da matéria prima ao produto acabado nas mãos do cliente.

O terceiro princípio é fazer com que estas ações do fluxo fluam sem interrupções, desvios, retrocessos, esperas e refugos. A maneira mais enxuta de atingir este princípio é redefinir o trabalho das funções, departamentos e empresas, permitindo-lhes contribuir positivamente para a criação de valor e, para isso, é imprescindível perceber as reais necessidades dos funcionários em cada ponto do fluxo, para que eles realmente se interessem em fazer o valor fluir.

Apenas produzir o que é puxado pelo cliente é o quarto princípio identificado por Womack J. e Jones D (2004). Ou seja, o cliente pode puxar o produto da empresa quando achar necessário, ao invés de empurrá-lo muitas vezes de modo indesejado. O último princípio é a busca pela perfeição. Desta maneira, à medida que o valor flui mais rápido e o mesmo for “puxado”, ocorre uma maior exposição aos desperdícios que estavam ocultos no fluxo de valor, de modo que a eliminação destes e a perfeição sejam atingidas.

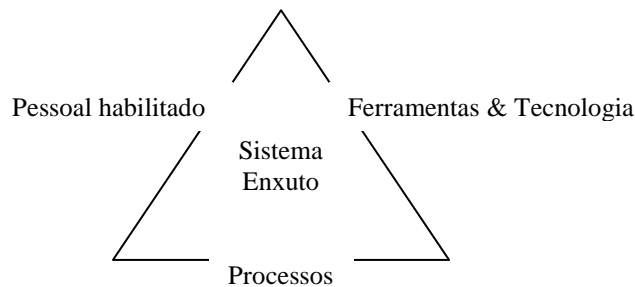
Para isso, a Produção Enxuta conta com algumas ferramentas como o Layout Celular, que se trata da localização de etapas de processamento para um produto similar a outro, de modo que as peças possam ser processadas em um fluxo muito próximo de contínuo, seja um por vez ou em pequenos lotes, mantidos ao longo da seqüência completa de processamento; conta com o Kanban, que é um dispositivo sinalizador que autoriza e dá instruções para a produção ou para a retirada de itens em um sistema puxado; e com o Mapeamento do Fluxo de Valor, que é um diagrama simples de todas as etapas envolvidas nos fluxos de material e de informação necessárias para atender aos clientes.

Para Karlsson e Ahltrom (1996) *apud* Agostinetto (2006), o principal benefício do pensamento enxuto para o processo de desenvolvimento de produtos é melhorar a manufaturabilidade dos produtos. Para isso, os autores sugerem práticas dos conceitos do pensamento enxuto para este processo. São elas:

- O envolvimento do fornecedor desde o início do projeto;
- A utilização de engenharia simultânea de modo a ganhar tempo e custos;
- A formação de uma equipe multidisciplinar e comprometida;
- O trabalho em equipe;
- A clara definição do gerente do projeto;
- O próprio projeto sendo visto com um gerenciamento estratégico.



Morgan e Liker (2008) citam que o desenvolvimento de produtos na Toyota tem evoluído como um sistema em mutação, de modo que os três subsistemas que o compõem, nomeados como (i) Processos, (ii) Pessoal e (iii) Tecnologias, estejam sempre conectados. Estes subsistemas relacionados, como mostrado na figura 4.1, influenciam diretamente a organização a alcançar seus objetivos.



Fonte: Adaptado de Morgan e Liker (2008)

**Figura 4.1** - Elementos do Sistema Enxuto de Desenvolvimento de Produtos.

Segundo Morgan e Liker (2008), para que o Sistema Enxuto de Desenvolvimento de Produtos possa ser conectado, é preciso que os seguintes princípios estejam intrínsecos na cultura e pessoas da organização. Alguns dos princípios são:

1. Identifique o valor definido pelo cliente a fim de separar valor agregado de desperdício;
2. Concentre esforços no início do processo de desenvolvimento de produto para que soluções alternativas possam ser implantadas enquanto existe ainda flexibilidade de projeto;
3. Crie um nivelamento de fluxo do processo de desenvolvimento de produto;
4. Utilize padronização a fim de se reduzir variação e criar flexibilidade;
5. Desenvolva competência técnica superior para todos os engenheiros;
6. Faça a integração plena dos fornecedores ao sistema de desenvolvimento de produto;
7. Construa uma cultura de suporte à excelência e à melhoria sem interrupções;
8. Adapte a tecnologia ao pessoal e ao processo;
9. Alinhe a organização mediante comunicação simples e visual.

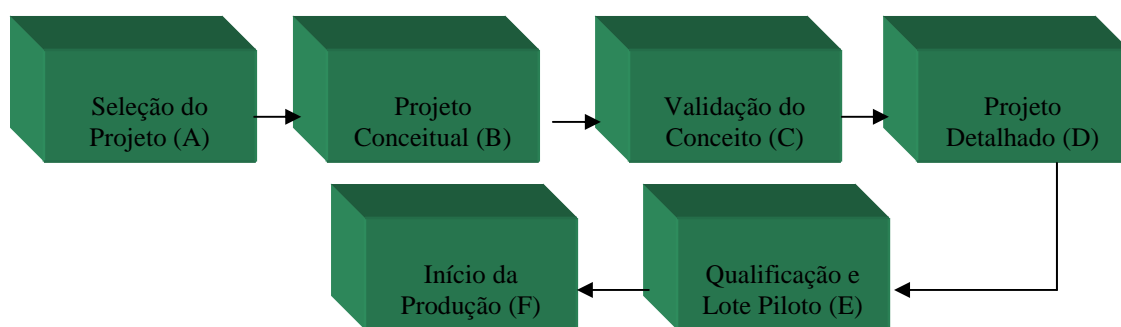
A maior força de um Sistema Enxuto de Desenvolvimento de produto consiste na integração do mesmo, além da cultura em comum que funciona como o principal suporte do sistema (MORGAN e LIKER, 2008).

Walton (1999) cita que a área de desenvolvimento de produtos é rica em oportunidades de melhoria, tais como a diminuição do tempo de desenvolvimento do produto, o grau com que o produto satisfaz as necessidades do consumidor e por último, a facilidade com que os novos produtos possam ser produzidos. O autor cita também que alguns benefícios estão sendo alcançados pelas empresas através das práticas do desenvolvimento de produto enxuto. Alguns resultados são:

- Redução de 30% no tempo de desenvolvimento de um novo produto;
- Redução de 65% no lead time de produção;
- Redução de 40% de número de componentes de um novo produto;
- Redução de 65% do custo do produto.

## 4.2 Lean Design

Mascitelli (2004) define o projeto enxuto de acordo com as fases que são apresentadas na figura 4.2. Características similares podem ser encontradas entre os processos de PDP e Lean Design, como o trabalho em equipe e a diminuição de peças com falhas com ferramentas sendo aplicadas durante o desenvolvimento do processo de produção.



Fonte: Criada a partir de Mascitelli, 2004

**Figura 4.2** – Fases do Processo Lean Design.

Também são encontradas em ambos, mas principalmente no Lean Design, a simplificação do projeto e a padronização tanto de projeto quanto de componentes, com o intuito de diminuir o esforço nas atividades rotineiras, e conseqüente aumento do esforço em testes e busca de novas soluções. Segundo Morgan e Liker (2008), apesar do número de

modelos de carros crescer a cada ano, o número de plataformas caminha em sentido oposto, possibilitado pela constante padronização das plataformas.

O autor Mascitelli (2004) cita em seu livro 18 ferramentas que podem ser utilizadas no decorrer de cada fase de um processo Lean Design, como pode ser visto no Quadro 4.1, e funcionam como um fator facilitador para o desenvolvimento de produtos.

**Quadro 4.1** – Ferramentas para o Projeto Enxuto.

<b>Ferramentas</b>	<b>(a)Seleção do Projeto</b>	<b>(b)Projeto Conceitual</b>	<b>(c)Validação do Conceito</b>	<b>(d)Projeto Detalhado</b>	<b>(e)Qualificação &amp; Lote Piloto</b>	<b>(f)Início da Produção</b>
1) “Ranking” das Oportunidades	X	X				
2) Custo “objetivo”	X	X	X	X	X	
3) Vinte Alavancas - Redução de Custo	X	X	X	X	X	X
4) Lean QFD		X	X	X		
5) Priorização das Necessidades do Cliente		X	X	X		
6) Linha de Produtos como um Sistema	X	X	X			
7) Mapa de Direcionamento	X	X	X			
8) Plano de Plataforma	X	X	X			
9) Checklist do Modelo		X	X	X		
10) Evento – Rápida Olhada de Engenharia de Valor		X	X	X		
11) Seleção do Conceito		X	X	X		
12) Desafio do Projeto Enxuto		X	X	X	X	X
13) “Como está construído” – Revisão		X			X	
14) Processo das 7 Alternativas		X			X	
15) Cálculo do Custo da Não-Qualidade		X	X	X	X	X
16) Guia 6-Sigma para redução de custo		X	X	X	X	X
17) Guia de Projeto das Melhores Práticas		X	X	X	X	X
18) Modelo de Maturidade do Projeto Enxuto	X	X	X	X	X	X

Fonte: Adaptado de Mascitelli (2004)

Algumas ferramentas são concorrentes, como o Lean QFD (4) e a ferramenta Priorização das Necessidades do Consumidor (5), por terem o mesmo objetivo que é o de

conhecer as necessidades do consumidor e ainda poderem ser utilizadas nas mesmas fases do (b) Projeto Conceitual, (c) Validação do Conceito e (d) Projeto Detalhado, além de algumas serem simplesmente nomeadas de outra maneira, porém bem conhecidas já na área de engenharia de produção. Diante disto, foram priorizadas e citadas neste trabalho ferramentas que podem ser utilizadas em fases diferentes, além de algumas que podem ser relacionadas diretamente com o trabalho, devido à possível inclusão de algumas delas no APQP, como Custo “Objetivo”, Processo das 7 Alternativas e Engenharia e Análise do Valor.

#### **4.2.1 Ferramenta “Ranking” das Oportunidades**

Segundo Walton (1999), a habilidade em administrar corretamente o risco de um negócio é um das características mais procuradas depois da habilidade de liderança. Ao invés de evitar o risco e perder oportunidades, deve-se aprender a calcular este risco conhecendo os parâmetros e fórmulas estatísticas a serem utilizados e assim, contar menos com a sorte e com julgamentos qualitativos, e mais com probabilidades estatísticas e resultado numérico mais próximo à realidade.

Para evitar o desperdício de recursos com oportunidades “pouco” atrativas, a ferramenta (1) “Ranking” das Oportunidades procura avaliá-las através da comparação e da simulação de sua execução. O melhor a fazer é estimar as questões que aparecem, por exemplo, qual o preço que o mercado aceita pagar pelo produto ou até quanto de capital e recursos serão requeridos, e usar estas estimativas para tomar as decisões iniciais. Como pode ser visto no quadro 4.1, esta ferramenta geralmente é utilizada nas fases (a) e (b).

De acordo com Mascitelli (2004), o processo de priorização de produto considera os seguintes fatores para determinar quais oportunidades serão mais lucrativas para a companhia:

- a) Previsão da Demanda do mercado para todos os anos de produção;
- b) Custo de Produção (incluindo materiais diretos, força de trabalho e despesas operacionais) ao longo da vida do produto;
- c) Preço de mercado para o produto;
- d) Determinação do investimento em equipamentos;
- e) Custo de projeto não previsto;
- f) Riscos econômicos, técnicos e de mercado.

Com a ajuda da ferramenta conhecida como NPV ou Valor Presente Líquido, definida como uma estimativa do quanto do lucro total de sua firma será gerado a partir do novo produto, considera-se toda a vida de mercado deste produto e se desconsidera (subtrai-se deste lucro) os investimentos iniciais e riscos econômicos, técnicos e de mercado calculados inicialmente. Desta forma, pode ser representado pelo fluxo de caixa futuro com as devidas desconsiderações descritas acima.

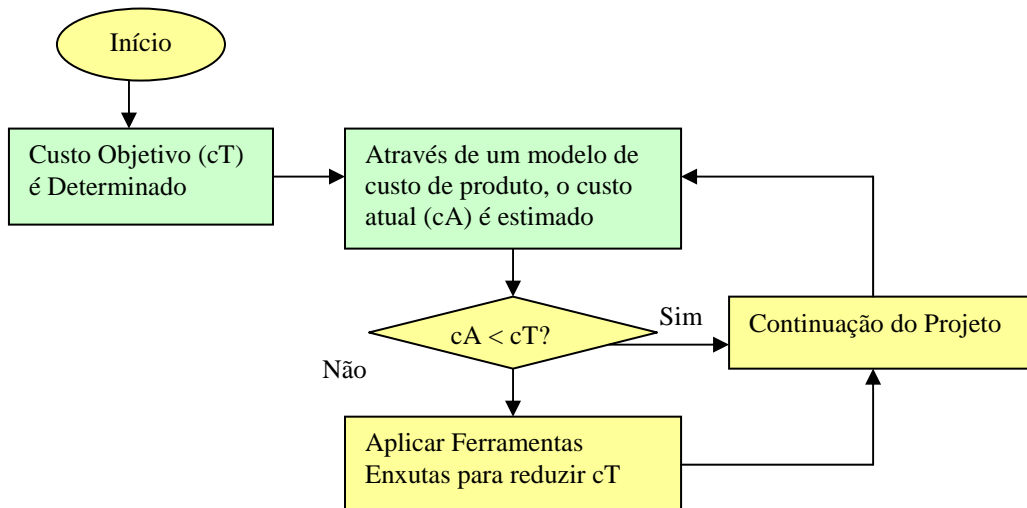
Mascitelli (2004) também sugere que uma importante consideração nesta comparação de oportunidades é a medição do quanto desta será necessário no trabalho dos projetistas, ou seja, considerar a capacidade em relação ao número de projetistas. Pra isto, recomenda-se utilizar a métrica do NPV/Horas de Projeto Estimadas para cada uma das situações.

#### **4.2.2 Ferramenta Custo Objetivo**

Walton (1999) indica que a maneira mais barata para criar produto de baixo custo é acompanhar este custo determinado desde o começo ao longo do projeto. Os projetistas precisam ter forte conhecimento nos métodos de manufatura e em custos visando à integração dos mesmos. Para isto, um banco de dados, que contenha informações do produto, processos de montagem e custos do produto, deve estar integrado ao sistema de desenvolvimento, ao sistema de modelagem de custeio e também ao sistema de validação do produto.

A ferramenta (2) Custo “objetivo” é geralmente utilizada nas fases (a), (b), (c), (d) e (e). Mascitelli (2004) define o custo “objetivo” como sendo a subtração entre o preço projetado e a margem desejada. Esta última deve ser determinada com muito cuidado, já que pode atrair mais competidores, ou até mesmo retirar a empresa potencial do mercado se determinada de forma incorreta. A sugestão do autor é que esta margem fique 05 pontos percentuais maior do que a média das empresas atuantes no mercado. Claro que esta margem depende do quanto atraente é o produto para o mercado, mas o objetivo desta margem desejada é estabilizar a mínima entrada para o negócio.

Mascitelli (2004) também sugere que durante todo o projeto deve ser feito o acompanhamento do custo atual do projeto e qual é a sua proximidade com o custo objetivo, como pode ser visto na figura 4.3.



Fonte: Adaptado de Mascitelli (2004)

**Figura 4.3** – Diagrama de Fluxo – Follow –up Custo Objetivo.

Mascitelli (2004) defende a importância de se trabalhar na redução de custo do produto como um todo ou no conjunto de funções deste ao invés de trabalhar na redução de custo de cada componente. Ou seja, a otimização da função de um único componente ou elemento de um sistema não é equivalente à otimização da função do sistema como um todo. Para isto, recomenda-se dividir o sistema do custo objetivo de acordo com as funções desempenhadas por este produto e caracterizá-las, somando o próprio custo de cada uma delas à importância destas para consumidor. A importância da função para o consumidor pode ser positiva, negativa ou neutra. As funções com os maiores valores serão tratadas de forma prioritárias no trabalho de redução.

### 4.2.3 Ferramenta das Vinte Possíveis Alavancas para a Redução de Custo

Com o intuito de direcionar o trabalho de redução de custo, Mascitelli (2004) descreve a ferramenta (3) das Vinte Possíveis Alavancas para a Redução de Custo, dividindo primeiramente os possíveis custos em 5 grupos descritos a seguir:

- (G1) Mão-de-Obra Direta;
- (G2) Materiais Diretos;
- (G3) Capital Atribuído;
- (G4) Custo do Projeto;
- (G5) Despesas da Fábrica.

O primeiro grupo (G1) Mão-de-Obra Direta divide-se em outras subcategorias descritas a seguir:

- (G1.1) Simplificar os processos de manufatura;
- (G1.2) Reduzir o nível de habilidade requerida;
- (G1.3) Automatizar os processos de manufatura;
- (G1.4) Reduzir testes de inspeção.

O segundo grupo (G2) Materiais Diretos divide-se em outras subcategorias descritas a seguir:

- (G2.1) Reduzir os refugos;
- (G2.2) Reduzir número de componentes;
- (G2.3) Utilizar matéria-prima mais barata;
- (G2.4) Utilizar componentes padronizados.

O terceiro grupo (G3) Capital Atribuído divide-se em outras subcategorias descritas a seguir:

- (G3.1) Eliminar os lotes de processo através de um processo em fluxo;
- (G3.2) Processos de capital intensivo com relação ao cuidado na aquisição de maquinário até que o mercado esteja sólido o suficiente para a compra de um equipamento que demanda um considerável investimento;
- (G3.3) Otimizar custo do ferramental;
- (G3.4) Evitar equipamentos dedicados através da padronização.

O quarto grupo (G4) Custo do Projeto divide-se em outras subcategorias descritas a seguir:

- (G4.1) Reutilizar processos/projetos existentes;
- (G4.2) Eliminar complexidade desnecessária;
- (G4.3) Evitar projetos “dourados”, focando no problema do consumidor e no projeto do produto que atenda a sua necessidade, mas que ao mesmo tempo o preço seja competitivo;
- (G4.4) Otimizar fazer X comprar: através dos serviços oferecidos pelo fornecedor já inclusos no atendimento.

O quinto grupo (G5) Despesas da Fábrica divide-se em outras subcategorias descritas a seguir:

- (G5.1) Evitar grandes mudanças no layout celular através do aproveitamento dos equipamentos, locais de estocagem e layout já existentes;
- (G5.2) Reduzir matéria-prima / estoque em processo;
- (G5.3) Reduzir necessidade de trabalho manual;
- (G5.4) Reduzir uso de material de consumo utilizados no início do processo, como lubrificantes de máquinas e ferramentas, que podem ser bastante caros e difíceis de serem mensurados para cada produto.

A fim de analisar a escolher dentre várias possibilidades de direcionamento em relação à redução de custo, é citada a ferramenta conhecida como “Vinte Possíveis Alavancas para a Redução de Custo”. De acordo com Mascitelli (2004), esta ferramenta considera os possíveis cenários para o produto, por exemplo, a automatização do processo e a produção terceirizada, e os compara com o cenário atual de produção através de pesos em cada um dos direcionadores citados acima. O autor cita que esta ferramenta é apenas um direcionador para o próximo passo, que seria as ferramentas mais pesadas de custeio do produto, como a ferramenta Engenharia e Análise do Valor descrita ainda neste capítulo.

A busca constante em se diferenciar da concorrência e alcançar um desempenho superior é a regra que as empresas adotaram para sobreviverem no ambiente competitivo que se encontram. Neste cenário, a eliminação de desperdícios, a adoção de tecnologias avançadas, o desenvolvimento de novos produtos e a melhoria contínua dos processos de produção, se tornaram a base de sustentação dos negócios.

Diante deste contexto, as empresas que desejarem manter-se à frente da concorrência, devem esforçar-se para conseguir a gestão eficaz dos seus recursos a fim de manter sua posição no mercado. Para isto, devem praticar ações que possibilitem a análise dos processos e a melhoria de desempenho (ANDRIETTA e MIGUEL, 2002).

#### **4.2.4 Ferramenta Priorização das Necessidades do Consumidor**

A ferramenta (5) da Priorização das Necessidades do Consumidor tem como objetivo priorizar as funções de determinado produto e, conseqüentemente, suas especificações de modo sistemático e lógico, através do gerenciamento das especificações do produto. Esta ferramenta possibilita uma significativa melhoria nos valores e satisfação do



cliente, contribuindo para a redução de custo do Projeto (G4) na ferramenta das Vinte Alavancas para a Redução de Custo. Além disto, esta priorização garante que o desenvolvimento de projeto seja completado de acordo com o cronograma e custo prévio do produto. (MASCITELLI, 2004)

Para isto, a ferramenta separa todas as especificações do produto nos seguintes grupos:

- a) Indicadores “Deve”: Pouco interesse do consumidor, tendência de padronização, de modo que toda a indústria utilize a mesma especificação. Por exemplo, na indústria automotiva, carros com segurança adequada e livre de defeitos.
- b) Indicadores “Deveria”: Clientes pedem por estas especificações, de modo que uma melhoria na performance ou qualidade deste pode possibilitar aumento de preço. São considerados os diferenciais de produto.
- c) Indicadores “Poderia”: característica não considerada no mercado atual, mas se perguntarem a possibilidade desta ao consumidor provavelmente será bem aceita; aparecem geralmente no subsegmento dos clientes do produto. Exemplos destas especificações podem ser vistas no quadro 4.2.

**Quadro 4.2-** Exemplos de Especificações para os produtos carro e telefone celular.

	Deve	Deveria	Poderia
Carro	Segurança Adequada	Potência	DVD
	Sem defeitos	Manuseio	Estilo esporte
Telefone celular	Grande alcance	Tamanho (pequeno)	GPS
	Som aceitável	Display colorido	Máquina fotográfica

Fonte: Adaptado de Mascitelli (2004)

#### 4.2.5 Ferramenta Engenharia e Análise de Valor (AV/EV)

A ferramenta (10) conhecida como Engenharia e Análise de Valor (AV/EV) é um esforço organizado para atingir o valor ótimo de um produto, sistema ou serviço, promovendo as funções necessárias ao menor custo. Seu surgimento está ligado à pesquisa de novos materiais, de mais baixo custo e mais fácil obtenção, substituindo os materiais escassos devido à II Guerra Mundial. Esta pesquisa ocorreu na General Eletric nos EUA, sendo que a técnica de AV/EV foi formalizada por Lawrence D. Miles em 1947.

A AV/EV aplica-se em todas as fases do ciclo do produto, mas melhores resultados são obtidos quando a metodologia é aplicada aos novos produtos na fase introdutória, onde os custos de mudanças são menores e o potencial dos resultados é bastante alto (ROZENFELD & LUIS, 1999).

Mascitelli (2004) cita alguns dados de entrada necessários para um evento de AV/EV:

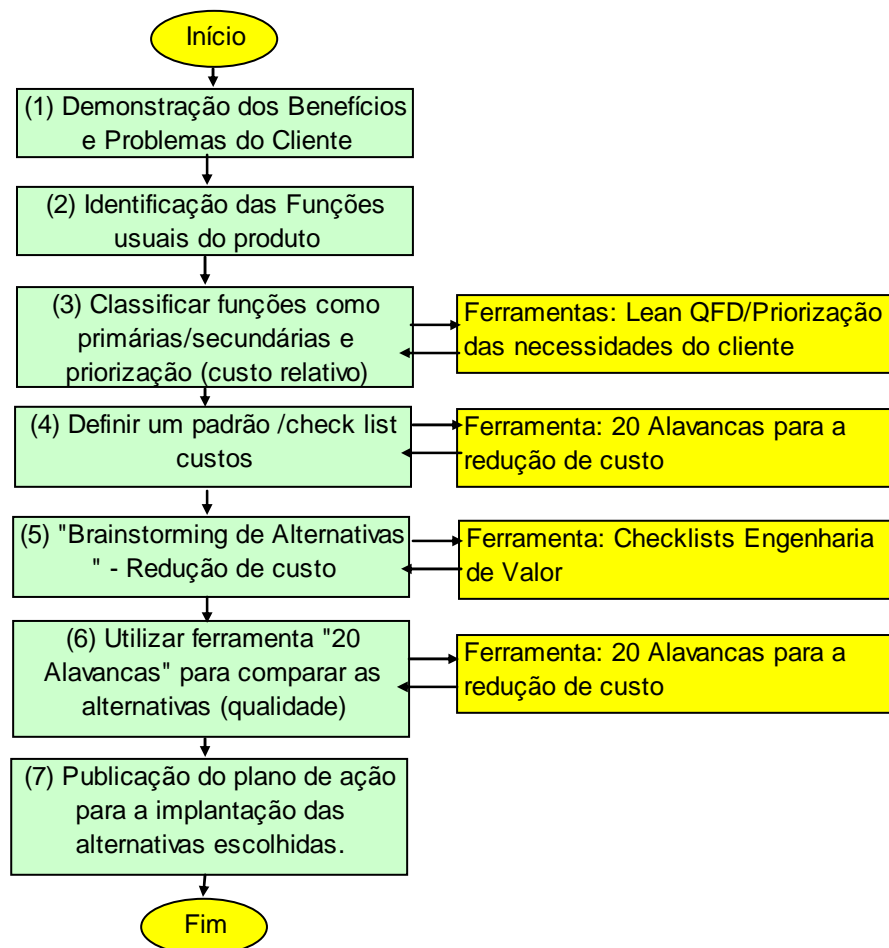
- Desenhos de produtos similares existentes;
- Produtos dos concorrentes para a realização de engenharia reversa;
- Protótipos e Mock-ups existentes;
- Listagem das matérias primas mais caras presentes no produto.

As etapas do evento de AV/EV fazem parte da grande maioria dos planos de trabalho existentes:

1. Demonstração dos benefícios e problemas do cliente: objetivo, desejos reais do consumidor, características e propriedades desejadas, etc.
2. Identificação das Funções usuais do produto: listagem de todas as funções desempenhadas pelo produto.
3. Classificar funções como primárias/secundárias e priorização (custo relativo): coleta de todos os dados e informações disponíveis, as funções devem ser estabelecidas e definidas, avaliação de cada função por comparação.
4. Definir um padrão/check list de custos: com a ajuda da ferramenta “20 Alavancas para a redução de custo”.
5. "Brainstorming de Alternativas" - Redução de custo: determinação de como o custo do produto ou operação poderá ser reduzido para o valor avaliado, por eliminação de funções desnecessárias ou substituição de itens ou operações.
6. Utilizar ferramenta "20 Alavancas" para comparar as alternativas (qualidade): as idéias são analisadas e para cada uma escreve-se a resposta adequada, do que falta para funcionar, e não o porquê de não funcionar. Nesta fase são consideradas alternativas como comprar ou fazer, seleção do processo e do material e problemas de produção.

7. Publicação do plano de ação para a implantação das alternativas escolhidas. Uma sugestão é dividir o projeto em áreas funcionais, facilitando a análise por especialistas. Deve ser feita uma programação para as atividades, considerando-se os tempos e custos envolvidos. Acompanhamento dos resultados e conseqüente ajuste do programa em função do andamento.

A figura 4.4 mostra um digrama de fluxo para um evento de engenharia e análise de valor.



Fonte: Adaptado de Mascitelli (2004).

**Figura 4.4** - Diagrama do fluxo de processo para um AV/EV.

Note que nas etapas 3, 4, 5 e 6 podem ser utilizadas ferramentas citadas anteriormente. A etapa (3) da classificação das funções em primárias e secundárias é extremamente importante, já que de acordo com alguns estudos, os maiores potenciais de

redução de custo estão geralmente entre as funções secundárias do produto. Nesta etapa, geralmente classifica-se a função em valor de uso do produto (1 ponto), valor de troca (1 ponto), de raridade (1 ponto), além do custo relativo da função em comparação às outras (1 a 5 pontos) e o potencial de melhoria deste (1 a 5 pontos). Para encontrar o valor de cada função, basta multiplicar os números encontrados, sendo que as funções com as maiores pontuações serão priorizadas em relação às demais. Na etapa (4), a equipe escolhe dentre as 20 alavancas da redução de custo, quais serão consideradas nas comparações das alternativas. Sendo que, na etapa (5) a equipe deve utilizar a imaginação para as alternativas de cada função priorizada. Na etapa (6), a equipe compara as alternativas ou opções de cada função em relação às métricas já definidas na etapa (4).

#### **4.2.6 Ferramenta “Processo das 7 Alternativas”**

A ferramenta (14) conhecida como Processo das 7 alternativas ou 3P (Preparação do Processo de Produção) deve ser executada simultaneamente com a engenharia de valor, que é focalizada no projeto de produto. Trata-se de um método para desenhar processos de produção enxutos, a fim de obter soluções aos problemas de fluxo de criação do valor na produção. Criam-se processos naturalmente enxutos, ou seja, que não apresentam limitações ao fluxo e ao sistema de puxar a produção (MASCITELLI, 2004).

A ferramenta pode ser aplicada para (a) novos produtos, (b) mudanças de projetos, (c) mudanças significativas na demanda ou (d) quando houver realocação de processos. Alguns dos benefícios desta ferramenta são citados a seguir:

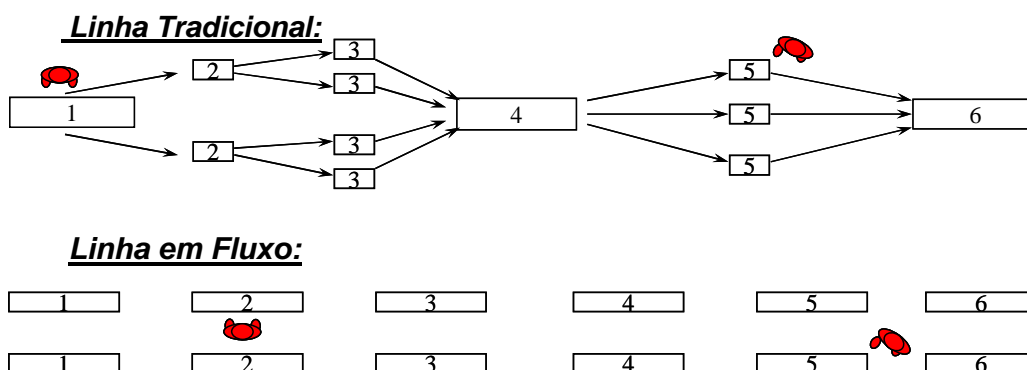
- i. Garantir que a qualidade seja criada no projeto e nos processos produtivos;
- ii. Os produtos são projetados visando à facilidade da manufatura usando princípios do JIT (Just in Time) como One Piece Flow (Peça-a-Peça), Takt-time (Velocidade com que o cliente compra uma peça) e Sistema Puxado (Produção mediante demanda do cliente);
- iii. Os projetos de processos de manufatura consideram a instalação de dispositivos a prova de erro (poka-yoke);
- iv. Garantir a capacidade na busca do Takt-Time com a utilização mínima de recursos: material, operadores envolvidos no processo, espaço, capital de investimento, WIP (material em processo), entre outros.

As etapas de aplicação desta ferramenta são:

1) Na primeira etapa o grupo desenha no mínimo 7 alternativas de processamento que venham a facilitar os elementos básicos do sistema: Fluxo contínuo, Produção puxada e Automação (Automação com algumas operações manuais).

A figura 4.5 mostra claramente a diferença entre um sistema tradicional e uma linha em fluxo contínuo. Alguns benefícios da linha “em fluxo” podem ser resumidos a seguir:

- a) Não acumulam peças (WIP) entre operações;
- b) Os operadores podem seguir o processo;
- c) Torna-se possível uma equipe mínima;
- d) O rastreamento para a qualidade do produto torna-se mais claro;
- e) Proporciona aos operadores trabalharem em múltiplas máquinas para vários processos;
- f) A variação do volume de produção é facilmente administrada;
- g) O fluxo de materiais torna-se mais balanceado.



**Figura 4.5-** Demonstrativo da linha tradicional e “em fluxo”.

Estas alternativas são descritas no formulário representado pela figura 4.6 com o intuito de facilitar a descrição de cada uma delas, o que posteriormente facilita a análise. Como pode ser visto, as alternativas são descritas como base nas características: (a) esboço WIP (work in process ou material em processo), (b) método de trabalho, (c) se existe um padrão de trabalho, (d) ferramenta (flexível, intercambiável, entre outros), (e) local (espaço físico, layout) e (f) máquina (processo, alimentação, parada e descarregamento automáticos) .

<b>Código Produto:</b>	<b>Data:</b>
<b>Etapa Processo:</b>	

Alternativas de Processos							
	1	2	3	4	5	6	7
<b>1- Esboço WIP</b>							
<b>2- Método</b>							
<b>3- Padrão</b>							
<b>4- Ferramenta</b>							
<b>5- Local</b>							
<b>6- Máquina</b>							

Fonte: Adaptado de Mascitelli (2004).

**Figura 4.6** - Planilha das 7 Alternativas de Processo.

2) Os processos alternativos são então postos sob avaliação de 22 quesitos, ou quantos forem escolhidos pelo grupo, de um sistema enxuto avançado. Cada alternativa de processo recebe uma nota em cada quesito, enumerado no quadro 4.3. As três melhores alternativas, segundo a pontuação total recebida do grupo, passam para a etapa da simulação.

**Quadro 4.3** – Critérios potenciais usados no formulário de avaliação das 7 Alternativas de Processo.

Critérios potenciais	
1. Buscar o tempo 'Takt';	12. Custo direcionado;
2. 'One Piece Flow';	13. 3D [Perigoso (dangerous), Sujo (dirty), Difícil (difficult)];
3. Envolvimento do Operador;	14. Mais simples possível;
4. Hanedashi (auto-descarregamento);	15. Equipamento prontamente disponível;
5. Chaku-Chaku (auto-carregamento);	16. Capabilidade de processo para atingir 8 Sigma;
6. Poka-Yoke (a prova de erros);	17. Processo conhecido (dominado);
7. Capital Mínimo;	18. Futuros desafios;
8. Calibração 100%;	19. Manutenção das máquinas;
9. Operação de Valor Agregado;	20. Tecnologia familiar (conhecida);
10. Setup rápido;	21. Jidoka;
11. Ferramenta sem Manutenção;	22. Tempos curtos de desenvolvimento.

Fonte: Adaptado de Mascitelli (2004).

Os quesitos analisados são colocados no formulário da figura 4.7, assim como a relação de importância entre eles. Os valores dos “pesos” que recebem são multiplicados pelas notas recebidas na avaliação.

**Avaliação**  
**7 Alternativas de Processo**

Etapa Processo:		Data:						
Avaliador:								
Critério	Relação de Importância	1	2	3	4	5	6	7
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
Pesos Totais								
Avaliação Total do Processo								

Avaliação:    10 - Alta            5 - Média            0 - Baixa

Fonte: Adaptado de Mascitelli (2004).

**Figura 4.7** – Tabela da Avaliação das 7 Alternativas de Processo.

3) Na simulação, muito diferente dos processos ocidentais, que utilizam softwares ou a virtualidade, o grupo deve aproximar-se do mundo físico e realizar simulações em escala real. O melhor processo a ser escolhido será aquele cujo conceito foi devidamente simulado e revelou-se mais próximo ao atendimento pleno dos quesitos do sistema, além do que, obteve desempenho superior aos outros conceitos dos processos simulados.

A definição dos equipamentos é uma consequência do conceito desenvolvido e é escolhida na simulação. Antes da escolha máquina, a atenção deve estar voltada à posição do produto, movimentos relativos entre produto e ferramentas utilizadas, formas de carga e descarga, agentes físicos empregados e superfícies (TORRES JUNIOR, 2007).

A definição da máquina como sendo a última etapa no 3P é daquelas sutilezas do Sistema Toyota. Ou seja, a idéia da ferramenta e equipamentos que serão utilizados no processo de tamanho certo, combatendo-se a tendência pelo mais veloz, mais atual e mais eficiente, mas através da busca de processos naturalmente enxutos com a velocidade e os padrões que atendam à demanda. Empresas praticantes do 3P divulgam economias de 30 a 50% em investimentos de capital e de 20 a 40% nos custos de manufatura (TORRES JUNIOR, 2007).

### 4.3 Seis Sigma

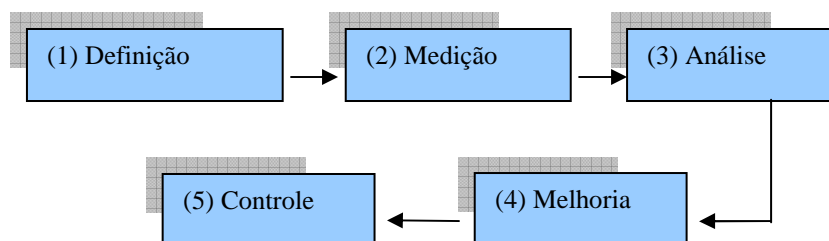
A ferramenta Seis Sigma foi desenvolvida pela Motorola na década de 80 com o intuito de reduzir as falhas em seus produtos eletrônicos manufaturados. O programa foi elaborado com o desafio do "desempenho livre de defeitos", e tinha como principais objetivos o aprimoramento da confiabilidade do produto final e redução de sucata. Seis Sigma é uma estratégia gerencial de mudanças para acelerar o aprimoramento em processos, produtos e serviços. O termo "Sigma" (sigma é a 18ª letra do alfabeto grego) mede a capacidade do processo em trabalhar sem produtos com falhas e Seis Sigma significa redução da variação no resultado entregue aos clientes, em uma taxa de 3,4 falhas por milhão ou 99,99966% de perfeição (SILVA & JUNIOR, 2005).

Esta abordagem pode trazer uma série de benefícios como (a) o cálculo do custo da não-qualidade, (b) análise de capacidade de um processo, (c) relação e conseqüências de determinadas características do processo com outras através da ferramentas DOE ou *Design of Experiments*, (d) aumento de qualidade e (e) aumento de produtividade.

Algumas ferramentas Seis Sigma que contribuirão com este trabalho foram selecionadas, como a (a) DMAIC na qual inclui (b) a capacidade do processo e (c) MSA ou análise dos sistemas de medição que serão estudadas nas seções a seguir. Geralmente estas ferramentas são mais utilizadas nas fases de Projeto Detalhado e Preparação Produção do PDP (figura 2.1 do Capítulo 2).

#### 4.3.1 DMAIC (Defina, Meça, Analise, Melhore, Controle)

DMAIC é um modelo de melhoria ou resolução de problemas sendo aplicável a qualquer processo ou projeto. Está baseado amplamente no uso de ferramental estatístico, integrando várias ferramentas tradicionais de controle da qualidade em cinco fases bem definidas de acordo com a figura 4.8 e descritas a seguir:



Fonte: Criada a partir de SEIS SIGMA, 2005.

**Figura 4.8** – Fases do DMAIC.



1. Definição: são escolhidos processos chaves que afetam muito as expectativas do consumidor e cujos desempenhos podem comprometer profundamente o alcance das metas estratégicas. São identificadas etapas deste processo, qual é o produto deste processo, quem é o cliente e quais suas expectativas.
2. Medição: execução do mapa de processo, elaboração da matriz de causa e efeito. São escolhidos os processos a serem melhorados, avalia-se a habilidade dos processos atuais em fornecer os produtos de acordo com as exigências. Ao final desta fase, tem-se uma etapa crítica do processo e uma seleção de variáveis do processo a serem melhor analisadas.
3. Análise: os dados atuais do processo são analisados para se determinar o desempenho e a capacidade do mesmo. São identificadas as causas raízes de defeitos e seus impactos.
4. Melhoria: são desenvolvidas soluções para intervir no processo para reduzir significativamente os níveis de defeitos.
5. Controle: controle estatístico do processo através de medições e monitoramento para manter as melhorias no desempenho (SEIS SIGMA, 2005).

As ferramentas de qualidade que podem ser utilizadas no decorrer do modelo DMAIC são: QFD (Desdobramento da Função Qualidade), matriz de causa e efeito, MSA (Análise do Sistema de Medição), mapa de processo, sete velhas ferramentas da qualidade, teste de hipótese e aderência, ANOVA e análise multivariada, FMEA (Análise dos Modos e Efeitos de Falha), DOE (Projeto de Experimentos), estudos de capacidade, CEP (Controle Estatístico de Processo), planos de controle e poka yoke (mecanismo de prevenção de falhas).

A metodologia DMAIC não indica uma possível retroalimentação, de modo que um projeto bem aplicado não deve, de nenhuma maneira, retornar às fases anteriores. Se o resultado financeiro do projeto não for atingido ou se o número de defeitos crescer novamente, é porque não houve uma correta priorização das variáveis de entrada.

A melhoria contínua não é feita revisando projetos já concluídos, mas aplicando a metodologia DMAIC para outros projetos ligados ao mesmo processo. Um outro projeto trabalhará com as outras variáveis não melhoradas no projeto anterior para buscar reduzir ainda mais a taxa de defeitos. Conseqüentemente, um processo pode não atingir performance Seis Sigma com um único projeto, demandando sucessivos projetos até que todas as variáveis sejam contempladas (SEIS SIGMA, 2005).

### 4.3.2 Capacidade do Processo

Capacidade de um processo representa o melhor desempenho de um processo quando ele está operando sob controle estatístico. Um processo sob controle estatístico pode ser descrito por uma distribuição, e a proporção de itens fora do especificado pode ser estimada a partir desta. Enquanto o processo permanecer sob controle estatístico, ele continuará a produzir a mesma proporção de itens fora de especificação. Para isto, ações gerenciais são necessárias para reduzir a variabilidade devido às causas comuns (SEIS SIGMA, 2005).

Assim, a capacidade do processo é a comparação da dispersão do processo com os limites de especificação sob condições de estabilidade estatística. Mas a capacidade do processo não pode ser determinada diretamente da carta de controle. As especificações não são desenhadas na carta de controle. Também não se compara a média do processo e os limites de controle com os limites de especificação. Os limites de especificação são comparados com os valores individuais dos itens produzidos pelo processo, não com as médias amostrais.

Um processo que está sob controle estatístico não é estável. Mas um processo estável pode estar produzindo consistentemente itens defeituosos. É necessário determinar a capacidade do processo para se estabelecer se o processo pode atender as especificações. Isso é válido se o processo está sob controle estatístico (SEIS SIGMA, 2005).

### 4.3.3 MSA ou Análise dos Sistemas de Medição

Uma definição operacional é um procedimento que atribui um significado comunicável a um conceito através da especificação de como o conceito é aplicado dentro de um conjunto específico de circunstâncias. De outra forma, uma definição operacional é uma descrição precisa de o que algo é e de como se obtém um valor para este algo que estamos tentando medir, ou seja, de como medi-lo (SEIS SIGMA, 2005).

Para se desenvolver uma definição operacional, deverão ser feitas considerações quanto (a) à definição do conceito ou objeto, (b) ao procedimento para coleta de dados, (c) a um método de medição ou teste e (d) a um conjunto de critérios para avaliação.

A primeira atividade a ser feita a fim de obter a definição operacional de um conceito é definir um teste ou uma medição em relação a este conceito. Para características

físicas, como a porcentagem de gordura, viscosidade e dureza, podem ser necessários especialistas, como um químico analítico, ou um metalurgista, que definem os testes. Para um conceito como horário de entrega, a medição pode ser definida simplesmente pela determinação de quando o relógio começa e quando ele pára e um procedimento para registro dos horários de início e fim (SEIS SIGMA, 2005).

Os processos de medição transformam as características de qualidade de um produto ou processo em valores para obtenção de informações e tomada de decisões. Portanto, qualquer valor em termos de uma característica é afetado por variações no próprio processo e também pelo processo de medição adotado.

Sistemas de medição contêm unidades padrão de medidas, como metro para comprimento, horas ou segundos para tempo e cedo ou tarde também para tempo, além de procedimentos para produzir valores em termos destas unidades, como os instrumentos físicos cromatógrafo, paquímetro e voltímetro.

As fontes de variação atuando em um sistema de medição podem ser divididas, em geral, em duas:

- a) Repetibilidade: variação nas medidas obtidas pelo mesmo operador em um mesmo item, no mesmo período de tempo e utilizando o mesmo instrumento de medição;
- b) Reprodutibilidade: variação nas medidas obtidas sob condições diferentes de controle como diferentes operadores, diferentes instrumentos ou até mesmo diferentes laboratórios. No entanto, geralmente é utilizada somente a variação dos diferentes operadores em experimentos para estudo da reprodutibilidade. Desta maneira, os diferentes operadores usam o mesmo dispositivo e medem a mesma característica nos mesmos itens (SEIS SIGMA, 2005).

#### **4.4 Considerações**

Como pode ser visto no quadro 4.1 na seção 4.2, as ferramentas Seis Sigma podem ser utilizadas nas fases de (B) Projeto Conceitual, (C) Validação do Conceito, (D) Projeto Detalhado, (E) Qualificação e Lote Piloto e (F) Início da Produção.

Visto que DMAIC é um modelo de melhoria ou resolução de problemas, sendo aplicável a qualquer processo ou projeto, pode ser aplicado em quaisquer das fases de

desenvolvimento Lean Design descritas acima. Ou seja, problemas podem ser encontrados em qualquer fase e recomenda-se este modelo para a resolução do mesmo.

Para exemplificar melhor, supõe-se que na fase de Qualificação e Lote Piloto, o líder de projeto depara-se com um produto, que é composto por dois itens que sofrem interferência mecânica, fora da tolerância dimensional permitida pelo processo de produção e pelo projeto do produto. Primeiramente, pode-se concluir que a aplicação das ferramentas de MSA e Capacidade do Processo não foram feitas corretamente ou não se contemplaram todos os dimensionais cabíveis no projeto.

No entanto, para que o problema seja resolvido, recomenda-se que o líder utilize a abordagem DMAIC para que a causa do problema seja encontrada e a ação corretiva seja tomada de modo a eliminar o problema. Após, faz-se novamente o MSA e a Capacidade do Processo para que se possa analisar se o problema realmente foi corrigido.

## 5. PDP NAS INDÚSTRIAS DE LINHA BRANCA E AUTOMOTIVA

### 5.1 Caracterização da Indústria de Linha Branca

A indústria de eletrodomésticos de linha branca é composta pelos bens de consumo duráveis, denominados por eletrodomésticos não-portáteis, como refrigeradores, *freezers*, lavadoras de roupa, secadoras, fogões, fornos de microondas, condicionadores de ar e lava-louças.

A década de 80 foi um período de transformações para as empresas deste setor, devido, principalmente, à abertura comercial iniciada pelo governo Collor, que permitiu a entrada de produtos importados no mercado brasileiro. Empresas multinacionais, que queriam garantir presença neste mercado, firmaram *joint-ventures* ou adquiriram empresas nacionais (MARTINEZ E RACHID, 2005).

A nova configuração da economia trouxe com a globalização a busca por novos mercados, principalmente na América Latina, Leste Europeu e Sudeste Asiático, tornando-se estes os novos investimentos das multinacionais.

Martinez e Rachid (2005) citam que a indústria de linha branca no Brasil foi marcada pelo processo de internacionalização e concentração. As empresas de capital nacional existentes na época foram sendo gradativamente incorporadas por empresas de capital estrangeiro. Este fato intensificou o processo de reestruturação nas fábricas instaladas, com compra de novos equipamentos, métodos de gestão, adoção de ferramentas relacionadas à qualidade, ao planejamento e controle da produção e à organização do trabalho, entre outras áreas de gestão.

O quadro 5.1 mostra a mudança ocorrida no setor de linha branca em meados dos anos 90. O setor antes constituído por grandes empresas nacionais, aos poucos, por meio de fusões e aquisições, começa a modificar-se, e cada vez mais os grandes grupos estrangeiros expandem as atividades no país.

**Quadro 5.1-** Perfil do setor de linha branca.

<b>Empresas</b>	<b>Parceiras</b>	<b>Início</b>	<b>Produtos</b>
Multibrás	Whirlpool (americana)	1997	Linha Branca
Refripar	Electrolux (sueca)	1994	Linha Branca
Continental	<i>Bosch – Siemens</i> (alemã)	1994	Fogões
Dako	<i>General Electric</i> (americana)	1996	Fogões
CCE	<i>Samsung/ Daewoo/Merloni</i>	1995 1997	Máquinas de lavar, Geladeiras
Enxuta	<i>Candy/Samsung/LG/ Daewoo</i>	1997	Máquinas de lavar, Secadoras

Fonte: Isto é Dinheiro (2002).

Entre 1990 e 1992, o Brasil sofreu uma contração econômica, acompanhada por uma grande queda das vendas industriais de produtos de linha branca. A posterior recuperação econômica, principalmente após a concretização do Plano Real, permitiu o alcance de elevadas taxas de crescimento anuais do consumo de linha branca, devido, principalmente, à estabilização da inflação e à queda dos juros, o que contribuiu para (a) o aquecimento da demanda, (b) o aumento das vendas a prazo e (c) a mudança do perfil dos consumidores, com maior peso das classes de renda baixa (CUNHA, 2003). O quadro 5.2 resume os principais fatos das décadas de 70, 80 e 90 em termos de estratégias das empresas dentro do setor de linha branca.

**Quadro 5.2** – Resumo da Estratégia das Empresas na Linha Branca.

	Década de 1970	Década de 1980	Década de 1990
Estratégia das Empresas	Aquisições de empresas do setor e do segmento de compressores por um dos principais grupos nacionais.	Realização de mais aquisições de empresas do setor pelos principais grupos nacionais.	Aquisições das principais empresas nacionais por grandes conglomerados estrangeiros.
	Diversificação setorial através de aquisições de empresas não pertencentes ao setor e diversificação intra-setorial com a segmentação do mercado.	Continuação da diversificação setorial através de aquisições de empresas não pertencentes ao setor e da diversificação intra-setorial com a segmentação do mercado por faixas de renda.	Especialização setorial através da concentração na produção de todo o espectro de eletrodomésticos e continuação da diversificação intra-setorial com a segmentação do mercado.
	Relativa estabilidade tecnológica em relação a produto e processo.	Início da reestruturação produtiva das principais empresas do setor: inauguração de novas unidades produtivas com tecnologia moderna e aquisição de equipamentos para modernização de unidades produtivas já existentes.	Intensificação da reestruturação produtiva das principais empresas do setor: fechamento de unidades produtivas com tecnologia tradicional e inauguração de novas unidades com tecnologia moderna. Investimentos em programas de qualidade e produtividade.

Fonte: Gitahy, Cunha e Rachid, 1997.

Em 1995, o Brasil passa a ocupar a quinta posição no comércio internacional de eletrodomésticos de linha branca e, no ano seguinte, as principais empresas da indústria mundial de eletrodomésticos de linha branca do mundo passam a ocupar a primeira (*Whirlpool*) e a segunda posição (*Electrolux*) no mercado brasileiro, sendo as líderes de vendas no país (ROTTA, 2004).

No início desta década, essa indústria era caracterizada por poucas empresas de grande porte. Como mostra o quadro 5.3, as dez maiores empresas do mundo apresentaram um faturamento de US\$ 43.758 milhões em 2001 (CUNHA, 2003).

Os três principais produtores norte-americanos, Whirlpool, General Electric e Maytag, foram responsáveis por cerca de 40% do faturamento total do conjunto das dez

maiores empresas de linha branca, sendo a Whirlpool responsável por 23,6% deste faturamento. As cinco primeiras empresas representam aproximadamente 78,5% deste faturamento (MARTINEZ E RACHID, 2005).

**Quadro 5.3** - Principais empresas da indústria mundial de linha branca (2001).

<b>Empresa</b>	<b>País de origem</b>	<b>Faturamento (US\$ milhões)</b>
Whirlpool	EUA	10.343,00
Electrolux	Suécia	8.900,00
General Electric	EUA	5.810,00
Bosch-Siemens	Alemanha	4.850,00
Haier	China	4.500,00
Maytag	EUA	4.100,00
Merloni	Itália	1.764,00
Miele	Alemanha	1.477,00
Elco Brandt	França	1.029,00
Liebherr	Alemanha	985,00
Total		43.758,00

Fonte: World Appliance Companies (2001) citado por Cunha (2003).

Cunha (2003) cita que, este processo de desnacionalização da indústria brasileira de linha branca, foi acompanhado por mudanças significativas nas estratégias das empresas, já que os direcionadores de produção, como larga escala, redução de custos, adoção de programas de reestruturação, especialização setorial e diversificação intra-setorial, são praticamente uma reprodução interna das estratégias adotadas pelas principais empresas líderes mundiais. Além disto, tiveram ainda os programas de reestruturação por parte das montadoras brasileiras, estendidos aos demais níveis da cadeia de suprimentos.

A entrada dos grandes fabricantes mundiais de linha branca no mercado brasileiro e, conseqüentemente, o acirramento da concorrência, têm contribuído para intensificar a pressão das montadoras no sentido da formalização do sistema de qualidade de seus fornecedores, bem como exigências por redução de custos. Isto tem se traduzido na implantação de programas de avaliação, desenvolvimento e qualificação destes fornecedores (CUNHA, 2003).

De acordo com Rachid *et al* (2006), a entrada de fabricantes transnacionais na indústria brasileira de linha branca colaborou para intensificar o processo de reestruturação de suas principais empresas, além da introdução de diferentes métodos de gestão da produção, já utilizados pelas matrizes destas empresas e por suas subsidiárias em diversos países. Muitos destes métodos são associados ao modelo de “produção enxuta”.

Cunha (2003) cita que, dentre outras, esta mudança estratégica gerou as seguintes inovações na gestão e na organização da produção e do trabalho: (a) a intensificação

do desenvolvimento de novos produtos, (b) a flexibilização das linhas de produção, por permitir a montagem de modelos diferentes de um mesmo produto ou de distintos produtos no mesmo espaço físico e (c) a utilização de novas ferramentas para controle da qualidade na produção.

O mercado brasileiro de linha branca tem crescido em média 7% nos últimos anos, sendo que a produção de 2002 em relação a 2001 teve um aumento de 9,3%. Em 2005, encerrou o ano com crescimento estimado de 14,79 %. Os produtos que mais registraram crescimento foram as lavadoras automáticas (5,69 % acima de 2004) e secadoras de roupas (aumento de 8,87 %). Já os refrigeradores encerraram o ano em patamar 0,77% superior ao do ano passado, enquanto as vendas de fogões cresceram 2% (ELETROS, 2006).

No ano de 2005, foram produzidos 4.350.000 unidades de fogões contra 3.600.000 unidades de lavadoras (automáticas e semi-automáticas), como pode ser visto na tabela 5.1.

**Tabela 5.1-** Volume correspondente a cada eletrodoméstico.

<b>CATEGORIA</b>	<b>VOLUME (000)</b>	<b>% VOLUME</b>
<i>Fogões</i>	4.350	30,8%
<i>Geladeiras</i>	3.400	24,0%
<i>Lavadoras Semi-Automáticas</i>	2.300	16,3%
<i>Lavadoras Automáticas</i>	1.300	9,2%
<i>Fornos Microondas</i>	850	6,0%
<i>Condicionadores de Ar</i>	800	5,7%
<i>Depuradores de Ar</i>	450	3,2%
<i>Freezers Horizontais</i>	275	1,9%
<i>Freezers Verticais</i>	200	1,4%
<i>Lavalouças</i>	45	0,3%
<i>Coifas</i>	100	0,7%
<i>Secadora de Roupas</i>	35	0,2%
<i>CookTops e Fornos de Parede</i>	35	0,2%
<b>TOTAL</b>	<b>14.140</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Fabricantes / ELETROS / ShoppingBrasil *apud* Mascarenhas, 2005.

Com relação aos estágios de inovação de produto e de processo, descreve-se que a indústria mundial de linha branca encontra-se em um estágio tecnológico caracterizado pela existência de inovações incrementais de produto e processo. As inovações de produtos podem ser exemplificadas pela (a) introdução de novas características nos aparelhos, (b) combinação de aparelhos, (c) utilização de componentes recicláveis e (d) diversificação dos acabamentos e introdução de novas cores. Já as inovações de processo podem ser exemplificadas pela (a) utilização de plataforma comum para diferentes produtos, (b)



padronização de componentes utilizados em diferentes produtos e (c) incorporação de técnicas de reciclagem (CUNHA, 2003).

Por último, as barreiras de entrada mais fortes neste setor da economia são (a) a capacidade ociosa, (b) a baixa lucratividade do setor, (c) a economia de escopo (alavancagem nas negociações comerciais, distribuição e logísticas) e (d) as marcas fortes e já estabelecidas que dão aval de qualidade percebida aos produtos vendidos (MASCARENHAS, 2005).

## 5.2 PDP na Indústria de Linha Branca

O desenvolvimento de produtos da indústria de linha branca pode ser caracterizado por empresas de dois segmentos: médio porte, que têm o foco somente nos consumidores de baixa renda, e grande porte, que possuem foco tanto no segmento de baixa renda quanto no segmento de renda alta.

A tabela 5.2 apresenta os dados de penetração de diversos eletrodomésticos nos domicílios brasileiros de acordo com as classes sociais.

**Tabela 5.2** - Penetração de eletrodomésticos por classe social no Brasil.

<b>Eletrodoméstico</b>	<b>Classe E</b>	<b>Classe D</b>	<b>Classe C</b>	<b>Classe B</b>	<b>Classe A</b>
Geladeira ou Freezer	55%	80%	95%	99%	100%
Máquina de lavar roupa	7%	16%	40%	70%	85%
Forno de microondas	2%	6%	20%	50%	72%
Aparelho de ar condicionado	1%	2%	6%	20%	34%

Fonte: IBGE, 2004 *apud* Zancul, 2004.

Na posterior recuperação econômica do período 1994-1996, principalmente após a adoção do Plano Real, as grandes indústrias brasileiras de linha branca começaram a seguir tendências externas, como o desenvolvimento constante de novos produtos e inovações, as alterações estéticas guiadas pela moda e pelos hábitos de consumo, além do uso de novas tecnologias e materiais. Em contrapartida, as empresas menores de linha branca tentaram seguir as líderes, através do investimento em pesquisa de mercado, desenvolvimento de produtos a partir da segmentação dos grupos de consumidores, modernização da planta industrial e redução dos custos de produção (MARTINS, 2000).

### 5.2.1 Descrição do PDP em indústria de médio porte

Desenvolver novos produtos e modelos de negócios para segmentos populares é uma considerável oportunidade de crescimento e também um grande desafio para empresas estrangeiras multinacionais e para as empresas brasileiras. Este grupo de consumidores tem um poder de compra coletivo expressivo (ZANCUL *et al*, 2004).

Para se ter uma idéia do potencial de consumo de países emergentes e suas respectivas classes populares, D'Andrea, Stengel e Goebel-Krstelj (2004) *apud* Zancul *et al* (2004) estimam que o mercado de bens de consumo para os 250 milhões de consumidores de baixa renda na América Latina seja de aproximadamente US\$ 120 bilhões ao ano.

Zancul (2005) cita que o PDP no mercado popular, deve preservar algumas características de produtos e de processos que são essenciais para a manutenção do mercado consumidor. Dentre outras, as seguintes características de **produto** devem ser seguidas:

- a) Inovações para redução de preços: redução de atributos e a substituição de materiais caros por mais baratos;
- b) Produtos com alta qualidade: qualidade dos produtos não pode ser negligenciada apesar do baixo preço de venda;
- c) Produtos robustos para enfrentar condições mais severas: os produtos populares precisam ser projetados considerando que os clientes muitas vezes submetem os produtos a condições de uso diferenciadas, como uso mais intenso (as famílias são maiores) e operação adversa (ruas com buracos, exposição a intempéries, entre outros fatores);
- d) Produtos bonitos e que atribuem status: importância à beleza e ao status atribuído pelos produtos;
- e) Produtos fáceis de operar: a facilidade de operação aumenta a satisfação dos usuários e minimiza o potencial de quebras por uso inadequado;
- f) Inovação em embalagens: adequar a exposição do produto ao mercado consumidor e reduzir custos.

Já as características de **processo** podem exemplificadas com:

- a) Equipamentos modernos e com alta tecnologia: equipamentos novos proporcionam maior produtividade e menores custos;

- b) Redução do número de fornecedores e utilização de matéria-prima nacional: trata-se de medidas tradicionais utilizadas nas empresas para reduzir o custo de suprimentos;
- c) Inovação em processos com foco em redução de custos: a inovação em processo pode levar à redução significativa de custo.

A caracterização do desenvolvimento de produtos em empresas de médio porte é descrita abaixo através do estudo de caso apresentado em Zancul *et al* (2004) de uma empresa de linha branca de médio porte cujo principal produto é a lavadora semi-automática.

A seleção e a priorização dos novos projetos são geralmente realizadas pela alta gerência da companhia, que domina tecnicamente a tecnologia utilizada nos produtos e tem ampla visão do mercado de atuação. Ou seja, como a empresa é de médio porte, a alta gerência consegue ocupar-se com a parte técnica, fazendo com que seja possível que a seleção dos projetos seja realizada por ela.

Após a definição de um novo desenvolvimento, o projeto passa a ser gerenciado por um comitê de marketing, que é composto por representantes da diretoria, engenharia de produtos, produção e fornecedores. Duas empresas são contratadas para dar suporte de marketing e para realizar o design dos novos produtos. Os relatos dos entrevistados evidenciam que a empresa busca uma integração forte com os fornecedores ao longo do projeto de desenvolvimento.

Ainda em Zancul *et al* (2004), o pessoal envolvido no projeto atua em fases pré-determinadas comuns a praticamente todos os projetos de desenvolvimento. A coordenação dos trabalhos no dia-a-dia fica a cargo de um gerente da área de engenharia de produto.

Ao longo da execução do projeto são construídos até quatro protótipos, sendo no máximo três maquetes e um modelo funcional, que contempla a carcaça, motor e todos os outros componentes responsáveis pelo funcionamento do produto. As maquetes são utilizadas na avaliação da estética, cores, grafismo, volume e ergonomia, e após a aprovação desta, é construído um modelo funcional, responsável pelos testes de funcionamento e de transporte.

Zancul *et al* (2004) citam que a alta administração acompanha o desenvolvimento por meio de reuniões mensais do comitê de marketing, mas como a empresa é de médio porte, o acompanhamento informal também ocorre de maneira mais freqüente. O quadro 5.4 apresenta os principais elementos de gestão do processo de desenvolvimento de produtos identificados na empresa.

Em geral, aproximadamente doze meses são necessários entre a concepção de uma nova plataforma de produtos e o seu lançamento no mercado. No caso de produtos derivados e renovações de linhas existentes, o desenvolvimento leva em média seis meses.

**Quadro 5.4** - Características mais relevantes do desenvolvimento de produtos em empresas de médio porte.

Elementos básicos do modelo de desenvolvimento de produtos utilizado na empresa	Elementos do PDP conforme figura 2.1	Características na empresa
Definição do Projeto	(i) Projeto Informacional	Alta administração define os novos conceitos e prioriza os projetos.
Organização e Staffing	(ii) Projeto Conceitual	Organização predominantemente funcional envolvendo ainda dois fornecedores.
Gerenciamento e Liderança	NA	A coordenação dos trabalhos no dia-a-dia é realizada por um gerente da área de engenharia de produto. Fases pré-determinadas comuns a praticamente todos os projetos de desenvolvimento.
Solução de Problemas, Teste e Prototipagem	(iii) Projeto Detalhado	O fornecedor de serviços de marketing apresenta os atributos mais valorizados pelos clientes identificados em pesquisa <i>focus-group</i> . Três maquetes utilizadas na avaliação da estética, cores, grafismo, volume e ergonomia. Modelo funcional utilizado em testes de funcionamento e de transporte.
Revisão e Controle	(iv) Preparação Produção	Reuniões mensais do comitê de marketing e revisões informais freqüentes.
Correções em Curso	(iv) Preparação Produção	Projeto pode voltar para fase anterior.

Fonte: Adaptado de ZANCUL *et al*, 2004.

Sendo assim, Zancul *et al* (2004) identificaram duas características fortes na gestão do desenvolvimento de produtos de bens populares. A primeira delas é a utilização intensiva do conceito de plataforma de produtos, compartilhando diversos componentes entre os seus modelos, o que permite ganhos de escala e maior utilização de ativos. A segunda característica identificada é a terceirização de atividades de desenvolvimento para fornecedores, com a contratação de um escritório especializado em design que participa ativamente do desenvolvimento, evitando o aumento da base de custos fixos da empresa.

### 5.2.2 Descrição do PDP em indústria de grande porte

O desenvolvimento de produtos para uma empresa de grande porte da linha branca pode ser exemplificado através dos casos descritos abaixo, (i) de Ferigotti (2007), que cita o desenvolvimento de produtos na Electrolux do Brasil, (ii) do estudo de Aguiar (2004) que cita a questão da qualidade e usabilidade dentro do PDP e, por último, (iii) de Sousa (2007), que cita a integração entre o fornecedor e a montadora da linha branca dentro do desenvolvimento de produtos.

Com relação ao estudo de Ferigotti (2007), a acumulação de competências na empresa evoluiu rapidamente a partir de 1996. Investimentos em equipamentos e *softwares* especializados foram deslocados para as áreas de engenharia de desenvolvimento de produto e demais áreas voltadas à tecnologia. A gestão da Electrolux promoveu a integração das atividades de processos, organização da produção e atividades de produto, através do desenvolvimento de produtos integrado a processos, com vistas a lançamento de produtos inovadores. A integração é a associação que as empresas podem explorar sinergicamente por meio da base de conhecimento especializado, localizado em divisões diferentes. O projeto piloto para o desenvolvimento de produto integrado às atividades de processos, foi o primeiro refrigerador que dispensa o descongelamento, cuja experiência positiva foi gradativamente compartilhada com as demais subsidiárias do grupo.

Em 1998, houve drástica redução do tempo para desenvolvimento de novos produtos através da utilização contínua de experimentação, simulação e prototipagem, veículos importantes para a discussão compartilhada de problemas e para a integração interfuncional, conforme estudos de Wheelwright e Clark (1992). A subsidiária brasileira intensificou o compartilhamento do conhecimento tácito na atividade de produto com outras empresas do grupo. Adicionalmente, alguns mecanismos de conversão passaram a ser contínuos, aumentando a sua intensidade. Os programas de treinamento e desenvolvimento com especialistas da empresa foram intensificados, já que parte das atividades inovadoras está associada a aprimoramentos incrementais em áreas de operação, engenharia e projeto de processos e produtos. Houve maior integração dos sistemas operacionais e corporativos na empresa brasileira e nas outras subsidiárias da Electrolux (FERIGOTTI, 2007).

Por fim, ainda segundo o estudo de Ferigotti (2007), algumas ações feitas na reestruturação do desenvolvimento de produtos da Electrolux foram: (a) projetos globais para padronização de plataformas de produtos de linha branca, (b) desenvolvimento e design integrando IDC Europa, IDC Austrália, IDC EUA, IDC China, IDS, (c) Database de características de projeto IDC Brasil e P&D Itália, (d) sistemas de integração para design e desenvolvimento e, (e) capacitação em alguns grupos de foco e clínica com consumidores.

Abaixo é descrito o estudo de caso de Aguiar (2004), que estuda o desenvolvimento de produtos da Whirlpool S.A. relativo à questão da qualidade e usabilidade. A questão da qualidade do projeto do produto é discutida por CONSALTER (1996) *apud* Aguiar (2004), ao afirmar que a vantagem competitiva está em detalhes qualitativos do produto e do processo de projeto, embasados em uma série de procedimentos para a busca da qualidade. Desta maneira, sob o ponto de vista da competitividade, a qualidade do projeto do

produto não pode ser vista apenas a partir do resultado de custos ou de características técnicas e funcionais do produto, mas deve ser vista a partir das necessidades globais dos clientes.

Um segmento da indústria em que essa situação está bem evidenciada é o de linha branca, pois com a abertura de mercado, as empresas precisam se ajustar rapidamente à nova realidade, mantendo a qualidade, reduzindo os custos e gerando novas tecnologias.

O estudo de caso de Aguiar (2004) mostrou que a sistematização do desenvolvimento da usabilidade de interface, inserida no ciclo de projeto de produto, é a maneira mais adequada para se minimizar os riscos de gerar soluções equivocadas de interface, além de analisar e validar tardiamente os conceitos das soluções propostas e de colocar no mercado produtos de difícil manuseio, por terem baixa qualidade da usabilidade de interfaces.

A qualidade deve ser incorporada nos primeiros estágios do projeto do produto, ou seja, na fase conceitual, quando os requisitos dos projetos estão sendo discutidos. A importância dessa colocação é evidenciada pelo tempo de lançamento do produto, reduzido em mais de 50% quando os problemas são identificados e resolvidos com certa antecedência, o que conseqüentemente, reduz os tempos de manufatura e de resposta às necessidades do consumidor, gerando competitividade (AGUIAR, 2004).

O desenvolvimento de interfaces com boa usabilidade impactará na satisfação do usuário, já que ele conseguirá atingir plenamente seus objetivos com menos esforços e de uma maneira mais fácil. Como conseqüência, a usabilidade passa a ser um argumento de venda, uma vez que agrega valor ao produto percebido pelo consumidor, conseqüentemente contribuindo de forma positiva para o retorno do investimento para a empresa.

Ainda segundo Aguiar (2004), por outro lado, quando se tem uma interface mal projetada, as conseqüências negativas surgem tanto para o usuário quanto para a empresa. O usuário quando encontra dificuldade para interagir com um produto, tende a resistir à sua utilização, começa a subutilizá-lo, abandoná-lo ou aproxima-se da empresa para tentar buscar soluções para o problema. Muitas vezes, este tipo de aproximação é desgastante para o consumidor, porque nem sempre suas necessidades são compreendidas, podendo chegar a ser uma negociação morosa. Os custos para a empresa neste caso são grandes, pois englobam o custo de atendimento, manutenção do produto e de reprojeção.

O modelo proposto por Aguiar (2004), a sistematização das atividades da usabilidade de interfaces quando inserida no processo de desenvolvimento, deve ser iniciado na fase de mercado e somente encerrar-se na fase de venda, ou seja, nas fases de (2) monitorar mercado e (3) vender da figura 2.2, do capítulo 2, que descreve os processos do PDP. Para

cada fase do projeto, detalhadas entre fases (2) e (3) citadas, há uma atividade prevista para o desenvolvimento da usabilidade de interface, como relacionado no quadro 5.5.

**Quadro 5.5** – Atividades do desenvolvimento da usabilidade de interface dentro do PDP.

<b>Fase</b>	<b>Descrição</b>	<b>Comentário</b>
<b>(a) Fase Mercado</b>	Analisar a atividade do usuário.	
<b>(b) Fase Especificação</b>	Desdobrar e analisar a qualidade exigida (Voz do consumidor), além de elaborar especificação preliminar da interface do produto.	A ferramenta do QFD (Desdobramento da Função Qualidade) auxilia a equipe do projeto na tradução dos desejos dos consumidores expressos em frases, como: “Limpar bem a roupa”, “Fazer todo o Serviço” e “Ter agilidade - processo rápido”.
<b>(c) Fase Conceituação</b>	Gerar propostas de interface do produto, avaliar e selecionar a proposta com o usuário.	Sugere-se que a geração de propostas seja feita com o time de projeto. No caso de lavanderia, é recomendável a participação da área de <i>Marketing</i> , Design Industrial e subsistemas (lavagem, controles, manufatura, usabilidade) responsáveis pelo projeto. Essa atividade é realizada com base na especificação e é guiada pela voz do consumidor.
<b>(d) Fase Detalhamento</b>	Gerar especificação detalhada da interface, avaliar conceito com usuário em protótipos funcionais em laboratório.	O detalhamento do projeto está mais relacionado aos subsistemas e componentes que vão compor o projeto inteiro e será útil para preparar a especificação de projeto do componente (CDS). Cabe ao analista expandir e detalhar a interface do sistema, para que o <i>software</i> e o <i>hardware</i> sejam desenvolvidos. Portanto é gerada uma especificação detalhada com a lógica de funcionamento da interface, como por exemplo: o número de teclas; número de leds indicadores; o número de funções; agrupamento e disposição das funções; a lógica de uso, etc. Em seguida, este documento é entregue ao subsistema responsável pelo projeto da interface física. Após o detalhamento dos subsistemas e componentes e o desenho, obtém-se os primeiros protótipos resultados do projeto.
<b>(e) Fase Manufatura</b>	Avaliar produto com usuário com protótipos funcionais “in loco”: condição real de uso.	Essa etapa inicia-se quando a manufatura começa a liberar os primeiros produtos fabricados para testar a linha de montagem. Essas amostras são enviadas para campo, para residências de usuários que caracterizam o público-alvo. Inicia-se então um processo de avaliação do produto em condições reais de uso. É a atividade, também, conhecida como Teste de Campo, a qual exige uma amostragem representativa para que a mesma possa validar o conceito.
<b>(f) Fase Vendas</b>	Acompanhar desempenho do produto em campo, através da central de atendimento ao consumidor.	

Fonte: Adaptado de Aguiar (2004).

Por último, é descrito o estudo de caso de Sousa (2007), que analisou a integração dos fornecedores no desenvolvimento de produtos em um grande fabricante na indústria de linha branca. A empresa nomeada Alfa é o cliente e Beta é um dos seus principais fornecedores.

A forma de Alfa competir no mercado é por diferenciação. Sendo assim, a montadora requer a introdução de novos modelos de eletrodomésticos com frequência e desempenho superiores ao que o mercado oferece. Como consequência, ela busca o desenvolvimento de novos processos e novas tecnologias que possam auxiliar na melhoria do desempenho de seus produtos e processos, destacando-a perante a concorrência. Nesse sentido, muitos fornecedores se tornam chaves para Alfa, pois eles possuem o *know-how* de produção, cada um em uma área específica.

Ainda segundo Sousa (2007), uma tendência atual é a prática de gestão ESI (Earlier Supplier Involvement) com os fornecedores considerados estratégicos. No relacionamento com o fornecedor para ações de projeto, há a alocação de engenheiros de projeto, processos e qualidade de alguns fornecedores para trabalharem junto com a equipe de projeto de novos produtos de Alfa, visando rápida implantação da solução.

Uma prova disto é o fornecedor Beta que realiza projetos de novos produtos em parceria com seus clientes, muitas vezes até concebendo novos desenvolvimentos para certos clientes. Há um caso em que a participação de Beta no projeto de seu cliente colaborou no aumento do faturamento daquele em cinco vezes, em virtude do sucesso das vendas do produto final.

Sousa (2007) finaliza que, para Alfa, Beta é um fornecedor *black box*. Ou seja, por sua competência, tem a liberdade de criar novos componentes, embora seguindo características de requisitos técnicos informadas por Alfa. No entanto, Beta enquadrou-se nesta categoria somente após atingir algumas exigências, como (a) a adaptação de seus processos para certificação da RoHS, evitando o uso de substâncias nocivas como chumbo, mercúrio, cádmio e cromo hexavalente nos componentes produzidos, além (b) da comprovação da capacidade de processo e de produto. Como resultado deste processo de construção de confiança, elas mantêm intercâmbio de materiais físicos consignados, financeiro com adiantamento de receitas, tecnológico através de ferramental específico para testes e humano, com residentes na montadora.



### 5.3 Comparações dos PDPs entre médio e grande porte na linha branca

São evidentes algumas diferenças para o PDP entre as empresas de médio e de grande porte no setor de linha branca. Enquanto que em empresas de médio porte, a própria alta direção analisa a viabilidade e prioriza os projetos, em empresas de grande porte as funções são tão divididas, que existem algumas pessoas do nível técnico ou de coordenação responsáveis pela mesma função. A mesma relação acontece com a coordenação dos projetos, em virtude possivelmente do número de produtos produzidos. Embora as empresas de médio porte utilizem um recurso da alta direção para realizar funções “técnico-operacionais”, o benefício dá-se no sentido de facilitar a comunicação, a simplicidade e a diminuição da burocracia no processo como um todo.

No entanto, percebe-se também que esta simplicidade pode falhar no sentido de não considerar todos os elementos do processo de desenvolvimento de produtos descritos no PDP, figura 2.1, como visto no quadro 5.4. As indústrias de grande porte possuem mais de um laboratório responsável por testar, às vezes, as mesmas características dos produtos. Mas entendem que seja necessário devido à forte conquista da marca perante o consumidor. O impacto de uma falha de produto nestas indústrias é grandiosamente maior do que nas indústrias de pequeno porte.

Nas indústrias de grande porte, não somente o PDP é contemplado, como são adicionados ainda vários subelementos dentro das etapas descritas: (i) projeto informacional, (ii) projeto conceitual, (iii) projeto detalhado, (iv) preparação produção e (v) lançamento do produto.

Como visto nos estudos de caso, o grande porte considera a necessidade de testar a usabilidade do produto muito mais aprofundado que o médio porte, novamente devido a questão da marca já conquistada. Esta usabilidade é exatamente um subelemento da etapa de (iii) projeto detalhado do PDP, assim como as atividades que a compõem são subdivididas de acordo com o quadro 5.5.

As indústrias de grande porte também suportam e embasam os fornecedores, assim como exigem mais deles com relação à inovação e à questão de redução de custo da matéria-prima.

Vale a pena ressaltar que não identificamos nenhuma citação do APQP nos estudos de caso dos PDPs de linha branca, embora demonstrem PDPs bastante desenvolvidos, principalmente se tratando de indústrias de grande porte.

#### 5.4 Caracterização da Indústria Automotiva

A indústria automobilística foi precursora de ferramentas, técnicas e formas organizacionais que mais tarde foram difundidas em outras indústrias. Aconteceu, por exemplo, quando houve a adoção da produção em massa pela Ford e GM após a primeira guerra mundial e em meados de 1970, quando a Toyota se reergueu na economia através das técnicas da produção enxuta.

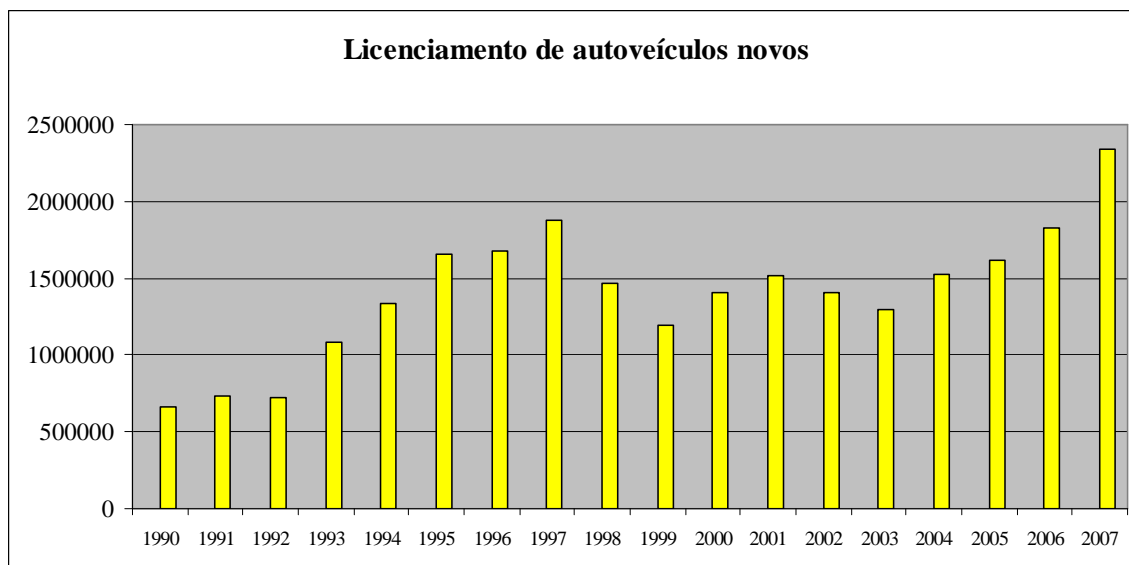
Até meados de 1990, a atenção das montadoras no mercado nacional estava centrada em novos modelos de produção, na redução de custos e nos processos de desenvolvimento de novos produtos, não havendo ainda uma forte preocupação com a concorrência (GRANDE, 2004).

Arbix e Zilbovicius (1997) relataram que, no governo Collor, a situação das montadoras se agravou devido aos seguintes fatores:

- Remoção das barreiras não-tarifárias;
- Redução progressiva de tarifas alfandegárias;
- Privatização das indústrias de base;
- Mudança nas regras comerciais;
- Aumento do custo de insumos básicos fornecidos pelo Estado.

Em meados de 1990, o Brasil viveu uma segunda onda de industrialização que alterou profundamente a base estrutural do setor automotivo (SALERNO et al, 1998). Carraro (2002) apontou que, durante este período, as montadoras já instaladas no país passaram a sofrer a concorrência dos produtos importados e, posteriormente, dos produtos das novas montadoras recém-instaladas no país.

A partir de 1994, a estabilidade econômica trouxe um aumento de investimentos da indústria automotiva no Brasil. Foi justamente neste período que houve o aumento dos licenciamentos anuais de veículos no Brasil, impulsionando ainda mais a economia. Como pode ser visto na figura 5.1, no período de 1992 a 1994, o número de licenciamentos aumentou em 83%. O ano de 2005 fechou com vendas no país superiores a 1600000 unidades e o ano 2007 fechou com vendas superiores a 2300000 unidades.



Fonte: Adaptado de ANFAVEA, 2008.

**Figura 5.1-** Número de Licenciamentos de autoveículos novos no Brasil.

Outro dado interessante é com relação ao número de veículos produzidos em relação ao combustível. Como pode ser visto na tabela 5.3, enquanto até 2002 ainda não se falava de combustível flex, a produção de veículos com combustível flex em 2007 superou as vendas do total de veículos de 2006.

**Tabela 5.3-** Número de Licenciamentos de autoveículos novos no Brasil por combustível.

	Automóveis e Comerciais Leves				Total
	Gasolina	Álcool	Flex	Diesel	
1990	542.855	81.996	--	36.486	661.337
1991	546.258	150.982	--	35.204	732.444
1992	498.927	195.503	--	30.221	724.651
1993	764.598	264.235	--	52.553	1.081.386
1994	1.127.485	141.834	--	61.140	1.330.459
1995	1.557.674	40.706	--	53.898	1.652.278
1996	1.621.968	7.647	--	43.521	1.673.136
1997	1.801.688	1.120	--	70.857	1.873.665
1998	1.388.734	1.224	--	76.465	1.466.423
1999	1.122.229	10.947	--	62.433	1.195.609
2000	1.310.479	10.292	--	83.062	1.403.833
2001	1.412.420	18.335	--	80.432	1.511.187
2002	1.283.963	55.961	--	64.341	1.404.265
2003	1.152.463	36.380	48.178	54.729	1.291.750
2004	1.077.945	50.950	328.379	66.247	1.523.521
2005	697.033	32.357	812.104	77.453	1.618.947
2006	316.561	1.863	1.430.334	82.954	1.831.712
2007	245.660	107	2.003.090	92.175	2.341.032

Fonte: Adaptado de ANFAVEA, 2008.

Assim como as montadoras, o setor de autopeças no Brasil na década de 90 também teve atraso para o seu desenvolvimento, como informado por Posthuma (1993) que cita as seguintes razões:

1. Falta de um programa de apoio às exportações desse setor;
2. Ausência de assistência do governo no sentido de ajudar as empresas de autopeças nacionais a colocarem seus produtos no mercado externo, como acontecia com empresas que tinham matrizes no exterior;
3. Alta dependência, durante os anos 70, do setor de autopeças com relação à demanda das montadoras, responsáveis pelo consumo de quase 75% da produção total de peças e de componentes.

A indústria brasileira de autopeças é composta por empresas que tiveram dois processos distintos de formação, (a) empresas que se originaram de pequenas oficinas, de comércio de peças e componentes e de pequenas empresas nacionais atraídas para o setor e, (b) grandes multinacionais que se instalaram no país, que adquiriram empresas nacionais ou construíram unidades novas de produção (AMARAL, 1997).

Este grupo de empresas multinacionais é pioneiro em programas de qualidade, como CEP e CCQ, e são atualizadas tecnologicamente, já que possuíam um acesso mais fácil à tecnologia e à experiência com as novas práticas de gestão disponíveis em suas matrizes. O grupo das empresas de capital nacional é composto por pequenas e médias empresas que utilizavam tecnologias com menos sofisticação e que ficaram à margem do movimento de exportação da indústria de autopeças, o que as direcionou para o mercado de reposição (TOLEDO *et al*, 2002).

Diante disto, de acordo com as origens da indústria de autopeças e com sua evolução, Posthuma (1993) apresenta duas importantes características do setor, (a) forte integração vertical e (b) alta heterogeneidade entre as empresas.

Por surgir e se desenvolver num período em que o país dava os primeiros passos na industrialização e apresentava uma economia fechada, ou seja, sem uma base de fornecedores qualificados e com pouca concorrência, predominou nas empresas deste setor a estratégia de produzir as peças internamente. Isso prejudicou o desempenho, tanto no aumento do custo das peças devido à pequena escala de produção, quanto na dispersão de recursos materiais, humanos, tecnológicos, e de tempo, com atividades que poderiam ser executadas por um fornecedor (TOLEDO *et al*, 2002).

Com a abertura da economia brasileira, no início da década de 90, os contratos entre montadoras de veículos e empresas de autopeças passaram a ser mais discutidos, levando em consideração novos elementos na formação de preço, como a localização do fornecedor. Neste sentido, a estratégia de *follow sourcing* pode proporcionar relacionamento de longo prazo entre fornecedor e cliente, já que conta com a extensão do contrato de fornecimento mesmo após a retirada do modelo de mercado, quando a peça precisa estar disponível somente para o mercado de reposição (TOLEDO *et al*, 2002).

A adoção da estratégia de *follow sourcing*, consolidada na forma de “Consórcio Modular”, somada ao fornecimento de módulos, faz com que as montadoras de veículos obtenham vantagens consideráveis de custos em termos da simplificação da logística envolvida na disponibilidade de peças. Outra vantagem proporcionada pela proximidade é a melhoria do serviço do fornecedor de autopeças, em relação à rapidez na solução de problemas, o que resulta em uma significativa redução no número de fornecedores de autopeças (TOLEDO *et al*, 2002).

O fornecimento de sistemas ou módulos é um fenômeno recente que está se consolidando na indústria brasileira de autopeças. As montadoras, com o intuito de reduzirem os custos de desenvolvimento de componentes e de gestão de suprimentos, compram de seus fornecedores de primeiro nível, subconjuntos, módulos ou sistemas. Com isto, os custos de estocagem, emissão e controle de ordens ficam com os fornecedores de primeiro nível ou sistemistas, que passam a gerir a base de suprimentos de segundo nível (TOLEDO *et al*, 2002).

A reconfiguração da indústria automotiva, em termos de sistemas e *global sourcing*, fusões e aquisições, aparentemente deslocou o desenvolvimento de produtos para as matrizes das empresas de autopeças. Isto é devido à lógica de redução de custo, embora existam casos antagônicos que demonstram a inexistência de um padrão (TOLEDO *et al*, 2002).

Por fim, outro aspecto importante é a qualificação do fornecedor em termos de qualidade, que deve ser atestado pela certificação do sistema de gestão da qualidade tipos QS 9000, VDA 6.1 e/ou EAQF (TOLEDO *et al*, 2002).

## **5.5 PDP na Indústria Automotiva**

O processo de desenvolvimento de produtos deixou de ser um processo de atividades isoladas, com das áreas de engenharia, comercial, marketing e produção.

De acordo com o conceito de Rozenfeld *et al* (2006), o PDP é um processo composto por um conjunto de atividades por meio das quais se busca, a partir das necessidades do mercado consumidor, possibilidades e restrições tecnológicas de produto, material e processo de fabricação, chegar às especificações de projeto de um produto e de processo de produção. Para isto, considera as estratégias competitivas e de produto da empresa, de modo que a saída deste processo seja um produto que a manufatura seja capaz de produzir.

Wheelwright e Clark (1992) descrevem o PDP como um processo de negócios que promove a interação das áreas comercial, técnico e gerencial. O desenvolvimento de produtos é visto como um direcionador que transforma um conceito de produto ou processo, através de competências, habilidades e procedimentos, em um produto capaz de ser manufaturado ou cujo serviço seja eficiente. A velocidade no desenvolvimento, a qualidade e a eficiência do produto final formam o tripé para a competitividade no desenvolvimento de novos produtos.

A indústria de autopeças acredita que a área de desenvolvimento de produtos é muito importante em termos de investimentos futuros. Conforme Coutinho *et al* (1993), este setor deve estar sempre renovando-se, devido aos fatores abaixo:

- Fornecedores de autopeças estarem com a responsabilidade de realizar o desenvolvimento de produtos, em cooperação ou de forma articulada com as montadoras;
- Mudanças cada vez mais rápidas nos projetos e tecnologia dos produtos;
- Fornecimento de sistemas de componentes e subconjuntos pré-montados, ao invés de várias peças soltas;
- Maior utilização de componentes de base microeletrônica, como a injeção eletrônica, os freios ABS e os computadores de bordo;
- Utilização de novos materiais como as novas ligas metálicas, a cerâmica fina, os polímeros, os plásticos, os materiais compostos e o alumínio, os quais são utilizados para tornar os produtos mais fortes, mais duráveis, mais leves, menos poluidores, mais diferenciados e mais baratos;
- Desenvolvimento de produtos que objetivam menor agressão ao meio ambiente, ou seja, com redução do consumo de combustível, que sejam menos poluidores e que reduzam a utilização de recursos naturais não renováveis;

- Desenvolvimento de produtos com dispositivos que aumentem a segurança.

Com o intuito de atingir os requisitos cada vez mais exigentes das montadoras, as autopeças acabam por adotar os métodos de referência para o desenvolvimento de produtos sugeridos por elas, como o caso do APQP (Planejamento Avançado da Qualidade do Produto) que é utilizado pela maioria delas. Outras montadoras seguem requisitos específicos do país de origem, como é o caso da Volkswagen, Mercedes-Benz e Audi, cuja origem alemã, cita a norma do sistema de qualidade VDA.6 e as montadoras Citroen, Peugeot e Renault, cuja origem francesa, cita a norma EAQF, como pode ser visto no quadro 5.6. As autopeças que fornecem para estas montadoras seguem estas normas específicas citadas.

**Quadro 5.6** - Normas do Sistema da Qualidade exigidas pelas montadoras com país de origem.

Montadora	País de Origem	Norma
Citroen Peugeot Renault (França)	França	EAQF
Fiat	Itália	AVSQ
Daimler Chrysler AG Ford Motor Company General Motors Corporation	Estados Unidos	QS-9000
Audi Mercedes-Benz Volkswagen	Alemanha	VDA.6

Como descrito no capítulo 3, o APQP é um manual de referência específico para o desenvolvimento de produtos da indústria automobilística e está inserido na norma QS 9000 (APQP, 1994). Esta norma QS 9000 foi reestruturada para que alguns requisitos específicos do cliente fossem adicionados e atendidos surgindo assim a ISO-TS16949.

De acordo com o Manual APQP (1997), a meta do APQP é facilitar a comunicação entre todos os envolvidos para assegurar que todos os passos sejam completados dentro do prazo.

A efetividade do planejamento da qualidade do produto depende do compromisso da alta gerência da empresa com os esforços requeridos para se atingir a satisfação do cliente. Algumas das vantagens de aplicá-lo são: (a) direcionar recursos para satisfazer o cliente, (b) promover a identificação antecipada de alterações necessárias, (c)

evitar alterações de última hora e (d) oferecer um produto de qualidade dentro do prazo ao custo mais baixo. O método APQP se divide nas seguintes fases:

- a) Planejamento do Processo de Desenvolvimento de Produtos;
- b) Projeto e Desenvolvimento do Produto;
- c) Projeto e Desenvolvimento de Processo do produto;
- d) Validação do Produto e do Processo;
- e) Produção (APQP, 1997).

A descrição de cada fase e as atividades relacionadas com cada uma delas estão descritas detalhadamente no capítulo 3 desse trabalho.



## 6. METODOLOGIA DA PESQUISA

### 6.1 Método de Pesquisa

Ciência é a sistematização de conhecimentos sobre conjunto de proposições logicamente correlacionadas de acordo com o comportamento de certos fenômenos que se deseja estudar. O conhecimento é sistematizado sobre objeto limitado, capaz de ser submetido à verificação (LAKATOS & MARCONI, 2000). O desenvolvimento da ciência usa métodos para perceber e formular problemas e construir modelo de análise para elaborar e testar hipóteses (ALVES, 1995).

Segundo Trujillo, *apud* Lakatos & Marconi (2000), método é a forma de proceder ao longo de um caminho. Na ciência os métodos constituem os instrumentos que traçam, de modo ordenado, a forma de proceder do cientista ao longo de um percurso para alcançar um objetivo. Um método constitui um procedimento regular, explícito e passível de ser repetido para se conseguir alguma coisa, seja material ou conceitual (BUNGE, *apud* LAKATOS & MARCONI, 2000).

#### 6.1.1 Abordagem de Pesquisa

A abordagem de pesquisa pode ser quantitativa, qualitativa ou uma combinação das duas. Aqui as abordagens de pesquisa serão tratadas em separado e comparadas no quadro 6.1.

**Quadro 6.1** - Comparação entre pesquisa qualitativa e quantitativa.

<b>Pesquisa Qualitativa</b>	<b>Pesquisa Quantitativa</b>
Forte interpretação do pesquisador sobre a organização do estudo para estabelecimento de parâmetros de análise;	A ênfase na interpretação é menos pronunciada, onde o pesquisador estabelece os parâmetros de interesse da pesquisa;
O contexto é relevante para a análise;	A pesquisa dá pouca atenção ao contexto;
Busca-se compreender processos organizacionais;	Tende a lidar menos com aspectos processuais da realidade organizacional;
Abordagem não-estruturada permitindo maior flexibilidade na coleta de informações para análise;	Acarreta preparação rigorosa de uma estrutura de coleta de dados;
Fontes de dados: observação participante, entrevista/conversação transcrita e documentos;	Tende a usar uma só fonte de dados;
Concebe a realidade organizacional como algo na qual as pessoas participam ativamente do planejamento;	Apresenta a realidade organizacional como um ambiente estático;
Procura obter e reter proximidade para o fenômeno no qual está inserido.	O pesquisador pode não ter envolvimento nas organizações.

Fonte: Adaptado de BRYMAN (1989).

O modelo do processo de pesquisa quantitativa parte de uma teoria sobre algum aspecto do funcionamento organizacional, na qual é formulada e testada uma hipótese (ou hipóteses). É a generalização dos dados para testar a hipótese que constitui o processo da pesquisa quantitativa. Questionamentos sobre este processo de pesquisa referem-se à mensuração dos conceitos, demonstração de causalidade, generalização e capacidade de replicações (BRYMAN, 1989).

De acordo com Aaker, Kumar e Day (2001), a pesquisa qualitativa identifica também possíveis problemas metodológicos no trabalho e pode ajudar no esclarecimento de questões que não estejam tão claras quanto ao problema de pesquisa. Através da coleta dos dados qualitativos, os aspectos que não podem ser observados podem ser conhecidos e medidos, gerando com isso um adequado banco de informações pertinentes ao escopo da pesquisa.

Segundo Triviños (1987), a pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como fonte direta dos dados e o pesquisador como instrumento-chave.

O pesquisador busca compreender o que está acontecendo nas organizações, extraindo o que é importante na percepção dos indivíduos sobre o ambiente no qual eles trabalham. Os principais problemas encontrados na pesquisa qualitativa são (a) o acesso à organização, (b) a interpretação e (c) a análise dos dados (BRYMAN, 1989).

Bryman (1989) contrapõe a pesquisa qualitativa à quantitativa em termos da presença ou ausência de quantificação. Os pesquisadores da primeira não são contra a quantificação e, geralmente, a incluem em suas investigações, assim como, na segunda, é possível o uso de material qualitativo para suas investigações. A característica central da pesquisa qualitativa, ao contrário da quantitativa, é sua ênfase na perspectiva do indivíduo estudado.

### **6.1.2 Procedimento de coleta de dados**

Os principais procedimentos de coleta de dados são: (a) *survey*, (b) pesquisa-ação, (c) simulação e (d) estudo de caso.

Segundo Forza (2002), (a) o método *survey* é indicado para estudos dos quais as informações obtidas devem ser claras e explícitas, além da existência de uma terminologia comum para os significados das variáveis obtidas, cuidados com a seleção da amostra e por último, descrição da amostra e forte conhecimento teórico.

A pesquisa-ação (b) tem como objetivo produzir novas informações, ações e estruturar o aprendizado obtido. Este método é conhecido por possuir um caráter participativo, já que promove ampla interação entre pesquisadores e membros representativos da situação investigada. Na pesquisa-ação existe vontade de ação planejada sobre os problemas detectados na fase investigativa de curto ou médio prazo (THIOLLENT, 1997).

A simulação (c) trabalha para que a realidade seja analisada, a partir da construção de um modelo que represente física ou simbolicamente todos ou alguns aspectos de um processo individual ou de um grupo de processo. A simulação pode ser física ou matemática, sendo que a matemática pode ser numérica ou analítica (determinística ou estocástica) (BERENDS & ROMME, 1999).

O estudo de caso (d) trabalha no sentido de observar fenômenos em seu *habitat* e, ao analisá-los, busca explorar seus aspectos e a identificação de relação entre estes ou a causa destes. Desta maneira, a intenção é verificar e avaliar eventos da vida real (BRYMAN & CRAMER, 1990).

**Quadro 6.2** – Adequação do método de pesquisa aos instrumentos de coleta de dados.

Método de pesquisa	Abordagem principal	Instrumento de coleta de dados
Experimental	Quantitativo	Experimentos
Survey	Quantitativo	Questionários ou entrevistas
Estudo de caso	Qualitativo	Entrevistas, questionários e outras fontes
Pesquisa participante	Qualitativo	Observação direta e entrevistas
Pesquisa-ação	Qualitativo	Observação e participação direta

Fonte: Berto e Nakano, 1998.

Para este trabalho, o método utilizado foi o estudo de caso, que de acordo com Voss et al. (2002), tem-se como resultado uma história do passado ou de um fenômeno corrente, extraída de diversas fontes de evidência: observação direta e entrevista sistemática, arquivos públicos e privados. Ou seja, qualquer fato relevante para o fluxo de eventos que descrevem o fenômeno é um dado em potencial no estudo de caso, desde que o contexto seja importante.

Segundo Yin (1994), o estudo de caso se caracteriza pela "...capacidade de lidar com uma completa variedade de evidências – documentos, artefatos, entrevistas e observações." Ainda ressalta que o estudo de caso é adequado quando acontecimentos contemporâneos são estudados, mas não se podem manipular comportamentos relevantes. Também classifica o estudo de caso com exploratório, descritivo ou explanatório.

Pinsonneault & Kraemer (1993) referenciados em Freitas et al (2000) que apresentam resumidamente a caracterização de cada uma dessas classificações:

- 1) Exploratório: procura aprofundar-se em um assunto ou identificar aspectos inovadores à cerca de um tema;
- 2) Descritivo: procura através de observações descrever algum fenômeno, ou grupo de indivíduos, etc;
- 3) Explanatório: busca por meio de testes avaliar teoria e instituir relações causais, tal como explicar o porquê tal relação existe.

Nesse trabalho, o estudo de caso é classificado como tipo descritivo, já que se descrever o assunto PDP e APQP nas empresas. Com essa pesquisa, pretende-se analisar a situação dos PDP's das empresas que possuem tanto o setor de linha branca, quanto o setor automotivo e com esta análise, propor uma solução para o suposto problema enfrentado por elas, que se trata da falta de padronização em relação à ferramenta utilizada para o PDP, dentre outros, como descrito no capítulo 1.

### **6.1.3 Limitações do método e instrumento de pesquisa**

A informação que é coletada a partir de entrevistas é, em alguma medida, suspeita. Quando os indivíduos falam ou escrevem a respeito de si mesmos (funções que desempenham, grau de autonomia no trabalho, etc.) decisões nas quais têm tomado parte ou ações efetivadas por outros na instituição, suas afirmações tendem a refletir mais suas aspirações e suas concepções pessoais de como deveriam ser as coisas do que a própria realidade da situação.

Por isto, nesse trabalho foram utilizadas amostras de cinco empresas, com entrevistas feitas pessoalmente, com representantes tanto da área automotiva, quanto da linha branca, em empresas que fornecem para ambos os setores.

As entrevistas podem ser conduzidas (a) de forma espontânea ou entrevista livre, (b) sob a forma de um levantamento formal ou entrevista estruturada e (c) de forma focal ou entrevista semi-estruturada. O primeiro tipo de entrevista enfoca o sujeito, o segundo exalta o objeto e o terceiro permite que o pesquisador atue diretamente na mesma e, ao mesmo tempo, permite perceber o que o indivíduo acha relevante na situação analisada, o que favorece a compreensão do objeto focado na análise (YIN, 2001 e TRIVIÑOS, 1987).

Para isto, os estudos de caso realizados foram em cinco empresas já previamente identificadas dentro do Estado de São Paulo, que fornecem impreterivelmente, mas não exclusivamente, para ambos os setores. Para a validação do questionário, duas empresas colaboraram para a realização das pesquisas antes das entrevistas finais.

Antes da entrevista agendada, o questionário (apêndice A) foi enviado previamente por e-mail, a fim de colaborar para que o entrevistado tivesse tempo de pensar sobre a situação e com isso, facilitar a elaboração e a proximidade à realidade das respostas dadas.

O questionário semi-estruturado é dividido em três seções que são compostas tanto de questões de múltipla escolha quanto de questões abertas e fechadas, a fim de identificar as características e problemas particulares do PDP de cada empresa.

#### **6.1.4 Problema de Pesquisa**

O problema de pesquisa pode ser descrito como sendo a falta de padronização no Processo de Desenvolvimento de Produtos em empresas que forneçam tanto para a linha branca, quanto para o setor automotivo.

O setor automotivo é guiado pela Norma TS ISO/TS 16:949:2002, que tem dentre os seus objetivos, o desenvolvimento comum para o Sistema de Gestão da Qualidade que possibilite a melhoria contínua. Para isto, possui também uma ferramenta para o PDP conhecida como APQP, que possibilita a padronização do desenvolvimento de produtos para toda a cadeia automotiva. Como a linha branca ainda não possui esta padronização, supõe-se que as empresas que fornecem para ambos os setores trabalhem com distintos métodos de desenvolvimento de produtos, surgindo com isso algumas conseqüências, como a falta de padronização das áreas, a dificuldade da troca de experiência, do aprendizado e a “job rotation”.

No entanto, a linha branca apresenta algumas particularidades em relação ao setor automotivo e por isso, supõe-se também que o APQP não poderia ser implantado sem algumas customizações para o PDP da linha branca nas empresas.

Estas particularidades podem ser descritas dentre alguns tópicos como: (a) duração do processo desenvolvimento do produto, (b) número de modificações do produto dentro do PDP, (c) descrição do PDP do setor da linha branca em relação ao APQP, utilizado no setor automotivo, (d) ferramentas já utilizadas e requisitadas no APQP em relação às

ferramentas utilizadas pela linha branca e (e) dificuldades dentre os PDP's utilizados na linha branca e no setor automotivo.

Já que a indústria automobilística foi precursora de ferramentas, técnicas e formas organizacionais que mais tarde foram difundidas em outras indústrias, como por exemplo, na adoção da produção em massa pela Ford e GM após a primeira guerra mundial e, em meados de 1970, quando a Toyota se reergueu na economia através das técnicas da produção enxuta, não seria tão distante pensar na possibilidade da utilização do APQP para a linha branca.

Pretende-se ao analisar as particularidades de ambos os setores, assim como dificuldades e benefícios, propor a implantação do APQP customizado para a linha branca através de entrevistas com membros de empresas que forneçam tanto para a linha branca quanto para o setor automotivo.

### **6.1.5 Coleta de dados e análise dos resultados**

Para Cervo & Bervian (2002), toda pesquisa deve ser bem planejada para que os resultados obtidos sejam úteis e correspondentes à realidade. A coleta de dados é uma fase intermediária da pesquisa e ocorre após a escolha e delimitação do problema de pesquisa, a revisão bibliográfica, definição dos objetivos, justificativas, hipóteses e a identificação das variáveis.

A coleta é a fase da pesquisa onde se aplica a técnica selecionada e toma mais tempo do que se espera, exige paciência, perseverança e esforço pessoal (LAKATOS & MARCONI, 2000).

Para Cervo & Bervian (2002), o questionário é a forma mais usada para coletar dados, pois possibilita verificar com melhor exatidão o que se deseja, já que contém um conjunto de questões que estão relacionadas com o problema de pesquisa, objetivos e hipóteses.

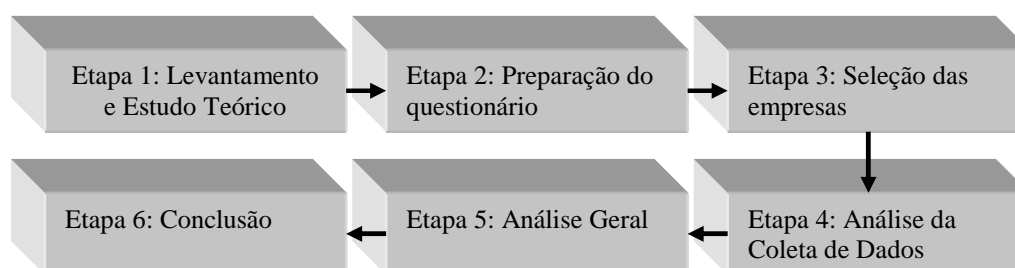
Já a análise de dados consiste em examinar, categorizar, classificar em tabelas ou recombinar as evidências tendo em vista proposições iniciais de um estudo. Para tanto, o autor sugere que se adote inicialmente uma estratégia analítica geral, seguindo depois as proposições teóricas para desenvolvimento da descrição do caso (YIN, 2001).

Sendo assim, esta análise geral foi feita seguida da verificação das hipóteses e, por último, a verificação dos objetivos de pesquisa. Para facilitar esta análise, uma tabela que correlaciona os objetivos com as hipóteses é apresentada no quadro 1.1 do capítulo 1, além da

correlação entre as hipóteses com cada pergunta do questionário (apêndice A), que será apresentada na seção 6.2.2, quadro 6.3.

## 6.2 Descrição das Etapas a Serem Executadas nessa Pesquisa

Nessa seção são descritas as etapas da pesquisa que estão relacionadas com a teoria do método de pesquisa exposto nas seções anteriores. Para a divisão destas etapas, foram considerados (a) a teoria exposta que engloba os assuntos principais APQP, PDP, descrição da linha branca e do setor automotivo, ferramentas, além de (b) as teorias secundárias que se relacionam com as principais, (c) a relação da teoria com a prática, (d) o método de pesquisa descrito e (e) a importância do trabalho que é descrito em forma das justificativas. A figura 6.1 abaixo descreve as etapas do trabalho que serão detalhadas nas seções seguintes.



**Figura 6.1** - Etapas da Pesquisa.

### 6.2.1 Levantamento e Estudo Teórico

Um dos meios propostos para analisar os objetivos deste trabalho é a utilização de pesquisa bibliográfica, como artigos e livros, sobre os assuntos principais abordados neste trabalho: PDP, APQP, caracterização e PDP da linha branca e caracterização e PDP do setor automotivo.

Este levantamento ocorreu por capítulos de modo crescente, ou seja, do capítulo inicial seguindo para os capítulos finais em sites como google acadêmico, ENEGEP, SIMPEP, SIMPOI, teses USP, teses UFSCAR, teses UFSC, teses Unicamp, Scielo e Science Direct, assim como em bibliotecas como UFSCar e USP.

Os principais livros teóricos utilizados no trabalho de pesquisa foram:

- Livro de Rozenfeld *et al* (2006) que trata da Gestão do Desenvolvimento de Produtos detalhado por etapas, as principais áreas envolvidas e descreve também algumas ferramentas.
- Manual do APQP (1997), 1ª. Edição de descreve todas as etapas e ferramentas utilizadas dentro da ferramenta.
- Livro do Mascitelli (2004) que descreve todas as ferramentas utilizadas para um desenvolvimento enxuto de um produto com baixo custo de manufaturabilidade.

### **6.2.2 Preparação do questionário**

As questões foram formuladas após leitura e resumo dos artigos ocorridos no levantamento e estudo teórico da seção 6.2.1, acima. Foi formulado um questionário composto por 14 questões (ver apêndice A) e uma carta introdutória que foram enviados antecipadamente por e-mail. As questões estão divididas em três seções sendo, (1) Desenvolvimento de produtos, (2) APQP e (3) Ferramentas do APQP.

As questões foram relacionadas com as hipóteses de pesquisa que se quer verificar, provar e demonstrar, de acordo com o quadro 6.3 abaixo. Estas hipóteses (seção 1.2.3) também estão relacionadas com os objetivos específicos de pesquisa, como pode ser visto no quadro 1.1 da seção 1.2.4 do Capítulo 1.

O questionário foi elaborado com perguntas fechadas, múltipla escolha e abertas. As perguntas fechadas e de múltipla escolha serão utilizadas para conduzir a respostas objetivas, além de poderem quantificar facilmente, codificar e tabular os resultados, propiciando comparações oportunas ao tema da pesquisa. As perguntas abertas poderão ser úteis na obtenção de informações mais detalhadas e variadas, apesar da sua maior dificuldade de avaliação.



**Quadro 6.3** – Correlação entre as Hipóteses da Pesquisa e as Questões do questionário.

	<b>Hipóteses</b>				
<b>Questões</b>	<b>Hipótese A</b>	<b>Hipótese B</b>	<b>Hipótese C</b>	<b>Hipótese D</b>	<b>Hipótese E</b>
<b>1</b>	---	---	---	---	---
<b>2</b>	<b>X</b>	---	---	---	---
<b>3</b>	---	<b>X</b>	---	---	---
<b>4</b>	<b>X</b>	---	---	---	---
<b>5</b>	<b>X</b>	---	---	---	---
<b>6</b>	<b>X</b>	---	<b>X</b>	---	<b>X</b>
<b>7</b>	<b>X</b>	---	<b>X</b>	---	---
<b>8</b>	---	---	<b>X</b>	---	---
<b>9</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	---	---
<b>10</b>	---	<b>X</b>	---	---	---
<b>11</b>	---	<b>X</b>	---	---	---
<b>12</b>	---	---	---	<b>X</b>	---
<b>13</b>	---	---	---	---	<b>X</b>
<b>14</b>	---	---	---	<b>X</b>	<b>X</b>

De acordo com Lakatos e Marconi (2000), as perguntas podem ser classificadas em três categorias:

- a) *Abertas*: livres e não limitadas, possibilitam investigações mais profundas e precisas, mas podem dificultar a análise e tabulação;
- b) *Fechadas*: alternativas fixas entre duas respostas (sim ou não), o que facilita a análise e tabulação com as repostas mais objetivas;
- c) *Múltipla escolha*: apresentam uma série de possíveis respostas, abrangendo várias facetas do mesmo assunto. São facilmente tabuladas e proporcionam exploração com profundidade.

### 6.2.3 Seleção das Empresas

Para essa etapa, não foi utilizada a probabilidade para a amostra e, portanto, não foi utilizada forma aleatória de seleção das empresas. Segundo LAKATOS E MARCONI (2000), o tipo mais comum de amostra não probabilística é a denominada intencional. Nesta, o pesquisador está interessado na opinião de determinados elementos da população.

As empresas foram selecionadas previamente de forma intencional de acordo com os seguintes critérios:

- Empresa atuante no mercado brasileiro;
- Fornecer para a cadeia automotiva e para a linha branca;

- Matérias-primas fornecidas serem diretas na fabricação do produto final;
- Fazer parte do setor eletroeletrônico ou químico;
- Facilidade na comunicação ou contatos destas empresas;

Com estas características, cinco empresas foram identificadas previamente e pediram sigilo de informação, por isso a nomeação delas com letras, como pode ser visto no quadro 6.4.

**Quadro 6.4** – Principais características das empresas.

<b>Empresa</b>	<b>Localização da unidade</b>	<b>Setor</b>	<b>Classificação</b>	<b>Produto principal</b>	<b>Característica do processo</b>
Alfa	Rio Claro - SP	Eletroeletrônico	Grande Porte	Redes elétricas	Forte presença de mão-de-obra
Beta	Ribeirão Preto - SP	Químico	Grande Porte	Adesivos de comunicação gráfica	Forte característica de processo contínuo
Gama	São Paulo - SP	Eletroeletrônico	Grande Porte	Terminais e conectores	Maquinário pesado (injetoras e estampas)
Delta	Itu - SP	Eletroeletrônico	Grande Porte	Timer eletromecânico	Forte presença de mão-de-obra
Sigma	Bragança Paulista - SP	Eletroeletrônico	Grande Porte	Terminais e conectores	Maquinário pesado (injetoras e estampas)

#### **6.2.4 Análise da Coleta de Dados**

Os dados foram analisados primeiramente com a descrição dos estudos de caso das cinco empresas separadamente. Em seguida, todas as respostas das questões foram formatadas para a análise do setor automotivo e de linha branca, para que pudessem ser comparadas.

Após a finalização desse trabalho, um resumo da parte prática foi enviado a todos os participantes da pesquisa, sendo respeitados os nomes das empresas.

### **6.2.5 Análise Geral**

Nessa etapa, uma comparação entre os resultados do setor automotivo e do setor de linha branca foi realizada, juntamente com algumas “explicações” ou suposições das diferenças encontradas. Esta seção ajudou no embasamento da conclusão final do trabalho.

### **6.2.6 Conclusão**

Nesta etapa, as questões de pesquisa foram respondidas e as hipóteses confirmadas ou refutadas, à medida que confrontadas com a análise e interpretação do questionário das empresas. Os fatos ou fenômenos foram analisados com a finalidade de descobrir as causas de sua manifestação e, por intermédio da comparação, aproximar os fatos ou fenômenos com a finalidade de descobrir a relação constante existente entre eles.

Os fatos e fenômenos da investigação foram descritos e sugeridos acerca da aplicabilidade do APQP para a linha branca, assim como sugestões foram feitas para futuros trabalhos de pesquisa.

## **7. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS**

Nessa seção, são apresentados os cinco estudos de casos deste trabalho. Cada estudo de caso está subdividido em Desenvolvimento de Produtos, APQP, Dificuldades e Benefícios das Fases do APQP, Integração no APQP e por último, Ferramentas do APQP.

### **7.1 Empresa Alfa**

A empresa Alfa pertence ao setor de eletroeletrônicos e possui duas unidades de fabricação no Brasil, sendo uma em Rio Claro e outra em Manaus. A empresa Alfa de Rio Claro possui mais de 1000 funcionários.

Para esse trabalho, foram entrevistados o engenheiro (LB), responsável pelo desenvolvimento de produtos da linha branca e o engenheiro (AU), responsável pela coordenação do sistema de Gestão Integrada (Qualidade, Meio Ambiente, Saúde e segurança) da planta, que representou o setor automotivo. Ambos da unidade de Rio Claro.

O principal produto da empresa Alfa é a rede elétrica fornecida tanto para montadoras da linha branca quanto para os subsistemistas automotivos.

#### **7.1.1 Desenvolvimento de Produtos**

O número médio de projetos e revisões de produtos para um líder de projeto no período de 1 ano na empresa Alfa, é menor que 50 projetos para o engenheiro (AU) do setor automotivo e menor que 100 projetos, segundo o engenheiro (LB), para a linha branca.

Segundo a avaliação dos líderes de projetos em relação ao estilo de liderança adotado pelo líder, estimulando a comunicação e a integração entre áreas, ambos avaliaram o último projeto em que participaram, como regular. De acordo com o engenheiro (LB), pouca atenção foi dada na primeira fase do projeto, como o conceito do produto e análise crítica, o que acarretou em problemas de montagem na fase de produção. Já o engenheiro (AU), mencionou que “a parte da comunicação é sempre um problema devido ao grande volume de projetos e pouco tempo de dedicação”.

Também foram avaliados outros critérios no último projeto participado por eles, como atividades de geração e seleção de idéias, construção de protótipos, atividades de preparação e acompanhamento de documentos e relatórios necessários à homologação do produto e avaliação geral no final do projeto. Estes foram avaliados de acordo com a legenda:

1- Não foi realizada, 2-Ruim, 3-Regular, 4-Bom e 5-Excelente. A tabela 7.1 mostra os resultados desta avaliação.

**Tabela 7.1** – Avaliação dos Engenheiros (LB) e (AU) em relação ao último projeto da empresa Alfa.

	Alfa	
	LB	AU
5.1) Geração e seleção de idéias	4	2
5.2) Análise de viabilidade técnica e econômica	4	3
5.3) Desenvolvimento técnico em relação ao projeto do produto	4	1
5.4) Construção de protótipos	3	1
5.5) Realização de teste do produto	2	1
5.6) Lançamento comercial do novo produto	2	1
5.7) Preparação e acompanhamento de documentos (homologação do produto)	3	4
5.8) Produção de documentos relativos à execução do projeto	4	4
5.9) Avaliação para identificar os acertos ou erros cometidos ao longo do projeto	4	2

De acordo com o engenheiro (AU), representante do setor automotivo, cada vez menos se perde tempo com idéias novas, por o projeto já vir “fechado” e completo do subsistemista, e por isso, ser pouco provável que este projeto mude em virtude destas idéias de melhoria. Os itens 5.4 a 5.5 da tabela 7.1 foram considerados como não aplicáveis no caso do setor automotivo, já que a empresa Alfa executa somente a montagem do produto, não trabalhando no projeto do produto.

Já o engenheiro (LB) avaliou os itens 5.4 e 5.5 entre regular e ruim, devido à empresa Alfa não ter livre acesso ao produto em desenvolvimento da montadora de linha branca, e desta maneira, ser esta etapa tratada com “muita conversa e pouca prática, resultando em muito retrabalho”.

Ambos avaliaram também a preparação e acompanhamento de documentos (item 5.7) e produção de documentos relativos à execução do projeto (5.8) como sendo bom. Citaram que, após a implantação do sistema integrado de desenvolvimento de produtos, que alinha desde a fase de conceito do produto até a produção, assim como também lista as atividades, responsáveis e prazos de execução das mesmas, foi melhorado consideravelmente o desenvolvimento. Este sistema sinaliza as atividades de cada responsável por e-mail, assim como o vencimento dos prazos das mesmas. Ele foi elaborado de acordo com as atividades listadas no APQP e considera automaticamente a formação do PPAP para entrega ao cliente.

Este sistema foi elaborado como piloto na empresa Alfa e agora a empresa que o desenvolveu está implantando-o como padrão em outras empresas pertencentes ao setor automotivo. O entrevistado (LB) citou somente que devido aos retrabalhos que acontecem durante o projeto de linha branca, muitos documentos precisarem ser refeitos ainda nesta fase, por isso sua avaliação ser regular.

O último item, em relação aos erros e acertos cometidos ao longo do projeto, foi avaliado pelo engenheiro (LB) como sendo bom, já que ao final do projeto, terem ficado bem claro os erros e acertos, através de reuniões direcionadas com cada setor que participou do projeto, embora esta avaliação não ter sido formalizada nos documentos do projeto. O engenheiro (AU) avaliou como sendo regular esta atividade, por ela não ser feita de maneira formal e estruturada.

### **7.1.2 APQP**

Quando questionados sobre a utilização do APQP para o processo de desenvolvimento de produtos, tanto o engenheiro (LB) quanto o engenheiro (AU), responderem afirmativamente, que utilizam o método. O engenheiro (LB) definiu APQP como sendo “uma ferramenta para acompanhamento das etapas de desenvolvimento até o lançamento de um projeto”. Já o engenheiro (AU) o definiu como “um modelo de processo de gestão para ser utilizado no desenvolvimento de produtos olhando também para a qualidade final do produto, visando desta maneira um bom resultado do projeto”.

Na questão do quanto o procedimento APQP utilizado se parecer com o APQP original, citado na figura 3.1 da seção 3.3, o engenheiro (LB) citou que o método utilizado possui todas as fases correspondentes ao APQP e o engenheiro (AU), citou que apresenta apenas 3 fases, sendo Projeto e Desenvolvimento do Processo, Validação do Produto e do Processo e a fase Feedback, Avaliação e Ação Corretiva, já que o projeto do produto automotivo não é feito na empresa Alfa. Explicou que o cronograma é feito na entrada do projeto para o desenvolvimento e projeto do processo. Também são feitas as análises de viabilidade técnica, ou seja, se a empresa tem capacidade de produzir, e a análise econômica, que considera o investimento necessário, o tamanho do negócio, a existência de recursos disponíveis, entre outros.

Os entrevistados também elencaram os principais requisitos de acordo com as fases do APQP. O quadro 7.1 mostra o resultado e destaca em negrito as opiniões semelhantes dos entrevistados.

**Quadro 7.1** – Principais requisitos para cada um dos entrevistados da empresa Alfa.

<b>Fase</b>	<b>Engenheiro (LB)</b>	<b>Engenheiro (AU)</b>
(2) Projeto e Desenvolvimento do Produto	Especificação de Materiais e FMEA de Projeto	Não Aplicável
(3) Projeto e Desenvolvimento do Processo	FMEA de Processo e <b>Plano de Análise do Sistema de Medição</b>	<b>Plano de Análise do Sistema de Medição</b> e Plano de Estudo da Capabilidade do Processo
(4) Validação do Produto e do Processo	<b>Plano de Controle da Produção e Aprovação de Peça da Produção</b>	<b>Plano de Controle da Produção e Aprovação de Peça da Produção</b>

Os entrevistados também foram questionados quanto à prática da abertura de planilhas APQPs agrupadas por família. O engenheiro (AU) respondeu afirmativamente e o engenheiro (LB) respondeu negativamente, explicando que “os APQPs são abertos por projeto e embora possam contemplar produtos que se enquadram na mesma família, o mais comum é ter APQPs relacionados a todo o conjunto de produtos que fazem parte do projeto, sendo assim, de famílias distintas”.

### 7.1.3 Dificuldades e Benefícios das Fases do APQP

Também foi pedido que os entrevistados citassem alguns benefícios e dificuldades das fases de (1) Planejamento do Processo de Desenvolvimento de Produto e (2) Desenvolvimento do Produto, seguido da fase de (3) Projeto e Desenvolvimento de Processo, e por último, das fases de (4) Validação do Produto e do Processo e (5) Produção Efetiva. O quadro 7.2 mostra os resultados das entrevistas.

**Quadro 7.2** – Benefícios e Dificuldades nas Fases do APQP da empresa Alfa.

<b>Fase do APQP</b>		<b>Entrevistado (LB)</b>	<b>Entrevistado (AU)</b>
<b>(1) Planejamento do Processo de Desenvolvimento de Produto e (2) Desenvolvimento do Produto</b>	<i>Benefícios</i>	* Histórico de conhecimento; * Bom relacionamento com o cliente ajuda na confiança e obtenção de informação; * Padronização de Projetos ajuda na agilidade e fidelidade.	* Não Aplicável no Setor Automotivo

	<i>Dificuldades</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Relação entre a relevância do projeto e a dedicação da equipe;</li> <li>* Obtenção de informações chaves;</li> </ul>	* Não Aplicável no Setor Automotivo
<b>(3) Projeto e Desenvolvimento de Processo</b>	<i>Benefícios</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Histórico de qualidade gerado;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Os engenheiros poderão participar do projeto do produto no cliente;</li> <li>* Facilidade de comunicação entre as áreas.</li> </ul>
	<i>Dificuldades</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Relação entre a relevância do projeto e a dedicação da equipe;</li> <li>* Obtenção de informações chaves;</li> <li>* <b>Falta de conhecimento do processo;</b></li> <li>* Falta de acompanhamento dos projetos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* <b>Falta de conhecimento do processo;</b></li> <li>* Indefinição em relação ao time de trabalho.</li> </ul>
<b>(4) Validação do Produto e do Processo e (5) Produção Efetiva</b>	<i>Benefícios</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Envolvimento com as outras áreas.</li> </ul>	* Como os processos não mudam muito, a qualificação dos operadores é relativamente simples.
	<i>Dificuldades</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sinergia com as outras áreas;</li> <li>* Realização de testes e ensaios atrasados;</li> <li>* Falta de informação de novas tecnologias.</li> </ul>	* Ausência de pré-disposição da manufatura em relação a novos projetos.



Segundo o entrevistado (LB), o APQP possibilita a reunião de todo o histórico do projeto, o que beneficia o conhecimento na empresa. Cita também que o sigilo do cliente impossibilita um melhor direcionamento inicial às propostas técnicas do projeto, assim como na estratégia técnica da empresa. Por exemplo, isto se torna uma dificuldade em um caso de estudo de viabilidade de automatização de processo.

A relação entre o projeto, ou seja, o retorno que este dará à empresa, em relação à dedicação da equipe, é outra dificuldade enfrentada nesta fase. Muitas vezes a manufatura fica dedicada a tarefas do dia-a-dia esquecendo-se dos novos projetos com grandes retornos, gerando assim pouco envolvimento frente a estes projetos. Esta mesma dificuldade acontece também na fase do desenvolvimento do processo.

Também foi citado pelo entrevistado (LB) que, se o cliente passasse a informação dos pontos chaves do FMEA de Projeto em relação ao produto da empresa Alfa, minimizaria em muito o retrabalho do projeto. O entrevistado (AU) citou também que a participação dos engenheiros no projeto do produto seria um grande benefício para a fase de projeto do processo.

Outra dificuldade citada, por ambos os entrevistados, é a falta de conhecimento do pessoal em relação ao processo, que contribui para a lentidão desta parte do desenvolvimento.

O entrevistado (LB) cita também que o histórico de qualidade obtido pela reunião dos projetos facilita em muito a tomada de decisão do que se utilizar no novo projeto. Já a falta de acompanhamento dos projetos em desenvolvimento, principalmente na validação dos investimentos iniciais, prejudica “no momento de realização destes investimentos, servindo neste momento para investigação da necessidade daquele investimento previsto inicialmente”. Cita que existe um acompanhamento de forma numérica, com foco em carga de trabalho, mas não com foco em planejamento estratégico. O entrevistado cita que a existência de uma verba pré-aprovada no início do projeto minimizaria em muito este problema.

Na fase de Validação do Produto e do Processo e Produção Efetiva, o entrevistado (LB) cita que apesar do APQP proporcionar o envolvimento com as outras áreas, ainda falta uma sinergia entre as pessoas e funções. O entrevistado (AU) cita que uma dificuldade é a ausência de times de trabalho bem definidos na empresa. A sugestão seria existir tanto uma divisão por área de atuação do funcionário quanto dos times em que ele participa, o que conseqüentemente agilizaria o andamento do projeto.

Outra dificuldade citada pelo entrevistado (LB) é que devido à falta de organização e retrabalhos no decorrer do projeto, testes que deveriam ser feitos antes da

produção, acabam sendo realizados ainda nesta. O entrevistado (LB) cita também que a falta de informação das novas tecnologias estratégicas da empresa causa a posterior adaptação do novo projeto do produto nesta nova tecnologia contida no processo.

#### **7.1.4 Integração no APQP**

Os entrevistados também foram questionados quanto à integração entre as áreas nas fases do APQP. De acordo com o entrevistado (LB), normalmente na fase de Projeto e Desenvolvimento de Processo não há sinergia entre as áreas. A engenharia é tida como responsável pelo monitoramento de todo o fluxo e o envolvimento efetivo acontece por meio de pressão ou envolvimento gerencial, ocasionados por reclamação do cliente ou atrasos. A integração ainda está falha.

O entrevistado (AU) citou que a integração ocorre nesta fase, mas as participações acontecem em momentos pertinentes. Ou seja, como o projeto é da engenharia, as ações e tarefas em conjunto são realizadas e cobradas via engenharia a cada responsável pela execução das tarefas. Por exemplo, o planejamento é envolvido quando há compra de um item ou até mesmo no desenvolvimento de novos fornecedores. A qualidade contribui na realização de FMEA ou MSA. Para o entrevistado, naturalmente ocorre esta integração.

Ainda o entrevistado (LB) citou que a integração na fase de Produção é um pouco melhor, visto que o acompanhamento é feito pelos engenheiros de produto (representante do cliente), processo e planejamento da produção. A qualidade é pouca envolvida, geralmente quando há algum problema mais sério pego em peças que já estão na linha de montagem do cliente. Para o entrevistado (LB) a integração ocorre com a participação de todas as áreas nesta fase.

#### **7.1.5 Ferramentas do PDP**

Segundo os entrevistados (LB) e (AU), as ferramentas VSM, 3P, AV/EV, Cell Design, TPM e Kanban da produção enxuta, são utilizadas na empresa Alfa tanto para a linha branca, quanto para o setor automotivo. Assim como também as ferramentas relacionadas à abordagem 6 Sigma, Capabilidade do Processo, DMAIC, MSA e FMEA. Ambos citam que o DMAIC é conhecido mais como PDCA e é aplicado para resolução de problemas.

Ambos os entrevistados concordam que ter as ferramentas da produção enxuta implantadas, assim como as ferramentas da abordagem 6 Sigma, pode contribuir com a

implantação do APQP na empresa, respectivamente com, 50 % para o entrevistado (LB) e 100% para o entrevistado (AU), que menciona que muitas técnicas são semelhantes, por isso ser totalmente favorável.

## **7.2 Empresa Beta**

A empresa Beta pertence ao setor químico, embora faça muitos produtos eletrônicos. Possui três unidades de fabricação no Brasil, mas Ribeirão Preto, que possui 300 funcionários, é a unidade em que a pesquisa foi feita. As entrevistas foram feitas com o engenheiro (LB), de desenvolvimento de produtos de linha branca e o engenheiro (AU), de qualidade, responsável pela aprovação de peças de produção em clientes automotivos.

A empresa fabrica diversos produtos, organizadas em seis negócios, entre eles, consumo e escritório, comunicação gráfica, elétricos e comunicações. O principal produto da sede de Ribeirão Preto são adesivos de comunicação gráfica, que fornecem tanto para montadoras da linha branca, quanto para os subsistemistas automotivos.

### **7.2.1 Desenvolvimento de Produtos**

O número médio de projetos e revisões de produtos para um líder de projeto no período de 1 ano, na empresa Beta, é entre 50 e 100 projetos tanto para o engenheiro (AU) do setor automotivo, quanto para o engenheiro (LB), representante da linha branca.

Segundo a avaliação dos líderes de projetos em relação ao estilo de liderança adotado pelo líder, estimulando a comunicação e a integração entre áreas, ambos avaliaram o último projeto em que participaram, como regular. Do ponto de vista do engenheiro (LB), faltou experiência ao líder de projeto, que era novo na empresa e ainda estava conhecendo as pessoas. Já o engenheiro (AU), argumentou que falta a definição da liderança do projeto. Cita que a responsabilidade do APQP é da qualidade, que não tem todas as informações e desta maneira, acaba por ter que “correr” atrás de grande parte das tarefas. Citou que existe um estudo para que a liderança do projeto seja responsabilidade da engenharia de produto.

Também foram avaliados outros critérios no último projeto participado por eles, como atividades de geração e seleção de idéias, construção de protótipos, atividades de preparação e acompanhamento de documentos e relatórios necessários à homologação do produto e avaliação geral no final do projeto. Estes foram avaliados de acordo com a legenda:

1- Não foi realizada, 2-Ruim, 3-Regular, 4-Bom e 5-Excelente. A tabela 7.2 mostra os resultados desta avaliação.

**Tabela 7.2** – Avaliação dos Engenheiros (LB) e (AU) em relação ao último projeto da Empresa Beta.

	Beta	
	LB	AU
5.1) Geração e seleção de idéias	4	4
5.2) Análise de viabilidade técnica e econômica	4	3
5.3) Desenvolvimento técnico em relação ao projeto do produto	4	4
5.4) Construção de protótipos	3	4
5.5) Realização de teste do produto	3	4
5.6) Lançamento comercial do novo produto	1	1
5.7) Preparação e acompanhamento de documentos (homologação do produto)	2	3
5.8) Produção de documentos relativos à execução do projeto	3	4
5.9) Avaliação para identificar os acertos ou erros cometidos ao longo do projeto	4	1

O engenheiro (LB) avaliou como regular a construção de protótipos devido à empresa Beta “não responder na velocidade em que a linha branca necessita, devido à existência de um lead time para protótipos e estes pedidos dos clientes seguirem a fila corretamente”. Apesar de a linha branca necessitar de melhor prazo, devido à velocidade em que os projetos acontecem, os protótipos necessitam de menos critérios em relação ao automotivo. Já para o engenheiro (AU) esta atividade flui corretamente, já que é entregue ao cliente um protótipo para ser avaliado o design do produto.

O engenheiro (LB) também considera regular a atividade de teste do produto pelo mesmo motivo citado, ou seja, não atendimento da velocidade em que o cliente necessita. Já o engenheiro (AU) considera como sendo boa esta atividade, o teste do material, o corte específico, mas concorda que poderia melhorar se a inspeção do layout do produto fosse mais rigorosa.

O engenheiro (AU) avaliou como sendo regular a análise de viabilidade técnica e econômica porque, para o entrevistado, a empresa deixa a desejar na análise de viabilidade econômica. Também em sua opinião, “a análise de viabilidade técnica poderia ser melhorada se existisse um histórico de projetos na matriz, evitando assim que o pessoal de vendas enviasse mais de uma vez à engenharia, produtos que não são competitivos de serem produzidos”.

Ambos os engenheiros avaliaram como não aplicável a atividade de lançamento comercial do produto, já que a empresa Beta não o lança no mercado final, somente para as montadoras de automóveis e eletrodomésticos.

A atividade de preparação e acompanhamento de documentos relativos à homologação do produto não foi bem avaliada por ambos os engenheiros. De acordo com os engenheiros (LB) e (AU), o controle de documentos internos da empresa Beta é muito deficiente, assim como o alinhamento de todas as etapas do projeto.

A atividade de produção de documentos relativos à execução do projeto (desenhos, resultados de testes, etc) foi avaliada como sendo ruim pelo engenheiro (LB), devido à ausência de uma máscara, de um padrão para a confecção de desenhos, além da inexistência de revisão do desenho, controle e histórico de modificações.

A última atividade avaliada no processo de desenvolvimento de produtos teve uma avaliação oposta pelos engenheiros. Enquanto o engenheiro (LB) a avaliou como sendo boa, devido ao check list dos pontos principais utilizado na empresa, que possibilita “lembrar” das atividades que não foram feitas e das possíveis melhorias, o engenheiro (AU) avaliou-a como atividade não realizada, já que, em sua opinião, a atividade não é estruturada e não se consegue verificar as “lições aprendidas” durante o projeto.

### **7.2.2 APQP**

Quando questionados sobre a utilização do APQP para o processo de desenvolvimento de produtos, o representante da linha branca respondeu que não utiliza o método, mas o engenheiro (AU) o utiliza nos projetos automotivos com todas as fases correspondentes, citadas na figura 3.1 da seção 3.3. O engenheiro (LB) argumentou que o método não é utilizado porque o APQP na empresa não é desenvolvido de forma sistêmica, com todas as tarefas interligadas. O entrevistado acredita também que esta utilização teria que partir da diretoria da empresa. Em sua opinião, é porque “o produto da empresa Beta tem uma importância irrisória no produto final do cliente da linha branca, já que tem efeito estético. Desta maneira, a exigência dos clientes em relação a documentos e testes é quase mínima, o que conseqüentemente exige pouco do trabalho dos engenheiros”. Atualmente, não existe um procedimento para o desenvolvimento de produtos documentado.

Na prática, o desenvolvimento de produtos para a linha branca segue 4 fases do APQP, exceto a primeira fase de Planejamento do Processo de Desenvolvimento de Produtos. Na opinião do entrevistado (LB), a fase 2 do Projeto e Desenvolvimento do Produto é

completa, mas as fases 3, 4 e 5, do Projeto e Desenvolvimento do Processo, Validação do Projeto e Produção, não são feitas de forma sistêmica, formalizada.

O engenheiro (AU) definiu o APQP como sendo “uma ferramenta a ser utilizada na organização do projeto, na estruturação do projeto, desde o início até o lançamento”. A grande dificuldade da empresa Beta é que cada cliente (montadora) possui uma formatação diferente com requisitos específicos diferentes para cada planilha de APQP aberta. Desta maneira, não se consegue ter uma central de gerenciamento de todos os APQPs da empresa Beta, o que acaba tornando este processo muito customizado. Para o entrevistado (AU), o “intuito da ISO TS que era de unificar os requisitos do APQP entre várias montadoras, está longe de acontecer, já que cada vez está tornando-se mais customizado”.

Os entrevistados também elencaram os principais requisitos de acordo com as fases do APQP. O quadro 7.3 mostra o resultado e destaca em negrito as opiniões semelhantes dos entrevistados.

**Quadro 7.3** – Principais requisitos para cada um dos entrevistados da empresa Beta.

Fase	Engenheiro (LB)	Engenheiro (AU)
(2) Projeto e Desenvolvimento do Produto	Especificação e Requisitos para novos equipamentos, ferramental e instalação, Especificação de Materiais a serem utilizados	Plano de Controle de Protótipos e FMEA de Projeto
(3) Projeto e Desenvolvimento do Processo	Padrão de Embalagem e <b>Plano de Estudo da Capabilidade do Processo</b>	<b>Plano de Estudo da Capabilidade do Processo</b> e FMEA de Processo
(4) Validação do Produto e do Processo	Avaliação de Embalagem e <b>Aprovação de Peça da Produção</b>	Plano de Controle da Produção e <b>Aprovação de Peça da Produção</b>

Foi questionado ao entrevistado (LB) o motivo da não utilização do MSA nos projetos de linha branca e a resposta foi que, como o produto é adesivo de comunicação gráfica, não é utilizado MSA por medição, e também não é realizado MSA por atributo, já que a quantidade de defeitos que possam existir é infinitamente grande. O que se utiliza é um gabarito em que o operador compara o padrão com as peças que estão sendo produzidas.

Os entrevistados também foram questionados em relação ao seu comportamento, se o número de projetos dobrasse na empresa em 1 ano e os recursos disponíveis se mantivessem. O entrevistado (LB) respondeu que a metodologia APQP, se estivesse sendo utilizada, seria aplicada para todos os projetos, porém haveria tarefas copiadas dos projetos anteriores. O engenheiro (AU) respondeu que a metodologia APQP sofreria uma

simplificação, pela qual as tarefas Capabilidade do Processo e Análise do Sistema de Medição, em comum com projetos anteriores, seriam aproveitadas. O padrão de Embalagem não seria aproveitado já que é específico de cada projeto.

Os entrevistados também foram questionados quanto à prática da abertura de planilhas APQPs agrupadas por família. Tanto o engenheiro (LB) quanto o engenheiro (AU), responderam negativamente dizendo que todos os itens que vão dentro do eletrodoméstico ou do carro são inclusos no mesmo projeto e estes não são da mesma família necessariamente. No caso automotivo, os APQPs são abertos por projeto de acordo com a vontade do cliente, ou seja, APQP relacionado a todo o conjunto de produtos que fazem parte do projeto.

### 7.2.3 Dificuldades e Benefícios das Fases do APQP

Também foi pedido que os entrevistados citassem alguns benefícios e dificuldades das fases de (1) Planejamento do Processo de Desenvolvimento de Produto e (2) Desenvolvimento do Produto, seguido da fase de (3) Projeto e Desenvolvimento de Processo, e por último, das fases de (4) Validação do Produto e do Processo e (5) Produção Efetiva. O quadro 7.4 mostra os resultados das entrevistas.

**Quadro 7.4** – Benefícios e Dificuldades nas Fases do APQP da empresa Beta.

<b>Fase do APQP</b>		<b>Entrevistado (LB)</b>	<b>Entrevistado (AU)</b>
<b>(1) Planejamento do Processo de Desenvolvimento de Produto e (2) Desenvolvimento do Produto</b>	<i>Benefícios</i>	* Estreita o relacionamento entre as pessoas; * <b>Facilita na cobrança das tarefas;</b> * Antecipa as dificuldades.	* <b>Facilita na cobrança das tarefas quando as pessoas são organizadas.</b>
	<i>Dificuldades</i>	* Burocracia ao se fazer as tarefas; * Incompatibilidade de software; * Dependência excessiva na experiência do ser humano; * <b>Indefinição na estrutura dos projetos.</b>	* Falta de conhecimento no APQP; * <b>Indefinição na estrutura dos projetos.</b>
<b>(3) Projeto e Desenvolvimento</b>	<i>Benefícios</i>		* Como o processo é bem definido e dominado, o

<b>de Processo</b>			trabalho nesta fase é minimizado.
	<i>Dificuldades</i>	* Indefinição na estrutura dos projetos.	* Conhecimento deficiente das ferramentas do APQP.
<b>(4) Validação do Produto e do Processo e (5) Produção Efetiva</b>	<i>Benefícios</i>	* Pouca mudança nos projetos, o que reflete em um bom lead time.	* Utilização na teoria e na prática das saídas geradas pelas ferramentas.
	<i>Dificuldades</i>	* Dispersão na comunicação devido a longevidade da cadeia.	* Coordenação de todos os participantes visando o mesmo interesse; * Atualização de documentos.

O engenheiro (LB) cita que o APQP ajuda a criar um compromisso entre os membros do time, além de facilitar na cobrança das tarefas e relacionamento, devido às pessoas já terem assumido o compromisso de realização das tarefas anteriormente. O engenheiro (AU) cita o mesmo benefício e acrescenta que para isso, os líderes das tarefas e principalmente do projeto, devem ser organizados. Além disso, com o planejamento das tarefas, o líder consegue antecipar as dificuldades, deixando as pessoas já preparadas e avisadas anteriormente sobre as mesmas.

No entanto, cita também que devido à quantidade de tarefas existentes dentro do APQP, o processo não deixa de ser burocrático, havendo uma sobrecarga de tarefas para o engenheiro. Outra dificuldade citada é que como o software utilizado para criação e modificação de desenhos é diferente do software utilizado pelo cliente, perde-se um tempo para conversão dos documentos. Também se perde um tempo na identificação de cores que serão utilizadas no produto, devido à empresa Beta não ter o equipamento próprio. Diante disso, o conhecimento, experiência e o método de tentativa e erro dos coloristas são utilizados.

Uma dificuldade no processo como um todo é a indefinição do líder do projeto. Atualmente, as atividades estão meio divididas e o engenheiro do produto não tem autonomia necessária para tomar frente a esta tarefa. Com isto, conflitos desnecessários são gerados durante o desenvolvimento. Ligada a esta dificuldade, é o fato da cadeia de desenvolvimento



ser muito longa, isto é, muitas pessoas participando do desenvolvimento, fazendo com que “cada um defenda o seu lado e a realidade mudar até chegar ao cliente”.

No entanto, um benefício citado pelo engenheiro (LB) é que “o APQP cria uma vantagem na fase de validação do projeto, devido aos produtos serem pré-aprovados e com isso, o lead time de entrega ficar menor”. Não há grandes mudanças no processo, o que minimiza o tempo gasto com try out, assim como não existem surpresas na capacidade de produção e problemas da máquina. O processo já é totalmente dominado pela empresa Beta.

O engenheiro (AU) enfatiza que a falta de conhecimento do método APQP, os benefícios trazidos quando utilizado corretamente, assim como os benefícios e o conhecimento em relação às ferramentas contidas nele, são deficitários na empresa. O que prejudica bastante também esta falta de conhecimento são os diferentes requisitos dos clientes automotivos, o que dificulta o entendimento destes pelos participantes do projeto. Por exemplo, principalmente as pessoas do processo, “enxergam”, o FMEA de Processo, como “papelada” a ser preenchida e o desconhecem como sendo uma ferramenta de auxílio e prevenção. O entrevistado menciona que é um grande benefício para as últimas fases do APQP utilizar as saídas geradas por estas ferramentas na prática.

Outra dificuldade mencionada é a atualização dos documentos, à medida que o processo se modifica e as falhas acontecem. Existe uma grande dificuldade em se fazer esta retroalimentação ser feita corretamente. Se feita, poderia ser um modo de disseminar o conhecimento.

#### **7.2.4 Integração no APQP**

Os entrevistados também foram questionados quanto à integração entre as áreas nas fases do APQP. O entrevistado (AU) menciona que na fase de Projeto e Desenvolvimento do Processo, a integração é regular. Como muitas pessoas da empresa Beta são envolvidas fora da unidade de Ribeirão Preto, a integração é via fone conferência e por isso, existe muito retrabalho no fluxo destas informações. Para o engenheiro (LB), apesar do processo já ser bem dominado e conhecido, a integração nesta etapa deveria existir, o que não acontece hoje.

Com relação à integração na fase de Produção, na opinião do entrevistado (AU), esta não acontece da forma como deveria. Não existe uma reunião de implantação formal do projeto. A existência de um lote piloto, por exemplo, é comentada nas reuniões diárias de produção, das quais participam o gerente de qualidade, manufatura, planejamento,

supervisores da área e manutenção. Para o entrevistado (LB), esta integração acontece, mas se limita na participação da engenharia, representante do cliente, planejamento e manufatura.

### **7.2.5 Ferramentas do PDP**

Segundo os entrevistados (LB) e (AU), as ferramentas VSM, Cell Design, TPM e Kanban da produção enxuta, são utilizadas na empresa Beta tanto para a linha branca, quanto para o setor automotivo. As ferramentas relacionadas à abordagem 6 Sigma utilizadas na empresa Beta são Capabilidade do Processo, DMAIC e FMEA para ambos os entrevistados. A ferramenta MSA é utilizada somente no desenvolvimento de produtos do setor automotivo.

Ambos os entrevistados concordam que ter as ferramentas da produção enxuta implantadas, assim como as ferramentas da abordagem 6 Sigma, pode contribuir com 100% com a implantação do APQP na empresa. O entrevistado (AU) acrescenta que todas as ferramentas do Seis Sigma fazem parte do processo de aprovação, e utilizar as ferramentas da produção enxuta, por exemplo, Kanban, cell design, trazem benefícios principalmente para o planejamento da produção.

## **7.3 Empresa Gama**

A empresa Gama pertence ao setor eletroeletrônico e possui somente uma unidade no Brasil, sediada em São Paulo. As outras unidades ficam ao redor do mundo, por exemplo, EUA e México. As entrevistas foram feitas com o engenheiro (LB), de engenharia de vendas técnicas da linha branca e o engenheiro (AU), também da engenharia de vendas técnicas de produtos automotivos.

A empresa Gama fabrica conectores e terminais, fornecidos tanto para as montadoras da linha branca, quanto para os subsistemistas automotivos. A empresa é classificada como sendo de grande porte.

### **7.3.1 Desenvolvimento de Produtos**

O número médio de projetos e revisões de produtos para um líder de projeto no período de 1 ano, na empresa Beta, é entre 10 e 50 projetos tanto para o engenheiro (AU) do setor automotivo, quanto para o engenheiro (LB), representante da linha branca.

Segundo a avaliação dos líderes de projetos em relação ao estilo de liderança adotado pelo líder, estimulando a comunicação e a integração entre áreas, ambos avaliaram o último projeto em que participaram, como sendo bom. Do ponto de vista do engenheiro (LB), faltou experiência ao líder de projeto, que era recente na empresa.

Também foram avaliados outros critérios no último projeto participado por eles, como atividades de geração e seleção de idéias, construção de protótipos, atividades de preparação e acompanhamento de documentos e relatórios necessários à homologação do produto e avaliação geral no final do projeto. Estes foram avaliados de acordo com a legenda: 1- Não foi realizada, 2-Ruim, 3-Regular, 4-Bom e 5-Excelente. A tabela 7.3 mostra os resultados desta avaliação.

**Tabela 7.3– Avaliação dos Engenheiros (LB) e (AU) em relação ao último projeto da Empresa Gama.**

	Gama	
	LB	AU
5.1) Geração e seleção de idéias	5	4
5.2) Análise de viabilidade técnica e econômica	5	4
5.3) Desenvolvimento técnico em relação ao projeto do produto	5	5
5.4) Construção de protótipos	4	5
5.5) Realização de teste do produto	5	4
5.6) Lançamento comercial do novo produto	4	4
5.7) Preparação e acompanhamento de documentos (homologação do produto)	5	4
5.8) Produção de documentos relativos à execução do projeto	5	3
5.9) Avaliação para identificar os acertos ou erros cometidos ao longo do projeto	5	4

O engenheiro (LB) avaliou como sendo boa a construção de protótipos devido ao alto custo e à dificuldade da prototipagem nesta área, de terminais e conectores. Os engenheiros (LB) e (AU) também classificaram como sendo boa a atividade do lançamento comercial do novo produto, já que esta não acontece para o cliente final, sendo realizada quase que “individualmente” com cada engenheiro das montadoras.

### 7.3.2 APQP

Quando questionados sobre a utilização do APQP para o processo de desenvolvimento de produtos, ambos responderam que utilizam o método com todas as fases correspondentes, citadas na figura 3.1 da seção 3.3. O engenheiro (LB) cita que somente para os clientes menores de linha branca, que não exigem o método, não é utilizado. Complementa dizendo que “a utilização do APQP e a exigência de requisitos do processo, acabam por

encarecer o produto, já que são necessárias mais horas de engenharia para a realização dos requisitos solicitados, o que inviabiliza no caso de montadoras pequenas”.

O engenheiro (LB) definiu APQP como sendo “um método para se atingir o que o cliente quer, principalmente se atentando pelo fato do quanto ele quer pagar, ou seja, obter a qualidade requerida pelo cliente”. Já o engenheiro (AU) definiu APQP, como sendo “uma ferramenta de apoio para o desenvolvimento de um projeto com o objetivo de cobrir todas as fases importantes, alinhando-se às necessidades do cliente e ao potencial do fornecedor”.

Os entrevistados também elencaram os principais requisitos de acordo com as fases do APQP. O quadro 7.5 mostra o resultado e destaca em negrito as opiniões semelhantes dos entrevistados.

**Quadro 7.5** – Principais requisitos para cada um dos entrevistados da empresa Gama.

Fase	Engenheiro (LB)	Engenheiro (AU)
(2) Projeto e Desenvolvimento do Produto	<b>Plano de Controle de Protótipos e FMEA de Projeto</b>	<b>Plano de Controle de Protótipos e FMEA de Projeto</b>
(3) Projeto e Desenvolvimento do Processo	Plano de Análise do Sistema de Medição e <b>FMEA de Processo</b>	Layout das Instalações e <b>FMEA de Processo</b>
(4) Validação do Produto e do Processo	<b>Plano de Controle da Produção</b> e Aprovação de Peça da Produção	<b>Plano de Controle da Produção</b> e MSA

Os entrevistados também foram questionados quanto à prática da abertura de planilhas APQPs agrupadas por família e ambos responderam positivamente, ou seja, que costumam agrupá-los por família.

### 7.3.3 Dificuldades e Benefícios das Fases do APQP

Também foi pedido que os entrevistados citassem alguns benefícios e dificuldades das fases de (1) Planejamento do Processo de Desenvolvimento de Produto e (2) Desenvolvimento do Produto, seguido da fase de (3) Projeto e Desenvolvimento de Processo, e por último, das fases de (4) Validação do Produto e do Processo e (5) Produção Efetiva. O quadro 7.6 mostra os resultados das entrevistas.

**Quadro 7.6** – Benefícios e Dificuldades nas Fases do APQP da empresa Gama.

Fase do APQP		Entrevistado (LB)	Entrevistado (AU)
<b>(1) Planejamento do Processo de</b>	<i>Benefícios</i>	* Desenvolvimento bem estruturado; * Liderança bem definida	* Harmonização do desenvolvimento; * Previsionar os custos do

<b>Desenvolvimento de Produto e (2) Desenvolvimento do Produto</b>		(autonomia do líder).	projeto;
	<i>Dificuldades</i>	* Identificação dos desejos do cliente;	* Dimensionar as tolerâncias de tempo nas fases do desenvolvimento; * Desenvolver ferramentas com a produtividade esperada; * Envolvimento da corporação;
<b>(3) Projeto e Desenvolvimento de Processo</b>	<i>Benefícios</i>		* Com a interação do grupo, pode-se estudar melhor novas necessidades de equipamentos e melhor ergonomia; * Controle dos parâmetros produtivos;
	<i>Dificuldades</i>	* Pouca capacitação em processo;	* Planejar equipamentos adequados à necessidade do produto; * Alinhar recursos disponíveis com as necessidades projetadas;
<b>(4) Validação do Produto e do Processo e (5) Produção Efetiva</b>	<i>Benefícios</i>	* <b>Testes e especificações bem definidas e bem acompanhadas;</b>	* <b>Fases e tarefas bem definidas, evitando falhas humanas;</b> * Apresentação de um produto factível de ser produzido.
	<i>Dificuldades</i>		* Reproduzir e testar o que foi produzido contra o projetado; * Prazos compatíveis com a necessidade da organização.

O engenheiro (LB) cita que o grande benefício do APQP é ter o desenvolvimento bem estruturado, tal como ele proporciona. Isto se torna ainda mais benéfico quando se tem um líder de projeto definido. O engenheiro (AU) cita como benefício do APQP a harmonização do desenvolvimento, ou seja, a equalização de informações a todo o grupo de desenvolvimento.

Na opinião do entrevistado (LB), a maior dificuldade das primeiras fases do APQP é identificar o que o cliente quer. Ou seja, ligar a vontade do cliente com o que vai ser bom para a empresa. Às vezes, pessoas da engenharia e compras são movimentadas para se chegar à conclusão de que aquele produto não é competência da empresa.

Outra dificuldade também da primeira fase, citada pelo entrevistado (AU) é a questão de dimensionar as tolerâncias de tempo em cada fase do desenvolvimento, ou seja, a confecção do cronograma de ações. No entanto, isto, se bem definido, assim como os custos previstos do projeto, de recursos e tempo, torna-se uma vantagem competitiva para a empresa.

O envolvimento da corporação em projetos de longa duração é essencial, já que se o número de projetos for incompatível com o tamanho da equipe, nem sempre os recursos serão disponibilizados na prioridade necessária.

Outra dificuldade citada pelo entrevistado (LB), na fase do desenvolvimento do processo, é a falta de competência para o pessoal do processo ou falta de conhecimento. O entrevistado (AU) cita que se planejado corretamente, o processo projetado permitirá o controle dos parâmetros produtivos e especificados inicialmente.

O entrevistado (LB) cita como benefício os testes e especificações que, se bem definidos nas últimas fases, se ganha maior confiança perante o cliente, quem às vezes acompanha esta fase. O entrevistado (AU) cita que, como as fases de cada time estão bem descritas e determinadas, evita-se desta maneira ou pelo menos se previne, eventuais falhas humanas. Como dificuldade, cita que “nem sempre os prazos das tarefas estão compatíveis com a realidade da organização ou vice-versa, o que gera recursos não alinhados com a necessidade”.

#### **7.3.4 Integração no APQP**

Os entrevistados também foram questionados quanto à integração entre as áreas nas fases do APQP. Ambos entrevistados mencionaram que na fase de Projeto e Desenvolvimento do Processo, a integração flui normalmente. O entrevistado (AU) explica que normalmente o líder de projeto irá convocar as reuniões e elaborar em conjunto com os

departamentos responsáveis, o cronograma de responsabilidades e ações versus recursos versus tempo necessário em cada uma das tarefas. Um sistema de apoio para gerenciar toda a integração durante o APQP, registrar o *feedback* de cada departamento e gerar um plano de ações efetivo é essencial para o bom andamento do projeto.

Com relação à integração na fase de Produção, na opinião dos entrevistados, esta também acontece normalmente. O entrevistado (AU) explica que sob a coordenação do líder de projeto, são realizadas reuniões para avaliação dos pontos críticos, recursos, tempo e diretrizes principais para a produção do produto, dentro dos parâmetros pré-estabelecidos e especificados no plano de controle.

### **7.3.5 Ferramentas do PDP**

Segundo os entrevistados (LB) e (AU), as ferramentas VSM, 3P, AV/EV, Cell Design, TPM e Kanban da produção enxuta, são utilizadas na empresa Gama tanto para a linha branca, quanto para o setor automotivo. As ferramentas relacionadas à abordagem Seis Sigma utilizadas na empresa Gama são Capacidade do Processo, DMAIC, MSA e FMEA para ambos os entrevistados.

Ambos os entrevistados concordam que ter as ferramentas da produção enxuta implantadas, assim como as ferramentas da abordagem Seis Sigma, pode contribuir com 50% para a implantação do APQP na empresa.

## **7.4 Empresa Delta**

A empresa Delta pertence ao setor eletroeletrônico, classificada como sendo de grande porte e situada em Itu no interior de São Paulo. Ela fabrica interruptores, termostatos, componentes para eletrodomésticos, como dosador, chave rotativa, pressostatos, além de fabricar produtos eletrônicos e tomadas, tanto para as montadoras da linha branca, quanto para os subsistemistas automotivos.

As entrevistas foram feitas com uma pessoa da engenharia de linha branca (LB), e com uma pessoa da qualidade, engenheiro (AU), especificamente da Garantia da Qualidade e do Sistema de Gestão.

### 7.4.1 Desenvolvimento de Produtos

O número médio de projetos e revisões de produtos para um líder de projeto no período de 1 ano, na empresa Delta, é menor que 10 projetos para o engenheiro (AU) do setor automotivo, e entre 10 e 50 projetos para o engenheiro (LB), representante da linha branca.

Segundo a avaliação dos líderes de projetos em relação ao estilo de liderança adotado pelo líder, estimulando a comunicação e a integração entre áreas, o engenheiro (LB) a avaliou como boa e o engenheiro (AU) a avaliou como sendo regular. Do ponto de vista do engenheiro (LB), o que atrapalha o trabalho do líder é a falta de conhecimento na metodologia de desenvolvimento de produtos das pessoas que executam tarefas neste desenvolvimento, já que na empresa Delta, somente as pessoas da engenharia foram treinadas.

Também foram avaliados outros critérios no último projeto participado por eles, como atividades de geração e seleção de idéias, construção de protótipos, atividades de preparação e acompanhamento de documentos, relatórios necessários à homologação do produto e avaliação geral no final do projeto. Estes foram avaliados de acordo com a legenda: 1- Não foi realizada, 2-Ruim, 3-Regular, 4-Bom e 5-Excelente. A tabela 7.4 mostra os resultados desta avaliação.

**Tabela 7.4** – Avaliação dos Engenheiros (LB) e (AU) em relação ao último projeto da Empresa Delta.

	Delta	
	LB	AU
5.1) Geração e seleção de idéias	4	4
5.2) Análise de viabilidade técnica e econômica	4	3
5.3) Desenvolvimento técnico em relação ao projeto do produto	4	4
5.4) Construção de protótipos	4	4
5.5) Realização de teste do produto	3	4
5.6) Lançamento comercial do novo produto	3	3
5.7) Preparação e acompanhamento de documentos (homologação do produto)	4	3
5.8) Produção de documentos relativos à execução do projeto	4	3
5.9) Avaliação para identificar os acertos ou erros cometidos ao longo do projeto	5	3

A análise de viabilidade técnica e econômica é feita pelo pessoal de vendas, que faz inclusive o preço-objetivo e o repassa como requisito ao pessoal de engenharia.

A construção de protótipos é amplamente utilizada para ambos os setores e atualmente é classificada como estando uma boa atividade. Já a atividade de teste do produto é classificada como regular pelo pessoal da linha branca devido aos últimos projetos. Com a



falta de tempo, muitas falhas pegas no cliente poderiam ter sido pegas na empresa Delta com a ajuda destes testes.

O entrevistado (LB) classificou a atividade de preparação e acompanhamento de documentos como estando boa, já que atualmente três grandes montadoras da linha branca estão mais organizadas ao requisitar os documentos finais do projeto. Uma delas inclusive, já desenvolveu um sistema na internet, no qual disponibiliza ao fornecedor os requisitos necessários para o projeto. À medida que o fornecedor alimenta este sistema, o cliente avalia automaticamente e faz a aprovação de cada documento.

O entrevistado (LB) avaliou como sendo excelente a atividade de avaliar os erros e acertos cometidos ao longo do projeto. Na entrada do projeto, o setor de vendas faz o documento de solicitação do projeto no sistema. Esta solicitação possui todas as fases de um desenvolvimento e à medida que este ocorre, a engenharia o alimenta com os dados e fatos do projeto. No final do projeto, “a engenharia é responsável por comparar os dados de entrada e expectativa do projeto com os dados de saída, inclusive comparando o número de falhas esperadas no projeto, com as falhas que acontecem após lançamento e produção do produto”.

#### **7.4.2 APQP**

Quando questionados sobre a utilização do APQP para o processo de desenvolvimento de produtos, o engenheiro (LB) respondeu que, se não for solicitado pelo cliente, não utiliza o método. Já o engenheiro (AU) utiliza o método com todas as fases correspondentes, citadas na figura 3.1 da seção 3.3. Este mesmo define APQP, como sendo “uma estrutura de procedimentos e técnicas usadas para gerenciar a qualidade no desenvolvimento de produtos”.

O entrevistado (LB) citou que são três grandes montadoras da linha branca que solicitam a utilização do APQP ou método similar para o desenvolvimento de produtos. Complementa dizendo que os clientes menores não solicitam, pois além de muitas vezes desconhecerem, desconfiam do aumento do custo do projeto com a utilização do APQP. No entanto, quando não solicitado, o trabalho é feito em cima de um procedimento de desenvolvimento de produtos baseado na ISO/TS 16:949:2002, ou seja, bastante similar às tarefas e fases do APQP.

Desta maneira, a empresa Delta trabalha com um procedimento documentado que define as atividades do processo de desenvolvimento de produtos. Este procedimento possui todas as fases relatadas no APQP quando utilizado para as três grandes montadoras de

linha branca e possui somente três fases, sendo Projeto e Desenvolvimento do Produto, do Processo e a Validação do Produto e do Processo, para os clientes menores da linha branca.

Os entrevistados também elencaram os principais requisitos de acordo com as fases do APQP. O quadro 7.7 mostra o resultado e destaca em negrito as opiniões semelhantes dos entrevistados.

**Quadro 7.7** – Principais requisitos para cada um dos entrevistados da empresa Delta.

Fase	Engenheiro (LB)	Engenheiro (AU)
(2) Projeto e Desenvolvimento do Produto	<b>Requisitos para meios de medição</b> e FMEA de Projeto	Plano de Controle de Protótipos e <b>Requisitos para meios de medição</b>
(3) Projeto e Desenvolvimento do Processo	<b>Plano de Estudo Preliminar da Capabilidade do Processo</b> e FMEA de Processo	<b>Plano de Estudo Preliminar da Capabilidade do Processo</b> e Padrão de Embalagem
(4) Validação do Produto e do Processo	<b>Aprovação de Peça da Produção</b> e Plano de Controle da Produção	Avaliação de embalagem e <b>Aprovação de Peça da Produção</b>

Os entrevistados também foram questionados quanto à prática da abertura de planilhas APQPs agrupadas por família e ambos responderam que costumam trabalhar desta maneira. O responsável por vendas costuma abrir a solicitação agrupando o produto, quando possível, em uma família.

### 7.4.3 Dificuldades e Benefícios das Fases do APQP

Também foi pedido que os entrevistados citassem alguns benefícios e dificuldades das fases de (1) Planejamento do Processo de Desenvolvimento de Produto e (2) Desenvolvimento do Produto, seguido da fase de (3) Projeto e Desenvolvimento de Processo, e por último, das fases de (4) Validação do Produto e do Processo e (5) Produção Efetiva. O quadro 7.8 mostra os resultados das entrevistas.

**Quadro 7.8** – Benefícios e Dificuldades nas Fases do APQP da empresa Delta.

Fase do APQP		Entrevistado (LB)	Entrevistado (AU)
(1) <b>Planejamento do Processo de Desenvolvimento</b>	<i>Benefícios</i>	* Planejamento do desenvolvimento; * Facilidade na comunicação entre departamentos.	* Ferramentas tornam-se instrumentos valiosos;

<b>de Produto e (2) Desenvolvimento do Produto</b>	<i>Dificuldades</i>	* Conflito de informações; * Execução de algumas tarefas devido a estrutura; * <b>Envolvimento das pessoas no projeto.</b>	* Falta de recursos; * <b>Envolvimento das pessoas no projeto.</b>
<b>(3) Projeto e Desenvolvimento de Processo</b>	<i>Benefícios</i>	* Detecção dos erros.	* Histórico dos projetos.
	<i>Dificuldades</i>	* Falta de históricos nos projetos desenvolvidos; * Registrar o desenvolvimento.	* Falta de recursos.
<b>(4) Validação do Produto e do Processo e (5) Produção Efetiva</b>	<i>Benefícios</i>	* Atendimento do projeto quando ferramentas são executadas corretamente.	* Histórico dos projetos.
	<i>Dificuldades</i>	* Pouco conhecimento dos operadores no projeto; * Falta de treinamento dos operadores na montagem; * Falta de conhecimento na metodologia de desenvolvimento.	* Falta de recursos; * Envolvimento das pessoas no projeto.

O engenheiro (LB) citou que com o planejamento do desenvolvimento do projeto, as informações ficam mais claras, de modo que todos os participantes sabem as funções, as atividades, os prazos de cada tarefa. O líder utiliza o MS Project para a determinação dos pontos críticos e até das tarefas que podem acontecer em paralelo. Isto facilita também a comunicação entre os departamentos, já que as responsabilidades ficam mais claras.

Apesar disto, o engenheiro (LB) cita que alguns departamentos têm dificuldade em executar algumas atividades do método de desenvolvimento e principalmente do APQP, devido à falta de uma estrutura adequada e até de conhecimento nestas atividades. O engenheiro (AU) cita “que as ferramentas são instrumentos valiosos de auxílio nos projetos. No entanto, como a demanda no mercado exige respostas rápidas e as empresas estão cada vez mais enxutas, acaba-se atropelando fases”.

O engenheiro (LB) cita que logo na entrada do projeto, o conflito de informações é uma dificuldade que pode arrastar-se por todo o projeto. Na empresa Delta, as informações do projeto são passadas por muitas pessoas até chegar à engenharia e às vezes, estas chegam com erros. Ou seja, a engenharia do cliente passa a informação para o comercial, que negocia com o setor de vendas da empresa Delta, que passa a informação do projeto à engenharia da empresa Delta. No entanto, quando as “engenharias” se conversam, percebem que a informação estava incompleta ou até está em conflito com outros requisitos.

O engenheiro (LB) cita que a aplicação correta das ferramentas de prevenção na fase de desenvolvimento do processo ajuda na detecção das possíveis falhas do projeto. Citaram que “já ocorreu de mudarem o projeto mais de uma vez após a detecção de falhas no FMEA e que os argumentos técnicos trouxeram até mais respaldo ao líder de projeto na empresa”.

O engenheiro (LB) cita que a falta de histórico do projeto do processo, mesmo que em projetos anteriores, é uma grande dificuldade e faz com que o projeto dure mais do que o esperado. Embora hoje já exista a ferramenta para que este histórico seja registrado, a indisciplina dos engenheiros faz com que a alimentação deste histórico seja feita de forma pouco detalhada. O engenheiro (AU) cita que a existência deste histórico é imprevisível, pois mesmo que demore no primeiro APQP, torna-se um ganho nos APQPs seguintes devido ao histórico tecnológico sobre os processos, principalmente quando se tem a opção de trabalhar com famílias de projeto, que é o caso da empresa Delta.

Na fase de Validação do Projeto e Produção, o engenheiro (LB) cita como dificuldade a falta de comprometimento dos operadores em projetos novos e detalham que esta, é devido à falta de conhecimento por parte deles, com relação à função e criticidade de cada componente. Além disto, os operadores são treinados na montagem do produto somente no lote piloto e devido ao pouco tempo para a entrega do projeto, a atenção também é defasada neste momento.

Outra dificuldade citada pelo engenheiro (LB) nesta fase é a falta de conhecimento da metodologia de desenvolvimento dos executores das tarefas, que seria minimizada com um treinamento desta para grande parte da empresa. Embora os entrevistados acreditem ainda que a empresa não esteja preparada para trabalhar com a cultura do APQP.

#### **7.4.4 Integração no APQP**

Os entrevistados também foram questionados quanto à integração entre as áreas nas fases do APQP. Ambos entrevistados mencionaram que na fase de Projeto e Desenvolvimento do Processo, a integração acontece com o envolvimento, principalmente, das áreas de engenharia, qualidade, métodos e processos e produção. O engenheiro (LB) mencionou que na empresa Delta, “a comunicação, fácil e ágil, colabora para esta integração”. O engenheiro (AU) mencionou que esta integração até poderia ser melhorada se não fossem os prazos de execução muito curtos.

Ambos os entrevistados acreditam ser bastante forte a integração na fase de Produção. Nesta etapa, algumas vezes, o cliente até participa. De acordo com o engenheiro (AU), quando o cliente não participa, este é informado dos detalhes pertinentes. Citou que nesta fase a interação é ainda maior já que os participantes estão ansiosos para ver o produto “pronto”.

#### **7.4.5 Ferramentas do PDP**

Segundo os entrevistados (LB) e (AU), nenhuma ferramenta da produção enxuta é aplicada na empresa ainda. O engenheiro (AU) complementa dizendo que acredita que a cultura da empresa seja totalmente voltada à implantação destas ferramentas.

As ferramentas relacionadas à abordagem Seis Sigma utilizadas na empresa são Capabilidade do Processo, MSA e FMEA para ambos os entrevistados.

Ambos os entrevistados concordam que ter as ferramentas da produção enxuta implantadas, assim como as ferramentas da abordagem Seis Sigma, pode contribuir com 50% com relação à implantação do APQP na empresa.

### **7.5 Empresa Sigma**

A empresa Sigma pertence ao setor eletroeletrônico, classificada como sendo de grande porte e tem uma unidade de fabricação em Bragança Paulista. As entrevistas foram feitas com o engenheiro (LB), de engenharia de produtos da linha branca e o engenheiro (AU), da qualidade, responsável por aprovar as peças de produção junto aos clientes automotivos.

A empresa Sigma fabrica conectores e terminais, fornecidos tanto para as montadoras da linha branca, quanto para os subsistemistas automotivos.

### 7.5.1 Desenvolvimento de Produtos

O número médio de projetos e revisões de produtos para um líder de projeto no período de 1 ano, na empresa Sigma, é menor que 10 projetos para o engenheiro (AU), do setor automotivo, e entre 50 e 100 projetos para o engenheiro (LB), representante da linha branca. O engenheiro (LB) comenta que “a maioria dos projetos é mudança de revisão, não necessariamente desenvolvimento novo”.

Segundo a avaliação dos líderes de projetos em relação ao estilo de liderança adotado pelo líder, estimulando a comunicação e a integração entre áreas, ambos avaliaram o último projeto em que participaram, como sendo regular. Do ponto de vista do engenheiro (AU), faltou experiência ao líder de projeto, que era recente na empresa. O engenheiro (LB) cita que apesar de serem feitas reuniões no início do projeto, com datas e tarefas determinadas, estas atrasam, o que acarreta atraso final no projeto.

Também foram avaliados outros critérios no último projeto participado por eles, como atividades de geração e seleção de idéias, construção de protótipos, atividades de preparação e acompanhamento de documentos e relatórios necessários à homologação do produto e avaliação geral no final do projeto. Estes foram avaliados de acordo com a legenda: 1- Não foi realizada, 2-Ruim, 3-Regular, 4-Bom e 5-Excelente. A tabela 7.5 mostra os resultados desta avaliação.

**Tabela 7.5**– Avaliação dos Engenheiros (LB) e (AU) em relação ao último projeto da Empresa Sigma.

	Sigma	
	LB	AU
5.1) Geração e seleção de idéias	4	4
5.2) Análise de viabilidade técnica e econômica	4	5
5.3) Desenvolvimento técnico em relação ao projeto do produto	3	4
5.4) Construção de protótipos	3	4
5.5) Realização de teste do produto	4	4
5.6) Lançamento comercial do novo produto	1	1
5.7) Preparação e acompanhamento de documentos (homologação do produto)	3	4
5.8) Produção de documentos relativos à execução do projeto	4	4
5.9) Avaliação para identificar os acertos ou erros cometidos ao longo do projeto	1	4

Ambos citaram que a geração e seleção de idéias é uma boa prática na empresa, visto a discussão gerada entre os engenheiros, vendas e até a participação do cliente. A análise de viabilidade técnica e econômica também foi avaliada como sendo muito boa, já que com o novo sistema intranet implantado há pouco tempo, muitos projetos ficaram interligados, o que facilita a troca de conhecimento entre as empresas no mundo. Atualmente, a engenharia de vendas, sediada em São Paulo, abre uma solicitação do cliente via este programa, coloca-se a descrição do produto que o cliente deseja, o preço-objetivo e estimativa prévia de custos. A cotação é feita pela engenharia de produto, validada pelo financeiro e enviada ao cliente pelo pessoal de vendas.

A atividade de construção de protótipos foi avaliada pelo engenheiro (LB) como sendo regular, já que a qualidade desta na área de plásticos deixa a desejar. Geralmente, os protótipos são mostrados ao cliente somente como forma de visualização, não para teste de funcionalidade. Segundo o entrevistado, às vezes é mais viável fazer conversão na ferramenta do que fazer prototipagem em um fornecedor.

Ambos avaliaram a atividade de lançamento do produto como não aplicável, por não lançarem o produto ao cliente final e sim quase que “individualmente” a cada engenheiro de produto.

De acordo com o engenheiro (LB), todos os documentos e relatórios necessários à homologação do produto são feitos de acordo com o pedido do cliente, assim como a produção de documentos relativos à execução do projeto. Geralmente, os FMEAs são feitos por família de produto.

Apesar da atividade de avaliação geral para identificar os acertos ou erros cometidos ao longo do projeto não ser feita formalmente, registrada, o engenheiro (AU) a avaliou como sendo boa. No entanto, para o engenheiro (LB) esta atividade não acontece como deveria, “já que apesar de todos os defeitos dos produtos serem corrigidos durante os primeiros meses de produção, a ferramenta disponibilizada a todos na empresa não é utilizada, ou seja, não são registrados estes históricos, assim como não existe nenhuma reunião formal”.

### **7.5.2 APQP**

Quando questionados sobre a utilização do APQP para o processo de desenvolvimento de produtos, o engenheiro (LB) respondeu que, se não for solicitado pelo cliente, não utiliza o método. Já o engenheiro (AU) utiliza o método com todas as fases correspondentes, citadas na figura 3.1 da seção 3.3. Este mesmo define APQP, como sendo

uma sistemática de acompanhamento de projetos que bem utilizada, consegue-se a redução do tempo de construção, de finalização do projeto e as não conformidades que poderiam ocorrer na produção.

O engenheiro (LB) respondeu que a ferramenta não é utilizada atualmente para a linha branca porque os clientes não exigem, além de ser uma ferramenta que exige muita formalidade, retornos, reuniões e feedbacks constantes. Inicialmente, o entrevistado acreditou que não teria necessidade da utilização da ferramenta para a linha branca.

Apesar disto, a empresa trabalha com um procedimento documentado que define as atividades do processo de desenvolvimento de produtos. Este procedimento possui todas as fases relatadas no APQP. Ele resumiu o sistema como descrito a seguir. “Após a abertura da requisição pela engenharia de vendas com a aprovação do desenvolvimento, faz-se um documento para implantar a estrutura do produto, roteiro e custo. Em seguida, é acertada com o planejamento a chegada da matéria-prima, com a manufatura a data do try out, com o laboratório a data de envio do relatório funcional e combinado com o cliente, a data prevista de envio das primeiras peças”. Após a aprovação do cliente, a produção e fornecimento são liberados. Desta maneira, segundo o engenheiro (LB), como a empresa possui de 80 a 90% de produtos e faturamento oriundos da indústria automotiva, a linha branca inconscientemente acaba por utilizar o APQP para o desenvolvimento de produtos.

Os entrevistados também elencaram os principais requisitos de acordo com as fases do APQP. O quadro 7.9 mostra o resultado e destaca em negrito as opiniões semelhantes dos entrevistados.

**Quadro 7.9** – Principais requisitos para cada um dos entrevistados da empresa Sigma.

Fase	Engenheiro (LB)	Engenheiro (AU)
(2) Projeto e Desenvolvimento do Produto	<b>FMEA de Projeto e Especificação e Requisitos para novos equipamentos, ferramental e instalação</b>	<b>Especificação e Requisitos para novos equipamentos, ferramental e instalação e FMEA de Projeto</b>
(3) Projeto e Desenvolvimento do Processo	Padrão de Embalagem e <b>FMEA de Processo</b>	Plano de Estudo Preliminar da Capabilidade do Processo e <b>FMEA de Processo</b>
(4) Validação do Produto e do Processo	Plano de Controle da Produção e Aprovação de Peça da Produção	MSA e Estudo Preliminar da Capabilidade do Processo

Os entrevistados também foram questionados em relação ao seu comportamento, se o número de projetos dobrasse na empresa em 1 ano e os recursos



disponíveis se mantivessem. O entrevistado (AU) respondeu que a metodologia APQP, se estivesse sendo utilizada, seria aplicada para todos os projetos, porém haveria tarefas copiadas dos projetos anteriores. O engenheiro (LB) respondeu que a metodologia APQP sofreria uma simplificação, pela qual as tarefas Capacidade do Processo e Análise do Sistema de Medição, Padrão de Embalagem e FMEA de Projeto, em comum com projetos anteriores, seriam aproveitadas por completo.

Os entrevistados também foram questionados quanto à prática da abertura de planilhas APQPs agrupadas por família e ambos responderam positivamente. O engenheiro (LB) citou que a requisição aberta pelo pessoal de vendas já não vem agrupada por família. Ele cita que a engenharia de produtos, percebendo semelhança entre os projetos, costuma desenvolver os produtos em conjunto, como família.

### 7.5.3 Dificuldades e Benefícios das Fases do APQP

Também foi pedido que os entrevistados citassem alguns benefícios e dificuldades das fases de (1) Planejamento do Processo de Desenvolvimento de Produto e (2) Desenvolvimento do Produto, seguido da fase de (3) Projeto e Desenvolvimento de Processo, e por último, das fases de (4) Validação do Produto e do Processo e (5) Produção Efetiva. O quadro 7.10 mostra os resultados das entrevistas.

**Quadro 7.10** – Benefícios e Dificuldades nas Fases do APQP da empresa Sigma.

Fase do APQP		Entrevistado (LB)	Entrevistado (AU)
(1) Planejamento do Processo de Desenvolvimento de Produto e (2) Desenvolvimento do Produto	<i>Benefícios</i>		
	<i>Dificuldades</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Excessiva simplificação de tarefas;</li> <li>* Comprometimento da equipe;</li> <li>* Pouco poder do líder de projeto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Falta de conhecimento;</li> <li>* Trabalho em equipe;</li> <li>* <b>Informações incompletas do cliente;</b></li> <li>* Previsionar recursos;</li> <li>* Alteração de prioridades;</li> <li>* Burocracia não agiliza;</li> </ul>
(3) Projeto e Desenvolvimento de Processo	<i>Benefícios</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Com o conhecimento da empresa, não há dificuldade técnica nesta fase;</li> </ul>	

	<i>Dificuldades</i>	* Priorizar o desenvolvimento frente as tarefas diárias;	* Acompanhamento incompleto do líder do projeto; * Falta de históricos formais; * <b>Pouco envolvimento gerencial;</b> * Falta de previsão de capital para prevenção;
<b>(4) Validação do Produto e do Processo e (5) Produção Efetiva</b>	<i>Benefícios</i>		
	<i>Dificuldades</i>	* Comprometimento da equipe; * <b>Incerteza no atendimento do desejo do cliente;</b> * <b>Pouco envolvimento gerencial.</b>	* Falta de recursos para a realização dos testes de validação; * Pouca relevância dos relatórios oriundos das auditorias; * Excessivo foco no cliente.

O engenheiro (LB) cita que a excessiva simplificação das tarefas devido ao acúmulo de atividades dos profissionais, faz com que tarefas que deveriam ser encaradas com mais seriedade, por exemplo, FMEA de Projeto, sejam feitas de modo simplificado somente para cumprimento das mesmas. Ele cita que o comprometimento com prazos e tarefas por parte das pessoas talvez seja a maior dificuldade. O engenheiro (AU) cita que a competição entre os projetos e a constante alteração de prioridade é outra grande dificuldade tanto para os líderes quanto para os responsáveis pela execução das tarefas.

O engenheiro (AU) cita que a falta de conhecimento na ferramenta APQP ou a existência de profissionais não qualificados se torna uma grande dificuldade nas primeiras fases. Isso piora “à medida que cada vez mais as montadoras estão criando requisitos específicos para os projetos e desta maneira, dificultando ainda mais para a difusão de conhecimento”. Também cita que a excessiva burocracia causa atrasos no projeto, devido à dependência de aprovação para a realização das tarefas, como a compra de matéria-prima ou ferramental.

Outra dificuldade citada pelo engenheiro (LB) é o pouco poder que o líder de projeto tem frente à empresa, o que acaba por existir um “desgaste” do mesmo até a realização das tarefas por cada responsável. Já o engenheiro (AU) cita que o líder poderia fazer melhor os acompanhamentos das tarefas, já que ele percebe a falta de controle no APQP e falta de documentos momentos antes da aprovação do projeto pelo cliente.

Nas últimas fases do APQP, o entrevistado (LB) cita que “conseguir atender às expectativas que o cliente deseja ou precisa, talvez seja a maior dificuldade destas fases”. Ele acrescenta que os fornecedores nunca têm certeza absoluta se o cliente realmente está certo tecnicamente do que precisa. O engenheiro (AU) cita esta mesma dificuldade nas primeiras fases, devido a estas entradas dependerem do cliente e nem sempre serem completas. Ele exemplificou com um caso que a empresa Sigma desenvolveu um relé sonoro para uma unidade do cliente automotivo na Argentina com as entradas de projeto vindo do cliente brasileiro. No entanto, quando o cliente argentino foi fazer a montagem do relé, a furação ficava de frente para o relé e assim o som não saía. Finalizou dizendo que é essencial que as entradas do projeto estejam detalhadas e completas.

Uma dificuldade que impacta em todas as fases, citada pelo entrevistado (LB) é o pouco envolvimento gerencial no andamento dos projetos. Este somente ocorre quando houver falhas que impliquem em insatisfação do cliente.

A falta de históricos formais, ou seja, registros dos acontecimentos e decisões durante os projetos são escassos. O histórico dos projetos está nas pessoas, nos e-mails pessoais. Ele acrescenta que falta uma ferramenta na empresa que registre este histórico dos projetos.

O engenheiro (AU) cita a dificuldade de realização dos testes para validação dos projetos, visto a quantidade de equipamentos disponíveis para a realização destas, como a máquina para o teste de vibração que dura de 2 a 3 meses.

Por último, acrescenta a pouca relevância dada nas auditorias realizadas antes do lançamento dos produtos. Estas auditorias funcionam como prevenção para possíveis problemas do projeto e as saídas destas não são levadas a sério por parte da organização. Também cita que o excessivo foco no cliente e nenhum no fornecedor, acaba por prejudicar quando a empresa Sigma necessita da ajuda do fornecedor, que não ajuda já que anteriormente todos os recursos estavam voltados ao cliente.

#### **7.5.4 Integração no APQP**

Os entrevistados também foram questionados quanto à integração entre as áreas nas fases do APQP. Ambos entrevistados mencionaram que na fase de Projeto e Desenvolvimento do Processo, a integração acontece com o envolvimento de todas as áreas, embora não simultaneamente. Ambos acreditam que poderia ser melhorada e cita que a mesma equipe que participa de projetos automotivos, participa também de projetos da linha branca, com excessão do engenheiro de produtos.

De acordo com o entrevistado (AU), existem reuniões no início, durante e no final do projeto para acompanhamento. Quando acontecem problemas específicos entre estas reuniões, somente a área responsável é envolvida. Destas reuniões participam as áreas de compras, qualidade, produção, manufatura, projetos de ferramentas e produtos.

Enquanto o engenheiro (LB) acredita ser fraca a integração na fase de produção, já que apesar de existir o acompanhamento das áreas, qualidade, produto, projeto e manufatura, esta acontece somente em caso de maiores problemas que poderiam afetar a produção, faturamento ou até a imagem da empresa, o engenheiro (AU) acredita ser correta a integração nesta fase.

#### **7.5.5 Ferramentas do PDP**

Segundo os entrevistados (LB) e (AU), as ferramentas VSM, TPM e Kanban da produção enxuta, são utilizadas na empresa Sigma tanto para a linha branca, quanto para o setor automotivo. Segundo o entrevistado (AU), a ferramenta VSM foi aplicada uma única vez na planta, já que a implantação da filosofia da produção enxuta teve início há poucos meses.

As ferramentas relacionadas à abordagem Seis Sigma utilizadas na empresa Sigma são Capabilidade do Processo, MSA e FMEA para ambos os entrevistados. A ferramenta DMAIC é utilizada para projetos automotivos.

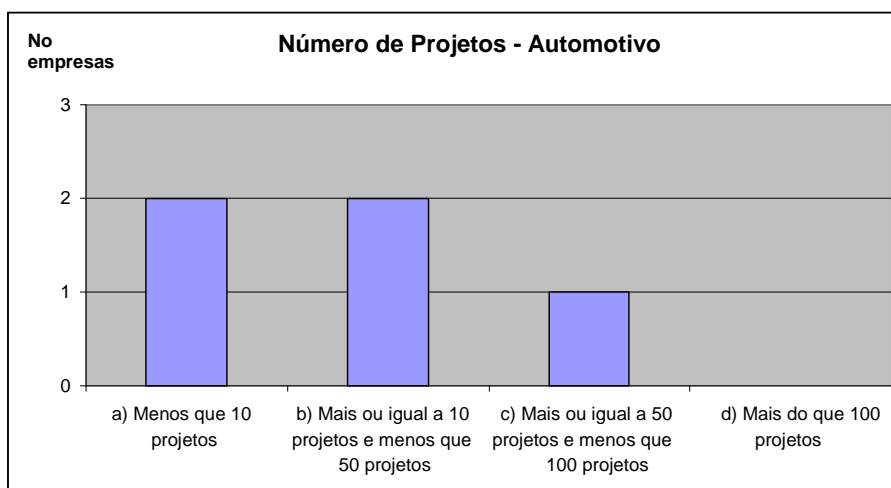
Ambos os entrevistados concordam que ter as ferramentas da produção enxuta implantadas, assim como as ferramentas da abordagem Seis Sigma, pode contribuir com, respectivamente, 50% e 100%, para engenheiro (LB) e (AU), com relação à implantação do APQP na empresa.

## 7.6 Análise Conjunta dos Dados

Nas próximas seções, será mostrado o resultado da pesquisa em conjunto com todos os entrevistados do setor automotivo e em seguida, da linha branca, buscando assim a caracterização do PDP de ambos os setores. É importante mencionar que foram entrevistadas cinco pessoas do setor automotivo e cinco pessoas do setor de linha branca.

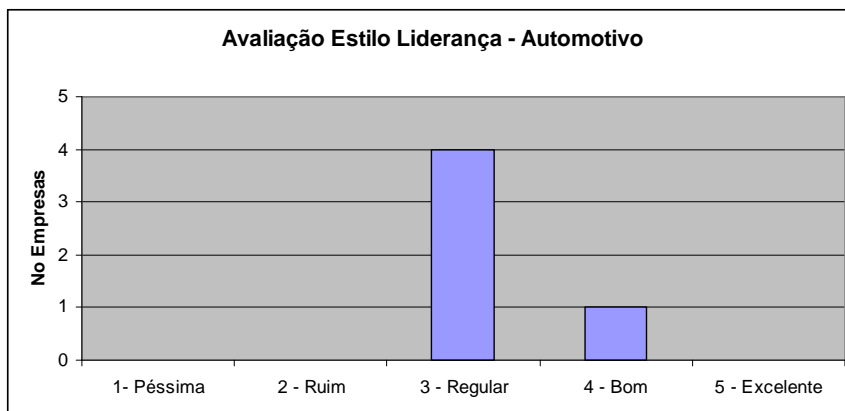
### 7.6.1 Desenvolvimento de produtos nas empresas estudadas da indústria automotiva

Com relação ao número de projetos liderados por um líder de projeto no decorrer de 1 ano nas empresas, pode-se perceber pela figura 7.1, que o número de projetos gira em torno de 10 projetos, não ultrapassando 50 projetos.



**Figura 7.1** – Número de Projetos no decorrer de um ano nas empresas automotivas.

Pode ser visto pela figura 7.2, que 75% dos entrevistados, das cinco empresas pesquisadas, avaliaram a adequação do estilo de liderança adotado pelo líder do projeto, em relação à execução do projeto, estímulo à comunicação e integração das áreas, como sendo regular. Os motivos citados pela avaliação regular foram a falta de experiência do líder, falhas na comunicação e ausência de uma liderança formal de projeto. Isto evidencia a citação do quarto fator gerencial de Rozenfeld et al (2006) quanto à definição e à função desempenhadas pelos gerentes e líderes de projeto. Rozenfeld et al (2006) cita que a tratativa deles afeta diretamente o desempenho do time, através de sua capacidade de resolver conflitos, de isolar o time de problemas exteriores, de prover recursos, de criar um bom ambiente de trabalho e de divulgar uma visão sistêmica sobre o caminho a ser trilhado pelo time.



**Figura 7.2** – Avaliação do estilo de liderança do líder de projetos automotivos.

Em relação à qualidade de execução de cada atividade relativa ao projeto, pode ser visto pela tabela 7.6, que a maioria das atividades foi avaliada entre regular (3) e bom (4). Como dois entrevistados citaram como não aplicável a atividade de lançamento comercial do novo produto, já que estes não lançam direto no mercado consumidor, a nota média ficou em 2.4. Em geral, pode-se citar que a avaliação do projeto não está sendo feita de modo formal, o que acaba prejudicando o histórico dos projetos em geral. As atividades de construção de protótipos e de desenvolvimento técnico são avaliadas como boa.

Já a estrutura de desenvolvimento do projeto é citada como ponto de melhoria, assim como a preparação e acompanhamentos dos documentos e relatórios oriundos desses projetos. De um modo geral, uma estruturação para o desenvolvimento é fundamental e sempre pode ser ainda melhorada do ponto de vista dos entrevistados. Como citados por Back & Forcellini (2002) *apud* Zuin *et al* (2003) e por Rozenfeld *et al* (2006), a gestão do PDP é bastante complexa devido à interação entre as atividades e as informações manipuladas durante o processo, sendo esse um dos fatores de sucesso para o PDP otimizado.

**Tabela 7.6** – Avaliação da qualidade de execução de projetos automotivos.

	Média Automotivo
5.1) Geração e seleção de idéias	4
5.2) Análise de viabilidade técnica e econômica	3,8
5.3) Desenvolvimento técnico em relação ao projeto do produto	4,2
5.4) Construção de protótipos	4,2
5.5) Realização de teste do produto	3,8
5.6) Lançamento comercial do novo produto	2,4
5.7) Preparação e acompanhamento de documentos (homologação do produto)	3,6
5.8) Produção de documentos relativos à execução do projeto	3,6
5.9) Avaliação para identificar os acertos ou erros cometidos ao longo do projeto	3,4

### 7.6.2 APQP nas empresas estudadas da indústria automotiva

Quando questionados sobre a utilização do APQP para o processo de desenvolvimento de produtos, 100% dos entrevistados responderam que o utilizam em todas as fases. A maioria dos entrevistados define APQP como sendo um método de apoio para acompanhamento dos projetos visando à qualidade do produto do ponto de vista do cliente. Como citado em Manual QS-9000 (1998), as montadoras construíram os sistemas básicos de qualidade na QS-9000 definindo as expectativas delas de modo a garanti-las, assim como as especificações de projeto. Atualmente estes estão sendo utilizados amplamente no setor automotivo.

Na opinião dos entrevistados, as ferramentas mais importantes para os projetos automotivos podem ser vistas nas tabelas 7.7, 7.8 e 7.9. Desta maneira, na fase de Projeto e Desenvolvimento do Produto, as ferramentas FMEA de Projeto e Plano de Controle de Protótipos são imprescindíveis. A menos importante é a ferramenta Especificação e Requisitos para novos equipamentos, ferramental e instalação, talvez devido à maioria dos projetos automotivos já vir quase prontos dos subsistemistas, inclusive os novos equipamentos e ferramental.

**Tabela 7.7 – Ferramentas da fase de Desenvolvimento de Produto automotivo.**

<b>Projeto e Desenvolvimento do Produto</b>	<b>Total (soma dos pontos)</b>
a) FMEA de Projeto	<b>19</b>
e) Plano de Controle de Protótipos	<b>18</b>
b) Requisitos para meios de medição	<b>13</b>
c) Especificação de Materiais a serem utilizados	<b>13</b>
d) Especificação e Requisitos para novos equipamentos, ferramental e instalação	<b>12</b>

Na fase de Projeto e Desenvolvimento do Processo, as ferramentas mais importantes na opinião dos entrevistados são o Plano de Estudo preliminar da capacidade do processo e o FMEA de Processo. A realização de FMEA, tanto de Processo, quanto de Projeto, ganha a cada dia mais importância já que com a divulgação e cursos nesta ferramenta, cada dia mais pessoas entendem os benefícios da mesma. Já o padrão de embalagem ter ficado como menos importante seja devido ao fato de que as embalagens serem padrão e assim exigindo menos atenção no decorrer do projeto.

**Tabela 7.8** – Ferramentas da fase de Desenvolvimento do Processo automotivo.

<b>Projeto e Desenvolvimento do Processo</b>	<b>Total (soma dos pontos)</b>
d) Plano de Estudo Preliminar da capacidade do processo	<b>19</b>
b) FMEA de processo	<b>19</b>
e) Plano de Análise do Sistema de Medição	<b>16</b>
c) Layout das instalações	<b>11</b>
a) Padrão de embalagem	<b>10</b>

Na fase de Validação do Produto e do Processo, a Aprovação de Peça da Produção, ou seja, o conjunto de todos os documentos e relatórios, além da aprovação do cliente, foi classificada como a mais importante. Possivelmente devido à mesma ser o resultado final de todo o trabalho. Novamente a avaliação de embalagem ficou com a nota menor devido à padronização de embalagens, como citado anteriormente.

**Tabela 7.9** – Ferramentas da fase de Validação do Projeto automotivo.

<b>Validação do Produto e do Processo</b>	<b>Total (soma dos pontos)</b>
d) Aprovação de Peça da Produção	<b>19</b>
b) Estudo preliminar da capacidade do processo	<b>17</b>
c) Plano de controle da produção com as características que devem ser controladas	<b>16</b>
a) MSA - Análise do Sistema de Medição	<b>15</b>
e) Avaliação de embalagem	<b>8</b>

Os entrevistados responderam de um modo geral no setor automotivo, que se o número de projeto dobrasse em menos de 1 ano para um líder de projeto nas empresas, o comportamento ficaria entre aplicar a metodologia APQP da mesma maneira ou reaproveitar as ferramentas Capacidade do Processo e Análise do Sistema de Medição, como visto na tabela 7.10. A Análise do Sistema de Medição geralmente é feita por família de equipamentos, ou seja, por amostragem, como citado por um entrevistado. Caso as características dimensionais do produto, assim como o processo de produção não se modifiquem, existe também a possibilidade de aproveitar este estudo de capacidade de processo.



**Tabela 7.10** – Comportamento dos líderes no aumento do número de projetos automotivos.

	Automotivo
a) A metodologia seria aplicada da mesma maneira para todos os projetos	2
b) A metodologia APQP sofreria uma simplificação na qual as tarefas (Capabilidade do Processo e Análise do Sistema de Medição) em comum com os projetos anteriores fossem aproveitadas por completo.	2
c) A metodologia APQP sofreria uma simplificação na qual as tarefas (Capabilidade do Processo, Análise do Sistema de Medição e Padrão de Embalagem) em comum com os projetos anteriores fossem aproveitadas por completo.	
d) A metodologia APQP sofreria uma simplificação na qual as tarefas (Capabilidade do Processo, Análise do Sistema de Medição, Padrão de Embalagem e FMEA de Projeto) em comum com os projetos anteriores fossem aproveitadas por completo.	
e) A metodologia APQP seria aplicada para todos os projetos, porém haveria tarefas que seriam copiadas dos projetos anteriores, mesmo que "parecesse" que as mesmas tivessem sido feitas para o projeto atual.	1

Quando questionados sobre a abertura de planilhas APQPs por família para facilitar o desenvolvimento de projetos e otimizar os recursos dos mesmos, 80% dos entrevistados, das cinco empresas pesquisadas, responderam que costumam agrupar os produtos em famílias. O entrevistado que não costuma utilizar esta prática citou que a abertura de planilha APQP é determinada pelo cliente, pois é específico do projeto.

### 7.6.3 Dificuldades e benefícios nas empresas estudadas da indústria automotiva

O quadro 7.11 resume os principais benefícios e dificuldades citados pelos entrevistados representantes do setor automotivo. Quando a mesma característica foi citada por mais de uma empresa, estas foram identificadas com o número de citações equivalentes entre parênteses (x empresas).

**Quadro 7.11** – Benefícios e características citados de cada fase para o setor automotivo.

Fase do APQP		Descrição
(1) Planejamento do Processo de Desenvolvimento de Produto e (2) Desenvolvimento do Produto	<i>Benefícios</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Facilita na cobrança das tarefas, harmonização do desenvolvimento (2 empresas);</li> <li>* Previsionar os custos das tarefas;</li> <li>* Resultados das ferramentas quando aplicadas corretamente.</li> </ul>

	<i>Dificuldades</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Falta de conhecimento no APQP (2 empresas);</li> <li>* Indefinição na estrutura dos projetos;</li> <li>* Dimensionar as tolerâncias de tempo nas fases do desenvolvimento;</li> <li>* Desenvolver ferramentas com a produtividade esperada;</li> <li>* Envolvimento da corporação (2 empresas);</li> <li>* Falta de recursos;</li> <li>* Trabalho em equipe;</li> <li>* Informações incompletas do cliente;</li> <li>* Previsionar recursos;</li> <li>* Alteração de prioridades;</li> <li>* Burocracia.</li> </ul>
<b>(3) Projeto e Desenvolvimento de Processo</b>	<i>Benefícios</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Os engenheiros poderem participar do projeto do produto no cliente;</li> <li>* Facilidade de comunicação entre as áreas, interação com o grupo (2 empresas);</li> <li>* Controle dos parâmetros produtivos;</li> <li>* Histórico dos projetos.</li> </ul>
	<i>Dificuldades</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Falta de conhecimento do processo, planejar equipamentos adequados à necessidade do produto (2 empresas);</li> <li>* Indefinição em relação ao time de trabalho;</li> <li>* Conhecimento deficiente das ferramentas do APQP;</li> <li>* Alinhar recursos disponíveis com as necessidades projetadas, otimização de recursos (2 empresas);</li> <li>* Acompanhamento incompleto do líder do projeto;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>* Falta de históricos formais;</li> <li>* Pouco envolvimento gerencial;</li> <li>* Falta de previsão de capital para prevenção.</li> </ul>
<b>(4) Validação do Produto e do Processo e (5) Produção Efetiva</b>	<i>Benefícios</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Utilização na teoria e na prática das saídas geradas pelas ferramentas;</li> <li>* Fases e tarefas bem definidas, evitando falhas humanas;</li> <li>* Apresentação de um produto factível de ser produzido;</li> <li>* Histórico dos projetos.</li> </ul>
	<i>Dificuldades</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Ausência de pré disposição da manufatura em relação a novos projetos;</li> <li>* Coordenação de todos os participantes visando o mesmo interesse, envolvimento das pessoas no projeto (2 empresas);</li> <li>* Atualização de documentos;</li> <li>* Reproduzir e testar o que foi produzido contra o projetado;</li> <li>* Prazos compatíveis com a necessidade da organização, falta de recursos, inclusive para a realização dos testes de validação (3 empresas);</li> <li>* Pouca relevância dos relatórios oriundos das auditorias;</li> <li>* Excessivo foco no cliente.</li> </ul>

A facilidade na cobrança das tarefas, ou seja, a harmonização das pessoas durante o desenvolvimento, foi um benefício citado por dois dos entrevistados para as fases de Planejamento do Processo de Desenvolvimento de Produto e Desenvolvimento do Produto.

Como citado por Toledo *et al* (2006), o objetivo destas etapas é entender as expectativas e necessidades dos clientes para que as mesmas possam ser atendidas, e para isso o programa de qualidade deve ser bem definido e planejado. No entanto, várias dificuldades citadas pelos entrevistados colaboram ao não atendimento deste objetivo, como a falta de

conhecimento do APQP e das ferramentas que o compõem, citado por dois dos entrevistados. Além desta, a falta de definição na estrutura dos projetos também trabalha no sentido contrário a este objetivo.

Toledo et al (2006) cita que alguns dos inputs destas primeiras etapas são os dados do cliente, como as informações dos volumes de produção e prazos, que devem ser o mais completo possível, para que não se torne uma dificuldade nestas etapas como citado na forma de informações incompletas do cliente.

Apesar do trabalho em equipe ser geralmente uma dificuldade, os benefícios proporcionados por este são bastante valiosos, por isso o mesmo autor cita que a experiência do time deve ser uma entrada para o projeto. Outra dificuldade citada que merece destaque foi o dimensionamento das tolerâncias de tempo nas fases do desenvolvimento, para a finalização do projeto, que é diretamente impactado pela alteração de prioridades constantes nas empresas. A burocracia das saídas geradas pelo APQP, como a viabilidade do projeto, os riscos, o cronograma, as listas contendo os dados de entrada do projeto, além do fluxograma preliminar do processo de produção da peça, DFMEA e a análise crítica do projeto foi citada como uma dificuldade. No entanto, esta burocracia ainda é necessária para se conseguir um rico histórico de projetos, assim como a clareza nas divisões das tarefas e nos prazos, além de outros benefícios citados pelos entrevistados.

Para a fase de Projeto e Desenvolvimento de Processo, Toledo *et al* (2006) cita a necessidade de um sistema de manufatura efetivo, ou seja, com características definidas, como a utilização de plano de controle da qualidade sendo cumprido efetivamente. Como citado por um entrevistado, o controle dos parâmetros produtivos é sem dúvida um grande benefício para esta fase do APQP.

Outro benefício citado para esta fase foi a participação dos engenheiros da empresa no projeto do produto do cliente, já que facilita o momento de projetar o processo do produto na empresa do entrevistado ou fornecedor. Isto é ainda mais evidente quando se trata de novas tecnologias e *design* do produto que atenda ao cliente, e ao mesmo tempo evite não conformidades e retrabalhos no fornecedor. Como citado por Toledo et al (2006), é nesta etapa que são gerados o FMEA de Processo, a folha de instrução do operador de montagem e o Plano de estudo preliminar da capacidade do processo.

Além deste, como esta fase é composta por ferramentas que necessitam de grande interação entre os membros da equipe, existe a colaboração na comunicação do grupo, como citado por dois dos entrevistados. No entanto, estas ferramentas precisam estar bem

disseminadas e profundamente conhecidas entre os participantes, já que pode tornar-se uma dificuldade, como citado por um entrevistado.

Outra dificuldade citada que merece destaque foi o alinhamento dos recursos disponíveis com as necessidades projetadas, ou seja, a otimização de recursos citados por duas empresas. Muitas vezes o desejo do cliente ultrapassa os recursos existentes na empresa, o que pode transformar-se em descontentamento. Interligada a este fato, existe a dificuldade da inexistência de um capital de prevenção para o projeto, de modo a evitar, por exemplo, existência de peças com falhas, o que acaba chegando até o cliente e gerando novamente o descontentamento.

Já nas fases de Validação do Produto e do Processo, como citado por Toledo *et al* (2006), nestas etapas são realizados a validação do processo de manufatura através da corrida piloto, que é utilizada para verificação e aprovação do plano de controle e do fluxograma de processo pelo time de trabalho, assim como a avaliação do quanto o plano de qualidade do produto proposto foi efetivo, logo após a validação e instalação do processo produtivo.

Ou seja, é essencial que a equipe esteja pré-disposta e unida para a validação do novo projeto, evitando desta maneira que se torne uma dificuldade nesta fase do desenvolvimento.

Outra dificuldade que merece destaque por ter sido citada por 60% dos entrevistados, das cinco empresas pesquisadas, são os prazos incompatíveis com a necessidade da organização e a falta de recursos, inclusive para a realização dos testes de validação. Principalmente nesta fase do desenvolvimento, já que o cliente já está “contando” com a entrega do produto, os recursos devem estar disponíveis. Para isso, acompanhamento do líder do projeto é essencial, assim como a importância das auditorias feitas por um dos entrevistados como uma forma de check dos dados do projeto.

Além desta, como nestas etapas ocorre a avaliação do cliente e controles, assim como as ações corretivas, a atualização de documentos é citada como dificuldade, já que necessita da disciplina dos envolvidos no projeto. Esta atualização é fundamental para se conseguir um rico banco de histórico de projetos.

#### **7.6.4 Integração e Ferramentas nas empresas estudadas da indústria automotiva**

Também foi perguntando aos entrevistados sobre a integração nas fases do APQP. Quanto à integração na fase de Projeto e Desenvolvimento de Processo, que

geralmente é realizada pelas áreas de qualidade, engenharia, manufatura, planejamento de produção e materiais, 80% dos entrevistados responderam que esta integração ocorre, apesar de todos terem dado sugestões de melhoria. A tabela 7.11 mostra os resultados em números das respostas dadas pelos entrevistados.

Smith e Reinertsen (1998) *apud* Rozenfeld (2006) já citam que um dos fatores que impacta diretamente no PDP é a integração das áreas funcionais da empresa, que através da colaboração e troca de informações, permite a prevenção e a resolução antecipada de problemas em todas as fases do desenvolvimento.

**Tabela 7.11** – Integração na fase de Projeto e Desenvolvimento do Processo automotiva.

Integração na fase de Projeto e Desenvolvimento do Processo	Automotivo
Sim	4
Não	1

Geralmente, são os líderes de projeto que convocam as reuniões e nem sempre todos os envolvidos participam de todas elas juntos. Às vezes reuniões ocorrem simultaneamente dependendo da tarefa relacionada. O entrevistado que mencionou ser fraca a integração justificou sua colocação, com os prazos apertados e o alto volume de projetos. Na opinião dele, todas as reuniões deveriam acontecer com a participação de todos os envolvidos. Em outra empresa entrevistada, a distância colabora ainda por atrapalhar esta integração, já que alguns envolvidos ficam sediados na matriz e esta integração acontecer via telefone. Desta maneira, a informação não é uniforme, existindo bastante retrabalho.

Neste caso, um sistema de apoio que possibilite o registro das tarefas e os *feedbacks* de cada departamento é importante, já que ajudaria em muito a minimizar este problema. Isto é ainda mais evidenciado com a citação de Morgan e Liker (2008) de que a maior força de um Sistema Enxuto de Desenvolvimento de produto consiste na integração do mesmo, além da cultura em comum que funciona como o principal suporte do sistema.

Também foram questionados quanto à integração na fase de produção do APQP e os resultados foram tabulados na tabela 7.12. Cerca de 80% dos entrevistados responderam que a integração nesta fase ocorre, mas poucas vezes com a presença do cliente. O representante do cliente dentro da empresa está sempre ativo na equipe em todas as etapas. Geralmente, o líder de projeto realiza reuniões para avaliação dos pontos críticos, recursos, tempo e diretrizes para produzir o produto dentro dos parâmetros pré-estabelecidos e especificados no plano de controle. O entrevistado que informou não ter integração nesta fase é devido à inexistência de reuniões formais para a liberação da produção, embora geralmente exista a troca de informação nas reuniões diárias com a manufatura.

**Tabela 7.12** – Integração na fase de Produção automotiva.

Integração na fase de Produção	Automotivo
Sim	4
Não	1

Os entrevistados também foram questionados quanto à utilização em suas empresas das ferramentas relacionadas à produção enxuta, que conta com algumas ferramentas como o *Cell Design*, que se trata da localização de etapas de processamento para um produto similar a outro, de modo que as peças possam ser processadas em um fluxo muito próximo de contínuo, o Kanban, que é um dispositivo sinalizador que autoriza e dá instruções para a produção e o Mapeamento do Fluxo de Valor, que é um diagrama simples de todas as etapas envolvidas nos fluxos de material e de informação necessárias para atender aos clientes.

O resultado está na tabela 7.13, de onde se pode concluir que 80% dos entrevistados estão utilizando tanto a ferramenta de VSM (Mapeamento do Fluxo de Valor) quanto Cell Design, TPM e Kanban. Além disso, 60% dos entrevistados têm utilizado a ferramenta de 3P (Preparação do Processo de Produção) aplicada a novos processos. A ferramenta menos utilizada é a de Engenharia e Análise de Valor e somente uma empresa ainda não começou a utilizar as ferramentas da produção enxuta.

**Tabela 7.13** – Utilização das ferramentas relacionadas com a produção enxuta- automotivo.

Ferramentas relacionadas com a produção enxuta	Automotivo				
	Alfa	Beta	Gama	Delta	Sigma
a) VSM (Mapeamento do Fluxo de Valor);	1	1	1		1
b) 3P (Preparação do Processo de Produção);	1		1		1
c) EAV (Análise e Engenharia do Valor);	1		1		
d) Cell Design, TPM (Manutenção Preventiva Total) e Kanban;	1	1	1		1
e) A empresa não utiliza nenhuma ferramenta relacionada com a produção enxuta.				1	

Walton (1999) já citava que a área de desenvolvimento de produtos é rica em oportunidades de melhoria, tais como a diminuição do tempo de desenvolvimento do produto, o grau com que o produto satisfaz as necessidades do consumidor e por último, a facilidade com que os novos produtos possam ser produzidos. O autor ainda cita alguns benefícios que estão sendo alcançados pelas empresas através das práticas do desenvolvimento de produto enxuto, como a redução de 65% no lead time de produção, e isso ainda é mais evidenciado quando a maioria dos entrevistados mostra utilizar as ferramentas da produção enxuta, devido aos benefícios proporcionados.

Quando questionados sobre a utilização das ferramentas da abordagem Seis Sigma, todos os entrevistados representantes do setor automotivo afirmaram utilizá-las. Cerca de 80% dos entrevistados utilizam a Capabilidade do Processo, DMAIC, MSA e FMEA. Somente um dos entrevistados não utiliza a ferramenta DMAIC, mas utiliza todas as outras ferramentas citadas. A tabela 7.14 mostra os resultados desta questão.

Estas ferramentas fazem parte do conjunto de ferramentas do APQP, trabalhando para a estabilidade do processo, a redução da variação dos instrumentos de medição nesta estabilidade e também na redução das possíveis falhas do projeto. O DMAIC ajuda a planejar todo o projeto de melhoria, entre outras funções.

**Tabela 7.14** – Utilização das ferramentas relacionadas com a abordagem Seis Sigma – automotivo.

Ferramentas relacionadas com a abordagem Seis Sigma	Automotivo				
	Alfa	Beta	Gama	Delta	Sigma
a) Capabilidade do Processo;	1	1	1	1	1
b) DMAIC (Defina, Meça, Analise, Melhore, Controle);	1	1	1		1
c) MSA (Análise do Sistema de Medição);	1	1	1	1	1
d) FMEA (Análise dos Modos e Efeitos de Falhas);	1	1	1	1	1
Sigma.					

Por último, os entrevistados foram questionados quanto ao beneficiamento de uma empresa em relação à agilidade e ao conhecimento, ao começar a utilizar o APQP, se já possuir implementadas algumas ferramentas da produção enxuta ou Seis Sigma. A tabela 7.15 mostra os resultados desta questão. Como pode ser visto, 60% dos entrevistados acreditam que ter estas ferramentas já implantadas, a agilidade e o conhecimento necessários para o APQP, podem beneficiar em 100% a empresa. Ou seja, muitas ferramentas citadas já fazem parte do APQP e isso realmente pode colaborar para sua implantação.

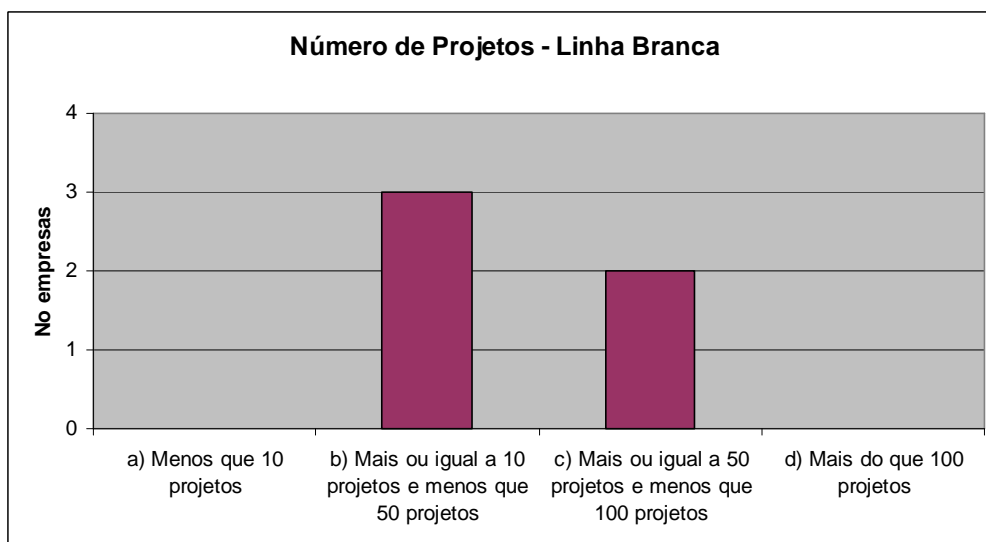
**Tabela 7.15** – Benefício da empresa quando produção enxuta e Seis Sigma implantados – automotivo.

	Automotivo
a) Com 20% do aprendizado nas ferramentas da produção enxuta ou 6 Sigma;	
b) Com 50% do aprendizado nas ferramentas da produção enxuta ou 6 Sigma;	2
c) Com 70% do aprendizado nas ferramentas da produção enxuta ou 6 Sigma;	
d) Com 100% do aprendizado nas ferramentas da produção enxuta ou 6 Sigma;	3
e) Não traz benefício algum à empresa.	



### 7.6.5 Desenvolvimento de produtos nas empresas estudadas da indústria de linha branca

Com relação ao número de projetos liderados por um líder de projeto no decorrer de um ano nas empresas, pode-se perceber pela figura 7.3, que o número de projetos gira em torno de 50 projetos, não ultrapassando 100 projetos.



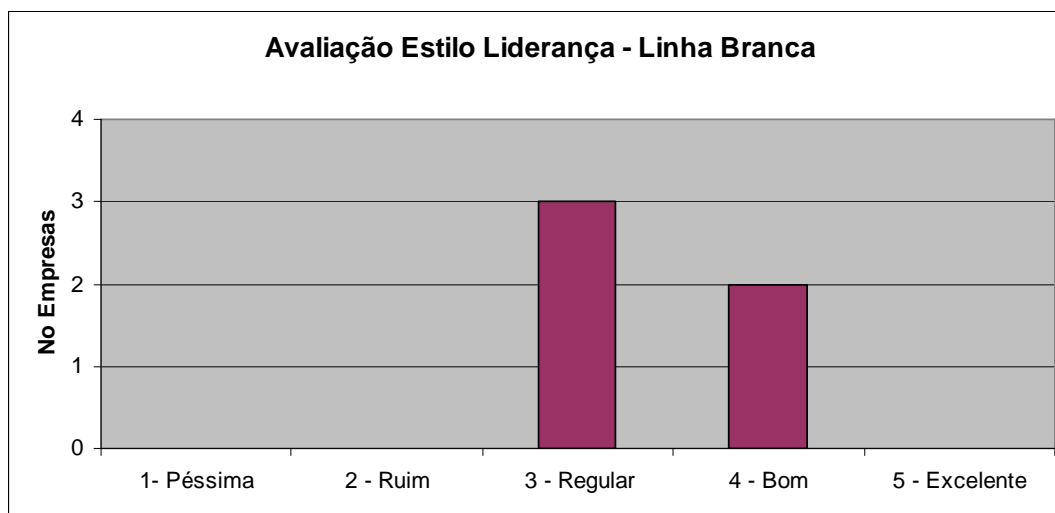
**Figura 7.3** – Número de Projetos no decorrer de um ano nas empresas de linha branca.

Pode ser visto pela figura 7.4, que 60% dos entrevistados, das cinco empresas pesquisadas, avaliaram a adequação do estilo de liderança adotado pelo líder do projeto, em relação à execução do projeto, estímulo à comunicação e integração das áreas, como sendo regular, e 40% avaliaram como sendo bom.

Os motivos citados pela avaliação regular foram à falta de comprometimento das pessoas com as tarefas, a distância da área comercial, que tem o maior contato com o cliente, em relação à área de engenharia, a falta de experiência do líder e, por último, a pouca atenção dada às fases iniciais quando se faz o conceito do produto, a análise crítica, fazendo com que ocorram problemas de montagem. Krishnan e Ulrich (2001) já citavam o alinhamento organizacional e as características do time, como fatores críticos de sucesso para o bom andamento do projeto.

Já os motivos citados pelos entrevistados que a avaliaram como sendo boa, foram a falta de conhecimento das pessoas com relação às tarefas e com relação a metodologia de desenvolvimento de produtos, assim como a falta de experiência do líder de projeto. É importante citar também Quintella e Rocha (2007) ressaltando que através de um

adequado planejamento, execução e controle do PDP, a organização pode gerar, de forma eficiente e eficaz, resultados satisfatórios, que se gerados de forma contínua, sem a dependência exclusiva da participação de pessoas específicas, indicaria a maturidade desse processo na organização.



**Figura 7.4** – Avaliação do estilo de liderança do líder de projetos de linha branca.

Em relação à qualidade de execução de cada atividade relativa ao projeto, pode ser visto pela tabela 7.16 que a maioria das atividades foi avaliada entre regular (3) e bom (4). Como três entrevistados citaram como não aplicável a atividade de lançamento comercial do novo produto, já que estes não lançam direto no mercado consumidor, a nota média ficou em torno de 2.0. A construção de protótipos ainda não é totalmente satisfatória do ponto de vista dos entrevistados, de modo que a avaliação do protótipo geralmente ocorre somente em termos de aparência e encaixe, mas não funcionais. Além disso, foi citado também que esta construção não é feita na mesma velocidade que a linha branca necessita, gerando descontentamento do cliente. Outro motivo citado com relação aos protótipos é com relação à informalidade utilizada, sem registros, gerando com isso muitos retrabalhos. Os mesmos motivos citados acima podem ser estendidos para a realização de testes do produto.

Assim como no setor automotivo, a estrutura de desenvolvimento do projeto é citada como ponto de melhoria, assim como a preparação e acompanhamentos dos documentos e relatórios oriundos desses projetos. Somente um dos entrevistados citou como destaque e utilização na empresa, o banco de dados e o gerenciamento utilizado para o desenvolvimento de produtos da linha branca, que interliga os setores, as tarefas, os resultados e todas as entradas e saídas até o final do projeto, o que ainda garante um rico histórico de informações.

Já a avaliação para identificar os erros e acertos cometidos ao longo do projeto, pode se perceber que 80% dos cinco entrevistados costumam fazer esta avaliação formalmente. Dois dos entrevistados citaram a importância do check list utilizado no final do projeto, de modo a garantir que todas as tarefas foram executadas, além da comparação dos dados de entrada e saída.

**Tabela 7.16** – Avaliação da qualidade de projeto de linha branca.

	Média Linha Branca
5.1) Geração e seleção de idéias	4,2
5.2) Análise de viabilidade técnica e econômica	4,2
5.3) Desenvolvimento técnico em relação ao projeto do produto	4
5.4) Construção de protótipos	3,4
5.5) Realização de teste do produto	3,4
5.6) Lançamento comercial do novo produto	2,2
5.7) Preparação e acompanhamento de documentos (homologação do produto)	3,4
5.8) Produção de documentos relativos à execução do projeto	4
5.9) Avaliação para identificar os acertos ou erros cometidos ao longo do projeto	3,8

#### **7.6.6 APQP nas empresas estudadas da indústria de linha branca**

Quando questionados sobre a utilização do APQP para o processo de desenvolvimento de produtos, 60% dos cinco entrevistados responderam que utilizam o método, sendo que 33% o utilizam para todos os clientes e o restante utiliza para os clientes que requisitam. Todos que aplicam o APQP utilizam todas as fases correspondentes: (1) Planejamento do Processo de Desenvolvimento de Produtos, (2) Projeto e Desenvolvimento do Produto, (3) Projeto e Desenvolvimento de Processo do produto, (4) Validação do Produto e do Processo e (5) Feedback, Avaliação e Ação Corretiva.

De todas as montadoras da linha branca, três grandes montadoras estão solicitando a utilização do APQP, porém com nomenclatura diferenciada, ou seja, como sendo o método de desenvolvimento de produtos para fornecedores daquela empresa. Mas este método contém todas as fases do APQP, atividades e também o PPAP. Em uma das empresas, quando o cliente não solicita o APQP, é utilizado o sistema de check list integrado, baseado na ISO/TS 16:949:2002.

O restante dos entrevistados que não utilizam o APQP para o desenvolvimento de produtos da linha branca, responderam que utilizam uma planilha, padronizada, em Excel ou MS Project. Um deles respondeu que não utiliza o APQP por ser um método mais formal, com necessidades de reuniões e retornos constantes, e que não seria necessário devido à

velocidade da linha branca. O outro entrevistado respondeu que não utiliza por não fazer parte da premissa da empresa, além do produto final ter uma importância muito baixa em relação ao funcionamento do produto final e assim, a exigência de documentos também ser mínima. Esta empresa não possui um método de desenvolvimento de produtos definido.

Quando questionados o quanto o método de desenvolvimento de produtos utilizado pelas empresas que não aplicam o APQP, se parece com o mesmo, em relação às fases correspondentes, o entrevistado que havia respondido que não teria necessidade o APQP para a linha branca, marcou que todas as fases do APQP são utilizadas na empresa em que trabalha. Assim, concluiu que “inconscientemente” acabam utilizando o APQP, já que as fases e atividades estão presentes no seu dia a dia. O outro entrevistado que respondeu que não existe um método formal para o desenvolvimento de produtos, citou que utilizam quatro das cinco fases do APQP, fases (2) a (5), sendo que a fase (2) de Projeto e Desenvolvimento do Produto é completa, a fases (3), (4) e (5) são aplicadas, mas não de forma sistêmica, completa e formal.

Rozenfeld *et al* (2006) já citavam a importância de se ter um modelo de gestão e de estruturação do desenvolvimento de produtos formalizado, que possibilita que os envolvidos, como alta administração, áreas funcionais da empresa e parceiros, tenham uma visão comum desse processo. Ou seja, esta formalização facilita a compreensão do que se espera de resultados do PDP, quais e como as atividades devem ser feitas, as condições que devem ser atendidas, as fontes de informações disponíveis e os critérios de decisão a serem adotados.

Na opinião dos entrevistados, as ferramentas mais importantes para os projetos de linha branca podem ser vistas nas tabelas 7.17, 7.18 e 7.19. Desta maneira, na fase de Projeto e Desenvolvimento do Produto, as ferramentas FMEA de Projeto e Especificação e Requisitos para novos equipamentos, ferramental e instalação são imprescindíveis. A menos importante está a ferramenta Plano de Controle de Protótipos, possivelmente devido a alta velocidade de desenvolvimento de projetos de linha branca, e com isso, acarretar a falta de tempo para a realização desta tarefa e quando realizada, feita de maneira informal. Isso também reflete a baixa nota que esta atividade de construção de protótipos teve na avaliação de uma das questões anteriores (tabela 7.16).

**Tabela 7.17** – Ferramentas ordenadas na fase de Desenvolvimento do Produto de linha branca.

<b>Projeto e Desenvolvimento do Produto</b>	<b>Total (soma dos pontos)</b>
a) FMEA de Projeto	<b>20</b>
c) Especificação de Materiais a serem utilizados	<b>18</b>
d) Especificação e Requisitos para novos equipamentos, ferramental e instalação	<b>16</b>
b) Requisitos para meios de medição	<b>11</b>
e) Plano de Controle de Protótipos	<b>10</b>

Na fase de Projeto e Desenvolvimento do Processo, as ferramentas mais importantes na opinião dos entrevistados são o FMEA de processo e o Plano de Estudo preliminar da capacidade do processo, que são exatamente as mesmas ferramentas citadas pelos entrevistados automotivos. Já o padrão de embalagem ter ficado como menos importante seja devido ao fato de que as embalagens serem padrão e assim exigindo menos atenção no decorrer do projeto. Este último também citado como menos importante no setor automotivo.

**Tabela 7.18** – Ferramentas ordenadas na fase de Desenvolvimento do Processo de linha branca.

<b>Projeto e Desenvolvimento do Processo</b>	<b>Total (soma dos pontos)</b>
b) FMEA de processo	<b>23</b>
d) Plano de Estudo Preliminar da capacidade do processo	<b>18</b>
c) Layout das instalações	<b>12</b>
e) Plano de Análise do Sistema de Medição	<b>11</b>
a) Padrão de embalagem	<b>11</b>

Na fase de Validação do Produto e do Processo, a Aprovação de Peça da Produção, ou seja, o conjunto de todos os documentos e relatórios, além da aprovação do cliente, foi classificada como a mais importante. Possivelmente devido à mesma ser o resultado final de todo o trabalho. Novamente a avaliação de embalagem ficou com a nota menor devido à padronização de embalagens, como citado anteriormente. Estes resultados também foram iguais aos resultados do setor automotivo.

**Tabela 7.19** – Ferramentas ordenadas na fase de Validação do Projeto de linha branca.

<b>Validação do Produto e do Processo</b>	<b>Total (soma dos pontos)</b>
d) Aprovação de Peça da Produção	<b>23</b>
c) Plano de controle da produção com as características que devem ser controladas	<b>21</b>
b) Estudo preliminar da capacidade do processo	<b>14</b>
a) MSA - Análise do Sistema de Medição	<b>9</b>
e) Avaliação de embalagem	<b>8</b>

De um modo geral, os entrevistados responderam que se o número de projeto dobrasse em menos de um ano para um líder de projeto nas empresas, o comportamento deles seria de aplicar a metodologia APQP da mesma maneira para todos os projetos, porém algumas tarefas seriam “copiadas” dos projetos anteriores ou algumas ferramentas, Capabilidade do Processo, Análise do Sistema de Medição, Padrão de Embalagem e FMEA de Projeto, seriam reaproveitadas, como visto na tabela 7.20. Pode se perceber que os entrevistados de linha branca, se comparados com os entrevistados do setor automotivo, citam as opções mais rápidas para o desenvolvimento, de modo a utilizar o máximo a padronização das ferramentas, como o FMEA de Projeto.

**Tabela 7.20** – Comportamento dos líderes no aumento do número de projetos de linha branca.

	Linha Branca
a) A metodologia seria aplicada da mesma maneira para todos os projetos	1
b) A metodologia APQP sofreria uma simplificação na qual as tarefas (Capabilidade do Processo e Análise do Sistema de Medição) em comum com os projetos anteriores fossem aproveitadas por completo.	
c) A metodologia APQP sofreria uma simplificação na qual as tarefas (Capabilidade do Processo, Análise do Sistema de Medição e Padrão de Embalagem) em comum com os projetos anteriores fossem aproveitadas por completo.	
d) A metodologia APQP sofreria uma simplificação na qual as tarefas (Capabilidade do Processo, Análise do Sistema de Medição, Padrão de Embalagem e FMEA de Projeto) em comum com os projetos anteriores fossem aproveitadas por completo.	2
e) A metodologia APQP seria aplicada para todos os projetos, porém haveria tarefas que seriam copiadas dos projetos anteriores, mesmo que "parecesse" que as mesmas tivessem sido feitas para o projeto atual.	2

Quando questionados sobre a abertura de planilhas APQPs por família para facilitar o desenvolvimento de projetos e otimizar os recursos dos mesmos, 80% dos entrevistados, assim como os entrevistados do setor automotivo, responderam que costumar agrupar os produtos em famílias. O entrevistado que não costuma utilizar esta prática citou que normalmente os APQP's são abertos por projeto, sendo que no mesmo projeto são colocados todos os itens pertencentes ao produto final que será desenvolvido e assim, não necessariamente da mesma família.

#### **7.6.7 Dificuldades e benefícios nas empresas estudadas da indústria de linha branca**

O quadro 7.12 resume os principais benefícios e dificuldades citados pelos entrevistados representantes de linha branca. Quando a mesma característica foi citada por

mais de uma empresa, estas foram identificadas com o número de citações equivalentes entre parênteses (x empresas).

**Quadro 7.12** – Benefícios e Características citados de cada fase para a linha branca.

Fase do APQP		Descrição
<b>(1) Planejamento do Processo de Desenvolvimento de Produto e Desenvolvimento do Produto</b>	<i>Benefícios</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Histórico de conhecimento;</li> <li>* Estreito relacionamento com as pessoas e com o cliente, facilita na comunicação, cobrança das tarefas (3 empresas);</li> <li>* Desenvolvimento bem estruturado, antecipa as dificuldades (3 empresas);</li> <li>* Liderança bem definida;</li> <li>* Padronização de Projetos ajuda na agilidade e fidelidade.</li> </ul>
	<i>Dificuldades</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Relação entre a relevância do projeto e a dedicação da equipe, envolvimento das pessoas no projeto (3 empresas);</li> <li>* Obtenção de informações chaves do cliente;</li> <li>* Burocracia na realização das tarefas;</li> <li>* Incompatibilidade de software;</li> <li>* Dependência excessiva na experiência do ser humano;</li> <li>* Indefinição na estrutura dos projetos, pouco poder do líder de projeto (2 empresas);</li> <li>* Identificação dos desejos do cliente;</li> <li>* Conflito de informações;</li> <li>* Execução de algumas tarefas devido à estrutura;</li> <li>* Excessiva simplificação de tarefas.</li> </ul>
<b>(3) Projeto e Desenvolvimento de Processo</b>	<i>Benefícios</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Histórico de qualidade gerado;</li> <li>* Detecção dos erros.</li> </ul>
	<i>Dificuldades</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Relação entre a relevância do projeto e a dedicação da equipe, priorizar o desenvolvimento (2 empresas);</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>* Obtenção de informações chaves;</li> <li>* Falta de conhecimento do processo (2 empresas);</li> <li>* Falta de acompanhamento dos projetos;</li> <li>* Indefinição na estrutura dos projetos;</li> <li>* Falta de históricos nos projetos desenvolvidos, dificuldade em registrar o desenvolvimento (2 empresas).</li> </ul>
<b>(4) Validação do Produto e do Processo e (5) Produção Efetiva</b>	<i>Benefícios</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Envolvimento com as outras áreas;</li> <li>* Pouca mudança nos projetos, o que reflete em um bom lead time;</li> <li>* Testes e especificações bem definidas e bem acompanhadas;</li> <li>* Atendimento do projeto quando ferramentas são executadas corretamente.</li> </ul>
	<i>Dificuldades</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sinergia com as outras áreas, dispersão na comunicação (2 empresas);</li> <li>* Realização de testes e ensaios atrasados;</li> <li>* Falta de informação de novas tecnologias;</li> <li>* Pouco conhecimento dos operadores no projeto;</li> <li>* Falta de treinamento dos operadores na montagem;</li> <li>* Falta de conhecimento na metodologia de desenvolvimento;</li> <li>* Comprometimento da equipe;</li> <li>* Incerteza no atendimento do desejo do cliente;</li> <li>* Pouco envolvimento gerencial.</li> </ul>

O estreito relacionamento com as pessoas e com o cliente, assim como a facilidade na comunicação e na cobrança das tarefas, foram benefícios citados por dois dos entrevistados para as fases de Planejamento do Processo e Desenvolvimento do Produto.



Além deste, o desenvolvimento bem estruturado, que possa antecipar as dificuldades, foi citado por três entrevistados como outro benefício destas fases.

Como citado por Toledo *et al* (2006), o objetivo destas etapas é entender às expectativas e necessidades dos clientes para que as mesmas possam ser atendidas. Para isso, o programa de qualidade deve ser bem definido e planejado. Ou seja, a indefinição na estrutura dos projetos, pouco poder do líder de projeto e o conflito de informações não devem existir nestas fases.

Toledo *et al* (2006) citam que alguns dos inputs destas primeiras etapas são os dados do cliente, que devem ser o mais completo possível, para que não se torne uma dificuldade nestas etapas. Para isso, quanto mais acesso o fornecedor tiver com relação ao projeto do cliente e às informações chaves do projeto que vão impactar a matéria-prima fornecida por ele, mais facilita o andamento do projeto e também a identificação dos desejos do cliente.

O comprometimento da equipe, o envolvimento das pessoas, assim como a informação da importância do projeto para a empresa e para isso, esta dedicação, são extremamente importantes para o bom andamento do trabalho nestas duas primeiras etapas. Como citado anteriormente por Krishnan e Ulrich (2001), a formação da equipe e as características dela são fatores primordiais de sucesso para o PDP.

Como citado por Toledo *et al* (2006), na etapa de Projeto e Desenvolvimento de Processo, são definidos (1) o padrão de embalagem, (2) a análise crítica final do produto e do processo, objetivando a prevenção de falhas, a partir do fluxograma do processo e da metodologia de Análise de Modo e Efeitos de Falha do Processo (PFMEA), (3) a folha de instrução do operador de montagem e, entre outras definições, (4) o Plano de estudo preliminar da capacidade do processo.

Um dos benefícios citados pelos entrevistados nesta etapa é o histórico de qualidade gerado já que importantes saídas são definidas, principalmente que impactam diretamente à manufatura, um dos setores mais críticos para o desenvolvimento. Se definidas corretamente, estas saídas podem facilitar a detecção de erros oriundos do projeto, citado como outro benefício pelos entrevistados.

Para a geração deste histórico do projeto, é necessário que os responsáveis pelo processo conheçam a fundo o processo, além de terem a disciplina de registrar os acontecimentos, análises e decisões que ocorreram durante o desenvolvimento, para que não seja uma dificuldade nesta etapa, como citado por três entrevistados.

Outra dificuldade citada nesta etapa, assim como na etapa anterior, é a dedicação da equipe, principalmente de processo, para o desenvolvimento de um produto novo. Como citado por dois entrevistados, a percepção é de que os participantes do processo priorizam as tarefas diárias e não dão a devida importância aos novos desenvolvimentos, que às vezes, têm importância financeira ou estratégica muito maior que os itens em produção.

Como não poderia deixar de serem citadas, a falta de acompanhamento dos projetos, assim como a indefinição na estrutura da equipe, são tidas como dificuldades para esta fase de processo. Krishnan e Ulrich (2001) já citavam como fatores críticos de sucesso do PDP o alinhamento organizacional e características do time, assim como o desempenho e a criatividade no gerenciamento do projeto de desenvolvimento.

As fases de Validação do Produto e do Processo, como citado por Toledo *et al* (2006), têm como objetivo a avaliação do quanto o plano de qualidade do produto proposto foi efetivo, assim como a redução de variabilidade no processo, verificando se todos os passos do produto atendem às necessidades do cliente e assim, garantir a resolução de problemas e a melhoria contínua.

Por isso, os benefícios citados com relação ao bom envolvimento com as outras áreas, a clara definição e o acompanhamento dos testes de especificação são extremamente úteis para estas fases. A comunicação clara e objetiva é importante para que não haja, como citados por dois entrevistados, dispersão na comunicação e com isso, atrasos e retrabalhos no projeto. Esta falha na comunicação também pode gerar outra dificuldade com relação à falta de informação de novas tecnologias. Ou seja, a equipe precisa estar informada quanto à implantação de novas tecnologias no processo atual, já que estas podem impactar os projetos de processos futuros.

Uma dificuldade citada, de certa forma incomum, por um dos entrevistados, é com relação ao pouco conhecimento dos operadores no projeto. Foi mencionado que quando estes operadores são informados sobre o projeto, sobre as funções englobadas neste e os possíveis impactos de falhas, o comprometimento destes aumenta consideravelmente. Aliado a isso, foi citado também à falta de treinamento destes operadores em tempo hábil, o que pode causar atrasos no projeto.

#### **7.6.8 Integração e Ferramentas nas empresas estudadas da indústria de linha branca**

Também foi perguntando aos cinco entrevistados sobre a integração nas fases do APQP. Quanto à integração na fase de Projeto e Desenvolvimento de Processo, que

geralmente é realizada pelas áreas de qualidade, engenharia, manufatura, planejamento de produção e materiais, 60% dos entrevistados, contra 80% do setor automotivo, responderam que esta integração ocorre. A tabela 7.21 mostra os resultados em números das respostas dadas pelos entrevistados.

Novamente é importante citar Smith e Reinertsen (1998) *apud* Rozenfeld (2006), quanto ao impacto da integração das áreas funcionais da empresa, que através da colaboração e troca de informações, permitem a prevenção e a resolução antecipada de problemas em todas as fases do desenvolvimento do PDP.

**Tabela 7.21** – Integração na fase de Projeto e Desenvolvimento do Processo de linha branca.

Integração na fase de Projeto e Desenvolvimento do Processo	Linha Branca
Sim	3
Não	2

A engenharia é muitas vezes responsável pelo monitoramento de todo o fluxo. Todas as áreas não são envolvidas em todos os momentos, somente nos assuntos de interesse de cada responsável. Eventuais reuniões para tratar de assuntos específicos onde por ventura estejam ocorrendo dificuldades são tratadas apenas pelas áreas envolvidas. No entanto, um dos entrevistados que citou que não há integração, disse que às vezes o envolvimento ocorre por meio de pressão ou envolvimento gerencial, muitas vezes, ocasionados por reclamação do cliente, atrasos, entre outros.

Neste caso, a formalização das tarefas, responsabilidades e prazos, além da devida declaração de “poder” do líder para os participantes do projeto, ajudaria para se ter uma integração mais efetiva.

Também foram questionados quanto à integração na fase de produção do APQP e os resultados foram tabulados na tabela 7.22. Assim como os entrevistados do setor automotivo, cerca de 80% responderam que a integração nesta fase ocorre, mas poucas vezes com a presença do cliente.

Geralmente, a integração ocorre entre os representantes da engenharia, planejamento devido ao alto lead time dos itens importados e a manufatura, principalmente pela análise de capacidade de máquina e pelo cálculo do número de mão-de-obra necessário para a produção do item. A participação do cliente ocorre quando o item é novo e bastante diferente dos itens já fornecidos. O entrevistado que citou não haver integração nesta fase, informou que esta ocorre somente quando há problemas que vão afetar o cliente ou até mesmo a imagem da empresa.

**Tabela 7.22** – Integração na fase de Produção de linha branca.

Integração na fase de Produção	Linha Branca
Sim	4
Não	1

Os entrevistados também foram questionados quanto à utilização em suas empresas das ferramentas relacionadas à produção enxuta, que conta com algumas ferramentas como o *Cell Design*, o Kanban e o Mapeamento do Fluxo de Valor.

O resultado está na tabela 7.23, de onde se pode concluir que 60% dos entrevistados estão utilizando tanto a ferramenta de VSM (Mapeamento do Fluxo de Valor) quanto Cell Design, TPM, Kanban e AV/EV. Além disso, 40% dos entrevistados têm utilizado a ferramenta de 3P (Preparação do Processo de Produção) aplicada a novos processos. Somente uma empresa ainda não começou a utilizar as ferramentas da produção enxuta.

**Tabela 7.23** – Utilização das ferramentas relacionadas com a produção enxuta – linha branca.

Ferramentas relacionadas com a produção enxuta	Linha Branca				
	Alfa	Beta	Gama	Delta	Sigma
a) VSM (Mapeamento do Fluxo de Valor);	1	1	1		
b) 3P (Preparação do Processo de Produção);	1		1		
c) EAV (Análise e Engenharia do Valor);	1		1		1
d) Cell Design, TPM (Manutenção Preventiva Total) e Kanban;	1	1	1		
e) A empresa não utiliza nenhuma ferramenta relacionada com a produção enxuta.				1	

Walton (1999) já citava que a área de desenvolvimento de produtos é rica em oportunidades de melhoria e cita alguns benefícios que estão sendo alcançados pelas empresas através das práticas do desenvolvimento de produto enxuto, como a redução de 30% no tempo de desenvolvimento de um novo produto, a redução de 40% no número de componentes de um novo produto e a redução de 65% do custo do produto.

Quando questionados sobre a utilização das ferramentas da abordagem Seis Sigma, todos os entrevistados representantes do setor de linha branca afirmaram utilizá-las. Todos os entrevistados utilizam a Capabilidade do Processo e a técnica do FMEA. A ferramenta MSA é utilizada por 80% dos entrevistados, enquanto que a ferramenta DMAIC é utilizada por 60% dos entrevistados. A tabela 7.24 mostra os resultados desta questão.

Vale lembrar que o programa Seis Sigma foi elaborado com o desafio do "desempenho livre de defeitos", e tinha como principais objetivos o aprimoramento da

confiabilidade do produto final e redução de sucata. Seis Sigma é uma estratégia gerencial de mudanças para acelerar o aprimoramento em processos, produtos e serviços. (SILVA & JUNIOR, 2005)

**Tabela 7.24** – Utilização das ferramentas relacionadas com a abordagem Seis Sigma – linha branca.

Ferramentas relacionadas com a abordagem Seis Sigma	Linha Branca				
	Alfa	Beta	Gama	Delta	Sigma
a) Capabilidade do Processo;	1	1	1	1	1
b) DMAIC (Defina, Meça, Analise, Melhore, Controle);	1	1	1		
c) MSA (Análise do Sistema de Medição);	1		1	1	1
d) FMEA (Análise dos Modos e Efeitos de Falhas);	1	1	1	1	1
Sigma.					

Por último, os entrevistados foram questionados quanto ao beneficiamento de uma empresa em relação a agilidade e ao conhecimento, ao começar a utilizar o APQP, se já possuir implementadas algumas ferramentas da produção enxuta ou Seis Sigma. A tabela 7.25 mostra os resultados desta questão. Como pode ser visto, 80% dos entrevistados acreditam que, ter estas ferramentas já implantadas, pode beneficiar em 50% a empresa com relação a agilidade e o conhecimento necessários para a implantação do APQP. Muitas ferramentas no decorrer do trabalho, como as ferramentas Seis Sigma e Produção Enxuta, podem ser utilizadas e algumas, tem utilidade obrigatória no APQP, o que conseqüentemente ajuda na agilidade para sua implantação.

**Tabela 7.25** – Benefício da empresa quando produção enxuta e Seis Sigma implantados – linha branca.

	Linha Branca
a) Com 20% do aprendizado nas ferramentas da produção enxuta ou 6 Sigma;	
b) Com 50% do aprendizado nas ferramentas da produção enxuta ou 6 Sigma;	4
c) Com 70% do aprendizado nas ferramentas da produção enxuta ou 6 Sigma;	
d) Com 100% do aprendizado nas ferramentas da produção enxuta ou 6 Sigma;	1
e) Não traz benefício algum à empresa.	

## 7.7 Análise Geral

Como pode ser visto, encontramos algumas importantes similaridades e diferenças entre o PDP utilizado na linha branca e no setor automotivo.

A média do número de projetos e revisões no setor de linha branca é consideravelmente maior se comparado ao setor automotivo. Tanto no setor automotivo, quando no setor de linha branca, os entrevistados tiveram sugestões de melhorias com relação à avaliação do estilo de liderança durante o projeto, como a falta de experiência do líder e a falta de uma estrutura definida para o projeto.

As atividades do desenvolvimento de produtos também tiveram avaliações muito parecidas, além de muitos pontos de melhoria terem sido identificados para ambos os setores, como a implantação de uma tarefa mais formal para a atividade de construção de protótipos, e a falta de um sistema de PDP integrado, embora tenhamos citado bons exemplos de sistemas nas empresas Delta e Alfa.

Como vimos, todos os entrevistados do setor automotivo estão utilizando o APQP e ainda, 60% dos entrevistados fornecedores da linha branca também já o utilizam. De todas as montadoras da linha branca, três grandes montadoras estão solicitando a utilização do APQP, porém com nomenclatura diferenciada, referindo-se a um método da própria montadora. Outro destaque do trabalho é encontrar empresas de grande porte e multinacionais com Processos de Desenvolvimento de Produtos com estrutura não definida e não formalizada, o que prejudica em muito a agilidade do processo.

Os benefícios listados pelos entrevistados de ambos os setores com relação às fases do APQP também possuem similaridades. Os destaques foram à facilidade na cobrança das tarefas, os benefícios da antecipação aos problemas na aplicação correta das ferramentas, a facilidade na comunicação entre os envolvidos dos projetos, o histórico gerado pelos projetos, e por último, o desenvolvimento bem estruturado que possibilita se antecipar as dificuldades.

As dificuldades listadas pelos entrevistados de ambos os setores com relação às estas fases também se parecem em muito, como a falta de conhecimento do método para o PDP, a falta de conhecimento de processo dos responsáveis, a indefinição com relação ao time de desenvolvimento e, por último, a dificuldade de atualização dos documentos de cada tarefa do projeto.

De um modo geral, pode-se dizer que a integração do time de projeto ocorre tanto na fase de Projeto e Desenvolvimento do Processo, quando na fase de Produção. No entanto, ambos os setores deram sugestões de melhoria, como a realização de reuniões formais com a participação de todos os envolvidos no projeto.

As ferramentas da produção enxuta estão sendo usadas de uma maneira geral para ambos os setores, principalmente VSM (Mapeamento do Fluxo de Valor), 3P (Preparação do Processo de Produção), Cell Design ou Layout Celular, TPM (Manutenção Preventiva Total) e Kanban.

Assim como as ferramentas da produção enxuta, as ferramentas Seis Sigma estão sendo utilizadas amplamente em ambos os setores, como Capacidade de Processo, MSA (Análise do Sistema de Medição) e FMEA (Análise dos Modos e Efeitos de Falhas).

Por último, ambos os setores também concordam o quanto a empresa, ao implantar o APQP, se beneficia se já tiver as ferramentas da Produção Enxuta e Seis Sigma já implantadas. Isso se deve ao fato de que grande parte destas ferramentas fazem parte das tarefas do APQP ou podem ser utilizadas para agilizar o desenvolvimento, minimizar o custo do produto ou processo e até para projetar processos mais rentáveis e com menos desperdícios.

### **7.8 Recomendações para um APQP aos fornecedores de ambos os setores**

No decorrer dos estudos de casos e análise geral descritos, foi observado que existe uma carência na estrutura do projeto, na definição dos responsáveis e prazos para cada atividade, assim como foram encontrados importantes benefícios citados pelos entrevistados, como a facilidade na comunicação e os históricos de projeto gerados pelo APQP.

Diante disso e com base nas análises apresentadas nas últimas seções, foi possível identificar um instrumento que pode facilitar a implantação do APQP, em empresas que fornecem para os setores de linha branca e automotivo e estejam interessadas na padronização dos PDPs. Assim, o quadro 7.13 é a apresentação de uma proposta deste instrumento facilitador para o método APQP aos fornecedores de ambos os setores.

Este quadro foi baseado inteiramente nas descrições das fases e atividades do APQP, descritos no capítulo 3. O quadro tem um cabeçalho com o nome do projeto, o produto a ser desenvolvido, código do desenho (se existir), revisão do desenho, além dos contatos do cliente, nome do cliente e responsável pelo projeto no fornecedor. Esta máscara foi dividida nas cinco etapas do APQP, como descrito na primeira coluna à esquerda, ou seja, (a) Planejamento do Processo de Desenvolvimento de Produtos, (b) Projeto e Desenvolvimento do Produto, (c) Projeto e Desenvolvimento de Processo do produto, (d) Validação do Produto e do Processo e (e) Feedback, Avaliação e Ação Corretiva.

Assim como as fases, as atividades de cada fase foram baseadas nas atividades descritas no capítulo 3 do APQP, figura 3.1. Cada atividade foi marcada, conforme Manual do APQP, com “R”, que significa Requerido para todos os projetos, ou “S”, que significa sugerido, o qual é estabelecido pelo líder do projeto, de acordo com os requisitos específicos do cliente. Embora as atividades sinalizadas com “R”, como toda a fase (a) e até grande parte da fase (c), sejam mais importantes para o andamento do projeto do que as atividades sinalizadas como sugerido, não recomendamos a execução apenas das fases requeridas, com o risco do comprometimento dos resultados finais do projeto.

Quadro 7.13 – Proposta de APQP para fornecedores dos setores de linha branca e automotivo.

Planejamento Avançado da Qualidade do Produto		APQP:	APQP/REV
		Data:	DATA
<b>NOME DO PROJETO:</b>			
<b>PRODUTO (CODIGO/NOME):</b>			
<b>CÓDIGO DESENHO:</b>			
<b>REVISÃO (DESENHO):</b>			
<b>CLIENTE:</b>			
<b>CONTATO CLIENTE:</b>			
<b>RESPONSÁVEL COMERCIAL:</b>			
<b>LÍDER DO PROJETO:</b>			
<b>COMENTÁRIOS:</b>			

Etapas	Atividades	Ferramenta Produção Enxuta	R / S	Área	Resp.	Prev.	Real.
FASE a	a.1 Lista de Requisitos Projeto e Específico do Cliente		R	Comercial			
	a.2 Análise de Risco e Oportunidade		R	Comercial			
	a.3 Submissão para o Comitê de Decisão		R	Gerência			
	a.4 Definição da equipe do projeto		R	Gerência			
	a.5 Análise Crítica Preliminar		R	Engenharia			
	a.6 Fluxograma Preliminar do Processo		R	Engenharia			

FASE b	b.1 Especificações de Materiais a serem utilizados		S	Engenharia			
	b.2 Preliminar DFMEA		S	Engenharia			
	b.3 Preliminar FMEA de Processo		R	Engenharia			
	b.4 Custo Industrial		R	Engenharia			
	b.5 Formação do Preço	Custo Objetivo	R	Comercial			
	b.6 Plano de Controle de Protótipo		S	Engenharia			
	b.7 Protótipo		S	Engenharia			
	b.8 Submissão para o Comitê de Decisão		S	Gerência			
	b.9 Proposta Comercial		R	Comercial			
	b.10 Aprovação da Cotação pelo Cliente		R	Comercial			
	b.11 Aprovação do Protótipo no Cliente		S	Comercial			
	b.12 Autorização para a implantação do produto		R	Comercial			

FASE c (desenvolvimento)	c.1 Reunião de Planejamento do Projeto		S	Engenharia			
	c.2 Desenvolvimento dos Novos Componentes		R	Compras			
	c.3 Implantação Estrutura do Produto no Sistema		R	Engenharia			
	c.4 Confeccção e Aprov. da Peça Padrão		R	Laboratório			
	c.5 Pedido e Confeccção de Dispositivos		R	Automação			
	c.6 Pedido e Instalação de Equipamentos		R	Manutenção			
	c.7 Fluxograma do Processo	3P - Preparação do Processo de Produção	R	Engenharia			
	c.8 Layout das Instalações		S	Engenharia			
	c.9 FMEA Projeto		S	Engenharia			
	c.10 FMEA Processo / Estudo de Poka Yoke		R	Engenharia			
	c.11 Plano de Estudo da Capabilidade do Processo		S	Engenharia			
	c.12 Plano de Controle de Pré-Produção		S	Engenharia			
	c.13 Padrão e Especificações de Embalagem		S	Engenharia			
	c.14 Instrução de Trabalho Operacional		R	Engenharia			
FASE d (Validação)	d.1 Data do Try Out		S	Engenharia			
	d.2 Capacitação do Pessoal (Matriz Versatilidade)		S	R.H.			
	d.3 Distribuição da Documentação de Processo		S	Engenharia			
	d.4 Estudo da Produtividade (Peça/Hora)	Layout Celular	S	Engenharia			
	d.5 Aprovação do Ferramental		S	Engenharia			
	d.6 MSA (Avaliação dos Sistemas de Medição)		S	Laboratório			
	d.7 Estudos de Capabilidade do Processo		S	Laboratório			
	d.8 Transporte, Manuseio e Embalagem		S	Engenharia			
	d.9 Plano de Controle Final da Produção		S	Engenharia			
	d.10 Ações Corretivas		S	Engenharia			
	d.11 Plano de Contenção para o produto		S	Engenharia			
FASE e (Avaliação)	e.1 Documentação do PPAP		S	Engenharia			
	e.2 Início da Produção		R	Manufatura			
	e.3 Submissão para o Comitê de Decisão		S	Gerência			
	e.4 Submissão do PPAP ao Cliente		S	Engenharia			
	e.5 Aprovação do PPAP pelo Cliente		S	Cliente			
	e.6 Início de Fornecimento - SOP		R	Comercial			
	e.7 Após 2 meses de produção, estudo de Custo do Produto	Engenharia e Análise do Valor/20 Possíveis Alavancas para a redução de custo	S	Engenharia			

R: Requerido para todos os Projetos / S: Sugerido, o Líder define a necessidade a partir dos requisitos específicos dos clientes



No entanto, já que os resultados indicam a necessidade de um PDP mais otimizado para a linha branca, devido à velocidade dos projetos e o número de projetos serem maior se comparados com o setor automotivo, de acordo com as figura 7.3 da linha branca e figura 7.1 deste capítulo, recomendamos a utilização do recurso “sugerido”, baseado em uma análise crítica do líder de projeto e requisitos do cliente.

Antes do início do projeto e para a escolha da oportunidade certa, recomendamos também a utilização da ferramenta ”Ranking das Oportunidades”, detalhada na seção 4.2.1 do Capítulo 4, já que a mesma se dispõe em analisar quais projetos podem ser mais lucrativos para a empresa.

Como descrito no Capítulo 3, a utilização do APQP é obrigatória apenas para o setor automotivo, embora as maiores montadoras da linha branca já o estejam utilizando de acordo com os estudos de caso acima. Desta maneira, a recomendação é a utilização de “R” ou “S” pelos líderes de projeto conforme requisitos específicos dos clientes de cada setor. A figura ao lado superior direito do quadro 7.13, ajuda a compreender que grande parte das atividades, principalmente das fases de Projeto e Desenvolvimento do Produto e do Processo, podem e geralmente são feitas em paralelo e, por isso, a importância da comunicação ativa, eficaz e constante entre a engenharia de produto e de processo.

A quinta coluna do quadro 7.13 indica o responsável por cada atividade, embora esta possa ser modificada conforme necessidade do fornecedor. Nas últimas colunas, temos o nome do responsável, a data prevista para conclusão da atividade e, por último, a data em que a atividade foi realizada. Vale a pena ressaltar que todas estas colunas são preenchidas pelo líder de projeto de acordo com o prazo do cliente.

Na fase (b) de Projeto e Desenvolvimento do Produto, Toledo *et al* (2006) citam que um bom projeto já contém nesta fase, as informações dos volumes de produção e prazos, para que os requisitos de engenharia sejam atingidos através dos termos de qualidade, confiabilidade, custo de investimento e objetivos de tempo. Como pode ser visto no quadro, é nesta fase em que são feitos os planos de controle de protótipos, custo industrial e formação do preço do produto. Desta maneira, pessoas da engenharia e comercial precisam ficar atentas para não apresentarem um preço que possa prejudicar o lucro da empresa, ou seja, abaixo ou relativamente próximo do custo, e nem muito alto, já que podem alertar o cliente a almejar outro fornecedor pós-lançamento do produto.

Também foi sugerida nesta proposta, a utilização de algumas ferramentas da produção enxuta para determinadas atividades a fim de otimizar a solução encontrada, “enxergando” a melhor alternativa e buscando principalmente a eliminação dos desperdícios

de (1) produção em excesso, (2) espera, (3) transporte, (4) processamento desnecessário, (5) estoque, (6) movimentação e (7) correção ou retrabalho, categorizados por Taiichi Ohno na seção 4.1 deste trabalho. Assim, a atividade de formação de preço pode ser realizada com a ajuda da ferramenta “Custo Objetivo”, utilizada para encontrar o melhor custo para a colocação do preço do produto na fase de Produto (b).

Na fase (c) de Desenvolvimento do Processo, que tem como objetivo garantir que as necessidades e requisitos do cliente sejam cumpridos através, principalmente, da disponibilidade de um plano de controle de qualidade que possa ser efetivamente cumprido pela manufatura, fazemos também as atividades de FMEA de Processo e elaboração da Instrução de trabalho operacional, classificadas como requeridas, no quadro 7.13, ou seja, imprevidíveis.

Nesta mesma fase, também sugeriu-se a utilização da ferramenta “3P” ou Preparação do Processo de Produção para as atividades de fluxograma do processo e layout das instalações. Como desenvolvido no Capítulo 4, a ferramenta “3P” é utilizada para desenhar processos de produção enxutos a fim de obter soluções aos problemas de fluxo de criação do valor na produção para (a) novos produtos, (b) mudanças de projetos, (c) mudanças significativas na demanda ou quando houver (d) realocação de processos.

Na fase (d) de Validação do Produto e do Processo, fazemos dentre outras, as atividades de MSA e Capacidade do Processo, geralmente realizadas pelo pessoal de engenharia e do laboratório, responsáveis pela medição das peças e confecção dos relatórios. Na prática, principalmente nos fornecedores da linha branca, estas atividades não são feitas nesta fase devido ao curto espaço de tempo para o desenvolvimento. A decorrência disso são processos com grande variação. Mesmo se feitas pós-lançamento dos produtos, percebe-se os desperdícios de processo e as possíveis falhas que já podem estar no campo, ou seja, nas casas dos consumidores.

Também aplicada na fase (d), sugere-se a ferramenta *Layout Celular* ou *Cell Design*, utilizada para encontrar o número ideal de operadores na linha de produção, o melhor fluxo de processo e balanceamento de atividades em linhas de produtos que já estejam sendo produzidos. Ou seja, aplicada a novos produtos que possuem até um grau médio de diferenciação em relação a produtos já fornecidos pela empresa. Desta maneira, esta ferramenta é ideal no planejamento de linhas de montagem de novos produtos que possuem operações parecidas com os produtos atuais e com operadores já treinados nas mesmas para que os tempos de operação já estejam considerados no ritmo normal destes operadores.

Na fase (e) de Feedback, Avaliação e Ação Corretiva toda a documentação do PPAP (Processo de Aprovação de Peça de Produção) é submetida e está sujeita a avaliação do cliente. Após 2 ou 3 meses de produção, sugere-se a aplicação da ferramenta de Engenharia e Análise do Valor, que utiliza a ferramenta das Vinte Possíveis Alavancas para a Redução de Custo e tem como objetivo, atingir o valor ótimo de um produto, sistema ou serviço, promovendo as funções necessárias ao menor custo, como citado no capítulo 4 deste trabalho.

Em resumo, a sugestão é a utilização desta proposta em forma de planilha Excel que, se validada pela realidade organizacional, técnica e cultural do fornecedor, se traduz na utilização desta em forma de sistema ou software, com usuários interligados e com acesso *on line* de todas as modificações do projeto, inclusive possibilitando acesso ao cliente. Como exemplo de sistemas de PDPs bastante desenvolvidos, citamos os sistemas *on line* das empresas Alfa e Delta descritos nos estudos de caso das seções 7.1 e 7.4.

## 8. CONCLUSÃO

### 8.1 Conclusão Final

Vale lembrar que as hipóteses precisam ser analisadas diante do resultado da pesquisa. A primeira hipótese, letra (a), de que para a aplicação do APQP para a linha branca, as ferramentas utilizadas em cada etapa devem ser simplificadas em relação ao método original, é interligada às questões (2), (4), (5), (6), (7) e (9).

Para a questão (2), pode ser visto que o número de projetos do setor de linha branca é maior que o número de projetos do setor automotivo, ou seja, seria ideal se o trabalho pudesse ser simplificado. Na questão (4), diante das notas e médias obtidas entre o setor automotivo e de linha branca, não foi percebida grande diferença com relação à qualidade de execução de cada atividade relativa ao projeto. Ambos tiveram notas médias elevadas, porém com sugestões de melhoria. Novamente, foi citado a velocidade de desenvolvimento de produtos na linha branca, que é maior, se comparado ao setor automotivo, devido ao elevado número de lançamentos no decorrer do ano. Na questão (5), 60% dos entrevistados de linha branca têm utilizado o APQP e aqueles que não utilizam, citaram que o método de desenvolvimento de produtos utilizado se parece ao menos 60% com o conteúdo do APQP.

Na questão (6), quase todas as ferramentas foram classificadas com a mesma ordem de importância, tanto para a linha branca, quanto para o setor automotivo, diferindo somente na fase de Projeto e Desenvolvimento de Produto. Muitos relatos mencionaram a padronização de atividades, de modo que podem ser aproveitadas. Isto também se confirmou na questão (7), onde os entrevistados do setor de linha branca ainda opinaram sobre poder aproveitar ainda mais atividades, como a Capabilidade do Processo, Análise do Sistema de Medição por família, Padrão de Embalagem já definido previamente e, por último, FMEA de Projeto. Tanto o setor automotivo, quando a linha branca, citaram dificuldades em todas as fases do APQP. No entanto, algumas dificuldades citadas pelo setor de linha branca, na questão (9), poderiam ser minimizadas com a utilização do APQP, como a indefinição na estrutura dos projetos, o pouco poder do líder de projeto e até a falta de acompanhamento dos projetos, que são facilitados com a utilização do APQP. No entanto, apesar destas argumentações, a hipótese (a) é refutada por falta de provas.

A segunda hipótese, letra (b), de que o uso do APQP possibilita uma integração entre as áreas funcionais da empresa, é interligada às questões (3), (9), (10) e (11). Pela questão (3), pode-se perceber que os líderes dos setores automotivo e de linha branca se parecem em alguns pontos, inclusive nas falhas em relação ao estilo de liderança, estimulando a comunicação e a integração entre áreas. As avaliações e as sugestões de ambos setores ficou relativamente parecida. Pela questão (9), pode ser utilizado o mesmo argumento do parágrafo anterior, de que a utilização do APQP pela linha branca, poderia minimizar as dificuldades citadas pelos entrevistados, em relação à indefinição da estrutura dos projetos e a falta de acompanhamento, já que ambos fatores realmente atrapalham a integração de um projeto. Os resultados da questão (10), sobre a integração na fase de Projeto e Desenvolvimento do Processo, mostrou que tanto na linha branca, quanto no setor automotivo, há integração nesta fase. Como todos os entrevistados do setor automotivo e 60% dos entrevistados do setor de linha branca utilizam o método APQP, concluímos que esta integração é facilitada com sua utilização. A mesma argumentação pode ser utilizada para a questão (11), que questiona a integração na fase de Produção e obteve o mesmo resultado da questão (10). Ou seja, a hipótese (b) é confirmada.

A terceira hipótese, letra (c), de que o conhecimento adquirido do APQP pelo setor automotivo da empresa é aproveitado quando implantado no setor de linha branca, é interligada às questões (6), (7), (8) e (9). Pela questão (6), percebe-se que a avaliação da importância das ferramentas, em cada fase, foi exatamente igual nas fases de Projeto e Desenvolvimento do Processo e Validação do Produto e do Processo, tanto para o setor automotivo, quanto de linha branca. Desta maneira, esta questão pode ajudar na proposta de APQP para a linha branca, mas não na confirmação desta hipótese. Já a questão (7), como 60% das empresas de linha branca já estão utilizando o APQP, percebeu-se que as empresas de linha branca, talvez devido ao maior número de projetos, conseguem “aproveitar” as tarefas já aplicadas para projetos anteriores ou utilizar melhor a padronização destas tarefas. Mas esta questão também não pode ajudar na confirmação desta hipótese. A questão (8), quanto a prática de abertura de planilhas APQPs por família, o resultado de ambos setores foi bem semelhante. Desta maneira, pode se concluir que a linha branca também já aprendeu os benefícios da abertura de planilhas APQPs por família, mas não pode ajudar na confirmação da hipótese citada. A questão (9) nos trouxe muitos subsídios para a melhoria do PDP de ambos setores, mas algumas citações foram até semelhantes, com relação aos benefícios e dificuldades, tornando-se muito difícil confirmar esta hipótese. Diante disso, conclui-se que a hipótese (c) é refutada por falta de provas.

A quarta hipótese, letra (d), de que a técnica e o conhecimento da Produção Enxuta, implantados efetivamente na empresa, são fatores facilitadores para a implantação do APQP, é interligada às questões (12) e (14). Pela questão (12), as ferramentas de VSM, 3P, Cell Design, TPM (Manutenção Preventiva Total) e Kanban são utilizadas um pouco mais, aproximadamente 33%, no setor automotivo das empresas. A ferramenta AV/EV é utilizada pelo mesmo número de entrevistados em ambos setores. E também existe a empresa Delta que ainda não utiliza a ferramenta. Com isso, percebe-se a ligação das ferramentas da produção enxuta com o APQP e isso confirma-se ainda mais com a questão (14), que questiona o quanto a empresa se beneficia em relação a agilidade e ao conhecimento, ao começar a utilizar o APQP, se já possui implementadas algumas ferramentas da produção enxuta ou seis sigma. Enquanto a maioria dos entrevistados representantes do setor automotivo, respondeu que a empresa se beneficia em 100%, a maioria do entrevistados da linha branca respondeu em 50%. É importante mencionar que nenhum dos entrevistados citou que esta utilização não traria benefício algum. Desta maneira, com estas duas questões, pode se confirmar a hipótese (d).

A quinta hipótese, letra (e), de que a técnica e o conhecimento do Seis Sigma, implantados efetivamente na empresa, são fatores facilitadores para a implantação do APQP, é interligada às questões (6), (13) e (14). A questão (6) teve avaliação bastante semelhante pelos entrevistados de ambos setores. As ferramentas de FMEA de Processo e de Projeto obtiveram importância alta nas fases de Projeto e Desenvolvimento do Produto e Projeto e Desenvolvimento do Processo, assim como o Plano de Estudo Preliminar da Capacidade do Processo, na fase de Projeto e Desenvolvimento do Processo. Estas ferramentas presentes na abordagem Seis Sigma estão cada vez mais sendo utilizadas e divulgadas nas empresas, tanto do ramo automotivo, quanto de linha branca. Como 60% dos entrevistados de linha branca estão utilizando o APQP, percebe-se que o conhecimento do Seis Sigma é bastante interligado e até torna-se um facilitador para a implantação do APQP. Pela questão (13), as ferramentas DMAIC e MSA são utilizadas, em média, 25% mais pelo setor automotivo, enquanto as ferramentas, Capacidade do Processo e FMEA, são utilizadas pelo mesmo número de entrevistados. Com isso, percebe-se a ligação das ferramentas Seis Sigma com o APQP e isso confirma-se ainda mais com a questão (14), que questiona o quanto a empresa se beneficia em relação à agilidade e ao conhecimento, ao começar a utilizar o APQP, se já possui implementadas algumas ferramentas da produção enxuta ou seis sigma. Como citado anteriormente, enquanto a maioria dos entrevistados representantes do setor automotivo,

respondeu que a empresa se beneficia em 100%, a maioria do entrevistados da linha branca respondeu 50%. Desta maneira, com estas três questões, pode se confirmar a hipótese (e).

Diante disso, como o objetivo geral do trabalho era de caracterizar a utilização do APQP, em empresas que fornecem tanto para a linha branca quanto para o setor automotivo, foi mostrado que o mesmo foi cumprido, já que ambos setores foram caracterizados, além da utilização efetiva do APQP por entrevistados do setor de linha branca. Como objetivos específicos, cita-se (1) Avaliar, sob a ótica da empresa que fornece tanto para a linha branca quanto para o setor automotivo, as possíveis falhas no processo de desenvolvimento de produtos, e isso também foi atendido com os quadros no decorrer das caracterizações de ambos os setores, com as citações dos benefícios e dificuldades de cada fase do APQP durante o PDP. Por último, como objetivo específico, cita-se (2) Discutir a importância das ferramentas disponíveis em cada etapa da metodologia APQP e a aplicação destas para a linha branca, que também foi atendido através das avaliações dos entrevistados das ferramentas mais importantes para cada fase do APQP, inclusive por entrevistados que as estão utilizando para a linha branca.

Como proposta de utilização, foi apresentada a máscara no quadro 7.13 no capítulo anterior, onde foram colocadas todas as fases do APQP, assim como algumas ferramentas da produção enxuta. A sugestão é a padronização desta máscara para o PDP de uma empresa, que fornece tanto para o setor de linha branca, quanto para o setor automotivo. Caso alguns itens não sejam aplicáveis, a sugestão é a marcação de não aplicável, para o caso da linha branca. É importante mencionar que esta máscara foi adaptada de um modelo utilizado pela empresa Alfa, de acordo com os resultados da pesquisa e alguma experiência do autor no PDP da linha branca e automotivo.

As montadoras também ganham em vantagem competitiva com a utilização do APQP pelos seus fornecedores, já que recebem toda a documentação ou o PPAP de forma padronizada, o que facilita a formatação no seu sistema e na procura pelos dados que necessita.

Com esta proposta, empresas que fornecem tanto para a linha branca quanto para o setor automotivo teriam um PDP padronizado, e com isso, a troca de conhecimento fica mais rápida e funcional entre os membros das diferentes equipes de desenvolvimento de produto, além de ganharem em vantagem competitiva, caso haja um investimento em um sistema integrado, justificado pelo aumento do número de usuários.

## 8.2 Sugestões para pesquisas futuras

Encontramos grandes possibilidades para o desenvolvimento de trabalhos futuros no decorrer desta dissertação. Estas podem tratar desde as dificuldades encontradas por ambos setores para o Processo de Desenvolvimento de Produtos, até a validação das propostas finais apresentadas.

Uma das dificuldades mencionadas pelos entrevistados em ambos setores foi o pouco envolvimento gerencial, os constantes atrasos em relação as datas definidas para cada tarefa e a falta de acompanhamento do projeto. Desta maneira, acredita-se que o desenvolvimento de indicadores com responsabilidade dos líderes de projeto e gerentes minimizariam todos estes problemas. Estes indicadores poderiam medir o número de horas gastas com o desenvolvimento (versus programado), o lead time da engenharia de produto e de processo, o custo da não qualidade do projeto posterior ao desenvolvimento, os problemas de projeto de produto e de processo gerados, a produtividade da produção e o número de falhas durante o projeto. Desta maneira, a primeira proposta é a criação destes indicadores ao longo das fases do APQP, sua validação e as melhorias trazidas pelos mesmos no decorrer do projeto.

Outra sugestão seria a validação da planilha de APQP, apresentada para o PDP de empresas, que fornecem tanto para a linha branca quanto para o setor automotivo. Esta validação poderia acontecer com as mesmas empresas que participaram desta pesquisa ou até mesmo em uma amostra maior com os mesmos critérios utilizados.



## REFERÊNCIAS

- AAKER, D. A.; KUMAR, V.; DAY, G. S. **Pesquisa de Marketing**. São Paulo: Atlas, 2001.
- AGOSTINETTO, J.S. **Sistematização do processo de desenvolvimento de produtos, melhoria contínua e desempenho: o caso de uma empresa de autopeças**. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006. Disponível em: <http://www.teses.usp.br>. Acesso em: 01 ago. 2007.
- AGUIAR, V.C. O desenvolvimento da usabilidade de interfaces em projetos – Um estudo de caso em lavadora de roupa. Dissertação de mestrado, UFSCar, São Carlos, 2004.
- ALVES, R. **Introdução ao jogo e suas regras**. 21. ed. São Paulo: Brasiliense, 1995.
- AMARAL, D. C. **Colaboração Cliente-Fornecedor no Desenvolvimento de Produto: Integração, Escopo e Qualidade do Projeto do Produto - Estudos de Caso na Indústria Automobilística Brasileira**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, PPG-EP, 1997.
- ANDRIETTA, J.M. e MIGUEL, P.A.C. **Os benefícios da utilização do método QFD no desenvolvimento de produto em uma empresa que adotou o Seis Sigma**. In XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba, 2002. Disponível em: <http://www.marco.eng.br/qualidade/papers/qfd%20-%20desenvolvimento%20produto.pdf>. Acesso em: 12 out. 2007.
- ANFAVEA, 2008: **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira, 2008**. Disponível em: [www.anfavea.com.br/anuario2008/indice.pdf](http://www.anfavea.com.br/anuario2008/indice.pdf). Acesso em: 22 mai. 2008.
- APQP - Advanced Product Quality Planning and Control Plan. Chrysler Corporation, Ford Motor Company and General Motors Corporation, Copyright, 1994.
- ARAÚJO, C.S. **Avaliação e Seleção de Ferramentas de Desenvolvimento de Produtos**. ENEGEP, Gramado, 1997.
- ARBIX, G.; ZILBOVICIUS, M. **De JK a FHC. A reinvenção dos carros**. São Paulo: TT Scritta. 1997.
- BARKAN, P. **Benefits and Limitations of Structured Methodologies in Product Design**. In: Management of Design: Engineering and Management Perspectives, S. D. a. C. Eastman. Massachusetts: Kluwer Academic Publications, 1994.
- BAXTER, M. **Projeto de Produto: Guia Prático para o Design de Novos Produtos**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.
- BERENDS, P. & ROMME, G. **Simulation as a research tool in management studies**. European Management Journal, v.17, n.6, 1999.
- BERTO, R. M. V. S., NAKANO, D. N. Metodologia de pesquisa e a Engenharia de Produção. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1998, Niterói. XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Niterói : UFF / ABEPRO, 1998.
- BRYMAN, A. **Research methods and organization studies**. London: Unwin Hyman, 1989.
- BRYMAN, A.; CRAMER, D. **Quantitative Data Analysis for Social Scientists**. London: Routledge, 1990.
- BUREAU VERITAS. **APQP/FMEA**, Apostila de treinamento da Bureau Veritas Consultoria, 2005.

BUREAU VERITAS. **PPAP 4ª Edição**, Apostila de treinamento da Bureau Veritas Consultoria, 2006.

CAMPOS, V.F. **Qualidade total: padronização de empresas**. 3. ed. Belo Horizonte: EDG, 1999.

CARRARO, D. **O papel da gestão de custos no posicionamento estratégico: um estudo de caso de três empresas do setor de distribuição de veículos em Porto Alegre**. Dissertação (Mestrado em Administração), Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 137p., 2002.

CAUCHICK, M. P. A. **Evidence of QFD best practices for product development: a multiple case study**. International Journal of Quality & Reliability Management, ISSN: 0265-671X, Volume 22, 2005.

CERVO, A. L; BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração: uma visão abrangente da moderna administração das organizações**. Elsevier, 2003.

CLARK, K. B. e FUJIMOTO, T. **Product Development Performance: strategy, organization and management in the world auto industry**. Boston: Harvard Business School Press, 1991. 405 p.

COOPER, R. **Debunking the Myths of New Product Development**. Research Technology Management, v. 37, n. 4, p.45-50, 1994.

COSTA J. A.; SILVA, C. **Os Fatores de Fracasso no Desenvolvimento de Produtos: um Estudo de Caso em uma Pequena Empresa de Alta Tecnologia**. In: IV Congresso Brasileiro de Gestão e Desenvolvimento de Produtos, Gramado, 2003.

COUTINHO L. et al. **Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira**, Unicamp, Campinas, 1993. Disponível em: [http://ftp.mct.gov.br/publi/Compet/ntc\\_met.pdf](http://ftp.mct.gov.br/publi/Compet/ntc_met.pdf). Acesso em: 23 mai. 2008.

CUNHA, A.M. **As novas cores da linha branca: os efeitos da desnacionalização da indústria brasileira de eletrodomésticos nos anos 1990**. Tese de doutorado, Instituto de Economia, Unicamp, Campinas, 2003.

DIECKHOFF, K. **Demanda de qualidade e medidas tomadas por um dirigente na fabricação de carros**. São Paulo: Sindipeças, 1998.

ELETROS, 2006. **Vendas de Eletroeletrônicos cresceram 8,54% em 2006**. Disponível em: [http://www.eletros.org.br/\\_press\\_release.htm](http://www.eletros.org.br/_press_release.htm) . Acesso em: 28 jul. 2007.

FERIGOTTI, C.M.S. **Aprendizagem e Acumulação de Competências Inovadoras em Produtos na Electrolux do Brasil (1980-2003)**, RAC-Eletrônica, v. 1, n. 1, art. 7, Jan./Abr. 2007. p. 100-118. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/rac-e>. Acesso em: 24 jun 2007.

FORD COMPANY. **Ford APQP Guideline – Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP)** – Manual para Relatório de Status, 2003. Disponível em: <http://www.quality.ford.com/apqp>. Acesso em: 06 jun. 2007.

FORZA, C. **Survey research in operations management: a process-based perspective**. International Journal of Operation & Production Management, v.22, n.2, 2002.

FREITAS et al.: **O método de pesquisa survey**. Revista de Administração, v.35, n.3, pp. 105-112, 2000.

- GIL, A.C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo, Editora Atlas, 4ª Ed., 2002.
- GITAHY, L., CUNHA, A.M., RACHID, A. **Reconfigurando as redes institucionais: Relações interfirmas, trabalho e educação na indústria de linha branca**. Educação & Sociedade, ano XVIII, nº 61, 1997.
- GONZALES, J.C.S. e CAUCHICK, M.P.A. Uma contribuição à interpretação da QS 9000, ENEGEP, 1998.
- GRANDE, M. M. **A distribuição de automóveis novos em mudança? Estudo a partir de “survey” e pesquisa qualitativa em concessionárias**. Tese (Doutorado em engenharia), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 155 p., 2004.
- INMETRO: Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **Treinamento básico em gestão de qualidade: programa de extensão tecnológica em normalização e qualidade industrial**. Santa Catarina, 1992.
- ISO: ISO 9001:2000. **Apostila de treinamento dos requisitos da Norma**. QSP Consultoria, 2006.
- ISTO É DINHEIRO, São Paulo, n. 268, 16 out. 2002. Disponível em: <http://www.terra.com.br/istoedinheiro>. Acesso em 18 jun. 2008.
- KARLSSON, C. E AHLTROM, P. **The difficult path to lean product development**. Journal of Product Innovation Management, Malden, v.13, n.4, 1996. p. 296-310.
- KRISHNAN, V.; ULRICH, K. **Product Development Decisions: a Review of Literature**. Management Science, v. 47, n.1, Jan. 2001. p. 1-21.
- LAKATOS, E.M. & MARCONI, M.A. **Metodologia Científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- MACHADO, M.C., TOLEDO, N.N. e GOZZI, S. **Princípios Enxutos como Elemento de Inovação no Processo de Desenvolvimento de Produtos**, XII Simpep, 2005.
- MAIN, J. **Guerras pela Qualidade: Os Sucessos e Fracassos da Revolução da Qualidade**. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1994.
- MANUAL APQP. **Planejamento Avançado da Qualidade do Produto e Plano de Controle**, 1. ed. 1997.
- MANUAL QS-9000. **Requisitos do Sistema da Qualidade**, Chrysler Corporation, Ford Motor Company e General Motors Corporation, 3. ed. 1998.
- MARCHWINSKI C. E SHOOK J. **Léxico Lean – Glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean**. São Paulo: Lean Enterprise Institute, 2003.
- MARTINEZ, M. E RACHID, A. **A construção da qualificação: um estudo de caso em uma empresa da indústria de linha branca**. Produto & Produção, vol. 8, n. 2, 2005. p. 87-98.
- MARTINS, M.A.V. **Gestão do Design: a Indústria Brasileira de eletrodomésticos linha branca**. Rio de Janeiro, 2000.
- MASCARENHAS, H.R. **O Setor de Eletrodomésticos de Linha Branca: Um Diagnóstico e a Relação Varejo Indústria**. 2005. 238p. Dissertação, Mestrado em Finanças e Economia Empresarial, Escola de Economia de São Paulo, FGV/EESP, 2005.
- MASCITELLI, R. **The Lean Design Guidebook: Everything Your Product Development Team Needs to Slash Manufacturing Cost**. ISBN 0-9662697-2-1. EUA: Northridge, 2004.

MB & A. **FMEA Análise dos Modos de Falhas e Efeitos**. Apostila da MB & A, Consultoria e Treinamento Empresarial, 2004.

MEYBODI, M. **Using Principles of Just-in-Time to Improve New Product Development Process**. In: *Advances in Competitiveness Research*, v. 11, i. 1, 2003. p. 116-140.

MIGUEL, P.A.C. e GONZALEZ, J.C.S. **Estruturando o processo de desenvolvimento do produto através do APQP da QS 9000, ENEGEP, 1999**. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENECEP1999\\_A0249.PDF](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENECEP1999_A0249.PDF). Acesso em: 07 abr. 2008.

MORGAN, J.M. e LIKER, J.K. **Sistema Toyota de Desenvolvimento de Produto, integrando pessoas, processo e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, ISBN: 978-85-7780-265-4, 2008.

MORGAN, J.M. **High performance product development: a systems approach to a lean product development process**. Thesis (Phd) in industrial and operations engineering. The University of Michigan, 2002.

OLIVERA, M.M., ARAUJO, A.C.A.F. e FEITOZA, S. **Efeitos da padronização como requisito da norma ISO 9001:2000 - estudo de caso em uma média empresa**. XIV SIMPEP, 2007.

ORIBE, C. **Gestão da Qualidade – Foco No Futuro**. Disponível em: [www.qualitypro.com.br](http://www.qualitypro.com.br). Acesso em: 23 jun. 2007.

PADOVANI, C.B. **O papel da governança na cadeia de suprimento automotiva nos fornecedores de primeiro e segundo nível**. USP, 2007. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/>. Acesso em: 07 abr. 2008.

PARTHASARTHY, R., & HAMMOND, J. **Product innovation input and outcome: Moderating effects of the innovation process**. *Journal of Engineering and Technology Management*, 19(1), 75-91, 2002.

PIRES, S. **Gestão da cadeia de suprimentos – conceitos, estratégias, práticas e casos**. Ed. Atlas, 2004.

PMBOK. **Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos**. Project Management Institute, 3. Ed. ANSI/PMI 99-001-2004, 2004.

POSTHUMA, A. **Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira: a competitividade da indústria de autopeças**. IE/UNICAMP, Campinas, S. Paulo, 1993.

QUINTELLA, H.; OSORIO, R. **CMM e Qualidade de Produtos de Software na DATAPREV**. *Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção*, UFF, v.1, n.14, p.1-5, 2002. Disponível em <http://www.producao.uff.br/rpep/RelPesq/relpesq014.htm>. Acesso em: 23 ago. 2007.

QUINTELLA, H.; ROCHA, H. **Nível de maturidade e comparação dos PDPs de produtos automotivos**. *Produção*, v. 17, n. 1, 2007. p. 199-217. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-65132007000100014&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132007000100014&lng=en&nrm=iso&tlng=en). Acesso em: 01 ago. 2007.

RACHID, A., CUNHA, A.M., GITAHY, L.M.C. e ARAUJO, A.M.C. **Adoção de métodos de gestão da produção em três empresas de linha branca**. XXVI ENEGEP, Fortaleza, Brasil, 2006.

ROMACHELLI, T.C. **Processo de Desenvolvimento de Produtos na Indústria de Revestimentos Cerâmicos: Estudo de Caso em fabricantes que utilizam o processo de moagem à úmido, de moagem a seco e colorifícios**. 2005. Disponível em:

[http://www.bdt.d.ufscar.br/tde\\_arquivos/1/TDE-2006-04-12T13:04:19Z-942/Publico/DissJCR.pdf](http://www.bdt.d.ufscar.br/tde_arquivos/1/TDE-2006-04-12T13:04:19Z-942/Publico/DissJCR.pdf). Acesso em: 07 abr. 2008.

ROTTA, I.S. **Mini-Fábrica: Uma nova proposta de arranjo produtivo e organizacional híbrido em uma empresa do setor eletroeletrônico**. Tese de doutorado, UFSCar, São Carlos, 2004.

ROZENFELD, H, FORCELLINI, F.A., AMARAL, D.C, TOLEDO, J.C., SILVA, S.L., ALLIPRANDINI, D.H., SCALICE, R.K. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos – Uma referência para a melhoria do processo**. Editora Saraiva, ISBN: 85-02-05446-5, 2006.

SABIO, J.E. E CAUCHICK, P.A.M. **Um estudo de caso inicial sobre as interações no processo de desenvolvimento do produto (PDP) estruturado pelo seis sigma e pelo planejamento avançado da qualidade do produto (APQP)**. XIII SIMPEP - Bauru, SP, Brasil, 2006.

SALERNO, M.S. et al. **Mudanças e persistências no padrão de relações entre montadoras e autopeças no Brasil**. Revista de Administração, São Paulo, FEA-USP, v.33, n.3, 1998. p.16-28.

SÁNCHEZ, A.M, PÉREZ, M.P. **Flexibility in new product development: a survey of practices and its relationship with the product's technological complexity**. Technovation, v.23, 2003. p. 139-145.

SEIS SIGMA. **Programa 6 Sigma Unicamp – Melhoria Organizacional para Formação Green Belt**. Manual de Melhoria, IMECC/Unicamp, 2005.

SHENHAR et al. **Project Success: A Multidimensional Strategy Concept**. In: Long Range Planning, n. 34, 2001. p. 699-725.

SILVA, C. **Método para Avaliação do Desempenho do Processo de Desenvolvimento de Produtos**. 2001, 187 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

SILVA, F.L.S. e JUNIOR, L.A.M. **Lean Six Sigma para Serviços**. Fundação Getúlio Vargas, Califórnia: Irvine, 2005. Disponível em: [http://nourau.eadstrong.com.br/document/get.php/284/Silva\\_FabioLuis\\_TCCI2005.pdf](http://nourau.eadstrong.com.br/document/get.php/284/Silva_FabioLuis_TCCI2005.pdf)  
Acesso em: 15 out. 2007.

SINDIPEÇAS: Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores. Disponível em: [http://www.sindipecas.org.br/paginas\\_NETCDM/modelo\\_detalhe\\_generico.asp?subtit=&ID\\_CANAL=19&ID=713#](http://www.sindipecas.org.br/paginas_NETCDM/modelo_detalhe_generico.asp?subtit=&ID_CANAL=19&ID=713#). Acesso em: 11 jul. 2007.

SINDIPEÇAS: Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores. Disponível em: [www.sindipecas.org.br](http://www.sindipecas.org.br). Acesso em: 22 mai. 2008.

SLACK, N., CHAMBERS, S., HARRINSON, C. e JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SMITH, P.G. E REINERTSEN, D.G. **Developing products in half time**. 2. ed. New York, 1998.

SOUSA, A. B. L. **Estratégia de produção: influências na gestão da estrutura e das relações de cadeia de suprimentos - caso no setor de linha branca**. 2007. 109 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, 2007.

TAIICHI O. **Toyota production system: beyond large-scale production**. Productivity press, 1988.

THIOLLENT, M.J.M. **Pesquisa-ação em organizações**. São Paulo: Atlas, cap. 1, 1997.

THISSE, L.C. **Advanced Quality Planning: A Guide for Any Organization**. Quality Control systems, Product quality Suppliers, Quality plan, QS 9000, Management Resources International, Saline, MI, ASQ, Progress, Vol. 31, No. 2, pp. 73-77, February 1998.

TOLEDO, J.C.; CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade na Fábrica do Futuro**. In: Henrique Rozenfeld. A Fábrica do Futuro. São Paulo: Editora Banas, 2000.

TOLEDO, J.C. et al. **Modelo de referência para gestão do processo de desenvolvimento de produto: aplicações na indústria de autopeças**. Relatório de Pesquisa FAPESP, DEP/UFSCar, 2002.

TOLEDO, J.C. **Introdução ao CEP – Controle Estatístico do Processo**. Disponível em: <http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/CEP-ApostilaIntroducaoCEP2006.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2007.

THOMKE, S.; HIPPEL, E. **Customers as Innovators: a New Way to Create Value**. HBR, v. 80, i. 4, 2002. p. 74-81.

TORRES JUNIOR, A.S. **3P – Passaporte para a “Universidade” do Sistema Toyota de Produção**. Lean Institute Brasil. 2007. Disponível em: [http://www.lean.org.br/download/artigo\\_14.pdf](http://www.lean.org.br/download/artigo_14.pdf). Acesso em: 01 set. 07.

TRAPPEY, A.J.C. e HSIAO, D.W. **Applyig collaborative design and modularized assembly for automotive ODM suply chain integration**. Computers in Industry 59 (2008) 277-287, 2007. Disponível em: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com). Acesso em: 08 abr. 2008.

TRIVIÑOS, A.N.S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo, Atlas, 1987.

VOSS, C. et al: **Case research in operations management**. International Journal of Operational & Production Management, v.22, n.2, 2002.

WALTON, M. **Strategies for Lean Product Development: a compilation of lean aerospace initiative research**. Research paper wp 99-01-91. Cambridge, ma: mit, 1999.

WHEELWRIGHT, S.C.; CLARK, K.B. **Revolutionizing product development: quantum leaps in speed, efficiency and quality**. New York: The Free Press, 1992.

WITZENBURG, G. **Vehicle Development View from the Trenches: A Look at the Tricks and Tools Automakers use to Squeeze Time and Cost Out of New Product Development**. Automotive Industries, v. 183, i. 3, 2003. p. 40-43.

WOMACK J.E.; JONES D. **A mentalidade enxuta nas empresas - Lean Thinking**. São Paulo: Editora Campus, 2004.

WOMACK, J.P. et al. **A Máquina que Mudou o Mundo**. Rio de Janeiro, Campus, 1992. 347 p.

YIN, R.: **Case study research – design and methods**. 2 ed. London: Sage, 1994.

YIN, R.K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZAHRA, S.A. **Technology strategy and new venture performanc: a study of corporate sponsored and independent biotechnology centures.** Journal of Business Venturing. Vol.11, 1996. p. 289-321.

ZAHRA, S.A., SISODIA, R. & MATHERNE, B. **Exploiting the dynamics links between competitive and technology strategy.** European Managemant Journal, Vol. 17, n.2, 1999. p. 188-203.

ZANCUL, E.S. et al. **Desenvolvimento de produtos populares: estudo de caso em uma empresa de eletrodomésticos.** XI SIMPEP, Bauru, 2004.

ZANCUL, E.S. **Inovações no modelo de negócios, processos e produtos para atuação em mercados de baixa renda.** XXV Encontro Nac. de Eng. de Produção, Porto Alegre, 2005.

ZAWISLAK, P. A.; MELLO, A. A. **A indústria automotiva no Rio Grande do Sul impactos recentes e alternativas de desenvolvimento regional.** In: NABUCO, M. R.; NEVES, M. de A.; CARVALHO NETO, A. M. Indústria automotiva: a nova geografia do setor produtivo. Rio de Janeiro: DP&A, 2002. p.105-135.

ZUIN, L.F.S.; DORNA, M.A.S.; PRANCIC, E.; MERGULHAO, R.C.; ALLIPRANDINI, D.H.; TOLEDO, J.C. **Modelo de Gestão de Desenvolvimento de Produto de uma empresa de grande porte do segmento de doces e condimentos: um estudo de caso.** In: X Simpósio de Engenharia de Produção, Bauru, SP. Anais do X Simpósio de Engenharia de Produção, SIMPEP 2003, 2003. Disponível em <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais10/engprodprocesso/arq11.PDF>. Acesso em 26 ago. 2007.

## **APÊNDICE A:**

### **Questionário de avaliação da pesquisa**





Prezado (a) respondente,

A presente pesquisa busca fazer um levantamento das empresas que fornecem ao mesmo tempo para o setor automotivo como para o setor da linha branca.

Este questionário é dividido em três seções, compostas de 16 questões agrupadas por assunto, que demandam aproximadamente 45 minutos de resposta.

Contamos com a sua colaboração no preenchimento deste questionário, destacando o nosso compromisso de “sigilo” acadêmico, além de nos comprometermos no envio do resultado final da pesquisa aos participantes.

Este questionário deve ser preenchido e retornado da seguinte forma: via email: [lauracnp@yahoo.com](mailto:lauracnp@yahoo.com)

Obrigada pela colaboração e colocamo-nos a disposição para demais esclarecimentos.

Atenciosamente,

Laura Pimenta.

Mestranda em Desenvolvimento de Produtos da UFSCar

-----

\*Nome da empresa: \_\_\_\_\_

\*Setor: \_\_\_\_\_

\*Cidade: \_\_\_\_\_

### Seção 1: Desenvolvimento de Produtos

1) Qual é o número de funcionários da empresa?

- a) Menos que 100 funcionários
- b) Mais ou igual a 100 funcionários e menos que 500 funcionários
- c) Mais ou igual a 500 funcionários e menos que 1000 funcionários
- d) Mais que 1000 funcionários

2) Qual é o número médio de projetos e revisões de produtos para **um** líder de projeto no decorrer de 1 ano em sua empresa?

Observações: Considere também no número de projetos as cotações realizadas, mesmo que o projeto não tenha sido ganho. Entenda como revisão de projeto toda e qualquer modificação que o mesmo venha sofrer.

- a) Menos que 10 projetos
- b) Mais ou igual a 10 projetos e menos que 50 projetos
- c) Mais ou igual a 50 projetos e menos que 100 projetos
- d) Mais do que 100 projetos

3) Avalie nos quesitos abaixo, o último projeto já finalizado em que você participou. Utilize a legenda: 1- Péssima 2- Ruim 3- Regular 4- Bom 5- Excelente

	1	2	3	4	5
Estilo de liderança adotado pelo líder do projeto foi adequado à sua execução, estimulando a comunicação e a integração entre áreas?					

4) Como você avalia a qualidade de execução de cada atividade relativa ao projeto em questão?

Utilize a legenda: 1- Não foi realizada 2- Ruim 3- Regular 4- Bom 5- Excelente

	1	2	3	4	5
4.1) Atividades de geração e seleção de idéias					
4.2) Atividades de análise de viabilidade técnica e econômica					
4.3) Atividades de desenvolvimento técnico em relação ao projeto do produto					
4.4) Atividades de construção de protótipos					
4.5) Atividades de realização de teste do produto					
4.6) Atividades de lançamento comercial do novo produto					
4.7) Atividades de preparação e acompanhamento de documentos e relatórios necessários à homologação do produto					
4.8) Produção de documentos (desenhos, resultados de testes etc) relativos à execução do projeto					
4.9) Atividade de realizar, ao final do projeto, uma avaliação geral para identificar os acertos ou erros cometidos ao longo do projeto					

## Seção 2: APQP

5) A empresa utiliza o APQP para o processo de desenvolvimento de produtos?

a) Sim.

Como você define o APQP?

---



---



---

b) Não. **Por que o APQP não está sendo utilizado?** Qual é o método utilizado?

---



---

Se a resposta for não, a empresa tem um procedimento documentado que define as atividades do processo de desenvolvimento de produto?

a) Sim

b) Não

**Se a resposta da pergunta acima for sim, em quanto este procedimento se parece com a metodologia APQP, considerando que o APQP tem as seguintes fases: (1) Planejamento do Processo de Desenvolvimento de Produtos, (2) Projeto e Desenvolvimento do Produto, (3) Projeto e Desenvolvimento de Processo do produto, (4) Validação do Produto e do Processo e (5) Feedback, Avaliação e Ação Corretiva?**

Alternativa	Marque a fase correspondente:				
	1	2	3	4	5
a) Possui apenas uma das fases do APQP;	1	2	3	4	5
b) Possui duas fases semelhantes às fases do APQP;	1	2	3	4	5
c) Possui três fases semelhantes às fases do APQP;	1	2	3	4	5
d) Possui quatro fases semelhantes às fases do APQP;	1	2	3	4	5
e) Possui todas as fases correspondentes às fases do APQP	1	2	3	4	5

6) O APQP é composto de alguns requisitos que são citados abaixo. Enumere estes requisitos por ordem de importância ou relevância para um projeto, sendo 1 o menos importante e 5, o mais importante e caso nunca tenha utilizado, coloque NA.

#### Projeto e Desenvolvimento do Produto

- a) FMEA de Projeto \_\_\_\_\_
- b) Requisitos para meios de medição \_\_\_\_\_
- c) Especificação de Materiais a serem utilizados \_\_\_\_\_
- d) Especificação e Requisitos para novos equipamentos, ferramental e instalação \_\_\_\_\_
- e) Plano de Controle de Protótipos \_\_\_\_\_

#### Projeto e Desenvolvimento do Processo

- a) Padrão de embalagem \_\_\_\_\_
- b) FMEA de processo \_\_\_\_\_
- c) Layout das instalações \_\_\_\_\_
- d) Plano de Estudo Preliminar da capacidade do processo \_\_\_\_\_
- e) Plano de Análise do Sistema de Medição \_\_\_\_\_

#### Validação do Produto e do Processo

- a) MSA - Análise do Sistema de Medição \_\_\_\_\_
- b) Estudo preliminar da capacidade do processo \_\_\_\_\_
- c) Plano de controle da produção com as características que devem ser controladas \_\_\_\_\_
- d) Aprovação de Peça da Produção \_\_\_\_\_
- e) Avaliação de embalagem \_\_\_\_\_

7) Se o número de projetos em que você participa na empresa que você trabalha dobrasse em menos de 1 ano, marque dentre as alternativas a seguir, qual demonstraria mais fortemente seu comportamento:

- a) A metodologia APQP seria aplicada da mesma maneira para todos os projetos;
- b) A metodologia APQP sofreria uma simplificação na qual as tarefas (Capabilidade do Processo e Análise do Sistema de Medição) em comum com os projetos anteriores fossem aproveitadas por completo;

- c) A metodologia APQP sofreria uma simplificação na qual as tarefas (Capabilidade do Processo, Análise do Sistema de Medição e Padrão de Embalagem) em comum com os projetos anteriores fossem aproveitadas por completo;
- d) A metodologia APQP sofreria uma simplificação na qual as tarefas (Capabilidade do Processo, Análise do Sistema de Medição, Padrão de Embalagem e FMEA de Projeto) em comum com os projetos anteriores fossem aproveitadas por completo;
- e) A metodologia APQP seria aplicada para todos os projetos, porém haveria tarefas que seriam copiadas dos projetos anteriores, mesmo que “parecesse” que as mesmas tivessem sido feitas para o projeto atual.

8) A empresa costuma agrupar os produtos em famílias para facilitar/racionalizar a abertura de APQP's e assim otimizar a utilização de recursos necessários para o projeto?

a) Sim

b) Não. Por quê? \_\_\_\_\_

9) O APQP se divide em fases principais: (a) Planejamento do Processo de Desenvolvimento de Produtos, (b) Projeto e Desenvolvimento do Produto, (c) Projeto e Desenvolvimento de Processo do produto, (d) Validação do Produto e do Processo e (e) Produção. Cite para cada fase as maiores dificuldades e benefícios de natureza humana, técnica e organizacional.

a) Planejamento do Processo de Desenvolvimento de Produto e Projeto e Desenvolvimento do Produto

a.1) De natureza humana:

---



---



---



---

a.2) De natureza técnica:

---



---



---



---

a.3) De natureza organizacional:

---



---



---



---

(b) Projeto e Desenvolvimento de Processo

b.1) De natureza humana:

---

---

---

---

---

b.2) De natureza técnica:

---

---

---

---

---

b.3) De natureza organizacional:

---

---

---

---

---

(c) Validação do Produto e do Processo e Produção efetiva

c.1) De natureza humana:

---

---

---

---

---

c.2) De natureza técnica:

---

---

---

---

---

c.3) De natureza organizacional:

---

---

---

---

---

10) A terceira fase do APQP (Projeto e Desenvolvimento de Processo) geralmente é realizada principalmente pelas áreas de qualidade, engenharia, manufatura, planejamento de produção e materiais. Na sua empresa, como se dá na prática a integração destas áreas?

-

---



---



---



---

11) A última fase do APQP (Produção) geralmente é realizada principalmente pelas áreas engenharia, qualidade, planejamento de produção e materiais, manutenção, manufatura e o representante do cliente. Na sua empresa, como se dá na prática a integração destas áreas?

-

---



---



---



---

### Seção 3: Ferramentas do PDP

12) Dentre as ferramentas relacionadas com a produção enxuta (lean), assinale abaixo a(s) alternativa(s) utilizadas pela sua empresa:

- a) VSM (Mapeamento do Fluxo de Valor);
- b) 3P (Preparação do Processo de Produção);
- c) AV/EV (Análise e Engenharia do Valor);
- d) Cell Design, TPM (Manutenção Preventiva Total) e Kanban;
- e) A empresa não utiliza nenhuma ferramenta relacionada com a produção enxuta.

13) Dentre as ferramentas relacionadas com a abordagem Seis Sigma, assinale abaixo a(s) alternativa(s) utilizadas pela sua empresa:

- a) Capabilidade do Processo;
- b) DMAIC (Defina, Meça, Analise, Melhore, Controle);
- c) MSA (Análise do Sistema de Medição);
- d) FMEA (Análise dos Modos e Efeitos de Falhas);
- e) A empresa não utiliza nenhuma ferramenta relacionada com o Seis Sigma.

14) O quanto a empresa pode ser beneficiada em relação a agilidade e ao conhecimento, ao começar a utilizar o APQP, se já possuir implementadas algumas ferramentas da produção enxuta ou Seis Sigma:

- a) Com 20% do aprendizado nas ferramentas da produção enxuta ou 6 Sigma;
- b) Com 50% do aprendizado nas ferramentas da produção enxuta ou 6 Sigma;
- c) Com 70% do aprendizado nas ferramentas da produção enxuta ou 6 Sigma;
- d) Com 100% do aprendizado nas ferramentas da produção enxuta ou 6 Sigma;
- e) Não traz benefício algum à empresa.