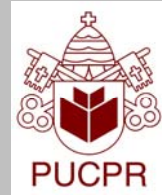


**PUC
PR**

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA
DO PARANÁ**



Viviane Mantovani Aiex

**Avaliação do Planejamento Avançado da
Qualidade do Produto no Setor
Automobilístico com Base na
Engenharia Simultânea**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção e Sistemas

Curitiba, dezembro de 2003

CCET Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia



Viviane Mantovani Aiex

**Avaliação do Planejamento Avançado da
Qualidade do Produto no Setor
Automobilístico com base na
Engenharia Simultânea**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da PUC-PR como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

Orientador: Prof. Dr. Osiris Canciglieri Junior

Curitiba
Dezembro de 2003

Viviane Mantovani Aiex

**Avaliação do Planejamento Avançado da
Qualidade do Produto no Setor
Automobilístico com Base na
Engenharia Simultânea**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da PUCPR. Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Dr. Osíris Canciglieri Júnior

Orientador

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia - PUCPR

Prof. Dr. Fábio Favaretto

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia - PUCPR

Prof. Dr. Antônio Batocchio

DEF/FEM/UNICAMP

Curitiba, 18 de dezembro de 2003

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Viviane Mantovani Aiex

Graduou-se em Desenho Industrial na Unopar (Universidade Norte do Paraná) em 1999. Cursou disciplina no mestrado em Estruturas Ambientais e Urbanas na FAUUSP em 2001. Participou de diversos cursos, congressos e concursos na área de *Design* e Engenharia de Produção, sendo premiada com bolsa de especialização pela FIESP/CIESP em parceria com CDI (Uruguai) e *Centro di Analisi Sociale Progetti* (Itália) para representar o Brasil no exterior em 2002.

Dedico este trabalho aos meus pais,
Domingos e Iolanda,
meus melhores amigos!

Agradecimentos

A todas as pessoas que contribuíram para o crescimento do meu trabalho e a generosidade da minha família.

À paciência do meu orientador Osiris Canciglieri Júnior, devido à minha ansiedade para finalização do projeto de pesquisa.

A Rosana, por corrigir os erros gramaticais da dissertação.

Pelo suporte financeiro e confiança que a CAPES depositou no meu trabalho, sem ela não poderia realizar este sonho, tão almejado!

Faurecia Sistemas de Interiores que propiciou a execução projeto de pesquisa e em especial, aos funcionários da Engenharia de Produto pela simpatia e atenção.

Aos meus amigos de Londrina e a minha irmã Silvia que sempre mantiveram contato comigo mesmo distante da terra natal, durante esses dois anos.

Aos novos colegas da PUC de Curitiba.

Pela ajuda de todos, que direta ou indiretamente influenciaram no progresso do projeto de pesquisa, dando força, atenção e amizade nos momentos difíceis.

Resumo

Aiex, Viviane Mantovani. **Avaliação do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto no setor automobilístico com base na Engenharia Simultânea**. Curitiba, 2003. 130p. Dissertação de mestrado – Departamento de Engenharia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

Com o advento dos mercados globalizados é necessário um grande esforço por parte das indústrias para manterem-se competitivas. A busca por reduções de custos ao par de constante melhoria na qualidade dos produtos para atender a consumidores cada vez mais exigentes, é um desafio permanente. Em particular, o setor automobilístico vem sofrendo grandes mudanças com essas exigências impostas ao mercado, e realizam investimentos cada vez maiores para manter o interesse do consumidor. Nesse sentido a Engenharia Simultânea tem um grande papel a desempenhar. Sua filosofia incorpora métodos que vão no sentido de reduzir ao máximo a distância entre as atividades de projeto e de manufatura no desenvolvimento de novos produtos. E deve ser aplicada de maneira integrada de modo que o Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP-Advanced Product Quality Planning) possa ser destacado. O objetivo desta pesquisa está na realização da análise deste método num ambiente de Engenharia Simultânea de uma empresa prestadora de serviços do setor automobilístico.

Palavras-Chave: (integração, competitividade, agilidade, metodologias).

Abstract

Aiex, Viviane Mantovani. **Evaluation of the Advanced Planning Quality Product in the Automobile Sector Based on the Simultaneous Engineering.** Curitiba, 2003. 130p. Dissertação de mestrado – Departamento de Engenharia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

With the advent of the global market it is necessary a great industries effort to maintain them competitive. The search for costs reductions and constant improvement in quality of products to assist consumers more and more exigent is a permanent challenge. The automobile section, in particular, has been suffering great changes with those imposed demands to the market, and has been accomplishing bigger and bigger investments to maintain the consumer's interest. In this way, the Simultaneous Engineering has a great role to carry out. This philosophy incorporates methods that go in the direction of reducing to the maximum the distance between the project and the manufacture activities and the new products development and it should be applied in an integrated way, so that the Advanced Product Quality Planning (APQP) can be outstanding. The objective of this research is the realization of the analysis of this method on the Simultaneous Engineering environment at a supplier company of the automobile sector.

Keywords: (integration, competitiveness, agility, methodologies).

Sumário

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract	iii
Sumário	iv
Lista de figuras	vi
Lista de tabelas	vii
Lista de quadros	viii
Lista de abreviaturas	ix
1. Introdução	1
1.1. Contexto da Pesquisa	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Conteúdo dos Capítulos	3
2. Engenharia Simultânea	5
2.1. Histórico Automobilístico – indícios da simultaneidade	5
2.2. Estratégia da Produção	9
2.3. Inovação nos negócios	12
2.3.1. Estratégia empresarial	24
2.3.2. Aplicação da criatividade	28
2.3.3. Competitividade versus Engenharia Simultânea	29
2.4. Engenharia Simultânea no desenvolvimento de produtos	32
2.4.1. Eliminação do desperdício	38
2.4.2. Iniciando a Engenharia Simultânea	41
2.4.3. Gestão da Engenharia Simultânea	45
2.4.4. O Futuro da Engenharia Simultânea	51
2.4.5. Planejamento Avançado da Qualidade do Produto	53
2.4.6. Processo de Aprovação de Peça de Produção	54
2.4.7. Análise do Modo e Efeito de Falha do Produto/Processo	54
2.4.7.1. Análise do Modo e Efeito de Falha do Projeto do Produto	57

2.4.7.2. Análise do Modo e Efeito de Falha do Processo do Produto	60
3. Metodologias Científicas para análise da Pesquisa	64
3.1. Emprego das metodologias	64
3.2. Metodologias mais empregadas em Engenharia de Produção	67
3.3. Contribuição no uso de metodologias e técnicas no desenvolvimento de pesquisas	68
3.4. Método Estudo de Caso	69
4. Planejamento Avançado da Qualidade do Produto	72
4.1. A utilização do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto	72
4.2. O uso do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto com ênfase na Engenharia Simultânea	81
5. Desenvolvimento da Pesquisa	86
5.1. Parte I – Formulação do projeto de pesquisa	86
5.2. Parte II – Desenvolvimento e aplicação da pesquisa	89
5.3. Análise Crítica do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto aplicado ao ambiente de Engenharia Simultânea	100
6. Discussão, Conclusão e Recomendações	103
6.1. Discussão	103
6.2. Conclusão	104
6.3. Recomendações	105
7. Referências bibliográficas	107
8. Anexos	112

Lista de figuras

Figura 1 - Análise do problema revela um conjunto de alternativas para o problema original	15
Figura 2 - Questões que devem ser respondidas durante o processo de planejamento corporativo da empresa	23
Figura 3 - As etapas para implantação da Engenharia Simultânea	47
Figura 4 - Engenharia Simultânea integrada com outros métodos e técnicas	52
Figura 5 - Contribuição da Engenharia Simultânea no futuro	53
Figura 6 - Etapas percorridas no APQP	78
Figura 7 - Apresentação da evolução do trabalho de pesquisa	88
Figura 8 - Cronograma do projeto	90
Figura 9 - Produto final aprovado	93
Figura 10 - Esqueleto do produto	95
Figura 11 - Reprovada por conter rugas e bolhas	99
Figura 12 - Reprovada por conter bolhas	99
Figura 13 - Reprovada por conter rugas	99

Lista de tabelas

Tabela 1 - Matriz de gerenciamento da inovação na empresa	17
Tabela 2 - Diferentes estratégias empresariais exigem diferentes prioridades no uso das atividades ligadas ao desenvolvimento	21
Tabela 3 - Fases e conceitos do método APQP	77
Tabela 4 - Questões elaboradas para a concepção do problema	86
Tabela 5 - Questões indagadas nas entrevistas	91

Lista de quadros

Quadro 1 - Custos para mudanças na Engenharia	19
Quadro 2 - Resultado de pesquisa da EPUSP	67
Quadro 3 - Itens percorridos na fase 1	94
Quadro 4 - Itens percorridos na fase 2	94
Quadro 5 - Itens percorridos na fase 3	96
Quadro 6 - Itens percorridos na fase 4	97
Quadro 7 - Questões finalizadoras do projeto	98
Quadro 8 - Itens pertencentes às fases que necessitam maior atenção	101

Lista de abreviaturas

APQP - *Advanced Product Quality Planning (Planejamento Avançado da Qualidade do Produto)*

FMEA - *Process Failure Mode and Effects Analysis (Análise do Modo e Efeito de Falha)*

DFM - *Design for Manufacture (Projeto para Manufatura)*

IA - *Inteligência Artificial*

DFA - *Design For Assembly (Projeto para Montagem)*

DFMA - Design for Manufacture and Assembly (Projeto para Manufatura e Montagem)

PPAP - *Processo de Aprovação de Peça de Produção*

QFD - *Quality Function Deployment (Desdobramento da Função Qualidade)*

CAD/CAE/CAM - *Computer Aided Design/Computer Aided Engineering/Computer Aided Manufacture*

PR - *Prototipagem Rápida*

EDI – *Electronic Data Interchange (Intercâmbio Eletrônico de Dados)*

NPR - *Número Prioridade de Risco*

PDP – *Projeto Desenvolvimento do Produto*

MIFA - *Análise de Fluxo Material e Informação*

ULCE – *Unificação do Ciclo de Vida da Engenharia*

PDM – *Product Data Management*

ESP – *Eficácia do Sistema de Produção*

AHP – *Análise Hierárquica dos Processos*

1

Introdução

1.1

Contexto da Pesquisa

Atualmente, vivem-se momentos cruciais na economia, com mudanças de paradigmas e de atitudes culturais, assim como o aumento populacional, maior exigência do aprimoramento pessoal, concorrência comercial, entre outros. Isso exige o desenvolvimento de metodologias que garantam diminuição de erros e conseqüentemente, perda de materiais e retrabalhos, com uso de ferramentas que facilitem o alcance mais rápido possível dos objetivos traçados. Contudo, a evolução nos últimos tempos também atingiu várias áreas e pontos significantes modificando a visão na produção, onde o consumidor dita o mercado e exige mais em termos de qualidade, necessidade, rapidez de comercialização, custo e *design*.

Com o avanço tecnológico cada vez mais rápido e uma aceleração de informações impostas ao mercado para atender a esta demanda, faz com que o investidor necessite de aprimoramento contínuo para superar os concorrentes. Este tipo de aperfeiçoamento pode ser interno e pessoal, utilização de novas metodologias e técnicas que auxiliem nos sistemas produtivos.

A introdução da produção em massa foi considerada forte aliada para destaque na competitividade, sendo vista como um marco histórico. Hoje, já não basta pensar apenas neste modo de produção, é preciso que as empresas sejam mais flexíveis, desenvolvam os produtos com maior rapidez e os implementem eficazmente, sendo necessário envolver vários responsáveis pelo sucesso de um projeto como fornecedores, clientes e as principais áreas (finanças, marketing, engenharia, vendas e compras).

Uma organização dita como “eficaz”, que faz detalhamento dos objetivos estratégicos de negócio e persegue essas metas corretamente, obtém resultados mais favoráveis aos planos traçados como a diminuição de retrabalhos e desperdício de tempo com correções e

reprojetos, favorecendo assim, as áreas mais significativas da indústria como as engenharias de produto e processo, finanças, *marketing*, vendas e outros.

Para tanto, uma equipe deve estar ciente que para qualquer forma de aplicação estratégica convém ter como princípio básico a adoção de metodologias e técnicas auxiliaadoras que promovam a integração de todos os participantes e resultem positivamente no crescimento da empresa. No entanto, a existência de uma metodologia ou técnica não garante que o sucesso seja certo, primeiro é preciso analisar e rever as atividades que contemplam as etapas do projeto e a partir da detecção dos obstáculos tentar modificar ou alterar a forma de utilização das metodologias de projeto trazendo assim benefícios à produção.

Observa-se a necessidade de aperfeiçoamento no planejamento das atividades para desenvolvimento dos projetos do setor automobilístico e conseqüentemente, uma maior integração entre os diversos setores da engenharia e as metodologias aplicadas ao projeto dentro da filosofia da Engenharia Simultânea. Esta pesquisa, explora a avaliação das atividades do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto dentro de um ambiente de Engenharia Simultânea.

1.2

Objetivos

Dentro de um ambiente de Engenharia Simultânea é preciso aplicar metodologias de projetos de forma integrada. Essas metodologias devem visar o desenvolvimento do processo do projeto mais rapidamente, pois elas conseguem prevenir erros ou problemas de concepção e fabricação do produto antecipadamente. Contudo, ainda não é possível que todas estas metodologias trabalhem de forma totalmente integrada. Neste contexto pode-se destacar o Planejamento Avançado da Qualidade do Produto como o foco da pesquisa. Sendo assim algumas premissas foram consideradas e os principais objetivos traçados são:

- Estudar as metodologias empregadas nas áreas de projeto, tendo como base a filosofia Engenharia Simultânea;
- Analisar o Planejamento Avançado da Qualidade do Produto em um ambiente de Engenharia Simultânea;

- Analisar as problemáticas encontradas no Planejamento Avançado da Qualidade do Produto em um ambiente de Engenharia Simultânea baseada na hipótese da teoria de pesquisa “Estudo de Caso”;
- Se necessário, propor a modificação do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto para um ambiente de Engenharia Simultânea.

O resultado esperado desta pesquisa é poder verificar a necessidade de reformulação do método de trabalho Planejamento Avançado da Qualidade do Produto e suas fases dentro de um ambiente de Engenharia Simultânea.

1.3

Conteúdo dos Capítulos

Os assuntos abordados nos capítulos refletem um estudo sobre diversas áreas com enfoque industrial do setor automobilístico.

No capítulo 1 é feita introdução sobre a economia atual, mudanças culturais e problemas do século XXI que afetam o dia-a-dia nos negócios, aplicação de justificativa, os objetivos do projeto de pesquisa, delineamento do Estudo de Caso e conteúdo dos capítulos.

No capítulo 2, é realizada uma coleta de dados que oferece subsídios à área automobilística, ou seja, é o histórico dos caminhos percorridos, a evolução da produção artesanal a produção em série, o aprimoramento da padronização das peças e componentes, o crescimento das pesquisas científicas, destaques dos carros que fizeram sucesso no mundo, entre outros. Mais adiante, são citadas as principais formas de estratégia de produção e os objetivos qualificadores e ganhadores de pedidos que podem ajudar no desenvolvimento de produtos, assim como, métodos de inovação e sugestões para crescimento da empresa e implementação.

Aborda a importância do uso de metodologias, a sua contribuição e faz um apanhado geral sobre métodos e técnicas mais utilizadas em pesquisa científica e na área de Engenharia de Produção. Descreve também, a importância do uso da criatividade como símbolo da empresa inovadora, e como os resultados da valorização do funcionário podem refletir sensivelmente no crescimento dos negócios. Então, a partir desse tópico, evolui-se

para a competitividade na Engenharia Simultânea, quais os métodos e ferramentas mais usados no desenvolvimento de produtos na área automobilística tendo como base à simultaneidade.

No capítulo 3 realiza-se um aprofundamento sobre o ambiente de pesquisa, entrando mais nos detalhes das metodologias/técnicas utilizadas no geral e na área de Engenharia de Produção; abordando em especial o método Estudo de Caso.

No capítulo 4, são relatadas as principais fases norteadoras para o desenvolvimento do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto; engloba o funcionamento das ferramentas de auxílio na elaboração do planejamento, preparação e aplicação dos estágios do projeto, mais adiante, aborda a relação com a filosofia da Engenharia Simultânea.

No capítulo 5 é documentado o transcorrer da pesquisa, qual a abordagem adotada; as formas de coleta de dados; como se deram o projeto e a sua evolução; as etapas percorridas; entre outros. Mais adiante, é feita a crítica ao Planejamento Avançado da Qualidade do Produto e detecção das falhas. Também, é relatada proposta de modificações ou soluções para reverter uma situação negativa ou pontos que merecem maior atenção.

No capítulo 6, são analisados os procedimentos que foram utilizados para se chegar à determinada conclusão, os resultados obtidos e quais recomendações devem ser aprimoradas e indicadas para a implementação da metodologia de desenvolvimento de produtos.

2

Engenharia Simultânea

2.1

Histórico Automobilístico – indícios da simultaneidade

A evolução do setor automobilístico foi marcada por um crescimento notável, que não apenas intensificou as pesquisas científicas, mas engrandeceu o trabalho na área de produção. Segundo Heskett (1997), durante a maior parte do século XIX, o progresso do sistema americano havia enfatizado a análise de objetos e mecanismos, dividindo-os em partes constituintes intercambiáveis e projetando-as para a produção em massa mecanizada. Entre 1890 e 1900, o engenheiro Frederick W. Taylor, realizou uma série de estudos de processos de trabalho nos quais procurava encontrar “a melhor maneira” de realizar tarefas, ou seja, atingir uma padronização de métodos de trabalho para maximizar a produção. Isto era feito cronometrando o tempo dos trabalhadores mais eficientes e procurando integrar capacidades humanas na seqüência de operações de máquina. Isso marcou uma rejeição completa do conceito artesanal de trabalho que dependia da perícia, julgamento e responsabilidade dos indivíduos.

Os métodos de Taylor se tornaram amplamente conhecidos nos primeiros anos do século passado com o nome de “gerenciamento científico” e foram amplamente adotados. Neste período intensificaram os testes e começaram a identificar as vantagens e desvantagens do sistema produtivo, como também foram observados os problemas de saúde causados pela pressão psicológica e cansaço físico.

A preocupação com o sistema de produção e a sua eficiência foi realizada primeiramente no desenvolvimento de carros motorizados na Europa. Segundo Heskett (1997) foram os Estados Unidos que produziram os primeiros carros em massa, com baixo preço e com uma enorme rapidez, numa quantidade limitada.

Em 1901, Ransome E. Olds, (apud Heskett, 1997), produziu em massa um carro leve e pequeno, que apesar de ter vendido muito era um carro para condições urbanas e estradas

em ótimas condições de uso, sendo ofuscado mais tarde por Henry Ford, que projetou um carro adequado às condições das estradas mais precárias e determinado mercado, chamado Modelo “T”. Foi um grande sucesso desde o início sendo fabricado a um custo mais acessível. Então, em 1914, foi construída uma base para desenvolvimento dos sistemas de produção em massa, esta forma estratégica favoreceu o aumento da produção e diminuição do custo por unidade, colocando no mercado milhões de carros. Sendo marcado como um grande passo do trabalho e dos produtos industriais jamais vistos até o momento, uma forte transformação que marcou a história automobilística.

Os sistemas de padronização dos componentes favoreceram os métodos de produção, agregando valor ao produto. Segundo Heskett (1997), a evolução do sistema americano demonstrou que para ser produzido em massa um produto tinha de ser padronizado, isto é, projetado para dimensões precisas e invariáveis. Com o crescimento em escala da produção industrial e da organização comercial do século XX o conceito de padronização foi ampliado, assumindo novos significados. Os americanos, mostraram que para um produto ser produzido em massa era necessário padronizá-lo não só as suas dimensões como também os seus componentes e acessórios, que exigia um alto grau de perfeição dos mesmos.

De acordo com Heskett (1997) o inglês Joseph Whitworth, iniciou o sistema de medidas onde exigia um alto grau de perícia artesanal na produção para atingir a precisão necessária. Em 1870, o americano William Sellar criou um sistema diferente o qual, exigia preços baixos, mão-de-obra especializada e adoção de tecnologia automatizada.

Ainda o autor, em 1902 foi fundada a Associação Britânica de Padrões de Engenharia, que mais tarde cresceria e se tornaria o Instituto Britânico de Padrões. Em 1916, a Deutsche Normen Ausschuss (Comissão Alemã de Padrões) iniciou um amplo processo de padronização nacional cuja necessidade foi novamente provocada pela pressão militar durante a Primeira Guerra Mundial.

Para Heskett (1997), nos Estados Unidos a Associação Americana de Padrões foi fundada em 1918 com forte apoio do Secretário do Comércio Herbert Hoover (engenheiro de formação). A constituição desses órgãos e o grau de apoio e participação governamental variavam, mas geralmente eles tentavam definir padrões por acordo de todas as partes interessadas e com base no que de melhor existia. Nos Estados Unidos, teve início uma luta

entre grandes e pequenos produtores dentro da comissão de padrões criada em 1905 pela sociedade de Engenheiros Automotivos. Pequenos produtores que operavam montando componentes comprados não queriam depender de um fornecedor e por isso propuseram um programa abrangente para padronização de componentes e até sugeriram *designs* padrões para carros.

As grandes empresas, entretanto, eram cada vez mais capazes de produzir seus próprios componentes e estavam muito interessadas na padronização de normas básicas e qualidade de material. À medida que as grandes empresas se expandiam, engolindo os pequenos produtores, a pressão pela padronização entre indústrias relaxou, mas mesmo assim, foi feito acordo e nas grandes corporações ampliou-se a definição de padrões internos.

De acordo com Heskett (1997) a indústria automotiva tinha duas exigências: a demanda de preços mais razoáveis onde precisava ser feita padronização por causa do investimento em tecnologia e, a demanda por modelos novos, este seria um jogo de *marketing* para manter o interesse dos consumidores. Dessas pressões surgiu o *styling* que visava o *design* estético e lançamentos anuais dos modelos, podendo ser visto nos tempos atuais.

Em 1935, foi criada no Estados Unidos a organização de defesa do consumidor, que levou ao desenvolvimento de testes comparativos de produtos. A pressão dessas organizações teve resultados, principalmente na legislação para proteger os consumidores em questões como segurança e garantias. Seus testes e comparações são baseados em análises racionais de função e desempenho.

Com a economia em constante oscilação houve modificação dos conceitos e formas na área automobilística, assim como a criação da organização de defesa do consumidor. Onde, a escolha do cliente não se fazia devido à segurança e perfeição dos carros, mas sim o *design* é que ainda hoje, muitas vezes determina a compra de um produto. Porém, não devem ser descartados os conceitos de qualidade, funcionalidade, originalidade e custo.

Heskett (1997), a produção em massa visava propiciar às pessoas o direito de adquirir os produtos, pois estes chegavam ao consumidor com preços mais acessíveis. Entretanto, chegou a recessão econômica em 1958 que destruiu toda essa visão de progresso e levou a perdas gigantescas várias companhias automobilísticas.

Segundo Martins e Laugeni (2002), nos tempos atuais a modernização da produção reflete como figura principal o consumidor, que acabou gerando nas empresas a necessidade de aperfeiçoamento da produtividade e maior flexibilidade para destacar-se competitivamente.

Segundo Nóbrega et al. (2002), a globalização da economia favorece os países mais desenvolvidos, pois estes possuem tecnologias mais avançadas, maiores recursos e estabilidade econômica permanente, sendo sua capacidade de produzir em larga escala, por um preço mais reduzido, superior a dos países emergentes.

Para McDuffie, Sethuraman e Fisher (1996), japoneses e americanos têm notáveis diferenças estratégias em relação à variação de produtos. A produção de carros nos Estados Unidos têm tradicionalmente acreditado nos altos volumes produtivos onde requerem a obtenção de economia de escala atingindo custos baixos.

Segundo McDuffie, Sethuraman e Fisher (1996), há um conflito evidente nos dados de pesquisa realizados na indústria automotiva, na relação entre o surgimento da complexidade dos produtos variados e o modo de produção.

Contudo, a balança econômica mundial demonstra uma probabilidade maior para dispensar do que agregar mão-de-obra, e provoca um outro fenômeno mundial: a prestação de serviços. É nesse setor que valem muito as características marcantes do novo profissional ajustado a globalização: conquistar novos clientes constantemente, ser criativo e empreendedor.

Segundo Marion Filho et al. (2002), existe uma busca contínua da satisfação do cliente, as empresas devem repensar seus sistemas produtivos, através da utilização plena do processo, eliminando totalmente o desperdício. Um mau gerenciamento organizacional relativo aos recursos humanos, materiais, finanças, entre outros, refletirá em desperdícios para a empresa.

De acordo com Molina e Bell (2002), diferentes modelos de referências, estruturas e arquiteturas têm sido desenvolvidas para serem usadas nos sistemas de informação e desenvolvimento dos sistemas de manufatura. Os modelos de referências em geral, representam diferentes aspectos de um sistema. Estas representações podem ser referenciadas para observar o desenvolvimento de um sistema durante os vários estágios do

ciclo de vida (obtidos através das necessidades, projeto e implementação). Para Molina e Bell (2002) um modelo de referência deve ter algumas características comuns como:

- Estrutura: facilmente baseada sobre terminologias disponíveis e aceitáveis, metodologias ou padrões;
- Flexível: poder fazer algo para ser aplicado e alcançá-lo dentro de um prazo determinado para domínio da aplicabilidade e em diferentes estágios do ciclo de vida do sistema;
- Genérico: independente de qualquer implementação existente;
- Modular: estar aberto, com capacidade para alcançar de forma correta novos conceitos e tecnologias.

Para Prasad (1998), a complexidade dos produtos e dos processos presentes no sistema (exemplo, o setor automotivo) força a manufatura refletir sobre o seu modo de produzir, fazendo uma análise das estruturas. Esta análise é necessária para explorar qualquer concorrência inerente, podendo então, esta tarefa ser realizada em paralelo.

2.2

Estratégia da produção

Como em todas as organizações a função produção também necessita do emprego de metodologias para a sua eficiência. Para Gupta e Dutta (1994), o lançamento de novas fábricas com alta tecnologia é uma tarefa complexa de se planejar e, várias estratégias têm de ser decididas ao mesmo tempo, através da integração das abordagens. Na Engenharia Simultânea/Concorrente, muitas funções são realizadas juntas, tais como: desenvolvimento do conceito, estilo, engenharia de produto, engenharia de processo e logística. É preciso combinar o manuseio dos sistemas de processos nas atividades.

Para Ettlie (2000), há uma insatisfação do estado-da-arte no que se refere ao consumo de novos produtos e serviços para o mercado. Muitas empresas têm gastado muito dinheiro tentando melhorar os processos, montando times de trabalho na Engenharia Simultânea que não estão conseguindo sustentar suficientemente o melhor caminho para isto. Segundo Ettlie (2000) a realização de uma pesquisa feita com seis empresas demonstraram ter os mesmos problemas. As principais questões apontadas foram: início e finalização confusos

para a prática da Engenharia Simultânea; quais medidas usar para dar andamento ao desenvolvimento e lançamento de novos produtos; múltiplas localizações; liderança e especificação das mudanças.

Segundo Slack et al. (1999), a estratégia é um compromisso com a ação, os gerentes precisam tomar decisões que de certa forma resultarão em conseqüências que poderão afetar sensivelmente a empresa, como aumento dos lucros ou perda de mercado por exemplo, tudo dependerá da forma estratégica adotada. Os autores Slack et al. (1999), definem uma hierarquia estratégica que operam de forma integrada, composta de:

- Estratégia corporativa da organização que orientam e conduzem a corporação em seu ambiente global, econômico, social e político;
- Estratégia de negócios que estabelece sua missão e objetivos individuais, e também, definir como pretende competir em seus mercados;
- Estratégia funcional é aquela que conduz suas ações no âmbito do negócio.

Ainda para Slack et al. (1999), no nível da macrooperação as decisões podem ser divididas naquelas que definem o conteúdo da estratégia e naquelas que indicam o processo como a estratégia deve ser formulada. Já, nas diversas unidades ou microoperações cada uma delas pode ter uma estratégia de produção que identifica como a microoperação vai contribuir para a estratégia de produção da macrooperação. Assim, cada unidade contribui para atingir os seus objetivos estrategicamente. Uma estratégia de operações sempre tem dois propósitos: contribuir diretamente para os objetivos estratégicos do nível imediatamente superior na hierarquia e auxiliar outras partes do negócio a fazer sua própria contribuição para a estratégia. Três fatores são importantes na determinação de quais objetivos de desempenho devem ser enfatizados:

- As necessidades específicas dos clientes da empresa;
- As atividades dos concorrentes da empresa;
- O estágio do ciclo de vida do produto no qual se encontra o produto ou serviço.

Os consumidores influenciam de forma direta os objetivos de desempenho e a produção tenta satisfazê-los através dos seus cinco fatores mais importantes como custo,

qualidade, flexibilidade, rapidez e confiabilidade. Para Slack et al. (1999), dependendo do grau de exigência dos consumidores a produção precisa flexibilizar os seus projetos para atender os desejos dos clientes, como maior número de produtos diferenciados no mercado ou então, definir prazos de entrega e pagamentos diversificados, entre outros itens determinantes ao alcance das estabelecidas.

Para Platts e Gregory (1990), o processo de formulação de estratégia está ligado à área corporativa e estratégia de negócio, busca identificar planos de ação na organização para explorar oportunidades enquanto minimiza vulneráveis ameaças. Porém, existe muito pouca informação na literatura e quando encontrada é descrita como “...organização para definir a tarefa industrial...o primeiro elemento requerido é alguma forma de auditoria industrial”. Segundo a visão de Lyes (apud Platts e Gregory, 1990) a maioria dos teóricos concordaria que definindo a natureza do problema é um dos aspectos mais importantes da estratégia, resolvendo o mesmo.

Segundo Claymore (2003), uma das chaves de sucesso está no interesse no lançamento de novos produtos, no comprometimento e suporte da direção. A equipe deve atualizar a conclusão de todas as fases do planejamento da qualidade do produto para manter seus interesses.

Existem alguns critérios que favorecem os negócios e afetam diretamente os cliente. Slack et al. (1999), considera os critérios ganhadores de pedidos como os que direta e significativamente contribuem para a realização de um negócio. Os critérios qualificadores são aqueles aspectos da competitividade nos quais o desempenho da produção deve estar acima de um determinado nível, para ser sequer considerado pelo cliente. Exemplo pode ser visto no uso específico de determinada matéria-prima ou produto, entre outros.

Os critérios menos importantes, que não são nem ganhadores ou qualificadores de pedidos, não influenciam os clientes de forma significativa. Devem ser mencionados porque podem ser importantes em outras partes das atividades da produção. Além dos consumidores influenciarem os objetivos de desempenho, os concorrentes também são fatores importantes.

O ciclo de vida do produto tem forte influência nos objetivos de desempenho, a forma exata das curvas do ciclo de vida do produto/serviço variam, contudo podem ser observadas ao longo dos quatro estágios evolutivos: introdução, crescimento, maturidade e declínio.

Segundo o professor Phillip Kotler (apud Slack et al., 1999) existem quatro conseqüências do ciclo de vida do produto:

1. Os produtos ou serviços têm vida limitada;
2. As vendas do produto ou serviço passam por quatro estágios distintos, cada um colocando diferentes desafios ao vendedor e produtor;
3. Os lucros aumentam e diminuem nos diferentes estágios do ciclo de vida do produto;
4. Os produtos e serviços exigem diferentes estratégias de marketing, finanças, manufatura ou de produção, de compras e de pessoal em cada etapa do ciclo de vida.

Estes itens são de extrema relevância para os gerentes, pois, os objetivos e as operações que foram ou serão traçadas por eles se modificarão conforme o desgaste do produto no mercado, devendo os mesmos rever as formas estratégicas adotadas para o sucesso de desempenho da operação. Segundo Davidson e Labibi (2003) consideram difícil julgar e combinar quantitativamente e qualitativamente certas decisões devido ao grande número de complexidades existentes. O correto é realizar uma Análise Hierárquica dos Processos (AHP) para poder chegar a uma decisão global. Os assuntos subjetivos são totalmente direcionados dentro do AHP através da comparação de várias decisões enquanto que os inputs qualitativos são primeiramente adquiridos através do uso de uma modificação da análise do modo e efeito das falhas.

2.3 Inovação nos negócios

Inovar, não visa somente contemplar a competitividade mas também a mudança cultural de uma empresa e a elaboração de formas estratégicas que contribuam na produção agregando valor aos produtos, sendo essencial para os negócios. E, Devido a alta concorrência, a pressão inovadora cresceu muito e a necessidade de modificação vem aumentando cada vez mais nos últimos anos.

Segundo Skinner (1985), na manufatura existe uma dificuldade em conciliar as atividades ligadas à produção e a estratégia corporativa. Durante muito tempo a manufatura

do produto foi liderada por engenheiros industriais e especialistas. Os resultados eram executivos que tinham tendência em evitar o envolvimento com a manufatura enquanto que os gerentes industriais, eram ignorados da estratégia corporativa.

É necessário mudar a visão estratégica, para isso convém estabelecer uma estrutura a ser seguida baseada na estratégia corporativa através da análise da situação competitiva, do levantamento dos recursos e habilidades da empresa, na formulação da estratégia da empresa, na definição das implicações e ou efeitos das estratégias da empresa, no estudo das imposições/limitações, avaliação das habilidades e recursos usados, do estabelecimento de programas de implementação, controles, medidas de desempenho e revisão dos processos. Skinner (1985), sugere substituir a classe down-up (decididas pelo pessoal técnico) e implementar o tipo top-down (todas as gerências interagem com a produção da empresa).

Segundo Prasad (1998), a combinação de novas e velhas práticas, a semelhança do modo tradicional, novos ciclos de vida, mudanças e um crescente número de normas têm aumentado o esforço para o desenvolvimento da complexidade dos produtos. Esta complexidade resulta de cinco fontes principais: inerente complexidade dos produtos; complexidade do processo; equipes de cooperação e complexidade da comunicação das equipes; complexidade dos computadores e sistemas; dificuldade das especificações incluindo os regulamentos internacionais e segurança.

Para Martins e Laugeni (2002), na manufatura do produto toda empresa necessita desenvolver um produto que tenha valor para o consumidor. Por isso, no estabelecimento de uma estratégia de manufatura ou operações devem ser analisados e formulados objetivos e diretrizes quanto a custos, qualidade, prazos de entrega, flexibilidade, inovação e produtividade. O sucesso do projeto do produto está intimamente relacionado à capacidade de atender aos anseios dos clientes e até mesmo, suplantar as suas expectativas. Para o desenvolvimento de novos produtos, especialistas de várias áreas deverão atuar em equipe. Contudo, todo o produto deve ser funcional, manufaturável e vendável.

A tática de encurtar o ciclo de vida do produto imposta pelo mercado, coloca o empresário em dificuldades para atender à demanda de inovação mercadológica e tecnológica com rapidez. Uma dessas conseqüências é que a visão empresarial vem sendo modificada adequando-se às novas opções estratégicas no mundo dos negócios. Então, a

partir dessa nova concepção há também a introdução de diferentes métodos, técnicas/ferramentas e filosofias de trabalho como Engenharia Simultânea, CAE/CAD/CAM (Computer-Aided Engineering/Design/Manufacturing, DFM (Design for Manufacture) entre outras, para suporte no melhoramento de execução dos produtos. De acordo com Baxter (1998), a complexidade no desenvolvimento de novos produtos envolve vários fatores como: os consumidores desejam novidades, melhores produtos e preços razoáveis; os vendedores desejam diferenciações e vantagens competitivas; os engenheiros de produção desejam menos variações na fabricação e facilidade de montagem; os designers gostariam de experimentar novos materiais, processos e soluções formais; os empresários querem poucos investimentos e retorno rápido do capital.

O mesmo autor, confirma ser importante condensar as principais etapas do processo de desenvolvimento de novos projetos e, o conjunto dessas ferramentas se caracteriza por:

- Fazer abordagem sistemática do problema de desenvolvimento de novos produtos;
- Propor metodologias para o desenvolvimento de novos produtos fortemente orientado para o mercado;
- Apresentar técnicas para estimular a criatividade na busca de soluções inovadoras.

É preciso analisar atentamente a demanda do mercado, verificar o que envolve o desenvolvimento de novos projetos e tentar extrair o melhor produto ou o mais adequado, utilizando técnicas e ferramentas auxiliaadoras.

Para Helliwell (apud Ellis et al., 1994), a necessidade em estabelecer ou sustentar vantagens competitivas são invariavelmente requisitos impostos para introduzir na prática de todas as organizações novas informações dos sistemas tecnológicos em algum estágio do seu desenvolvimento contemporâneo.

Convém observar mais atentamente os fatores que dificultam o desenvolvimento de projetos na empresa, isso pode levar à algumas descobertas, como correção do produto em uma determinada fase da produção, diminuição dos custos e tempo de fabricação, entre outros. Isso, opera em relação à análise do problema que segundo Baxter (1998), serve para conhecer as causas básicas e assim fixar as suas metas e fronteiras. Começa com a

formulação do problema. Em seguida, pergunta-se: Por quê você quer resolver esse problema? A resposta é submetida a outros por quês até a identificação das verdadeiras razões da empresa.

Esse processo que leva à exploração e expansão do problema, pode revelar um novo conjunto de soluções potenciais em cada nível, conforme ilustra a Figura 1.

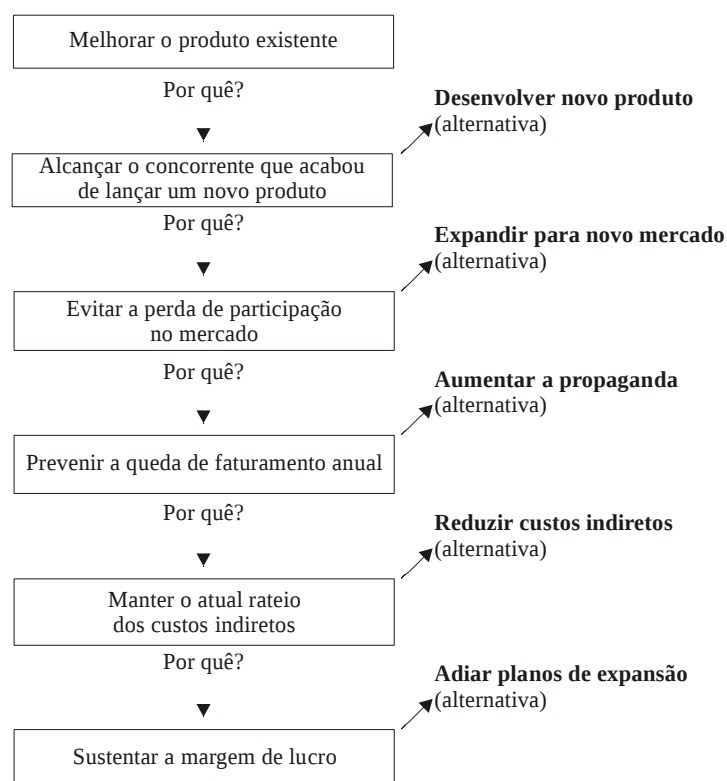


Figura 1: A análise do problema revela um conjunto de alternativas para o problema original
Fonte: Baxter, 1998

É importante verificar como as empresas têm contribuído na inovação, quais medidas têm sido adotadas para obtenção do sucesso, quais estratégias para desenvolvimento do produto e da empresa são mais exploradas, como estimular a criatividade nos membros da equipe, como se comporta a competitividade versus a filosofia Engenharia Simultânea, entre outros.

Para Martins e Laugeni (2002), a empresa que não agregar valor ao projeto será eliminada. Deve estar mais do nunca incorporada aos funcionários à filosofia de fazer certo desde a primeira vez, sendo que os refugos e retrabalhos não poderão ser aceitos. Os

métodos de trabalho devem ter mecanismos para a prevenção de problemas. Os níveis de estoque deverão ser baixíssimos, as empresas limpas e organizadas. Convém realizar treinamento dos colaboradores em várias funções como operação, preparação e manutenção até projetos de novos produtos e ou processos produtivos. A gestão dos processos pode ser feita através da utilização de indicadores de desempenho amplamente discutidos e aceitos por todos os colaboradores que estiverem internamente ligados aos objetivos estratégicos e táticos da empresa.

Para que ocorra inovação na empresa é preciso paciência, investimentos de médio a longo prazo e mudança cultural dos funcionários, onde, a partir do gerente o exemplo deve ser demonstrado através de um ambiente mais favorável, criativo e incentivador, no sentido de respeitar as opiniões e diversidades individuais dos integrantes, valorizar e estimular a equipe, para assim refletir no crescimento construtivo da estrutura do campo de trabalho.

Segundo Baxter (1998), o processo de inovação exige algumas entradas, que são transformadas dentro da empresa para produzir resultados, em forma de novos produtos. As entradas são representadas principalmente pelas idéias criativas das pessoas da empresa. Uma gerência preocupada com isso encoraja as novas idéias e dá liberdade de criar, além de facilitar esse processo, as pessoas precisam ser assessoradas e acompanhadas para que produzam idéias viáveis. Esse acompanhamento pode ser feito por uma equipe de desenvolvimento do produto de natureza interdisciplinar, com representantes dos diversos setores da empresa, como marketing, desenvolvimento de produto e engenharia de produção, além de outros. Cabe à equipe elaborar as especificações e tomar decisões para a aprovação das idéias sobre novos produtos, de acordo com o plano estratégico da empresa podendo ser radical ou incremental. Os participantes devem ter acesso fácil a essa equipe em busca de orientação, assessoria e apresentação de suas idéias, como mostra a Tabela 1.

Agir de forma integrada é a palavra chave para que o sucesso seja atingido mais rapidamente, cada idéia apresentada ou forma de exploração da criatividade, deve ser analisada, transformada e valorizada. Isto, se refletirá em benefício da empresa sob forma de maior envolvimento dos funcionários e dos setores.

Nível gerencial	Atividades de inovação		
	Entrada	Transformação	Resultados
Administração superior da empresa	Prioridades e critérios para aceitação de novas idéias	Uso dos procedimentos formais de desenvolvimento de produto	Plano estratégico indicando os produtos desejados
Equipe interdisciplinar	Elaboração das especificações e busca de novas idéias	Responsabilidade pelas decisões sobre novas idéias	Envolvimento contínuo durante todo o ciclo de vida do produto
Indivíduo	Liberdade de criar e apresentar idéias	Envolvimento e compromisso para apresentação de novas idéias	Reconhecimento e recompensa pelo sucesso

Tabela 1: Matriz de gerenciamento da inovação na empresa
 Fonte: Baxter, 1998

O resultado, sob forma de produto acabado é a parte mais importante do gerenciamento da inovação. Para que haja desenvolvimento de produtos corretos, é imprescindível que a estratégia de novos produtos fique bastante clara para todos. A responsabilidade pela implementação dessa estratégia é delegada à equipe de desenvolvimento do produto. Algumas empresas têm adotado uma política mais radical, responsabilizando essa equipe, inclusive pelo sucesso comercial dos novos produtos.

Porém, nem sempre é fácil delegar responsabilidades e garantir um funcionamento harmônico da equipe de desenvolvimento do produto. Há pessoas que são excelentes especialistas em suas funções específicas, mas não trabalham satisfatoriamente em equipe, isso fica particularmente difícil quando começa a haver disputas pessoais. Individualmente, é muito importante que as pessoas se sintam reconhecidas e recompensadas sempre que as suas idéias forem aproveitadas.

É uma responsabilidade grande para a equipe e nem sempre é fácil obter os resultados desejados, incluindo o funcionamento positivo do grupo de desenvolvimento dos projetos. Alguns, possuem maiores habilidades em determinadas áreas que outros, cabe ao líder reconhecer as qualidades de cada um e potencializá-las de modo que não haja disputas e nem desavenças pessoais, podendo ser feito através de treinamentos, prêmios incentivadores, entre outros.

É preciso deixar claro, quais as vantagens e desvantagens de cada atitude tomada, pois será o reflexo do desenvolvimento da indústria, podendo ocasionar em danos irreversíveis. Para tudo, convém adotar certas medidas para o desenvolvimento dos produtos, como ter estudo prévio sobre o seu lançamento no mercado orientado pelo marketing, deixar claras as suas especificações antes da fabricação, equipe integrada com a parte técnica e demais setores, como humanas, compras, engenharia, entre outros.

Segundo Simões e Ribeiro (2003), para haver maior integração entre o desenvolvimento do produto e produção, devem ser seguidas algumas premissas básicas, como: permitir o envolvimento antecipado da produção no processo de desenvolvimento de produto; integrar o engenheiro de produto ao chão de fábrica, para familiarizar-se com processos de fabricação; estimular a comunicação entre todos os setores; propiciar um ambiente em que as atividades de desenvolvimento de produto e produção sejam realizadas em paralelo, ou seja, introdução de metodologias de Engenharia Simultânea e Desenvolvimento Integrado de Produtos no PDP (Programmed Data Processor); Introduzir técnicas como desenho orientado a fabricação e montagem, conscientizando os engenheiros de produto sobre a influência de seus desenhos sobre os tempos e a qualidade da fabricação e montagem.

Para Baxter (1998), uma pesquisa realizada pelo Design Council da Inglaterra, junto com 500 empresas, mostrou que menos da metade (45%) conseguia manter os custos de produção dentro das previsões e também menos da metade (49%) conseguia lançar os produtos no tempo programado. Em relação as metas programadas, os produtos custavam 13% a mais, em média e, eram lançados com seis meses de atraso (51%), revelando diversas razões disso. Os aspectos funcionais das especificações de projeto tinham sido modificados, em média 12 vezes, durante o processo de desenvolvimento. Essas mudanças costumavam ocorrer mesmo quando o desenvolvimento já estava completo. Isso ocorria em média de 13% devido às ordens de mudanças recebidas da engenharia. Em consequência, as empresas precisavam de 16 semanas, em média, para resolver esse tipo de problema. Isso significava que as empresas não estavam conseguindo “fazer certo da primeira vez”, evidenciando uma falta de qualidade no processo de desenvolvimento de produtos.

Os produtos que chegam a etapa final de desenvolvimento com falhas funcionais ou soluções de engenharia incompletas, podem causar enormes prejuízos. Se esses problemas

forem detectados e corrigidos em tempo, os custos serão bem menores, quanto mais demorada for essa correção maior serão as consequências. Se os defeitos chegarem ao mercado, poderão provocar sérios danos à reputação da empresa, além dos custos adicionais de um recall e assistência técnica para corrigir os defeitos, sem falar nas demandas judiciais que os consumidores poderão mover contra a empresa. Um exemplo dessas consequências pode ser demonstrado conforme Quadro 1. A qual, apresenta que as fases de cada modificação realizada durante o desenvolvimento do projeto acarretarão custos diferentes, isto é, quanto mais tarde forem detectados os problemas, maiores serão os prejuízos.

<i>Tempo para mudanças no projeto</i>	Custos (US\$)
Durante o projeto	1,000
Durante os testes do projeto	10,000
Durante o planejamento do processo	100,000
Durante os testes de produção	1,000,000
Durante o final da produção	10,000,000

Quadro 1: Custos para mudanças na Engenharia
Fonte: O autor

O desejo de se destacar no mercado faz com que muitas empresas adotem formas estratégicas que as façam sobressair-se uma das outras, conquistando consumidores, porém, também podem por tudo a perder, caso se apressem demais e não analisem cuidadosamente os prós e os contras de cada atitude ou fase a ser efetuada.

Smith & Reinertsen (apud Simões e Ribeiro, 2003), consideram que o custo para corrigir uma decisão ruim aumenta à medida que o projeto avança. Provavelmente o problema será resolvido, porém o custo de produção aumentará algumas vezes atingindo níveis inaceitáveis, e possibilidade de comprometer a qualidade e desempenho do produto. Neste caso, a equipe não tem outra solução a não ser reprojeter e arcar com os prejuízos no cronograma.

Segundo Baxter (1998), freqüentemente as empresas vislumbram a uma oportunidade de inovação e ao identificar essa oportunidade, esforços são enviados para o desenvolvimento do produto, buscando o lançamento deste antes dos concorrentes. Muitas vezes, isso é feito ao acaso, simplesmente para aproveitar essa oportunidade; recursos

humanos e financeiros, são então, remanejados para esse objetivo. Ao se fazer isso, talvez estejam perdendo outras oportunidades mais importantes, isso só se tornará claro através de um planejamento estratégico sistemático da empresa. Para o autor, o planejamento estratégico deve estabelecer as metas ou missões que uma empresa deve alcançar e definir as estratégias ou ações que deve realizar para que essas metas ou missões sejam alcançadas. Em função disso organizam-se a estrutura gerencial, os investimentos e os recursos humanos. Diferentes estratégias de inovação requerem diferentes alocações de recursos humanos, materiais e financeiros, podendo ser classificadas Baxter (1998), como:

a) Estratégias ofensivas, são adotadas pelas empresas que querem manter liderança de mercado, colocando-se sempre à frente dos concorrentes. Elas dependem de investimentos pesados em pesquisa e desenvolvimento para introduzir inovações radicais ou incrementais de seus produtos. As estratégias ofensivas são pró-ativas e trabalham com perspectiva a longo prazo para o retorno dos investimentos. Ela é consequência de uma forte cultura inovadora dentro da empresa, onde devem existir várias equipes dedicadas à pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias e produtos. Empresas desse tipo costumam dar grande importância às patentes que garantem o monopólio durante um certo tempo. Esse período de tempo em que a empresa praticamente não encontra competidores no mercado para o produto lançado, é essencial para obter lucro e recuperar os investimentos realizados no desenvolvimento e também para compensar os custos decorrentes das falhas inevitáveis de alguns produtos;

b) Estratégias defensivas, são usadas pelas empresas que querem seguir as empresas líderes. Contudo, deliberadamente, deixam que outras empresas arquem com custos maiores de desenvolvimento e corram o risco para abrir novos mercados. Esse tipo de estratégia é chamado de “segunda melhor” e depende da rapidez com que as empresas conseguem absorver as inovações lançadas por outras e introduzir melhorias naqueles produtos pioneiros. Isso pode ser feito com custos menores e menos riscos em relação às líderes, mas também terá menor lucratividade;

c) Estratégias tradicionais, são adotadas por empresas que atuam em mercados com uma linha de produtos estáticos, onde existe pouca ou nenhuma demanda de mercado para mudanças. As inovações são pouco relevantes, limitando-se a mudanças mínimas no produto para reduzir custos, facilitar a produção ou aumentar a confiabilidade do produto.

As empresas tradicionais são pouco equipadas para introduzir inovações, mesmo que sejam forçadas a isso por pressões competitivas. Se essa pressão for muito forte, é possível que não suportem, acabando por sucumbir;

d) Estratégias dependentes, são adotadas por empresas que não tenham autonomia para lançar os seus próprios produtos, pois dependem de suas matrizes ou de seus clientes para a introdução de inovações. Isso ocorre com empresas que são subsidiárias de outras ou aquelas que trabalham sob encomenda, são representadas tipicamente por fabricantes de peças ou componentes em que o projeto é definido pela grande empresa montadora, como acontece no caso da indústria de autopeças. As inovações geralmente se limitam às melhorias de processo. A pesquisa, mostra a importância relativa das diversas atividades relacionadas com a inovação de acordo com a estratégia empresarial. A estratégia ofensiva exige um bom domínio de todas as atividades e isso ocorre em menor grau, para a estratégia defensiva. As estratégias tradicional e dependente, exigem um alto padrão da engenharia de produção para atender à variedade de encomendas feitas pelos clientes ou pela matriz, como visto na Tabela 2. Os asteriscos indicam o grau de necessidade de atuação de cada estratégia, quanto mais asteriscos, maior devem ser a relação com a atividade.

Tipo de estratégia	Pesquisa e desenvolvimento	Projeto inovador	Prazo de entrada no mercado	Eng. Produção	Marketing	Patentes
Ofensiva	***	***	**		***	***
Defensiva	*	***	***	**		*
Tradicional				***		
Dependente				***		

Tabela 2: Diferentes estratégias empresariais exigem diferentes prioridades no uso das atividades ligadas ao desenvolvimento

Fonte: O autor

Dependendo da estratégia adotada pela empresa é essencial priorizar as metas que desejam alcançar, verificando em quais atividades devem ser mais agressivos e atuantes. De acordo com Wind & Mahajan (apud Buss, 2001), confirmam que o desenvolvimento de novos produtos é um dos processos organizacionais mais complexos. Primeiro, porque envolve a análise de um grande volume de informações. Segundo, porque sempre envolvem riscos a mais para o sucesso e a sobrevivência da empresa em seu mercado.

Segundo Baxter (1998) as oportunidades que surgem em um mercado competitivo, muitas vezes são imprevisíveis, por mais cuidado que se tome no planejamento. Elas dependem de diversos fatores como mudança de economia, regulamentações governamentais, entre outros. Por outro lado, uma companhia não pode ficar somente a reboque das outras para decidir os seus planos, as oportunidades devem ser aproveitadas apesar da estratégia adotada pela empresa e não por causa dela.

Segundo Tubino (2000), o sequenciamento nos processos por projeto busca atender a demanda específica de um determinado cliente, que muitas vezes não se repetirá nos próximos pedidos. Devem ter como característica, estreita relação com os clientes e estarem atentos aos prazos de entrega, devido à dificuldade de padronização das operações, das instalações e equipamentos.

De acordo com Tubino (2000) os sistemas produtivos podem ser agrupados por finanças, produção e marketing, pois em geral, estes setores são considerados os mais importantes para manterem equilibradas as atividades de manufatura e a parte comercial. Uma área ou departamento depende de outro para seqüenciar os seus objetivos, é preciso integração. Deve haver compartilhamento de informações com uma estrutura multilateral e aberta.

É necessário considerar que o desenvolvimento de novos produtos não é um pré-requisito para o sucesso de uma empresa industrial, existem empresas que ganham muito dinheiro fabricando produtos nos quais tiveram pouca ou nenhuma participação nos respectivos projetos. Em segundo lugar, há muitas maneiras de uma empresa focalizar o problema do desenvolvimento de produtos, variando desde uma inovação radical até uma cópia completa.

Decidir em que posição colocar a sua empresa entre esses dois extremos, é uma questão de risco gerencial. De um lado, existe o risco extremo de se arcar com um desenvolvimento pioneiro - que pode falhar ou não ser aceito pelo mercado. No outro extremo, a produção de clones pode resultar em problemas judiciais (marcas e patentes) ou fracasso de mercado, por falta de diferenciação.

Para desenvolvimento das estratégias da empresa e de desenvolvimento de produtos, há quatro questões fundamentais a serem respondidas, podendo ser observado na Figura 2.

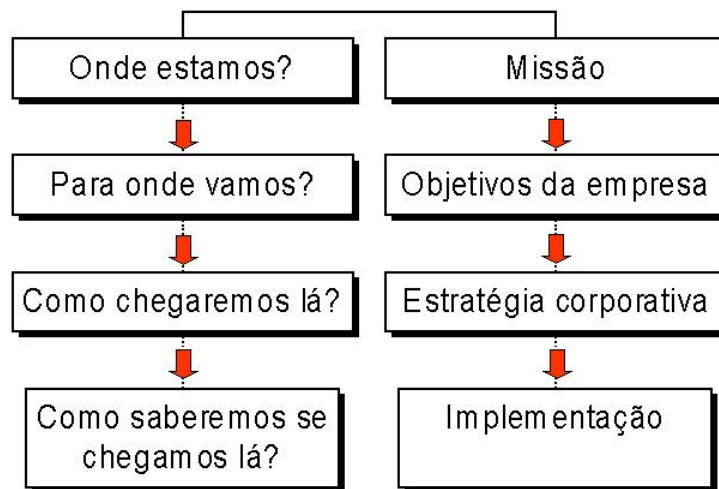


Figura 2: Questões que devem ser respondidas durante o processo de planejamento corporativo da empresa.

Fonte: Baxter, 1998

Elaborar o planejamento corporativo significa responder às quatro premissas, no nível global da empresa. Para isso é necessário ter uma visão interna da empresa, conhecendo todas as linhas de produto, os equipamentos e os recursos humanos disponíveis para produção e comercialização. Para Baxter (1998), deve-se ter também uma visão dos condicionantes externos, especialmente quanto aos seguintes aspectos:

- As forças do mercado podem mudar rapidamente, tornando obsoletos os seus produtos, são quase sempre imprevisíveis;
- Um novo produto lançado por um concorrente pode mudar a sua posição no mercado. Quando isso acontecer, é possível que a empresa gaste meses ou anos para reagir;
- Sempre estão surgindo novas tecnologias. A evolução tecnológica tem sido a causa de falência de muitas empresas que não conseguiram acompanhá-la. Mas é difícil acompanhar as tecnologias emergente e quase impossível antecipá-las.

Este planejamento também pode contar com metodologias que auxiliem e dêem estruturas para o desenvolvimento do projeto e produto.

2.3.1

Estratégia empresarial

Uma estratégia errada pode causar danos consideráveis, muitas vezes é difícil perceber quando os objetivos traçados não estão sendo cumpridos. Devido a isso, vale a pena fazer uma preparação minuciosa, pensando bem na missão e nas metas da empresa. Segundo Baxter (1998), o desenvolvimento da estratégia da empresa é a parte mais importante e mais difícil do planejamento corporativo. É a estratégia da empresa que determinará as modificações necessárias e serve para monitorar a evolução dessas mudanças, é um planejamento de longo prazo das mudanças graduais e progressivas da empresa.

Segundo Platts e Gregory (1990), tradicionalmente as melhorias para processos industriais foram introduzidas por engenheiros com baixa informação sobre contexto empresarial dentro do qual eles operavam. Frequentemente a redução do custo tem sido a pontaria primária dos engenheiros, porém outros setores também têm sido motivos de estudo como a qualidade e desempenho de entrega. O resultado é a evolução dos sistemas industriais, mas, que não contribuem com a posição competitiva da empresa.

Por volta de 1980, houve uma consciência crescente da necessidade de estratégia industrial, mas tiveram dificuldades em entender sobre o que constitui uma estratégia industrial e o seu processo de concepção. O conceito industrial deve ser definido claramente, segundo o pensamento de Chandler, Hofer e Schendel, Swamidas e Newell (apud Platts e Gregory, 1990), é que devem ser levados a sério as metas e os objetivos de empreendimentos; existe uma hierarquia estratégica composta de: estratégia incorporada, estratégia empresarial e funcional; a visão de estratégia industrial é vista como um efetivo de forças industriais, como uma arma competitiva para a realização de negócio e incorporação das metas.

A estratégia da empresa pode ser considerada como uma “ponte” que liga os negócios atuais da empresa com a missão e os objetivos. As fronteiras do problema são representadas pelos fatores que restringem a escolha das alternativas estratégicas como pessoal, dinheiro, tempo, conhecimentos, habilidades e demais recursos produtivos. Assim,

a estratégia da empresa consiste em alcançar os objetivos e a missão, partindo da posição atual da empresa e atuando com restrições existentes.

A implementação é a etapa seguinte da estratégia da empresa, depois de escolhida deve ser detalhadas em ações ou táticas. Cada ação deve ser programada descrevendo o que deve ser feito e quando deve ocorrer. Cada tarefa deve ser atribuída a uma pessoa que se responsabilizará pela execução dentro de um prazo determinado. Naturalmente, essa pessoa só terá possibilidade de executar bem essa ação se contar com os recursos necessários, incluindo tempo, pessoal e dinheiro. Em resumo, as ações podem ser caracterizadas por serem:

- Específicas: as ações devem ser claramente detalhadas. Para cada ação, deve haver uma pessoa responsável;
- Mensuráveis: as ações devem resultar um produto claramente mensurável, para que possam ser monitoradas em relação aos objetivos fixados;
- Realizáveis: devem se evitar ações muito longas ou difíceis. Um estudo prévio de viabilidade deve indicar se elas são executáveis. As ações complexas devem ser decompostas em ações menores ou em diversos estágios para serem realizadas progressivamente, até que se complete a ação desejada;
- Programáveis: todas as ações devem ser programadas, tendo datas de início e término bem definidas, para que os objetivos gerais possam ser alcançados dentro do prazo previsto;
- Exigência de recursos: a execução de uma ação pode exigir diversos tipos de recursos, incluindo tempo, pessoal e dinheiro. Se a ação exigir o uso simultâneo de recursos já comprometidos com outras atividades, é possível que ela não se complete satisfatoriamente.

Segundo Martins e Laugeni (2002), para atuar no crescimento da competitividade, o planejamento estratégico das empresas visa atuar principalmente nas áreas administrativas, marketing, finanças e de manufatura. Sendo, os maiores objetivos da administração da produção, tornar eficaz as atividades envolvidas numa organização. As empresas somente se destacarão no mercado aumentando suas vantagens competitivas sobre os concorrentes, para isso, é preciso estabelecer estratégias de ação.

Para Tubino (2000), a função produção está diretamente relacionada com a produção de bens e serviços. A essência da função produção consiste da transformação dos insumos, conservação e saídas. A engenharia assume todas as funções técnicas em relação aos projetos de produtos, dos processos de fabricação, montagem dos bens e serviços. Atualmente a engenharia trabalha segundo os princípios da Engenharia Simultânea que favorece a integração de todos os responsáveis.

Segundo Baxter (1998), para que as ações sejam realizadas a contento, é essencial haver um sistema de monitoramento, verificando se elas estão se desenvolvendo na direção prevista e se os resultados alcançados são satisfatórios. Constatando-se qualquer tipo de desvio em relação aos objetivos programados, é imprescindível tomar as medidas corretivas. Talvez, o responsável pode não ter compreendido a tarefa corretamente ou dependa de outras pessoas para finalizar/iniciar o seu trabalho, também, pode ser que atue em mais de uma área, atrasando a programação. O planejamento deve ser desenvolvido antes de se tomar qualquer tipo de decisão sobre o produto. O planejamento corporativo pode decidir inclusive que a empresa não se envolverá no desenvolvimento do produto. O planejamento estratégico do desenvolvimento do produto deve indicar quais serão os produtos desenvolvidos para atender aos objetivos da empresa.

Segundo Martins e Laugeni (2002), para o crescimento da fábrica do futuro deverão melhorar a comunicação visual, dando informação sobre a produtividade e produção, objetivos atingidos, entre outros. Podendo ser vista por todos, pois estarão dispostas as informações em quadros para que sejam lidos, analisados e criticados. Deve haver alto grau de automação organizada em torno do computador e integração de softwares. O layout, deverá ser elemento determinante na empresa, onde as grandes fábricas poderão dividir-se em pequenas unidades que operarão organizadas em células de produção com grande número de automações. Os postos de trabalho deverão ser projetados tendo em vista conceitos ergonômicos, procurando o conforto, bem-estar e segurança dos colaboradores.

Segundo Fernandes e Romeiro Filho (2003), com os procedimentos internos informatizados as empresas ganham maior agilidade na execução das tarefas ligadas nas áreas de produção e, como consequência há grande número de demissões. Por um lado as empresas não percebem que o conteúdo e a forma do processamento das informações permanecem inalterados. Somente no final do projeto é que percebem a carência por

melhorias em razão das inconsistências de informações que ocasionam falhas no projeto final. Exemplos, como erros cometidos durante as fases de um projeto, a não correta aplicação de uma metodologia ou técnica, falta de integração e comunicação, entre outros. Assim, os benefícios advindos da aplicação do sistema CAD não poderão ser utilizados como deveriam, dificultando a preparação do ambiente organizacional para a efetiva aplicação de princípios como os da Engenharia Simultânea.

O desenvolvimento do projeto é uma atividade eminentemente interdisciplinar e exige trabalho em equipe, onde congregam diferentes conhecimentos e habilidades. Para criação de uma boa equipe, deve-se reconhecer as forças e fraquezas de cada um de seus membros, de modo que haja uma compensação mútua das qualidades. Assim, é melhor ter pessoas de habilidades diferentes na equipe. A soma de todos os conhecimentos e habilidades deve ser adequada às exigências do programa de desenvolvimento de produtos.

Em muitos casos, aconselha-se construir o protótipo no desenvolvimento dos produtos, porém, implica em tempo e pode modificar a atenção da equipe que poderia estar trabalhando em outros setores. Segundo Baxter (1998), a regra geral no desenvolvimento de protótipos é, só faça se for necessário. A construção de protótipo consome tempo e desvia a atenção do grupo, que poderia estar se dedicando a outras atividades que adicionem mais valor ao produto. Assim:

- Só construa protótipo quando esgotar todas as demais fontes de informação;
- Substitua protótipos por esboços ou desenhos de apresentação, sempre que possível;
- Desenvolva protótipo com o mínimo grau de complexidade e sofisticação, o necessário apenas para obter a resposta que procura.

Por isso, o ideal é objetivar o máximo possível as etapas e fases de cada projeto, determinar as prioridades e eliminar os supérfluos. Contudo, o protótipo deve ser realizado somente se for compensador e não houver outras formas de verificar a sua efetividade.

É preciso especificar a fabricação do produto, pois isso enriquece o projeto em desenvolvimento. Assim, poderá ser mais bem conduzido desde a concepção ao produto final. Para Baxter (1998), terminando-se a configuração do produto, com sua avaliação em relação às especificações e análise das falhas, resta elaborar as especificações para

fabricação. Essas especificações dependem dos processos de fabricação a serem utilizados. Com a configuração do projeto acabada, deve-se produzir os desenhos técnicos e as especificações para produção. Isso significa especificar o material, máquinas/ferramentas a serem utilizadas e os acabamentos necessários. Deve haver também um fluxograma indicando como serão realizadas as montagens das peças.

2.3.2

Aplicação da criatividade

A criatividade é um fator importante para inovação e elaboração de novos produtos. Segundo Kaminski e Oliveira (2002), muitas empresas consideram que um de seus principais bens é a imaginação e idéias de seus funcionários. A chave para o gerenciamento competente é transformar idéias em conhecimento útil, aplicável e conhecimento aplicável em valor agregado a produtos e serviços.

Segundo Gomes (2001), tudo que é manipulável e perceptível aos sentidos, tudo que é manufaturável ou maquinofaturável, tudo que é possível de ser oferecido e recebido, comprado ou vendido, pensado ou representado, é um produto. Existem, duas habilidades que o profissional deve saber, as mentais (detalhar formal e funcionalmente os seus produtos) e as manuais (representar e modelar idéias e a compreensão visual de seus projetos), onde ambas estão interligadas. O que define e diferencia o trabalho do “projetista”, seja ele engenheiro, arquiteto ou industrial, é o grau de complexidade tecnológica (inclusive a sua escala) e a importância econômica do produto (marca, patente ou registro) para o qual ele dedica seu trabalho (esforços e tarefas) criativo.

Teoricamente projetistas consultam o “saber” nas mesmas fontes de conhecimento. O que muda são os procedimentos e as técnicas (os métodos) e a delimitação tecnológica dos objetivos industriais. A determinação desses objetivos é que traz modernização e mudança à cultura material de uma sociedade.

2.3.3

Competitividade versus Engenharia Simultânea

Segundo Canciglieri et al. (2001), a Engenharia Simultânea também é uma filosofia importante para o desenvolvimento de novos produtos para que estes cheguem ao consumidor o mais rápido possível. Todavia, existem sérias dificuldades para o cumprimento deste objetivo. Especificamente, o manuseio de dados nos diversos estágios do projeto e da manufatura. Este manuseio é uma tarefa complexa devido à heterogeneidade das informações envolvidas, uma vez que elas devem armazenar dados de naturezas distintas (tecnológicas, geométricas, administrativas, entre outros). A complexidade da Engenharia Simultânea e Manufatura, tem motivado o desenvolvimento de técnicas e metodologias avançadas para o aprimoramento das atividades de projetos de novos produtos e manufatura baseadas em inteligência artificial, que sejam aptas a gerenciar a incerteza e o conhecimento dos especialistas; acomodar mudanças significativas no processo produtivo e seu ambiente; incorporar metodologias para aprendizado de informações incertas; combinar o conhecimento existente com o procedimento de aprendizado.

Para a eficiência de um ambiente produtivo, convém o uso de estratégias coerentes com os objetivos e metas estabelecidas, ter estruturação física e organizacional, posicionar a empresa e saber avaliar os riscos.

Para a competitividade atual têm sido empregadas ferramentas que podem influenciar significativamente o processo de produção desde a sua concepção ao produto final. A Engenharia Simultânea é uma filosofia que vem sendo muito “atrativa”, pois estimula a produção em série, de forma paralela, concebendo um produto de melhor qualidade, menor custo e lançamento mais rápido do produto no mercado. Segundo Ziemke e McCollum (1990), o segredo da Engenharia Simultânea está no time de trabalho. Todos têm uma contribuição pessoal envolvida com o projeto do produto, o engenheiro projetista, manufatura e mercado, trabalham simultaneamente como uma equipe seguidores na aprovação do desenvolvimento de novos modelos de produtos.

Segundo Ellis (1994), Engenharia Simultânea, é um ambiente de desenvolvimento no qual a tecnologia de projeto auxiliado por computador é utilizada para melhorar qualidade do produto, em todo o seu ciclo de vida.

Para Schneider (2002), a Engenharia Simultânea é um dos pilares para a sustentação da competitividade das empresas.

O interessante, é que todas as definições de Engenharia Simultânea, indicam que para o seu perfeito funcionamento é necessário haver integração de todos os setores. É preciso o uso de equipes multidisciplinares, utilização de ferramentas e técnicas que favoreçam este processo e, por envolver profissionais de diversas áreas o ideal é haver um relacionamento aberto e franco entre todos os participantes.

Diversos métodos são empregados juntamente com a Engenharia Simultânea, como: QFD, FMEA, Sistemas CAD, Prototipagem Rápida, DFM, DFA, IA, entre outros. Segundo Kaminski e Oliveira (2002), algumas das principais ferramentas ligadas à Engenharia Simultânea, são:

- QFD (Desdobramento da Função Qualidade), é uma ferramenta utilizada para garantir a qualidade do produto, desde a sua concepção até a finalização. Este método, permite que a equipe ou o engenheiro responsável possa aperfeiçoar os produtos que já estejam no mercado e os que ainda estão em desenvolvimento, seguindo as normas técnicas e especificações exigidas, atendendo aos anseios dos clientes. Cada vez mais, empresas vêm utilizando esta ferramenta na área de serviços como de manufatura, em diversos países. Este método permite melhor comunicação entre os setores que trabalham no desenvolvimento de produtos, diminuição do tempo de manufatura, maior satisfação dos clientes e diminuição dos custos de projeto, tornando-se altamente competitivo para os mercados atuais.
- FMEA (Análise dos Modos e Efeitos das Falhas), busca o surgimento de possíveis falhas. Através da sua aplicação pode-se agregar melhorias e maior confiabilidade do produto;
- PR (Prototipagem Rápida), é uma tecnologia que reproduz a concepção de modelos de forma física ou virtual, porém, simulam a sua real aplicação a

partir de desenhos tridimensionais. Contribuem na concepção, custo, qualidade e produção;

A qualidade passou a ser importante no Japão a partir de 1965, envolvendo todos os processos: projeto da qualidade (inicia com a identificação do mercado), preparação para a produção, compras, produção, inspeção e vendas. A partir da introdução do conceito de confiabilidade é que iniciaram as tentativas do Desdobramento da Qualidade. Segundo Akao (1996), os principais motivos foram: falta de clareza na determinação da qualidade de projeto; os porquês da impossibilidade de instruir as linhas de produção quanto aos pontos prioritários que deverão ser considerados para assegurar a qualidade do projeto; dúvidas em relação ao Padrão Técnico de Processo, pois continuava a ser elaborado após o início da produção, com recursos encontrados no chão de fábrica.

Não se deve apenas colher informações negativas sobre as qualidades do projeto, as positivas também são de fundamental importância. É vantajoso, realizar pesquisas de várias maneiras, como forma de enquête, entrevistas com os clientes, entre outros. Akao (1996), define o Desdobramento da Função Qualidade (Quality Function Deployment) como transferir as exigências dos clientes para o produto acabado. Desdobrar esta qualidade em qualidades de outros itens, como qualidade de cada uma das peças funcionais, qualidade de cada parte e até dos elementos de processo, apresentando sistematicamente a relação entre os mesmos.

Segundo Alcântara e Kazuo (2003), o QFD foi elaborado para ajudar o processo de gestão de desenvolvimento do produto. Hoje, este método pode ser aplicado tanto a produto como bens e serviços, a produtos intermediários entre clientes e fornecedores, pode estar relacionado a produtos existentes ou novos. É uma ferramenta que auxilia o desenvolvimento de produtos com maior qualidade, foco na satisfação do cliente. Se for aplicado corretamente gera uma redução do ciclo de desenvolvimento do produto da ordem de um terço da metade do tempo.

Kaminski e Oliveira (2002), consideram importante estabelecer metodologias básicas no desenvolvimento de produtos, descrevendo como exemplo a aplicação de uma metodologia, a qual, foi dividida em quatro partes:

1. A primeira parte, refere-se no estabelecimento das necessidades, ou seja, através da aplicação do QFD, descobrir a partir de um estudo feito pelo levantamento de dados, quais são os objetivos da empresa associados às características, às prioridades dos consumidores;
2. A segunda parte, através de outras concepções buscar soluções para o desenvolvimento do projeto. Após esta fase, determinar os requisitos básicos, definir as características técnicas e quantitativas e estimulação da equipe criativa. Então, será feita a verificação da viabilidade técnica e econômica, escolhendo as mais viáveis ao projeto;
3. A terceira parte, visa estabelecer a melhor concepção para o produto e verificação das exigências de projeto. Segundo Kaminski e Oliveira (2002), o planejamento do projeto envolve as estratégias e etapas que serão realizadas posteriormente, é de extrema importância dentro do desenvolvimento de qualquer atividade garantindo um trabalho proveitoso e evitando problemas futuros devido a esquecimentos e imprevistos. Nesta fase, também é feita a seleção de fornecedores e da matéria prima a ser utilizada;
4. A quarta parte e última é a de execução, mas para isso é preciso fazer avaliação do projeto, da documentação entre outros itens pertinentes à sua finalização.

Com todas as fases documentadas, certifica-se que é mais fácil assimilar e dividir as tarefas aos participantes da equipe, assim como facilitar a comunicação e também perceber quando alguma das fases não está coerente com o propósito do trabalho.

2.4

Engenharia Simultânea no desenvolvimento de projetos

A Engenharia Simultânea é uma filosofia que tem a missão de integrar mais metodologias e técnicas de projeto na concepção de novos produtos. Esta pesquisa procura enfocar em linhas gerais, a análise do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto do

setor automobilístico e verificar como é realizada a integração dos métodos e técnicas que auxiliam no desenvolvimento do projeto.

Para Vasilash (apud Dowlatsahi, 1994), a palavra Engenharia Concorrente tem várias definições, sugere termos como Engenharia Simultânea; Processo Direcionado ao Projeto; Manufatura do Projeto. Outras terminologias também são usadas como Unificação do Ciclo de Vida da Engenharia (ULCE), Qualidade Total da Administração e Engenharia Paralela.

Segundo Hartley (1998), o ideal é fabricar produtos que satisfaçam as necessidades requisitadas pelos clientes. Para atingir estas metas, precisam melhorar continuamente seu rendimento, mas também, assegurar que se torne possível produzir produtos melhores, com prazos de execução mais curtos e com um aumento da qualidade intrínseca do produto. Como consequência da competição acirrada, os clientes se convertem em reis que não toleram a menor falha; os clientes serão, supostamente, capazes de encontrar produtos melhores a um preço menor de outros fornecedores.

Devido a esta mudança de cultura na organização corporativa é essencial definir claramente os seus objetivos e metas, analisar corretamente as tarefas que cada um terá de realizar, priorizando as mais significativas para o sucesso empresarial, para tornarem-se competitivas no mercado convém estar sempre aberto a novas idéias e receptivos a críticas, sendo fundamental, a flexibilidade. Muitos diretores confirmam que a Engenharia Simultânea foi valiosa para o crescimento organizacional e competitivo, devido ao seu estilo multidisciplinar. A Engenharia Simultânea, auxilia os diretores a serem mais responsáveis a terem uma visão mais aguçada sobre o lucro e o destino da empresa.

De acordo com Hartley (1998), os japoneses lideram na área desenvolvimento de novos produtos porque eles começam a engenharia avançada justamente um mês depois de ter iniciado o trabalho conceitual; nos Estados Unidos, há um atraso de seis meses, até que o conceito esteja definido. No Japão, a engenharia de processo começa exatamente dois meses depois do próprio projeto do produto; nos Estados Unidos ocorre um atraso de nove meses, novamente para permitir que o projeto seja terminado. As diferenças são cruciais. Primeiro, uma vez que a engenharia avançada começa tão cedo, os engenheiros japoneses estão cientes de cada pequena mudança que é feita na fase conceitual e podem incorporá-las imediatamente em seu trabalho, então, na série-piloto eles começam mais tarde porém com

um produto com especificações mais completas, realizando menos mudanças. Na indústria automobilística os japoneses são capazes de executar um programa de 36 meses, desde a aprovação da diretoria até a produção em escala comercial, contra um período de 48 a 60 meses nos Estados Unidos. Os níveis de defeitos das empresas automobilísticas japonesas são aproximadamente a metade dos praticados pelas empresas dos Estados Unidos, e alcançam a plena produção em algumas semanas a contar da série inicial.

De acordo com Gupta e Dutta (1994), o crescimento da manufatura norte americana não está tão distante competitivamente dos outros países no mercado global. Muitas causas têm sido apresentadas e muitos remédios têm sido propostos. Na opinião dos especialistas, o que está precisando é uma integração das abordagens dos sistemas de manufatura apoiados por novas tecnologias.

Os japoneses trabalham em conjunto e eles estão na frente, simplesmente porque cultivam a cultura de trabalho e unem-se para evoluir industrialmente, empregando corretamente uma linha de desenvolvimento de produto, uma metodologia eficiente. Devido à competitividade é primordial acertar mais e errar menos, isto significa observar atentamente o desenvolvimento do produto e todas as suas etapas. Deve-se ter em mente que o objetivo principal é atender os requisitos dos clientes que visam principalmente por qualidade e custo.

Ziemke e McCollum (1990) consideram os japoneses líderes mundiais no desenvolvimento das tecnologias automotivas porque compreendem primeiro para depois ultrapassar os líderes, eles têm feito ofertas superiores e não apenas comparações tecnológicas. A manufatura dos automóveis americanos não aprenderam ainda esta lição e, estão lutando para oferecer uma tecnologia introduzida pelos japoneses e europeus há vários anos.

O trabalho de Smith & Reinertsen (apud Simões e Ribeiro, 2003), confirmam duas maneiras de integrar o projeto do produto com o processo, para assim, reduzir o tempo de fabricação. A primeira é sobrepor as atividades que até então estavam sendo desenvolvidas de maneira seqüencial; a segunda é trabalhar simultaneamente no projeto do produto e no processo, resultando em melhores trade-offs de projeto. E, que a integração do processo e produto não está relacionada com o tempo gasto para o lançamento no mercado mas sim, com custo e qualidade. Tentar reduzir os custos e aumentar a qualidade modificando

processos de produção existentes pode ser ineficaz. A forma correta é começar na etapa do projeto conceitual do produto, pois nesta etapa serão feitas as escolhas básicas que influenciarão os processos de produção, conseqüentemente o custo e qualidade do produto, assim como os testes e ensaios da qualidade.

De acordo com Hartley (1998), 60 a 80% dos custos do produto (material, funcionários, investimentos de capital e custos auxiliares) são comprometidos na fase de projeto, porém, é necessário investir mais recursos neste período se a empresa quiser melhorar os seus resultados. A direção tem que assegurar que cada novo produto: seja o produto desejado pelos clientes; chegue ao mercado dentro do prazo estipulado; será projetado com os mais elevados níveis de qualidade e confiabilidade desde o início do projeto; seja fácil de fabricar em altos volumes desde as séries iniciais, sendo que a maquinaria deve ter flexibilidade suficiente para fazer frente às possíveis mudanças necessárias; contenha o menor número de peças possível e será projetado visando facilitar a montagem; alcance um volume de produção suficiente para atingir rapidamente o ponto-de-equilíbrio do investimento.

Para aplicação da Engenharia Simultânea é necessário união da equipe de trabalho, confiança e comunicação, para assim, através de determinadas técnicas, possam chegar a um acordo referente à melhoria da organização e conseqüentemente, melhora do produto. Contudo, é essencial anotar todas as modificações de um projeto e todos os itens relacionados às suas fases, ter uma lista dos aspectos positivos e negativos. Em geral, participam da equipe de trabalho os engenheiros de projeto de produto, de fabricação, marketing, compras, finanças e fornecedores.

Segundo Ellis et al. (1994), as metas da Engenharia Simultânea são regularmente expostas na produção dos melhores produtos, fortemente econômicos e rápidos. A Engenharia Simultânea tem tido a sua origem em grande parte devido à crescente consideração da antecipação dos estágios das atividades do ciclo de vida do projeto. Isto, tem sido realizado pela implementação e gestão da prática dos times de trabalho. Os efeitos semelhantes das ações praticadas nos projetos são vistas até mesmo nos grandes volumes dos produtos e nos dados relatados para compreender os resumos, uma conseqüência requisitada na introdução das informações dos problemas surgidos nos sistemas tecnológicos.

Para Hartley (1998), esta força de trabalho é permanente no sentido em que, normalmente permanece unida durante toda a duração do projeto, talvez com alguns membros sendo substituídos por outros na medida em que avançam as fases. Se os membros estão só uma parte do tempo na própria equipe e o resto da semana trabalhando em seus próprios departamentos, seu trabalho para a equipe não receberá a prioridade que merece. Desde o princípio, quando o projeto não é mais do que um esboço artístico, os engenheiros de fabricação da equipe têm tanta informação sobre o produto como qualquer outro membro do grupo. Podem começar a planejar as instalações de fabricação com o mesmo conceito com que os engenheiros de projeto estão planejando o objeto a produzir, trabalham simultaneamente. Os membros da equipe podem interrelacionar-se, fazendo recomendações para reduzir os custos e o número de peças e, também para melhorar a qualidade. Com a presença do pessoal de marketing, reforçará a importância de valorizar os desejos dos clientes, podendo até fazer críticas que contribuam no projeto inicial, diminuindo os custos. Na Engenharia Simultânea, a qualidade de um projeto se faz desde o início, assim, as chances de ocorrerem erros serão muito menores na sua produção.

Martins e Laugeni (2002), consideram a Engenharia Simultânea ou também chamada de Engenharia Concorrente (Concurrent Engineering), como uma técnica cada vez mais presente no desenvolvimento dos produtos.

Segundo Buss et al. (2001), a característica mais distinta da Engenharia Simultânea é a de ter introduzido uma metodologia de trabalho específica para a área de engenharia, baseada na redução do tempo e do custo total de desenvolvimento do produto. Apoiando-se em dois elementos fundamentais: a redistribuição temporal das atividades de desenvolvimento do produto de forma a obter o máximo de paralelização possível na sua consecução e a integração maximizada de informações oriundas de todas as áreas de conhecimento intervenientes no PDP (Projeto Desenvolvimento de Produto).

De acordo com Harding e Popplewell (1996) nos últimos anos têm crescido o número de organizações de manufatura que tem introduzido políticas e métodos com a intenção de adaptar os princípios da Engenharia Simultânea. A filosofia da Engenharia Simultânea é para dar apoio correto ao projeto de produto, em primeira estância pela consideração ao estágio do projeto, de todos os aspectos do ciclo de vida do produto, da concepção até a eliminação. As organizações têm abordado a implementação da filosofia da Engenharia

Simultânea em muitos caminhos. Questões tais como organização e estrutura da força de trabalho, times, posição dos fornecedores, comunicação e cooperação com os clientes, entre outros, são alguns dos problemas enfrentados. Processos técnicos de melhoria, como processo de controle estatístico, Kanban, TQM (Total Quality Management), é o que tem dirigido o melhoramento contínuo destes processos muitas vezes adotados.

Segundo Canciglieri e Young (1997), um problema crucial no desenvolvimento de novos produtos está na necessidade de redução do seu tempo de projeto e manufatura e, ainda manter durante o momento do desenvolvimento uma alta qualidade a um custo mínimo. Para atingir esses objetivos alguns inputs são necessários vindos de especialistas em uma grande variedade de disciplinas, bem como de clientes e fornecedores. O processo total do projeto deve ser bem administrado e integrado. Portanto, o interesse gerado nos últimos anos na Engenharia Simultânea.

Para Hartley (1998), a Engenharia Simultânea não se constitui em um termo de moda, é um modo de vida, um conceito que pode ajustar-se à cultura de qualquer organização, seja pequena, grande ou de qualquer tipo de estrutura. Os gerentes podem moldar a Engenharia Simultânea para que ela se ajuste ao modo em que desejam que operem e aportar outras técnicas que melhorem a eficiência da utilização da mesma.

Algumas empresas podem adotar a Engenharia Simultânea com a intenção específica de melhorar o projeto de um ponto de vista da fabricação e da montagem, ou seja um projeto Orientado à Fabricação e Montagem (DFMA). Outros, podem usá-la para reforçar o projeto, melhorando a base de dados de conhecimento de seu staff para compensar uma alta rotatividade de pessoal, ou remover as barreiras de comunicação entre os departamentos.

Segundo Deschamps & Nayak (apud Simões e Ribeiro, 2003) consideram o desenvolvimento simultâneo de produto e processo a mais óbvia e bem documentada, mas provavelmente a mais difícil forma de trabalho paralelo a ser implementada, devido principalmente à obstáculos organizacionais e comportamentais do que técnicos. Acredita que a adoção de equipes de projeto verdadeiramente multifuncionais localizadas na mesma área torna o diálogo entre desenvolvimento, engenharia e produção mais eficiente.

Qualquer tipo de empresa pode se beneficiar da Engenharia Simultânea, contudo, é necessário que estejam receptivos a mudanças, o que significa ter uma equipe

interdisciplinar, satisfazer os desejos dos clientes, estipular fases de desenvolvimento para completa integração da qualidade, aplicação do DFMA, trabalhar simultaneamente o desenvolvimento do produto, fabricação/processo, setor de qualidade e de marketing. Para conseguir os benefícios da Engenharia Simultânea, as empresas devem aplicar os conceitos com entusiasmo total, a gerência deve permitir que a força-tarefa administre seu produto, e deve acreditar nos fornecedores e envolvê-los quando necessário.

A comunicação via computador pode ser realizada, porém, é preciso união da equipe sempre, todos os dias. Apesar, da gerência participar ativamente no funcionamento da Engenharia Simultânea, não convém controlar demais os integrantes da equipe, fazendo com que se sintam pressionados ou que não estejam aptos o suficiente para cumprirem as suas tarefas, o melhor é estabelecer regras fazendo com que todos respeitem e sigam.

2.4.1

Eliminação do desperdício

Os custos extras, normalmente são gerados devido a atrasos na produção e entrega do produto, a má aplicação dos recursos, a não correta especificação dos materiais, entre outros fatores, que acabam desvalorizando toda a ação empregada no desenvolvimento do projeto.

Para Dowlatshahi (1994), as vantagens da Engenharia Simultânea podem ser delineadas em duas amplas categorias: a primeira, está relacionada à redução no tempo de desenvolvimento do produto (pois trabalha em paralelo no lugar do modelo seqüencial), o conceito pode reduzir potencialmente o projeto do produto no seu tempo de ciclo de vida e significar redução da duplicação para a sua realização e custos com retrabalhos; a segunda, refere-se à economia do custo total e ao planejamento das atividades dos processos que são estimulados para uma redução dos custos do projeto. Exemplo, diminuir uma das fases da manufatura, usar uma máquina em horário especificado, manufaturar as partes mais fáceis, poucos retrabalhos e sobras.

Segundo Martins e Laugeni (2002), os principais benefícios da Engenharia Simultânea são redução do período gasto para o lançamento do produto, maior qualidade e chance de sucesso no mercado, pois os clientes foram previamente consultados.

Para Hartley (1998), a eliminação do desperdício na Engenharia Simultânea significa entre outros:

- Recursos dedicados pela engenharia do produto ao desenvolvimento de produtos que não chegam a ser colocados em produção;
- Recursos investidos em construção de protótipos desnecessários;
- Mudanças tardias no projeto, que tornam obsoletos os esforços prévios;
- Produção de estoques meramente para reserva;
- Sobras e refugos de material;
- Materiais recusados;
- Custo do estoque de produtos acabados esperando por clientes;
- Falhas ocorridas no campo.

A Engenharia Simultânea, também utiliza o uso da simulação via computador, consegue detectar se o produto será bem executado ou não, o que dispensa protótipos, diminuindo os custos, mudanças repentinas no projeto, aumento da qualidade, entre outros.

Para Ellis et al. (1994), a insatisfação com a funcionalidade das tecnologias de informações existentes podem causar dificuldades para conduzir o interesse na filosofia da Engenharia Simultânea.

Segundo Hartley (1998), um grande inconveniente da engenharia convencional é que normalmente a concepção passará por todas as etapas de projeto sem uma avaliação detalhada das dificuldades ou facilidades para fabricar produto e, a não ser que se faça um estudo detalhado da viabilidade de fabricação, é improvável que os problemas venham a tona. Ironicamente, muitos engenheiros de produto são extremamente resistentes a mudar o projeto nesta fase, mas um ano depois quando o projeto estiver quase terminado, respondem melhor aos pedidos de mudança, exatamente o oposto do que seria o correto. Quando se estabelece pela primeira vez uma força-tarefa, alguns engenheiros de projeto se sentem ameaçados, são muitas as debilidades inerentes ao sistema de engenharia compartimentalizada ou seqüencial. Os produtos passam de uma fase conceitual para a de protótipo com uma definição insuficiente de produto, não foram empreendidos estudos de projeto do ponto de vista da fabricação e da montagem (DFMA), não existem diretrizes

claras sobre como realizar estudos em detalhe antes da produção, preocupação apenas com aspectos de custos, enorme potencial para mudanças tardias.

Segundo Ziemke e McCollum (1990), há anos existe uma defasagem da Engenharia Simultânea. O sistema não deveria resultar apenas na diminuição do tempo de desenvolvimento dos produtos mas sim, produzir uma alta qualidade dos mesmos, isto é, estimar uma eficaz atitude de manufatura. Os mesmos, confirmam que a maior diferença da Engenharia Simultânea entre o modelo antigo e o atual, é que hoje a sua aplicação é vista como um esforço realizado por uma equipe e não por um líder único, poderoso, com uma ampla experiência, chamado de “guru industrial”. O desenvolvimento dos conceitos da corrente da Engenharia Simultânea origina-se da falta das várias experiências “gurus” que são os que entendem os maiores aspectos do desenvolvimento e produção e, possuem o dinamismo e qualidades de líderes para inspirarem os times de trabalho entre os departamentos organizacionais.

Para Simões e Ribeiro (2003), houve poucas mudanças na última década. Porém, se destaca a substituição do modo de produção tradicional para o da produção ágil, capaz de responder rapidamente a demanda dos consumidores e da flexibilidade dos produtos diferenciados, aumentando a complexidade do projeto e do produto/processo. Por isso, cada detalhe do projeto deve ser trabalhado atentamente, definir os objetivos, os produtos, as etapas e seus prazos, para garantir assim, maior eficácia do desenvolvimento dos projetos.

Durante anos os fabricantes de automóveis têm postulado a importância de projetar componentes e sistemas de montagens de tal maneira que eles possam ser fabricados com facilidade. Com esta finalidade, prestaram grande parte da atenção nos detalhes dos projetos e nas especificações de materiais. A ênfase estava na viabilidade e no processamento dos materiais. Enquanto isso, os engenheiros especializados em produção trabalhavam nos departamentos de projeto de produtos para sugerir melhores técnicas de produção, visando a eliminação dos maiores obstáculos à fabricação, e dos componentes não fabricáveis. Os engenheiros de produto faziam esforços para incorporar estas sugestões, mas, na maior parte das vezes, as mudanças sugeridas prejudicavam o projeto.

Até os fabricantes começarem a usar a Engenharia Simultânea, as tentativas de mudar radicalmente os projetos foram freqüentemente infrutíferas. A razão era bastante simples: mesmo onde foram dirigidos grandes esforços para alterar o projeto ou simplificar a

fabricação, as mudanças eram recomendadas muito tarde e, de qualquer maneira, eram modificações menores que não traziam uma redução de custos considerável. Era visível que havia problemas na realização do projeto, porém, só conseguiram observar as falhas através dos erros freqüentes e, que outras técnicas eram importantes no auxílio do desempenho da Engenharia Simultânea como a Análise de Modos e Efeitos de Falha (FMEA), por exemplo.

Entretanto, a característica principal da Engenharia Simultânea na fabricação, é que ela é uma técnica ou pode-se dizer, uma filosofia que induz todos os participantes a se comunicarem, isto é muito enriquecedor, melhora significativamente o projeto, facilitando a troca de conhecimento e experiência nas mais diversas áreas.

Porém, alguns fabricantes de equipamentos reclamam que são obrigados a incluir detalhes de suas últimas idéias na fase inicial de seleção, e que no caso de perderem o contrato, o cliente e seus competidores conseguem de forma gratuita detalhes de suas pesquisas. Este é um problema real, que somente pode ser resolvido com mútua confiança entre os lados envolvidos e, com o fabricante limitando os pedidos iniciais para as empresas consideradas competidores reais para realizar os trabalhos.

2.4.2

Iniciando a Engenharia Simultânea

A Engenharia Simultânea pode ser mais freqüentemente vista nas pequenas empresas em pontos diferentes, devido à atuação do funcionário em mais de uma área ou setor.

Dowlatshahi (1994), aborda que o foco natural da Engenharia Simultânea está no projeto do produto. Uma decisão a respeito da tendência do projeto pode ter um número significativo de impactos da manufatura e não-manufatura sobre ao longo ciclo de vida do produto.

Para Ellis et al. (1994), a implementação da Engenharia Simultânea deve tentar alcançar um alto nível de maturidade, onde as organizações sintam que poderão ter benefícios mais eficazes com o apoio das Tecnologias de Informações.

Segundo Hartley (1998), são necessárias medidas audaciosas para tornar efetiva a necessidade de um novo modo de pensar e atuar, a chave é mudar o modo de pensar das

pessoas a respeito do desenvolvimento do produto, e este pensamento deve ser repassado a todas as pessoas da organização em todos os momentos. Mudar a cultura da organização é a parte mais difícil da implementação da Engenharia Simultânea, onde, o ideal é que alguém da alta gerência lidere este programa. Existem dois aspectos nesta mudança cultural: Mudar a atitude de todo o pessoal em direção às prioridades de qualidade e do negócio; Mudar a cultura de modo que os grupos de trabalho tenham poder, o que significa retirar o poder dos departamentos funcionais.

O pessoal da empresa deve estar consciente da diferença entre o que eles percebem como qualidade e o que o cliente percebe como qualidade. Para os clientes, a qualidade do produto é vista na avaliação da satisfação própria, enquanto que a qualidade de produção está em observar os gastos e perdas ocorridas durante a fabricação, o que vai refletir nos custos finais dos produtos lançados no mercado.

A Engenharia Simultânea deve considerar em primeiro lugar os critérios e os requisitos dos clientes e facilitar um bom funcionamento real ao longo da vida do produto. Em princípio, isto implica numa grande mudança cultural, supondo que esta lógica deva impregnar toda a organização, de cima a baixo. É inevitável, que conforme sejam feitas as mudanças, a Engenharia Simultânea esbarre em alguns obstáculos decorrentes de conflitos de interesses e que sejam criadas resistências às novas mudanças. Alguns diretores podem dizer que o sistema não funcionará, porque o que desejam é voltar à confortável rotina e não ceder poder à força-tarefa. Neste ponto, os problemas têm que ser resolvidos com rapidez e mostrar que foram bem resolvidos, ao mesmo tempo, não se deve deixar dúvidas que existirão problemas no início do desenvolvimento do novo sistema e que estes problemas serão solucionados. É também importante que o pessoal entenda porque se adota a Engenharia Simultânea, e que este sistema continuará evoluindo não sendo apenas mais uma simples palavra da moda.

Problemas existem em se tratando de mudanças, principalmente porque há a necessidade de mudar a mentalidade de todos na empresa e o “novo” é sempre assustador, até que todos entendam o sistema, o seu funcionamento e o que agregará de positivo na organização, haverá ressalvas. O interessante, é fazer um teste piloto do sistema e verificar as falhas, os erros, o que pode ser melhorado, o que deve ser modificado, entre outros. Porém, devem estar cientes que no início da aplicação da Engenharia Simultânea será mais

difícil, pois ainda não terão total conhecimento do sistema, mas isso desaparecerá conforme participação em outros projetos. Convém, após a primeira tentativa de implantação da Engenharia Simultânea, divulgar os resultados na empresa, assim os funcionários poderão compreender melhor o seu funcionamento e se sentirem estimulados a participarem de um novo projeto.

De acordo com Canciglieri e Young (2001) a Engenharia Simultânea é uma filosofia importante na obtenção do desenvolvimento de novos produtos para o mercado num melhor tempo. Contudo, embora o uso de equipes de projetistas estejam atingido alguns sucessos, é necessário o uso de softwares como suporte do processo do projeto para ser aperfeiçoado radicalmente.

Alguns trabalhos vêm sendo realizados na Engenharia Simultânea, um aspecto importante é o do Design For Manufacture (DFM). Para Boothroyd et al. (apud Canciglieri e Young, 2001) isto, significa que uma empresa não consegue obter os objetivos de qualidade e custo com operações isoladas do projeto e manufatura. Assim, a abordagem do DFM engloba os imperativos de manufatura que ajudam a manter a comunicação entre todos os componentes dos sistemas de produção e permitir a adaptação do projeto durante cada fase da realização do produto.

Hartley (1998), indica que a empresa deve treinar o pessoal para utilizar as características essenciais da Engenharia Simultânea - sobre QFD, DFMA e métodos Taguchi sendo um bom início. Na continuação, os engenheiros de projeto de produto têm que receber formação sobre os processos de fabricação; o nível de detalhe dependerá do tamanho da empresa. Ao mesmo tempo, deve-se estimular as pessoas para que adotem enfoques práticos em suas novas funções de pesquisa do produto e dos processos de produção. Como são freqüentemente os engenheiros de projeto de produto que encabeçam a equipe e como muitos deles se sentem incomodados com a presença de pessoas ligadas a outras disciplinas na equipe, o treinamento deve concentrar-se nos engenheiros de projeto.

Os engenheiros de fabricação têm que ser treinados para melhorar a eficiência de sua equipe na aplicação do DFMA e FMEA e aplicar em sua planta o mesmo enfoque de custos por toda a vida útil que é aplicado no produto. Cada membro da força-tarefa e também de todos os departamentos funcionais, deve agora se sentir afetado no que diz respeito aos desperdícios de tempo e por todas as operações nos equipamentos que não adicionam valor.

Somente adicionando valor em cada operação uma empresa pode gerar os benefícios necessários para melhorar o produto e manter-se competitiva. O tempo gasto ouvindo os problemas do fornecedor podem agregar valor se o resultado é que cada parte consegue uma compreensão do que o outro está tentando fazer. Os engenheiros de fabricação e diretores devem questionar seriamente cada elemento do equipamento que não adiciona valor. Devem sempre perguntar se, modificando o projeto ou fazendo alguma modificação esses elementos poderiam ser eliminados, reduzidos ou simplificados.

Os engenheiros de fabricação devem incluir os fornecedores de máquinas-ferramentas na força-tarefa, e criar ou atribuir a construção de células de teste para avaliar os novos métodos de fabricação. A idéia deveria ser a de criar rapidamente uma célula com um perfil aproximado, ao invés de uma unidade elaborada para produção dos ensaios. Os engenheiros devem fazer isto em todos os casos em que tenham dúvidas sobre se realmente é necessário um mecanismo no sistema atual.

Isso tudo, inclui economia de tempo e redução de custos. Então, os objetivos e metas propostos só serão eficientes se forem seguidos desde o início, fazendo sempre um balanço final do decorrer das tarefas e das mudanças realizadas. Em relação ao líder da equipe, o ideal, é que consiga compreender as deficiências de cada um e ao mesmo tempo estimule no grupo as suas percepções, induzindo-os a falarem das suas idéias, o que pensam, dando sugestões e opiniões.

Para Hartley (1998), uma vez que a empresa tenha decidido adotar a Engenharia Simultânea e criar uma força-tarefa para melhorar um projeto piloto, o próximo passo consiste em decidir o tipo de força-tarefa a ser formado. Existem três opções básicas:

- Uma equipe para o estágio de pré-concepção composta por quatro ou cinco pessoas - das áreas de projeto de produto, fabricação, marketing e provavelmente finanças e serviços – que é ampliada até formar uma força-tarefa completa uma vez atingida a fase conceitual;
- Uma força-tarefa completa para manejar o produto desde a fase pré-conceitual de projeto até a fabricação. É importante estabelecer como ponto de dissolução do grupo a chegada ao ponto de plena produção, de modo que a equipe conheça os problemas das primeiras fases da produção;

- Uma força-tarefa que começa na fase de pré-concepção e continua enquanto o produto está em fabricação. Neste caso, a força-tarefa funciona como um centro de benefícios ou de negócios, responsável pelo benefício global do produto desde o início até o final. O tamanho da força-tarefa variará de acordo com a fase do projeto. Iniciará com um grupo pequeno, crescerá até um nível máximo após ser definido o conceito, e começará a diminuir uma vez que atinja a fase de produção.

A longo prazo, os maiores benefícios serão obtidos nos projetos grandes e complexos, onde existe maior margem para o desentendimento entre os departamentos. Qualquer artigo complexo como veículos ou máquinas é adequado e não é de modo algum necessário que estejam implicadas nos projetos novas tecnologias ou técnicas de fabricação.

Para Hartley (1998) o CAD/CAM e um banco de dados são contribuições importantes para a Engenharia Simultânea, o Intercâmbio Eletrônico de Dados (EDI) não eliminará as reuniões. Os membros de uma força-tarefa devem estar trabalhando em conjunto. Evidentemente, não podem trabalhar de forma conjunta todo o tempo em todas as coisas – no pior caso, dois membros da equipe estarão trabalhando juntos.

Uma das principais tarefas da direção ao estabelecer um ambiente propício para a Engenharia Simultânea consiste em superar as barreiras impostas pelo sistema. Uma barreira física, com os membros da equipe trabalhando em pontos diferentes, é prejudicial para a aplicação da Engenharia Simultânea. Sendo assim, esta barreira deve ser removida.

2.4.3

Gestão da Engenharia Simultânea

A Engenharia Simultânea, deve sempre ser estimulada em cada novo empreendimento na empresa, as pessoas devem levar a sério esta nova filosofia. Com a efetivação da Engenharia Simultânea se ganha uma maior integração entre os setores envolvidos e das atividades, melhor qualidade do produto e flexibilidade devido a demanda de produtos diferenciados no mercado. Os maiores benefícios seriam a redução dos custos

(menos falhas), ganho no tempo, melhoria no desempenho devido as equipes multidisciplinares, sinergia entre o projeto e a fabricação.

Segundo Claymore (2003), todo o tempo de lançamento dos novos produtos devem ser feitos com a Engenharia Simultânea. Esta metodologia favorece a obtenção dos mesmos objetivos e metas da equipe. A Engenharia Simultânea substitui o velho sistema seqüencial das fases aonde os resultados são transmitidos para a próxima área de finalização. O propósito é expedir o mais rapidamente possível a introdução de produtos com maior qualidade no mercado.

As maiores dificuldades encontradas podem ser classificadas como resistência à mudanças, falta de aperfeiçoamento dos profissionais e não envolvimento do grupo no projeto. Para Hartley (1998), o ideal é treinar os integrantes da força-tarefa para o projeto piloto e estabelecer metas, todos são responsáveis pelo funcionamento do projeto e cada atraso afetará todo o processo, como ilustrado na Figura 3.

No desenvolvimento dos produtos o mais indicado é tentar agregar valor à operação e verificar se eliminando algum componente ou os elementos que compõem o equipamento, entre outros, melhora a eficiência do trabalho. Tudo deve ser questionado para favorecimento do produto e, manter a competitividade da empresa no mercado.

Contudo, a Engenharia Simultânea não contempla empresas que já tem seus produtos consolidados, onde não possui desenvolvimento de novos produtos e não se aplica a introdução e aquisição de metodologias e tecnologias, respectivamente. Um exemplo pode ser visto através de uma indústria que fornece palhas de aço no mercado, seguramente a variação do produto é mínima e dificilmente terá alguma modificação na produção ou agregarão valor ao produto, não sendo recomendado o uso da Engenharia Simultânea.

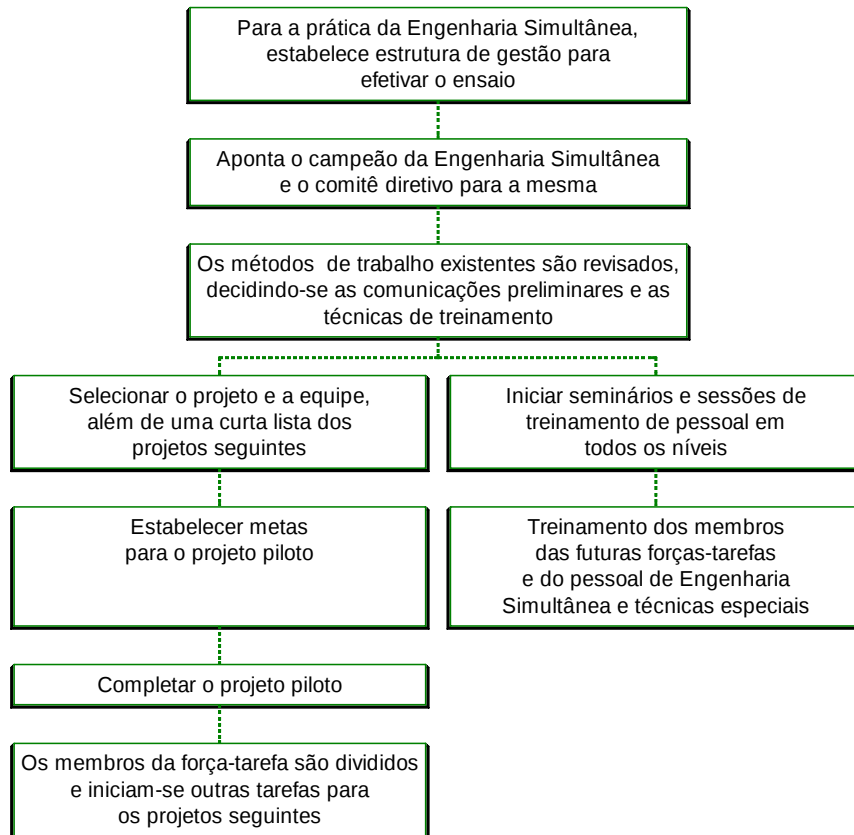


Figura 3: As etapas para implantação da Engenharia Simultânea
Fonte: Hartley, 1998

O seu futuro, é visto na integração total dos departamentos, mudança cultural da organização, envolvimento da equipe, possuir um mesmo banco de dados para todos os setores da empresa. Sendo, que o objetivo principal da Engenharia Simultânea é favorecer a comunicação entre os departamentos e desenvolver produtos com maior qualidade em que as atividades de engenharia sejam executadas em paralelo. A relação entre a Engenharia Simultânea e gerenciamento de projetos é a visão diferenciada no desenvolvimento dos produtos. Antes, a forma convencional de executar os projetos era esperar que cada etapa fosse realizada para que se iniciasse outra, percebia-se as falhas durante a produção, demorava mais tempo para executá-las e prejudicava a qualidade e entrega do produto. Hoje, a preocupação da Engenharia Simultânea é desenvolver produtos em menor tempo, detectar falhas no início do projeto, o que implica rapidez na correção do problema e em menos custos.

Segundo Dowlatshahi (1994), as abordagens feitas em relação à Engenharia Concorrente ainda requerem mais pesquisas. Alguns softwares e tecnologias têm feitos discursos dos requisitos de informação do ambiente de Engenharia Concorrente. Os degraus

para o funcionamento do envolvimento e integração entre projeto e manufatura são principalmente determinados pela estrutura organizacional, filosofia da direção e organização cultural. A relação das abordagens feitas à engenharia concorrente é que elas se complementam naturalmente, é difícil interpretar todos os benefícios de uma abordagem que pode ser realizada sem impactos e ramificações à partir de outras abordagens que estão sendo consideradas ao mesmo tempo.

Segundo Hartley (1998), existe um certo número de diretrizes importantes, algumas referentes à direção e outras à metodologia, as mais significativas são descritas a seguir:

1. A alta direção deve outorgar sua confiança às forças-tarefas dando-lhes autonomia. Os diretores devem estar atentos para estimular e pressionar qualquer mudança que seja necessária para melhorar a eficiência da Engenharia Simultânea, assim como, apoiar qualquer investimento em treinamentos e novos equipamentos que sejam necessários. Nos painéis de notícias, devem ser colocados regularmente boletins de informação de modo que todo o pessoal tenha conhecimento das atividades relacionadas à Engenharia Simultânea. A direção deve ressaltar que agora cada ação destina-se a uma meta comum – melhorar a eficácia das atividades, o que definitivamente significa aumentar os lucros. O pessoal de todos os departamentos terá que modificar seu modo de trabalhar com os projetos de novos modelos, de modo a assimilar estes prazos mais curtos e a direção tem que se assegurar de que será capaz de realizá-los;
2. Devem ser selecionados líderes fortes e dedicados à Engenharia Simultânea para as forças-tarefas. Serão geralmente pessoas de engenharia do produto, mas algumas empresas designam como líder um diretor de projeto ou algum dos diretores funcionais. Em qualquer caso, esta pessoa é um líder entre outros. Todos os membros da força-tarefa devem ser profissionais experientes em suas especialidades;
3. É necessária uma estrutura formal para a força-tarefa, de modo que todos saibam quais são as suas funções e tarefas e possam trabalhar em conjunto; não devem permanecer nos departamentos de origem, limitando seu contato

com os demais membros do grupo quando das reuniões semanais ou mensais, como qualquer outra reunião sobre produtos;

4. Deve-se preparar um documento com metas fixadas pela força-tarefa. Os próprios membros da equipe já concordaram com estas metas, e deste modo, ficarão comprometidos em cumpri-las. Devem ser marcadas datas para revisão – em geral trimestral – e deve-se deixar com os membros da equipe o gerenciamento do projeto, sem paralisação das atividades entre estas revisões;
5. As forças-tarefas, devem manter reuniões plenárias regularmente.
6. A força-tarefa completa deve gastar um tempo considerável com os clientes. Nos casos de grandes projetos nas indústrias automobilísticas ou de fabricação de equipamentos, alguns membros podem investir um dia trabalhando na recepção de serviços de uma concessionária ou na seção de vendas. Um fabricante que tem uma estreita relação com suas concessionárias tem a oportunidade de realizar um contato direto com os clientes finais;
7. A formação é uma característica essencial da Engenharia Simultânea. Submetidas ao controle do comitê de direção deve-se configurar metodologias para as diferentes técnicas que sejam necessárias, assim como as seções de treinamento sobre: abordagem por força-tarefa, técnicas básicas como QFD, Taguchi e DFMA, necessidade de fazer as coisas certas na primeira vez, o que medir para avaliar um trabalho como correto e as diversas fases de um projeto;
8. Os engenheiros de projeto do produto devem ser informados sobre as limitações e detalhes das técnicas de produção relevantes;
9. Deve-se treinar os diretores de compras para que adotem uma visão mais ampla da relação custo/desempenho de produtos e máquinas. Necessitam saber mais sobre os processos da planta, os projetos dos fornecedores, e ter capacidade para estabelecer e manter relações de longo prazo com os fornecedores buscando, desde o princípio, benefícios mútuos;
10. Os fornecedores de máquinas e grandes componentes devem ser incorporados prontamente ao projeto;

11. Quando existem engenheiros de importantes fornecedores de componentes e sistemas envolvidos no desenvolvimento de algum grande produto, devem durante o período crítico do projeto trabalhar na seção do produto;
12. O fornecedor selecionado deve fornecer os protótipos e não uma oficina especializada em protótipos;
13. Em cada programa é necessária uma rápida verificação do projeto básico e uma genuína aprovação do conceito pelo cliente;
14. Não deve ser colocado em prática o conceito até que se tenha realizado uma análise dos processos e dos custos de produção, empregando o DFMA ou alguma outra técnica apropriada. Esta não é uma tarefa que pode ser deixada para um momento posterior do programa; se for deixada para depois, com toda certeza aparecerão sérias deficiências que causarão repercussões diretamente nos custos e índices de devoluções;
15. Deve-se destinar um orçamento para o desenvolvimento de células nas quais serão realizados ensaios de novas técnicas;
16. Um dos aspectos mais difíceis e que pode causar mais danos que qualquer outro é a mudança repentina do mercado ou dos produtos dos competidores. Deve-se estabelecer diretrizes;
17. Deve ser estimulado o trabalho em equipe, visto que este é de caráter vital para a Engenharia Simultânea; as pequenas manobras políticas devem ser desencorajadas;
18. Os diretores devem recordar diariamente que tem que estimular a mudança e substituir até o último indício os sinais do velho e deficiente modo de fazer as coisas;
19. Deve-se outorgar o máximo de ênfase ao sucesso nos negócios. Todas as ações devem ter como objetivo fazer com que o negócio tenha sucesso.

As diretrizes citadas anteriormente podem sofrer modificações conforme o ramo de atuação e das metas que se desejam alcançar. Entretanto, devem ter objetivos claros de melhoria contínua e disciplina, resultando em uma empresa fortemente consolidada no mercado e na sua competitividade. A Engenharia Simultânea, se tornará uma grande aliada.

Para Fernandes e Romeiro Filho (2003), mesmo que a Engenharia Simultânea não esteja aparentemente ligada à informatização, esta é chave importante para sua implantação, pois potencializa os efeitos de melhoria de comunicação e difusão de informações pela empresa. É correto afirmar que a implantação desta metodologia deve preceder a informatização da atividade do setor de projetos, pois a informática não trará benefícios consistentes à empresa se o processo projetual estiver calcado em uma estrutura defasada. Mais uma vez se aplica uma regra chave para os processos de informatização: o computador não resolve um problema, mas apenas acelera uma solução. Se o processo for deficiente, a informática só virá a tornar mais evidentes as falhas.

2.4.4

O futuro da Engenharia Simultânea

A Engenharia Simultânea visa alcançar todos os setores da empresa, estimular o trabalho em equipe, facilitar a comunicação e desenvolver um projeto o mais paralelamente possível. Para Hartley (1998), uma vez que a empresa adote seriamente a Engenharia Simultânea, sua cultura deve mudar e mudará, a velha estrutura de gerenciamento se mostrará inadequada em algumas áreas e as atividades-chaves estarão mais concentradas do que na situação anterior. O pessoal que trabalha em novos projetos estará mais motivado do que no passado e deste modo, os benefícios inerentes à Engenharia Simultânea se difundirão. Uma área de conflito potencial é o grau de responsabilidade outorgado à força-tarefa. Sua responsabilidade pode terminar quando é feito o primeiro trabalho na linha ou quando a taxa de produção alcança o nível planejado, ou a força-tarefa pode permanecer constituída durante toda a vida do produto. Para serem eficazes as equipes têm que seguir intactas pelo menos até que a produção alcance o seu nível normal e responsabilizar-se com o alcance do dito nível. Somente neste caso a empresa terá probabilidade de alcançar rapidamente o ponto de equilíbrio.

No futuro, existirão mais equipes que continuarão operando toda a vida do produto, de modo que possam controlar as modificações menores, os problemas de serviços e verificar continuamente os requisitos dos clientes. Para Hartley (1998), em muitas empresas as forças-tarefas passarão a constituir-se em centros de lucros com uma responsabilidade

total sobre o produto. Este, é o resultado lógico da Engenharia Simultânea e da abordagem por força-tarefa. A contribuição a curto ou a longo prazo é muito grande com a aplicação da Engenharia Simultânea, com certeza facilitará a novas mudanças, não só física da empresa como a mentalidade dos funcionários, que passarão a ter uma visão mais atenta do produto e do desenvolvimento de projetos. Indiretamente, acabam atingindo uma gama enorme de possibilidades de atuação com outros métodos e técnicas, como demonstrado na Figura 4.



Figura 4: Engenharia Simultânea integrada com outros métodos e técnicas
Fonte: O Autor

Segundo Hartley (1998), uma vez estabelecida a Engenharia Simultânea, as metas consistirão em reduzir continuamente os prazos, os custos dos produtos e os custos do ciclo de vida. Terão uma base de dados comum, os módulos de projeto automático e os bancos de dados relacionais distribuídos serão as ferramentas-chave da Engenharia Simultânea. O uso da Engenharia Simultânea como filosofia para cultivar a comunicação entre os setores e os integrantes da equipe, facilita o uso de diferentes técnicas e metodologias que contribuem no crescimento do projeto, trazendo, conhecimentos suficientes para que sejam aplicadas corretamente as ferramentas como CAD, DFA, FMEA, DFM entre outros. Esta contribuição pode ser vista na Figura 8, em que demonstra o benefício da Engenharia Simultânea na empresa. Segundo Martins e Laugeni (2002), o desenvolvimento de produtos

e processos serão trabalhados em conjunto. A Engenharia Simultânea será aplicada em larga escala, sendo vista com normalidade em todas as empresas.

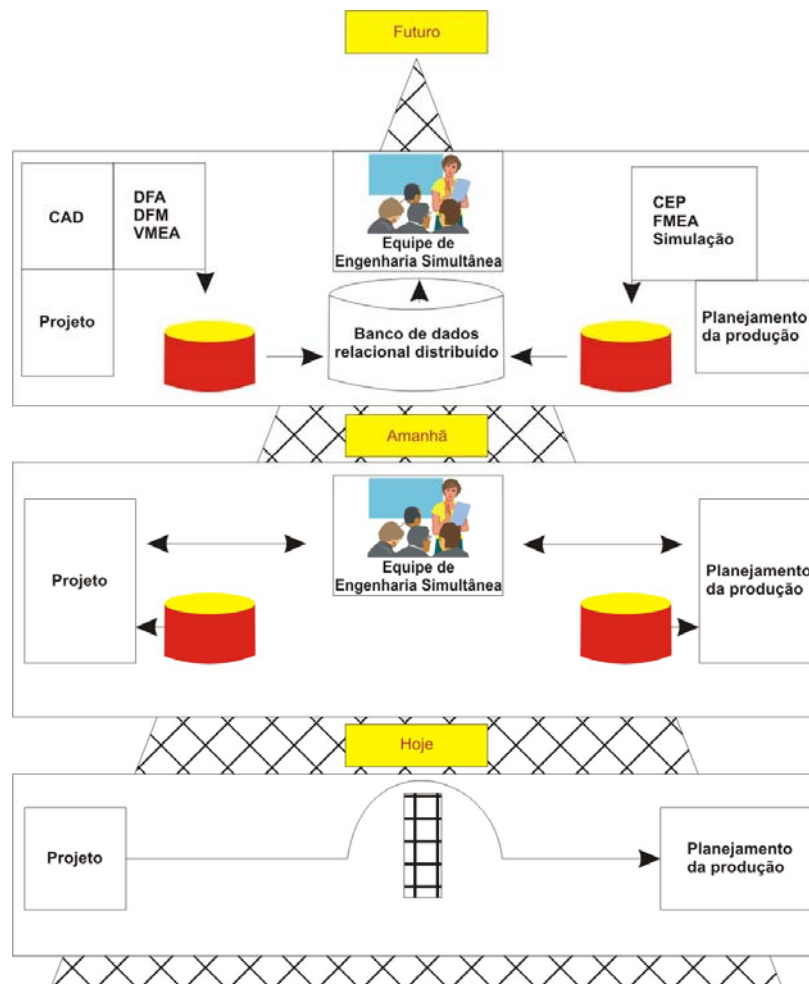


Figura 5: Contribuição da Engenharia Simultânea no futuro
Fonte: Hartley, 1998

O planejamento adequado de uma organização engloba chances de crescimento da empresa no mercado porque vai ter maior satisfação dos funcionários, clientes e fornecedores, resultante da elaboração correta do desenvolvimento dos projetos, tendo como base o mesmo banco de dados, que facilitará a comunicação.

2.4.5 Planejamento Avançado da Qualidade do Produto

É uma ferramenta utilizada principalmente no setor automobilístico para modificações e desenvolvimento de produtos segundo a Daimler Chrysler Corporation et al.

(1997). A função, consiste em planejar, realizar, estudar e agir de forma integrada, sendo este tema objeto de exploração desta pesquisa, será abordado mais profundamente no capítulo quatro.

2.4.6

Processo de Aprovação de Peça de Produção

Daimler Chrysler Corporation et al. (1997), o objetivo do Processo de Aprovação de Peça de Produção, conhecido como PPAP, é verificar se existe uma fácil leitura e entendimento, se o processo é capaz ou não de produzir produtos que suprem estas exigências em determinado tempo de produção e se toda a documentação do cliente referente a registros e especificações são compreendidos pelos fornecedores.

O PPAP, deve ser aplicado a fornecedores internos e externos de materiais a granel (somente quando exigido pelo cliente) e de produção ou peças de reposição. O fornecedor de produção de catálogo/peças para reposições deve sempre atender pelos procedimentos do PPAP.

2.4.7

Análise do Modo e Efeito de Falha do Produto/Processo

De acordo com a Daimler Chrysler Corporation et al. (1997), esta ferramenta de trabalho deve ser considerada como um documento vivo e ser modificada toda vez que o produto sofrer alteração ou reclamação por parte dos consumidores. A análise de falhas do produto visa detectar de forma mais eficaz os possíveis erros ou danos que possam ocorrer, antes mesmo da sua plena produção. Segundo Baxter (1998), a análise de falhas é um método para estimar as falhas potenciais de um produto, avaliando-se a sua importância relativa. Essa análise considera separadamente os tipos de falhas e seus efeitos sobre o consumidor, é uma maneira de tentar diagnosticar os problemas do projeto antes que agravem, através de tabelas constando o resultado dos testes e dados adquiridos. Assim, faz verificação das falhas, se é possível aperfeiçoá-la ou há necessidade de cancelá-la para as funções às quais foram destinadas. Essas falhas são avaliadas numa escala de 1 a 10: a

“ocorrência”, as “gravidades” dos defeitos e a “detecção” para correção das mesmas. A partir dessas três fases, é possível calcular o “indicador de risco” multiplicando-as.

Segundo Franceschini e Galetto (2001) o interesse no FMEA está em poder interpretar dois aspectos muito importantes: a capacidade de estimular a aplicação de melhoria contínua na concepção do projeto e, a possibilidade de documentar metodicamente a evolução do projeto. Para Franceschini e Galetto (2001) o FMEA reflete as perdas com confiabilidade, requisita a identificação específica dos modos de falha de um produto ou sistema, suas frequências e potenciais causas. É normalmente aplicado por uma equipe de trabalho interfuncional com altos conhecimentos para analisar todo o ciclo de vida do produto.

De acordo com Claymore (2003), durante o projeto do produto as avaliações da probabilidade dos modos e efeito das falhas devem estar prontos. É um documento vivo e que deve ser modificado toda vez que tiver reclamação de um cliente ou houver mudanças. Outra fase na revisão da qualidade está na avaliação da facilidade da manufatura e montagem. O processo da Engenharia Simultânea é imprescindível para otimização da relação entre a função do projeto, manufaturabilidade e montagem. A FMEA de processo deve avistar qualquer problema que possa surgir no desenvolvimento do projeto e usá-lo para identificar os obstáculos que representam cada produto.

O objetivo principal do FMEA é identificar o nível de falha do produto, avaliá-lo e indicar o risco de cada tipo de falha. Para Baxter (1998), são considerados os seguintes elementos:

- É preciso verificar se existe uma falha ou não nas suas funções;
- Tipo de falha potencial, as funções identificadas são examinadas uma a uma e para cada função, identificam-se os tipos de falhas possíveis. Um tipo de falha é descrito com duas ou três palavras, expressando o modo como a função deixaria de ser executada. As falhas são descritas em termos físicos – o que o produto “faz” ou “não faz” para falhar. Para muitas funções do produto, podem existir muitos tipos de falhas;
- Podem existir muitas causas para um tipo de falha do produto, devem ser descritas em termos físicos e de maneira resumida. Em geral, as causas das falhas em produtos são dois tipos. Primeiro, devido a produtos ou componentes fabricados ou montados

incorretamente, ou seja, fora das especificações. Segundo, as falhas podem ocorrer também nos produtos fabricados de acordo com as especificações;

- Ocorrência da falha, as diferentes possibilidades de ocorrência das falhas no produto são avaliadas em uma escala de 1 a 10, da mesma maneira que a gravidade da falha. Quando a probabilidade de falha for elevada, a nota atribuída deve ser alta, pois constitui uma debilidade maior do produto. Sempre que forem possíveis, essas ocorrências devem ser quantificadas;
- Um efeito da falha é a sua consequência, principalmente aquilo que é percebido pelo consumidor. Existem muitos efeitos possíveis de uma falha e eles podem ser classificados em uma ordem hierárquica aproximada: 1) afeta uma parte ou componente do produto (ex.: começa a vibrar); 2) afeta o produto inteiro (para de funcionar); 3) afeta o consumidor (ex.: risco de acidente ou insatisfação do consumidor); 4) o efeito vai além do consumidor (ex.: risco de incêndio, poluição atmosférica). A descrição do efeito da falha deve ser tão concisa quanto possível, embora deva apresentar informação suficiente para a avaliação de sua gravidade;
- Gravidade da falha é avaliada numa escala de 1 a 10, sendo 1 para efeitos insignificantes e 10 para efeitos desastrosos. Pode-se preparar uma escala, com descrições de falhas de diferentes gravidades. Entretanto, haverá diferenças significativas para produtos de tipos diferentes;
- Na verificação do projeto, a falha do produto pode ter diferentes significados e, o problema deve ser descoberto antes de chegar ao consumidor. Isso dá a oportunidade de corrigir o problema ou substituir o produto. A verificação do projeto tem o objetivo de identificar as falhas e as suas causas. Essa verificação pode ser feita no papel, em comparação com outros casos conhecidos ou critérios de segurança;
- Detecção da falha, avalia-se a possibilidade de detectar uma falha, em uma escala de 1 a 10. As falhas “quase certas de serem detectadas” são avaliadas em 1, e as falhas “quase impossíveis de serem detectadas” recebem avaliação 10;
- Indicador de risco, reflete o número de falhas do produto obtido através de notas dadas na gravidade da falha, na ocorrência ou detecção. Quanto maior o seu valor, mais importante será a necessidade de tomar medidas preventivas ou corretivas.

Para Smetzer (2002), o FMEA ajuda a detectar os problemas e a evitá-los, a examinar o uso de novos produtos e projetos e dos novos serviços e processos que determinam os pontos das falhas potenciais e o que seus efeitos poderiam ser –antes qualquer erro podia acontecer.

2.4.7.1

Análise do Modo e Efeito de Falha do Projeto do Produto

O FMEA do Projeto do Produto é uma ferramenta que auxilia na detecção dos modos de falhas potenciais e suas causas/mecanismos, onde os mesmos, são considerados e endereçados. Tudo deve ser avaliado, os produtos finais, subsistemas, componentes e sistemas relacionados.

Para Baxter (1998), a abordagem clássica é feita do particular para o geral, parte das falhas dos pequenos componentes do produto e procura extrapolar as suas conseqüências para o produto como um todo. Os materiais podem falhar de diversas maneiras, produzindo diferentes falhas em componentes do produto. As interações entre componentes também podem falhar de diversas maneiras. Esse tipo de análise pode levar a diversas dificuldades práticas. Em primeiro lugar, as falhas estão relacionadas com o tipo de uso do produto. Segundo, as análises podem prever determinadas falhas, mas que não terão forte impacto sobre o consumidor. Podem ocorrer, por exemplo, características do produto importantes para a montagem, mas que perdem importância quando os produtos já estiverem montados. A falha da mesma, portanto, não terá conseqüências danosas ao consumidor.

Para superar as dificuldades acima apontadas, desenvolveu-se uma metodologia de análise de falhas, que parte do geral para o particular. Ela começa com as funções valorizadas pelo consumidor. A seguir, identificam-se as falhas potenciais dessas funções, estimam-se as ocorrências e a gravidade dessas falhas. Tudo isso é convertido em um número indicador de risco, que apresenta a importância de cada tipo de falha, na percepção do consumidor. Assim, pode-se identificar os tipos de falhas esperadas para se descobrir um meio de reduzi-las, aperfeiçoando projeto do produto. A análise das falhas indica qual é o tipo do protótipo mais indicado para testar o produto, durante o seu desenvolvimento.

Segundo Daimler Chrysler Corporation et al. (1997), a FMEA de projeto dá suporte ao desenvolvimento do projeto reduzindo os riscos de falhas por:

- Auxiliar na avaliação objetiva dos requisitos do projeto e das soluções alternativas;
- Considerar os requisitos de manufatura e montagem no projeto inicial;
- Aumentar a probabilidade de que os modos de falhas potenciais e seus efeitos nos sistemas e na operação do veículo tenham sido considerados no processo de desenvolvimento/projeto;
- Proporcionar informações adicionais para ajudar no planejamento de programas de desenvolvimento e de ensaios de projeto eficientes e completos;
- Desenvolver uma lista de modos de falhas potenciais classificadas de acordo com os seus efeitos no cliente, estabelecendo assim um sistema de priorização para melhorias de projeto e ensaios de desenvolvimento;
- Proporcionar uma forma de documentação aberta para recomendar e rastrear ações de redução de risco;
- Proporcionar referências para no futuro ajudar na análise de problemas de campo, na avaliação de alterações de projeto e no desenvolvimento de projetos avançados.

O cliente para uma FMEA de projeto não é apenas o “usuário final”, mas também os engenheiros/equipes responsáveis pelo projeto de montagens de níveis superiores ou do produto final, e/ou os engenheiros responsáveis pelo processo de manufatura em atividades como manufatura, montagem e assistência técnica.

O grupo de pesquisa deve estar consciente da importância de seu empenho no projeto, qualquer atitude realizada precipitadamente afetará diretamente o sucesso ou fracasso do desenvolvimento da pesquisa.

Segundo Daimler Chrysler Corporation et al. (1997), no início do desenvolvimento da FMEA de projeto, o engenheiro responsável deve envolver direta e ativamente representantes de todas as áreas envolvidas. Por ser um documento vivo, deve ser iniciado antes ou no final da elaboração do projeto, devendo ser constantemente atualizada conforme alterações ou informações acrescentadas no desenvolvimento das fases do produto, devendo estar totalmente concluída no término do desenho e liberação para ferramentaria. A FMEA de projeto deve levar em consideração os limites físicos/técnicos para um processo de produção ou montagem, tais como: necessidade de ângulos de saída;

limitações de acabamento superficial; espaço para montagem/acesso de ferramentas; limites de endurecimento dos aços; desempenho/capabilidade do processo.

O engenheiro responsável pelo projeto tem à sua disposição uma série de documentos que serão úteis na execução de uma FMEA de projeto. A análise começa pelo desenvolvimento de uma lista do que se espera que o projeto deve fazer e o que deva fazer.

Quanto melhor a definição das características desejadas, mais fácil será identificar os modos de falha potencial para a ação corretiva. Uma FMEA de projeto deveria começar com um diagrama de blocos para o sistema, subsistema e/ou componente analisado. O diagrama de blocos também indica o fluxo de informações, energia, força, fluido, entre outros. O objetivo é indicar claramente as entradas (*inputs*), o processo desenvolvido (função) e as saída (*outputs*) dos blocos. O diagrama ilustra as relações primárias entre os itens cobertos na análise e estabelece uma ordem lógica para a análise. Cópias dos diagramas deveriam acompanhar a FMEA. A causa potencial da falha é definida como uma indicação de uma deficiência do projeto, cuja consequência é o modo de falha. Deve-se listar de forma mais completa possível, todos os mecanismos e/ou causas de falha concebíveis para cada modo de falha.

A ocorrência é a possibilidade de um mecanismo/causa específico vir a ocorrer. A probabilidade de ocorrência tem significado mais importante que apenas seu valor. A única forma de reduzir efetivamente o índice de ocorrência é a remoção ou controle de um ou mais mecanismos de falha através de uma alteração no projeto. Para Daimler Chrysler Corporation et al. (1997), na determinação da probabilidade de ocorrência, algumas questões deveriam ser consideradas:

- Qual a experiência/histórico de campo com componentes ou sistemas similares?
- O componente é proveniente ou similar ao nível anterior de componente ou subsistema?
- Qual o significado das alterações em relação a uma versão mais antiga?
- O componente é radicalmente diferente de um componente de um nível anterior?
- O componente é completamente novo?
- A aplicação do componente mudou?
- Quais as modificações no meio ambiente?

- Foi utilizada uma análise de engenharia para estimar a taxa de ocorrência comparável esperada para a aplicação?

Após a ação corretiva ter sido identificada, deve-se estimar e registrar os índices resultantes de severidade, ocorrência e detecção, calcular e registrar o NPR (Número Prioridade de Risco) resultante. Se ações não forem tomadas, convém deixar o NPR resultante e as correspondentes colunas nos índices em branco. O engenheiro responsável pelo projeto deve assegurar que todas as ações recomendadas foram executadas.

A FMEA é um documento dinâmico que deve sempre refletir o último nível de alteração de engenharia, bem como as últimas ações implementadas, incluindo aquelas realizadas após o início da produção. O engenheiro responsável pelo projeto tem várias formas de assegurar que as deficiências foram identificadas e as ações recomendadas foram implementadas, o qual, incluem: garantia que os requisitos do projeto foram cumpridos, análise crítica da documentação de engenharia (desenhos e especificações), confirmação da incorporação das modificações à documentação de montagem/manufatura, análise dos FMEAs de processo e planos de controle, entre outros.

2.4.7.2

Análise do Modo e Efeito de Falha do Processo do Produto

A FMEA de Processo do Produto é uma ferramenta que auxilia o engenheiro ou o grupo responsável a ter certeza que os modos de falha potenciais e suas causas/mecanismos foram avaliados. Como a FMEA é um resumo avaliativo do desenvolvimento do processo, a equipe adquire com o tempo experiência e relatos dos problemas ocorridos. Isto, torna-se um documento vivo que ajudará no planejamento dos próximos trabalhos.

Segundo Daimler Chrysler Corporation et al. (1997), a FMEA de processo:

- Identifica os modos de falhas potenciais do processo relacionado ao produto;
- Avalia os efeitos potenciais da falha no cliente;
- Identifica as causas potenciais de falhas do processo de manufatura ou montagem e as variáveis que deverão ser controladas para redução da ocorrência ou melhoria da eficácia da detecção das falhas;

- Classifica modos de falhas potenciais, estabelecendo assim um sistema de priorização para a tomada das ações corretivas;
- Documenta os resultados do processo de manufatura ou montagem.

A FMEA de processo assume que o produto, da forma como foi projetado, irá atender ao objetivo do projeto. A FMEA de processo não deve contar com as alterações de projeto do produto para atenuar deficiências do processo. O planejamento do processo de manufatura ou montagem leva em consideração as características de projeto do produto de forma assegurar que, na extensão possível, o produto resultante atenda às necessidades e expectativas do cliente.

A visão do cliente em relação ao FMEA, está associada, normalmente, à satisfação com o produto. Segundo a Daimler Chrysler Corporation et al. (1997), a definição de CLIENTE para uma FMEA de processo pode ser o USUÁRIO FINAL do produto, uma operação subsequente do processo de manufatura, uma operação, uma montagem ou uma operação de assistência técnica. Um programa FMEA totalmente implementada requer uma FMEA de processo para todas as peças/processos novas, alteradas e existentes que serão utilizadas em novas aplicações ou ambientes. É iniciada por um engenheiro do departamento responsável pela engenharia de processo.

Na formação do grupo de trabalho, convém o líder da equipe envolver os participantes e, tentar abstrair o máximo de cada um e das áreas envolvidas. Segundo a Daimler Chrysler Corporation et al. (1997), estas áreas deveriam incluir: montagem, manufatura, materiais, qualidade, assistência técnica e fornecedores, assim como, a área responsável pela próxima operação, entre outros.

A FMEA deveria ser um catalisador para estimular as trocas de idéias entre os departamentos envolvidos, promovendo desta forma uma abordagem de equipe. A FMEA de processo é um documento vivo que deveria ser iniciado antes ou durante o estágio de viabilidade, antes do desenvolvimento das ferramentas para a produção e levar em consideração todas as operações do processo. É fundamental que as revisões e análises críticas sejam realizadas nos estágios iniciais de planejamento do processo a fim de prever, eliminar e monitorar modos de falhas potenciais dos processos revisados ou novos.

O ideal, é iniciar um projeto que compatibilize os riscos do processo vinculado a cada operação ou fase executada. Para a Daimler Chrysler Corporation et al. (1997), deve ser incluído, se disponível, a identificação dos efeitos no produto pela FMEA de projeto correspondente. Cópias do fluxograma/avaliação de risco utilizados na execução da FMEA devem acompanhar a mesma. O modo de falha potencial é definido como a maneira pela qual o processo falharia em atender aos requisitos do processo/projeto. É, a descrição de uma não-conformidade nesta operação específica, que pode ser associada com o modo potencial de falha de uma operação subsequente (*output* da operação) ou ao efeito associado a uma falha potencial de uma operação anterior (*input* da operação) – interfaces do processo.

Entretanto na preparação da FMEA, deve-se assumir que os materiais/peças vindos de operações anteriores estão corretos. O engenheiro de processo/equipe deve ser capaz de responder as seguintes questões: como o processo/peça poderia falhar em atender as especificações?; além das especificações de engenharia, o que um cliente (usuário final, operações subsequentes, ou assistência técnica) considera como falha?

O objetivo de qualquer ação recomendada é reduzir o índice de ocorrência, de severidade, e/ou de detecção. Em todos os casos em que o efeito de um modo de falha potencial representar perigo para o operador, ações corretivas deveriam ser tomadas para prevenir este modo de falha através do controle ou eliminação das causas, ou deveria ser especificada proteção adequada para o operador.

Uma FMEA de processo bem planejada e bem desenvolvida será de pequeno valor sem que as ações corretivas efetivas e positivas sejam implementadas. É de responsabilidade de todas as áreas afetadas implementar programas de acompanhamento efetivos para contemplar todas as recomendações.

Daimler Chrysler Corporation et al. (1997), as seguintes ações devem ser consideradas: para reduzir a probabilidade de ocorrência, são recomendadas revisões do projeto/processo. Podem ser realizados estudos estatísticos para a obtenção de informações importantes para a prevenção de defeitos e melhoria contínua do processo; a única forma de se conseguir uma redução no índice de severidade é alternando o projeto e/ou processo; para aumentar a probabilidade de detecção devem ser implementadas revisões no processo e/ou projeto. Geralmente, as melhorias dos meios de controle somente agregam custos ao

produto e é ineficaz na melhoria de qualidade do processo. O aumento das frequências de inspeção só devem ser utilizadas como uma ação temporária, sendo necessárias ações corretivas permanentes.

Concluindo este capítulo para maior entendimento do leitor, foram abordados tópicos dando seqüência sobre a evolução do setor automobilístico com fases determinantes na sua progressão. Relata as transformações ocorridas no mercado e que favoreceram o aperfeiçoamento das estratégias do método de produção, a inovação, as vantagens de se adotar determinadas estratégias, seja através da aplicação da criatividade ou de métodos e técnicas que contribuam com este crescimento como a Engenharia Simultânea, PPAP, FMEA, CAD, QFD, entre outros benefícios que possam ser considerados relevantes para se destacar comercialmente.

3

Metodologias Científicas para Análise da Pesquisa

3.1

Emprego das metodologias

Metodologias de pesquisa são fortes aliadas no desenvolvimento dos projetos, ajudam a formular e conduzir o trabalho tornando mais fácil a aplicação dos dados coletados e dos objetivos que se desejam alcançar.

Segundo Thiollent (1996), a metodologia é entendida como disciplina que se relaciona com a epistemologia ou filosofia da ciência. Ao nível mais aplicado, a metodologia lida com a avaliação de técnicas de pesquisa e com a geração ou a experimentação de novos métodos, é considerada como modo de conduzir a pesquisa.

Neste sentido, a metodologia pode ser vista como conhecimento geral e habilidades que são necessárias ao pesquisador para se orientar no processo de investigação, tomar decisões oportunas, selecionar conceitos, hipóteses, técnicas e dados adequados. Associado à prática da pesquisa, o estudo da metodologia exerce uma importante função de ordem pedagógica, isto é, a formação do estado de espírito e dos hábitos correspondentes ao ideal da pesquisa. O papel da teoria consiste em gerar idéias ou diretrizes para orientar a pesquisa e as interpretações.

No plano da organização prática da pesquisa os investigadores devem ficar atentos para que a discussão teórica não desestime e não afete os participantes que não dispõem deste tipo de formação. Se, no âmbito investigativo o pesquisador necessita de alguns critérios para obter sucesso, a função produção não foge às regras, é preciso estabelecer metas e objetivos através de um cronograma, indicando todas as etapas a serem percorridas.

Segundo Demo (1987), metodologia é uma preocupação instrumental. Trata das formas de se fazer ciência, cuida dos procedimentos, das ferramentas, dos caminhos. A finalidade da ciência é tratar a realidade teórica e prática. Para se atingir tal finalidade, colocam-se vários caminhos, a metodologia é somente a direção para se chegar lá. Se, a pessoa tiver um conhecimento teórico e informações suficientes de como fazer coleta de

dados, análises comparativas, relatórios, entre outros, na prática, este indivíduo poderá conduzir sua pesquisa a resultados mais satisfatórios e com maiores chances de êxito.

Existe um grande número de métodos e técnicas disponíveis na literatura, é preciso pesquisar todas as possibilidades para assim, selecionar a mais adequada ao projeto de pesquisa.

Segundo Thiollent (1996), na pesquisa-ação os pesquisadores desempenham um papel ativo no equacionamento dos problemas encontrados, no acompanhamento e na avaliação das ações desencadeadas em função dos problemas. Sem dúvida, a pesquisa-ação exige uma estrutura de relação entre pesquisadores e pessoas da situação investigada que seja de tipo participativo. Querem pesquisas nas quais as pessoas implicadas tenham algo a “dizer” e a “fazer”, não se trata de simples levantamento de dados ou de relatórios a serem arquivados. Essa metodologia é enriquecedora pelo fato da participação integral do pesquisador tanto na teoria e coleta de informações como na prática, vivenciando as causas do problema atual.

A utilização de métodos no desenvolvimento de projetos e pesquisas científicas são instrumentos auxiliares na viabilização de determinados resultados como: ensino, descoberta, aprendizado, invenção e investigação. Segundo Oliveira (1999), há uma gama enorme de métodos que podem ser adotados, exemplos como os descritos a seguir:

- método indutivo: possibilita o desenvolvimento de enunciados gerais sobre as observações acumuladas de casos específicos ou proposições que possam ter validades universais;
- método dedutivo: procura transformar enunciados complexos e universais em particulares. A conclusão sempre resultará em uma ou várias premissas, fundamentando-se no raciocínio dedutivo;
- método cartesiano: tendo como ponto de partida a universalidade da razão;
- método dialético: significa debate, forma de discutir;
- método de transferência por analogia: um fenômeno é examinado com as considerações e do ponto de vista de um fenômeno diferente;
- método da prolongação: certas limitações são impostas para que elas possam ser excedidas, levando as novas limitações, e assim por diante;

- método da dicotomia: defrontando determinado problema, nos perguntamos uma série de questões que podem ser respondidas com um sim ou não;
- método morfológico: determinação de grupos de elementos que podem ser parte de um conceito morfológico ou de uma máquina;
- método de pesquisa experimental: faz o teste das hipóteses através de um experimento controlado em laboratório ou no próprio campo, há total intervenção do pesquisador;
- método *survey*: tem por objetivo a coleta de dados por entrevistas ou questionários, não há intervenção do pesquisador, é utilizado em diversos tipos de pesquisa;
- método de pesquisa participante: dá-se a abordagem principal através do qualitativo, da observação direta e entrevistas;
- entre outros.

Para Oliveira (1999), a metodologia de pesquisa deve possuir um estudo descritivo dos aspectos gerais e amplos do contexto a ser verificado e as abordagens podem ser de natureza qualitativa ou quantitativa. Esta, visa quantificar opiniões, as formas de coleta de informações, assim como o emprego de recursos e técnicas estatísticas desde a mais simples, como percentagem, média, moda, mediana e desvio padrão, até as de uso mais complexas, como coeficiente de correlação, entre outras, normalmente utilizado em defesas de teses.

A abordagem qualitativa difere da quantitativa pelo fato de não empregar dados estatísticos como centro do processo de análise de um problema. Há vários tipos de pesquisas para obtenção de dados, como: pesquisa bibliográfica; levantamento documental; pesquisa teórica, aplicada e de campo; pesquisa de motivação e atitudes; pesquisa sobre propaganda; pesquisa de produto; pesquisa sobre vendas; pesquisa de mercado; pesquisa descritiva; pesquisa exploratória. Os métodos de pesquisa são mais restritos, porém, são fundamentais para dar embasamento à produção científica, para direcionar e estruturar o trabalho.

3.2

Metodologias mais empregadas em Engenharia de Produção

Dependendo das pesquisas científicas a serem trabalhadas, a probabilidade de usar determinada técnica ou método pode variar de acordo com área de atuação. Segundo Nakano e Fleury (1996) na Engenharia de Produção utilizam-se amplamente os métodos de pesquisa quantitativos, principalmente nos estudos organizacionais. Entretanto convém relacionar os principais métodos de pesquisa usados na Engenharia de Produção, conforme ilustrado na Quadro 2.

Métodos de pesquisa	Abordagem principal	Instrumentos
Experimental	Qualitativo	Experimentos
Survey	Quantitativo	Questionários
Estudo de Caso	Qualitativo	Entrevistas e outras fontes
Pesquisa-participante	Qualitativo	Observação direta
Pesquisa-ação	Qualitativo	Observação e participação direta

Quadro 2: Resultado de pesquisa da EPUSP
Fonte: Nakano e Fleury, 1996

Em uma primeira fase foram feitas as observações em relação aos principais métodos, abordagens e instrumentos usados na Engenharia de Produção e, numa segunda fase foram relatados a porcentagem da aplicação dos métodos conforme descritos no próximo parágrafo.

Estudos feitos por Berto e Nakano (1998), mostraram que os métodos de pesquisa mais utilizados na área de Engenharia de Produção em teses e dissertações defendidas na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo- USP, de julho de 1990 e junho de 1997, foram:

De teses (doutorados) defendidas, observaram:

- Teórico-conceitual: 15 ocorrências (19,2%);
- Estudo de caso: 5 ocorrências (6,4%);
- Survey: 8 ocorrências (10,3%);
- Pesquisa-ação: 1 ocorrência (1,3%).

Das dissertações (mestrado) defendidas, verificaram:

- Teórico-conceitual: 32 ocorrências (41,0%);
- Estudo de caso: 10 ocorrências (12,8%);
- Survey: 8 ocorrências (10,3%);
- Pesquisa-ação: 1 ocorrência (1,3%).

Observando os resultados, se identifica a variedade de métodos de pesquisa aplicados na área de engenharia. Contudo, para haver um crescimento do projeto é preciso distinguir o foco do trabalho e dos objetivos que se deseja alcançar, juntamente com a abordagem mais apropriada e os instrumentos para a coleta de dados.

3.3

Contribuição no uso de metodologias e técnicas no desenvolvimento de pesquisas

Uma das maiores contribuições fornecidas pelo uso de metodologias, é poder verificar que a partir da sua aplicação houve melhoras significativas no trabalho. De acordo com Baxter (1998), os melhores designers do futuro serão multifuncionais e se sentirão a vontade discutindo pesquisa de mercado, fazendo um rendering a cores de um novo produto ou selecionando o tipo de material que deve ser utilizado no produto. O fato mais importante é ter conhecimentos básicos e metodológicos para desenvolvimento de novos produtos, para coordenar as atividades de projeto. Os conhecimentos específicos poderão ser obtidos com outros profissionais dentro da própria empresa ou consultores externos.

O designer, capaz de usar os métodos básicos nas áreas de marketing, engenharia e desenho industrial, poderá contribuir com uma visão em nível global sobre os processos de desenvolvimento de novos produtos.

A fixação de metas na criação de produtos será útil a partir do momento que for acompanhada dos procedimentos para verificar se essas metas serão atingidas, podendo ser alcançadas em duas etapas. Primeira, pensando-se em todas as alternativas possíveis para se alcançar essas metas. Segunda, selecionando a melhor dessas alternativas.

Conforme descrição de Baxter (1998), os produtos que começam com uma boa especificação, discutida e acordada entre todas as pessoas que tomam decisões na empresa e cujos estágios iniciais de desenvolvimento sejam bem acompanhados, têm três vezes mais chances de sucesso, do que aqueles com especificações vagas ou acompanhamentos iniciais mal feitos.

3.4

Método Estudo de Caso

A importância do emprego de metodologias de projeto para o desenvolvimento de produtos possibilita um estudo descritivo dos aspectos gerais do contexto a serem analisados e as abordagens que devem ser motivadas nas atividades do projeto.

Nesta pesquisa foi utilizada a teoria do Estudo de Caso, onde será descrita em detalhes como foi empregada no capítulo 5, que segundo Chizzotti (2003) pode ser composta por três fases: **seleção e delimitação do caso:** deve ser realizada uma seleção do tema de estudo que será abordado e de fato, mereça a investigação; **o trabalho de campo:** refere-se às informações coletadas podendo ser realizadas por entrevistas, documentos, entre outros, para reunir e organizar um conjunto comprobatório de informações; a **organização e redação do relatório:** os documentos, textos, notas, entre outros, devem ser arquivados para que sejam comprovadas as descrições do estudo de caso. A forma de escrever o relatório pode ser no modo narrativo, analítico, ser ilustrado, filmado, fotografado ou representado. A finalidade principal da pesquisa é apresentar os aspectos relevantes que fazem parte do problema.

Para Yin (2001), cada estratégia apresenta vantagens e desvantagens próprias, em geral, os estudos de caso representam a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo “como” e “por que”, em que o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real. Dependerá basicamente de três condições: o tipo de questão da pesquisa; o controle que o pesquisador possui sobre os eventos comportamentais efetivos; o foco em fenômenos históricos, em oposição a fenômenos contemporâneos.

Para Yin (2001), o Estudo de Caso contribui de forma grandiosa para a compreensão que se têm dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais e políticos. O pesquisador de Estudo de Caso deve maximizar quatro aspectos da qualidade de qualquer projeto:

- **validade do constructo:** estabelecer medidas operacionais corretas para os conceitos que estão sob estudo;
- **validade interna:** para estudos causais ou explanatórios; visa estabelecer uma relação causal, onde são mostradas certas condições que levem a outras condições;
- **validade externa:** visa estabelecer domínio ao qual as descobertas de um estudo podem ser generalizadas;
- **confiabilidade:** visa demonstrar que as operações de um estudo, podem ser repetidas, apresentando os mesmos resultados.

Ainda Yin (2001), considera importante cinco componentes de um projeto de pesquisa: as questões de um estudo; suas proposições, se houver; suas unidades de análise; a lógica que une os dados às proposições e os critérios para se interpretar as descobertas. Um bom pesquisador de estudo de caso deve se esforçar para desenvolver essa estrutura teórica, não importando se o estudo tenha de ser explanatório, descritivo ou exploratório. Independente de qual estratégia ser abordada, todas tem a sua contribuição.

Os estudos de caso, em geral são usados para vivenciar um momento atual e vem sendo muito avaliada e empregada cada vez mais, devido ao poder de superação dos obstáculos e o modo como a teoria é aplicada na coleta de dados, na definição do projeto da pesquisa e nos seus resultados. Para Gil (2002) na aplicação de um estudo de caso algumas etapas devem ser seguidas:

- **formulação do problema:** não é fácil de se realizar, pois sendo a fase inicial requer pesquisa e reflexão profunda das várias fontes bibliográficas;
- **definição da unidade-caso:** refere-se a um indivíduo que está num determinado contexto. Contudo o conceito unidade-caso ampliou-se para uma família, grupo social, organização, uma comunidade, nação ou uma cultura inteira;
- **determinação do número de casos:** pode existir um único ou múltiplos casos;
- **elaboração do protocolo:** é importante por conter a coleta de dados e definir como será realizada a sua aplicação sendo considerada uma eficiente forma de melhorar a confiabilidade do estudo de caso;
- **coleta de dados:** é considerada no Estudo de Caso a mais completa de todos os delineamentos, pois utiliza entrevistas, documentos e outros meios para adquirir as informações desejadas referente ao assunto em questão;
- **avaliação e análise dos dados:** por permitir várias fontes para coleta das informações pode-se encontrar dificuldades para a realização da análise e interpretação, é aconselhável estar atento à preservação dos dados colhidos.
- **Preparação do relatório:** pela flexibilidade considerada do Estudo de Caso em relação aos outros modelos de pesquisa, a forma de redigir o relatório também é menos formal, podendo ser estruturado de diversas maneiras.

A partir da base estrutural adquirida pelo emprego do método Estudo de Caso, foi possível conhecer melhor o cronograma das etapas percorridas pelo Planejamento Avançado da Qualidade do Produto e as principais técnicas auxiliaadoras na sua evolução, fornecendo diretrizes para a aplicação do projeto em vigor, que será abordado no capítulo 4.

4

Planejamento Avançado da Qualidade do Produto

Este capítulo, visa analisar a aplicação do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP) em um projeto, mostrando as diretrizes que devem ser percorridas para que cada etapa seja realizada com eficiência. Aborda as vantagens de se utilizar determinadas técnicas ou métodos para facilitar mais rapidamente o alcance das metas e objetivos traçados. É descrito no decorrer do capítulo diversas opiniões em relação a metodologia APQP, as fases, os benefícios do modo de aplicação desta filosofia, entre outros. Finalizando a discussão com o uso do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto em um ambiente de Engenharia Simultânea.

4.1

A utilização do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto

O Planejamento Avançado da Qualidade do Produto é uma forma de trabalho que foi desenvolvida pela Chrysler, Ford e General Motors para auxiliar as atividades relacionadas ao sistema de qualidade das montadoras, a comunicação entre os setores, clientes e fornecedores, dando apoio ao desenvolvimento do projeto de produtos durante o seu ciclo de vida. Para Larry (2000) o APQP pode ajudar os fornecedores automotivos na busca para eliminar os erros encontrados por engano, sem mesmo ter criado um sistema para isto.

Segundo a Daimler Chrysler Corporation et al. (1997), esta forma de trabalho, consiste em: **planejar** (seria a parte de desenvolvimento de tecnologias e o conceito mais indicado para uma estratégia eficaz); **realizar** (seria a parte de desenvolvimento do produto/processo e análise do protótipo); **estudar** (seria a parte de confirmação do produto e validação para fabricação); **agir** (seria a melhoria contínua, ou seja, treinamento de pessoal, prêmios, constante aperfeiçoamento dos setores, profissionais, entre outros). Garantindo assim, que as fases sejam realizadas nos prazos determinados, assegurando maior satisfação do cliente.

Segundo a Quality Associates International Incorporation (2003), o Planejamento Avançado da Qualidade do Produto é um processo estrutural que define importantes características do projeto do produto de acordo com os regulamentos requisitados para atingir a satisfação dos clientes. Incluem os métodos e controles (medições, testes, entre outros), para serem utilizados no desenvolvimento de produtos específicos ou famílias de

produtos (partes, materiais, papel, etc). O Planejamento da Qualidade incorpora os conceitos de prevenção dos defeitos e aperfeiçoamento contínuo. Seus principais componentes considerados são: a integração com o ciclo de desenvolvimento produto; a gestão do Programa; união das ferramentas de qualidade; a necessidade dos clientes; aplicação do FMEA; o plano de controle; verificação do desenvolvimento e a confiança. De acordo com Larry (2000) o APQP pode ser usado para melhorar o projeto na construção e embarco do produto. A chave está no input pessoal de vários departamentos como o design, produção, transporte, entre outros, garantindo por todo o tempo o seu processo. Dentro das cinco fases do APQP, talvez o aspecto mais importante está exatamente na ênfase do processo do FMEA, ambos nos estágios do projeto e processo. Pelos dados históricos e brainstorming de novas possibilidades, problemas potenciais podem ser encontrados antes de se iniciar a produção.

Segundo Soft Expert (2003) e Claymore (2003) o Planejamento Avançado da Qualidade do Produto é um método estrutural de definição e determinação das fases necessárias para consolidação dos produtos ou a satisfação dos clientes pelos serviços prestados. A meta deste planejamento é facilitar a comunicação entre os setores envolvidos, para garantir que todas as fases sejam completadas no prazo estipulado. Alguns dos seus principais benefícios são: gerenciar os recursos para satisfazer os clientes; estimular mais rapidamente a identificação da necessidade das mudanças; evitar mudanças tardias e fornecer uma qualidade do produto no tempo correto a um custo baixo.

Para Claymore (2003), a primeira etapa do APQP refere-se ao planejamento do produto e processo de validação e a última etapa, é considerada como a evolução e finalização do produto onde podem ser usados para determinar se os clientes estão satisfeitos e começar o processo de melhoria contínua, através da retroalimentação e ação corretiva. Na fase inicial do lançamento de um novo produto, está na organização de uma equipe para definir as oportunidades do programa que são imprescindíveis. A oportunidade do novo programa pode incluir o que os clientes desejam, custos iniciais e determinar o tempo para alcance das metas, sendo identificados como a “voz do cliente”, podendo incluir as reclamações ou recomendações. Vários indivíduos podem participar da pesquisa de mercado, podendo ser realizadas através de entrevistas, questionários, observação, estudos da qualidade e confiança dos concorrentes ou outros tipos de testes de mercado.

Ainda para Claymore (2003), o primeiro passo da estimativa preliminar do processo é desenvolver um fluxograma usando os requisitos dos materiais para antecipar qualquer problema no início do plano da manufatura. Não deve terminar com o processo de validação e instalação. Estas são as chaves principais que devem ser continuadas para assegurar a revisão da qualidade do produto e para manter-se na frente dos concorrentes. De acordo com Larry (2000) o APQP é um programa que inclui estímulo para realizar mudanças somente usando autorizações para acessar as informações. Muitos deles têm somente lido as capacidades que certos grupos possam atingir, como exemplo, trabalhos de chão de fábrica e clientes. O interessante do APQP é a exigência da revisão de outros documentos e métodos alertando também os clientes.

Para a prática deste método é necessário preparar os mecanismos para que funcionem da forma mais correta possível. Primeiramente, é preciso designar um líder que organize uma equipe multifuncional e distribua responsabilidades aos participantes podendo ser das áreas de Engenharia de Produto, Engenharia de Processo, Qualidade, Compras, Logística, Vendas, Produção, Custos, Recursos Humanos, Clientes e subcontratados quando houver necessidade.

Para a Soft Expert (2003) o setor de Indústria Automotiva e outros, encontraram no Planejamento Avançado da Qualidade do Produto um método de automatizar a direção do desenvolvimento e mudanças nos processos de seus produtos, incluindo a determinação das necessidades dos clientes, o planejamento e controle das atividades requisitadas no projeto. Segundo Munro (2002), uma das chaves do APQP está no desenvolvimento eficaz dos times de trabalho e no envolvimento com os fornecedores.

De acordo com a RHS Solution (2003) o Planejamento Avançado da Qualidade do Produto economiza tempo e dinheiro, evita problemas encontrados através da aplicação das técnicas do planejamento da qualidade baseados nas regras criadas pela Ford, Daimler Chrysler e General Motors.

Para Munro (2002) o APQP e PPAP são os principais componentes necessários para assegurar o marketing da organização e marcar a imagem, ficando à frente dos competidores. Eles são a fundação para qualquer realização contínua de melhorias rápidas, mais eficazes e econômicos.

Segundo a Daimler Crysler Corporation et al. (1997), para dar continuidade ao projeto é necessário definir os objetivos, ter uma equipe responsável e cumprir alguns requisitos, como identificar as tarefas de cada setor; definir os clientes internos e externos; analisar os requisitos dos clientes; definir se necessário, as disciplinas e pessoas/subcontratados que participarão da equipe; verificar as expectativas do cliente; observar se o projeto proposto é viável ou não; analisar os custos, cronograma e as suas restrições; discriminar os recursos exigidos pelo cliente e classificar o modo como será documentado o processo.

O projeto deve ser realizado através da comunicação entre equipes, dos clientes e fornecedores, havendo treinamentos que envolvam todos. Os diversos pontos estratégicos e as possibilidades para alcance dos objetivos, devem ser frisadas e transmitidas aos integrantes da equipe. É obrigação do fornecedor estabelecer uma equipe multifuncional no projeto do produto, sendo que devem esperar o mesmo empenho de seus subcontratados.

Segundo a Daimler Crysler Corporation et al. (1997) os Planos de Controle são descrições dos sistemas para controlar peças e processos. Devem cobrir três fases específicas:

- **protótipo** (descrição de todas as etapas e testes realizados na sua construção);
- **pré-lançamento** (descrição dos testes funcionais, dimensionais, desempenho do protótipo pronto e antes do início da sua produção);
- **produção** (descrição documentada de todas as características do produto e seu processo de fabricação, assim como, os testes e medidas avaliativas que serão adotadas na sua fabricação em série).

Na resolução dos problemas, convém documentar todos os atos positivos e negativos encontrados no projeto do produto ou do processo em uma matriz com referências sobre as responsabilidades e cronograma de resolução. Os métodos disciplinados devem ser usados somente quando necessário.

Na realização das atividades algumas fases devem ser incluídas e seguidas no planejamento do projeto. A Inquiry System (2003), refere-se ao Planejamento Avançado da Qualidade do Produto como uma estrutura metodológica adotada por um grupo em ação que deve definir as principais fases necessárias para o andamento do projeto e assegurar

que o produto satisfará as expectativas dos consumidores. A implementação eficaz do APQP é essencial para a reduzir o tempo de fabricação dos produtos ou na mudança dos existentes, minimizar os problemas durante o lançamento, implementar a equipe e direcionar os times.

As principais fases do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto consideradas pela Inquiry System (2003), são: definição do programa, projeto e desenvolvimento do produto, processo de validação, aplicação do PPAP (Processo de Aprovação de Peça de Produção), avaliação e ação corretiva.

Para realizar a identificação e planejamento das atividades é preciso primeiramente, definir as metas, a equipe, realizar o fluxograma e identificar o produto e processo, garantindo o plano de qualidade.

Para determinar os principais outputs do **projeto de produto** é preciso considerar o FMEA de projeto; a manufatura do projeto; parte de validação; plano de controle do protótipo; esboços e desenhos da engenharia e finalização do projeto.

Para caracterizar os principais outputs do **projeto do processo** é necessário priorizar os equipamentos, os custos e perdas, as medições e serviços necessários; os processos e características do produto e a viabilização da equipe.

Para Daimler Crysler Corporation et al. (1997) as principais fases do Projeto do Processo, são: padrões de embalagem (importante por assegurar a proteção do produto até o momento da sua utilização); chão de fábrica; processo do fluxograma (inputs e outputs); características do produto e processo; FMEA; pré-lançamento do plano de controle; instrução de operação; validação da análise dos sistemas de medições; análise da capacidade, revisão do processo e avaliação da viabilidade da equipe. Em relação aos itens referentes à validação, devem ser considerados a análise do período de produção, análise das capacidades, Processo de Aprovação de Peça de Produção (PPAP), avaliação e testes do produto, otimização do processo, plano de controle da produção e finalização do projeto.

De acordo com a Daimler Crysler Corporation et al. (1997) as maiores contribuições nas análises das metas do processo do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto além das já descritas anteriormente, são: fazer a validação do planejamento durante a

implementação, reduzir os custos através da detecção dos problemas, avaliar a resistência do produto e processo.

A Daimler Chrysler Corporation et al. (1997) indica ser necessário percorrer cinco fases no cronograma do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto, conforme descritas na Tabela 3. Cada fase discrimina determinadas tarefas, estas, serão mais exploradas no decorrer do capítulo.

F A S E S	CONCEITOS	
	1	Vem o conceito do produto, onde é preciso planejar e definir o programa para a sua aprovação
	2	Com a sua aprovação é realizado o protótipo e segue-se a verificação do projeto e desenvolvimento do processo
	3	Com a sua aprovação é realizado o protótipo e segue-se a verificação do projeto e desenvolvimento do produto
	4	São feitas as validações do produto e do processo e desenvolvimento do piloto
	5	Na produção, é feita análise da retroalimentação e ação corretiva

Tabela 3: Fases e conceitos do método APQP
Fonte: O autor

No cronograma de planejamento da qualidade do produto as entradas e saídas de cada fase, devem ser descritas pela equipe, sendo que cada etapa percorrida (saídas), servirá de base para a passagem da próxima etapa em ordem numérica crescente, conforme ilustrado na Figura 6. Tornando-se um módulo cíclico de trabalho.



Figura 6: Etapas percorridas no Planejamento Avançado da Qualidade do Produto
Fonte: O Autor

Segundo a Daimler Chrysler Corporation et al. (1997) o cronograma completo do APQP (Anexo II) considera as principais entradas e saídas da Fase 1, pelo ato de Planejar e Definir o Programa. As entradas (inputs) são: as principais considerações feitas pelo cliente; pesquisa de mercado (entrevistas, questionários, testes, relatórios, estudo de qualidade e confiabilidade do produto, análise dos fatos positivos e negativos que ocorreram); dados históricos de garantia e qualidade (relatórios das atividades que deram errado, dados referentes a garantias, índice de capacidades, dados referentes aos fornecedores e a resoluções dos problemas, expectativas dos clientes, observações referentes ao retorno de produtos); vivência da equipe com outros trabalhos (pode ser utilizada qualquer tipo de informação que contribua para o planejamento); atuação estratégica do marketing (definição dos clientes, dos objetivos, dos principais pontos de

vendas e concorrentes); relação de Benchmark (são os pontos de referência que irão fornecer os inputs para estabelecer os objetivos de desempenho do produto e processo); as premissas do produto e processo (caracteriza-se pelas inovações técnicas/materiais, análise da confiabilidade e tecnologias avançadas); a análise da confiabilidade do produto; as entradas (inputs) nesta fase, servem como base para verificação de satisfação do cliente.

O cliente é o principal fator determinador de qualquer planejamento onde inclui reclamações, recomendações, dados e informações. É fundamental a participação da gerência nas reuniões, assegurando o fluxo do programa.

Na **Fase 2**, chamada de Projeto e Desenvolvimento do Produto, são questionados os elementos do processo de planejamento sendo que as evidências do projeto são realizadas perto da fase finalizadora. A equipe de planejamento da qualidade do produto deve considerar todos os fatores do projeto. O protótipo é considerado como medidor do alcance de seus objetivos, é a voz do cliente. Então, é nesta etapa que serão feitas análises mais profundas e críticas para a detecção dos problemas que podem surgir na manufatura. As entradas (*inputs*), provenientes das saídas (*outputs*) da fase 1, são: os objetivos do desenvolvimento do projeto; os pontos a serem atingidos em relação à qualidade e confiabilidade; a lista dos materiais a serem utilizados, assim como, o processo de manufatura; o fluxograma do processo (descrições da manufatura, lista dos materiais e premissas do produto e processo); os dados principais das características especiais do produto e do processo (neste item, é desenvolvida lista preliminar das características do produto/processo identificadas pelo cliente em adição às reconhecidas pelo fornecedor); o plano de garantia do produto (refere-se às metas e objetivos do projeto, tornando-se nos requisitos dos clientes) e suporte da gerência (fundamental para o sucesso do programa).

A **Fase 3**, chamada de Projeto e Desenvolvimento do Processo, é onde são verificadas as principais características para desenvolvimento da produção, plano de controle e fator qualidade. As entradas (*inputs*) provenientes das saídas (*outputs*) da fase 2, são: a aplicação do FMEA de projeto (documento que avalia as falhas que podem ocorrer); o estudo de viabilização da manufatura e montagem (ideal para otimizar o relacionamento entre função e projeto); a análise do projeto (verificar se está atendendo as exigências feitas pelos clientes); reuniões regulares para verificação do andamento do projeto; o início do protótipo (entra parte do Plano de Controle, com as medições dimensionais, testes do produto e dos

materiais); os desenhos da engenharia e especificações dos projetos; descrições dos materiais a serem utilizados; modificações dos desenhos e suas especificações; requisitos para compra de equipamentos, ferramental e instalações; requisitos para meios de medição e equipamentos de teste; manter conduta de responsabilidade por parte da equipe e gerência.

A **Fase 4** é conhecida pela Validação do Produto e Processo. Então, é feito na produção um teste piloto, onde convém à equipe verificar se o método de controle adotado e o fluxo do processo estão funcionando corretamente, atendendo às premissas dos clientes. As entradas (*inputs*) provenientes das saídas (*outputs*) da fase 3, são: as normas de embalagem a serem avaliadas (tamanhos); a avaliação do sistema da qualidade do produto e processo (inclui local de fabricação, parte de controle ou modificações); as etapas a serem percorridas no produto e processo (a maneira como ocorre o fluxo do processo); o layout das instalações para melhor aproveitamento da produção; matriz das características (técnica analítica recomendada para mostrar a relação entre os parâmetros do processo e as estações de manufatura); a análise de modo e efeitos de falha do processo é realizada para diagnosticar qualquer problema que possa vir acontecer ou devido à necessidade de mudanças; o método do plano de controle de pré-lançamento (refere-se às descrições das medidas dimensionais e testes); o modo de explicação do processo; método de análise dos sistemas de medição; método de estudo preliminar da capacidade do processo; informações relacionadas ao desempenho desejado da embalagem e o apoio gerencial.

A **Fase 5**, considerada como a parte de Retroalimentação, Avaliação e Ação Corretiva, deve assegurar que os requisitos dos clientes são atendidos durante a produção contínua, é o momento para verificar a efetividade do esforço do planejamento da qualidade do produto e se as metas foram atingidas ou não. As entradas (*inputs*) provenientes das saídas (*outputs*) da fase 4, são: o teste piloto da produção, onde verifica a efetividade do seu processo; os métodos de análise dos sistemas de medições que são utilizados para verificar as características identificadas no plano de controle em relação às especificações da engenharia e ser realizado durante ou antes do teste piloto; as medidas avaliativas da capacidade do processo; Aprovação da Peça de Produção (PPAP); testes de validação da produção (se os produtos estão de acordo com os padrões de engenharia); a avaliação dos padrões de embalagem (referente à proteção do produto no transporte e outros fatores

relacionados ao ambiente); o método de acompanhamento da produção em série e a aprovação do programa de desenvolvimento e apoio gerencial.

As saídas (*outputs*) da fase 5, podem ser consideradas como a variação reduzida (verificação das mudanças ocorridas e suas fontes, visando a melhoria contínua) e as metas atingidas em relação aos requisitos exigidos pelos clientes (este item é importante pela contribuição que pode ser dada pela troca de informações entre fornecedor e cliente, pois na fase de estágio do uso do produto é que será observada a sua efetividade). É preciso verificar o modo de atendimento e a garantia do produto pela importância em manter a qualidade também na entrega e assistência técnica, garantindo a parceria e melhoria contínua. Esta fase é considerada como a mantenedora do contato direto com o cliente para verificação da satisfação, das mudanças e tarefas a serem executadas.

4.2

O uso do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto com ênfase na Engenharia Simultânea

Neste item, é explorada a influência do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto em um ambiente de Engenharia Simultânea para o setor automobilístico, foram relacionados os principais autores que deram sustentabilidade e influenciaram o projeto de pesquisa.

Para desenvolvimento do trabalho, Heskett (1997) foi fundamental, dando uma visão geral da evolução automobilística no mundo, de como se deu o processo evolutivo da construção artesanal ao “boom” da produção em massa. Foi possível observar que já naquela época, havia grande concorrência e, métodos de pesquisa e desenvolvimentos científicos e industriais foram sendo estudados e aplicados.

Pode ser observado no item 2.2, quando Slack (1999) revela que a função produção também precisa do emprego de metodologias, dando exemplos de estratégias, e que os consumidores têm influência direta no desempenho e produção dos produtos, defendem custo razoável, maior qualidade, flexibilidade, rapidez e confiabilidade. Para tudo, a empresa precisa ter uma pesquisa de campo concisa e ter certeza da capacidade em atender aos requisitos desejados pelos clientes, o que envolve outras áreas de apoio, como marketing, engenharia, finanças, compras, produção, entre outros. Constata-se, que para o

desenvolvimento de um projeto requer empenho de todos os integrantes e que um setor depende do outro. Cada atitude tomada por um membro da equipe refletirá de maneira positiva ou negativa no andamento do projeto.

Esses dados vêm se concretizar com as idéias de Baxter (1998) no item 2.3, que confirma ser essencial inovar nos negócios para o crescimento da empresa, necessitando de outras áreas como suporte. O interessante, é observar o surgimento da filosofia Engenharia Simultânea e outras técnicas/ferramentas de auxílio na produção como FMEA, CAD/CAM/CAE, PDM, DFM, entre outros, sendo ideal analisar os problemas e conhecendo as causas básicas, fixar metas para alcance dos objetivos. Para inovar, é necessário ter paciência, investimentos de médio a longo prazo, haver mudança cultural da empresa e dos funcionários, envolvimento da equipe nos projetos, interdisciplinaridade, comunicação entre os setores, cabendo ao líder potencializar as habilidades de cada indivíduo.

Martins e Laugeni (2002), foram significativos para a pesquisa, pois identificaram que é fundamental atender os requisitos exigidos pelos clientes e que para isso é preciso ter uma equipe que saiba conduzir o trabalho agregando valor ao projeto.

Dentre alguns autores descritos anteriormente, Slack (1999) também considera as principais áreas ligadas a estratégia, como: os setores de administração, marketing, finanças e manufatura. Somente após a adoção de estratégias de ação é que as empresas conseguirão destacar-se dos concorrentes.

De acordo com Simões e Ribeiro (2003), suas abordagens foram eficazes na confirmação da integração entre engenharia e produção como canalizadoras para o alcance das metas e, que algumas fases devem ser percorridas para que se obtenha sucesso do projeto e não prejuízos, como mostra Anderson (1992) no Quadro 1, em que cada modificação realizada no projeto, acarreta em custos cada vez maiores.

Se o trabalho for conduzido por uma equipe responsável, dificilmente a empresa terá dificuldades para prestar serviços aos clientes. Dependerá das metas e objetivos traçados, quanto maior for o envolvimento da equipe no projeto, mais rapidamente lançará produtos no mercado, diminuindo tempo e custo. Estas descrições se caracterizam com o Planejamento Avançado da Qualidade do Produto que também envolve em fazer um planejamento do desenvolvimento do projeto responsável na coleta das informações e

determinação dos prazos, explorando a comunicação e incentivando o envolvimento da equipe no trabalho.

Para a Daimler Chrysler Corporation et al. (1997) as vantagens do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto são poder detectar de forma mais ágil os fatores críticos no projeto e modificá-los mais rapidamente, favorecendo a perfeita finalização do trabalho garantindo um produto com entrega no prazo, melhor qualidade e custo coerente com o exigido pelo mercado.

A contribuição desta pesquisa é identificar que algumas das fases realizadas no Planejamento Avançado da Qualidade do Produto precisam ser analisadas mais atentamente e, que baseadas na filosofia da Engenharia Simultânea algumas reformulações deverão ser feitas para haver integração e alcance dos objetivos propostos conforme descritos no item 1.2.

De acordo com Ettlie (2000) as empresas não estão satisfeitas com as opções atuais referentes à produção e desenvolvimento de novos produtos e reclamam do alto investimento em busca de soluções que amenizem os problemas. A solução seria realizar pesquisas para determinar as principais fontes causadoras da insatisfação.

Outra grande contribuição, foi poder verificar que existem concordâncias e divergências nas opiniões de alguns autores, segundo Baxter (1998) e Hartley (1998), confirmam que para inovar e se destacar da concorrência é necessário criar formas estratégicas nos negócios, pois cada vez mais produtos são lançados no mercado com ciclo de vida menor, definem que é necessário acertar mais e errar menos, que protótipos devem ser feitos somente se forem imprescindíveis, pois demanda tempo e custo. Já, a literatura encontrada na Daimler Chrysler Corporation et al. (1997) sobre o Planejamento Avançado da Qualidade do Produto, descreve a necessidade da realização de protótipos no desenvolvimento do projeto na segunda fase.

Baxter (1998), define alguns exemplos de estratégias e a do tipo “dependente”, se identifica com a empresa aonde o estudo de caso vem sendo realizado, é preciso ter um alto padrão da engenharia de produção para poder atender aos diferentes pedidos dos clientes e da matriz. Sendo caracterizada como uma empresa que não tem autonomia para lançar seus próprios produtos é necessário incluir ações táticas bem definidas e conseqüentemente uma correta metodologia de desenvolvimento de projetos.

Para confirmar que o emprego de metodologia é preciso como item disciplinador, Thiollent (1996) a considera como modo de conduzir a pesquisa, o que favorece a tomada de decisões nos momentos oportunos. Então, desenvolver projetos de forma deliberada, sem estudo prévio, pode resultar em sérios danos, como custo elevado, processos judiciais, perda de materiais, comprometimento do nome da empresa no mercado, entre outros. Convém, especificar o máximo possível a seqüência das fases a serem trabalhadas no projeto e segui-las priorizando os itens fundamentais para o seu sucesso e eliminar os supérfluos.

Dando seqüência ao mesmo estilo de pensamento, Yin (2001), define que as metodologias e modos de pesquisa possuem características próprias, apresentando pontos positivos e negativos. O emprego delas dependem das várias diretrizes que se deseja alcançar, o importante é saber defini-las e ter em mente que todas tem algo a contribuir. Logicamente dependendo do foco da pesquisa, esta, corresponderá melhor com determinada metodologia e ou técnica adotada.

Gomes (2001), reforça a teoria de que independentemente da formação profissional, seja arquiteto, engenheiro ou industrial, o ideal é ser criativo, o que vai mudar é a complexidade tecnológica, procedimentos e técnicas (os métodos) usados. Afirma, que se um funcionário estiver satisfeito, o mesmo, retribuirá para a prosperidade do grupo organizacional.

Muitas das idéias e modos de atuação organizacional e uso de métodos de pesquisa descritos por Gil, Gomes, Baxter, Thiollent, entre outros, confirmam algumas diretrizes extremamente coincidentes com a função do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto incorporada pela Daimler Crysler Corporation et al., descritas nos capítulos 2 e item 4.1, as quais, definem que é preciso haver comunicação entre os integrantes da equipe e que todos os setores devem ser estimulados a participarem. Esta melhoria contínua dos funcionários pode ser realizada através de treinamento de pessoal, aperfeiçoamento, entre outros.

E para a pesquisa atual, vem sendo necessária uma base estrutural como o adotado pelo método Estudo de Caso descrito no capítulo 3, que dinamize as pesquisas realizadas, a coleta de dados, de maneira que resulte em afirmativas corretas para uma determinada forma de aplicação metodológica na empresa. Assim, através da aplicação do método de

pesquisa Estudo de Caso, foi possível realizar comparativo entre a teoria e prática das etapas do desenvolvimento do trabalho, isso forneceu subsídios para diagnosticar mais facilmente os obstáculos, pois ajudou a pesquisar e analisar de forma mais sistemática o Planejamento Avançado da Qualidade do Produto e suas fases.

O fundamento básico da Engenharia Simultânea para Hartley (1998), é que esta filosofia ajuda a destacar-se competitivamente, melhora a qualidade do produto desde a sua concepção à produção final. Porém, para que isso ocorra é preciso união da equipe, determinação, envolvimento dos setores, estar aberto a novas idéias, receptivos a críticas e flexibilidade. Então, como a cultura organizacional vem mudando devido à alta concorrência, o investidor tenta ao máximo atender os desejos dos clientes buscando alternativas adequadas para efetivo acerto no mercado dos negócios, onde deve se comunicar mais com os fornecedores, clientes e com os membros da equipe de trabalho. Isso pode ser realizado através da aplicação de métodos ou técnicas que ajudem a formular diretrizes, uma base auxiliadora na tomada de decisões.

Canciglieri et al. (2001), também contribuiu para visão mais abrangente da filosofia da Engenharia Simultânea, sendo também importante para o desenvolvimento de novos produtos de plásticos injetáveis. E, que assim como Ziemke e McCollum (1990), concordam que o segredo para implementação da Engenharia Simultânea está na elaboração da equipe de trabalho.

Todos os autores citados foram essenciais para justificar o desenvolvimento da pesquisa de trabalho, porém, Yin (2001), Daimler Chrysler Corporation et al. (1997), Baxter (1998) e Hartley (1998), propiciaram visão mais específica em relação à produção, ao uso de metodologias, da importância de se estabelecer metas, fornecendo os caminhos para formação da contribuição do projeto de pesquisa.

A pesquisa também acrescentou informações importantes em relação à gestão do desenvolvimento de produtos, dando significado a adoção de estratégias, eliminação dos desperdícios, melhoria contínua e outros fatores relevantes na produtividade que vão influenciar diretamente no mercado competitivo.

5

Desenvolvimento da Pesquisa

Este capítulo apresenta o procedimento efetuado para o alcance dos objetivos, de como se iniciou o projeto, as diretrizes, o método de abordagem utilizado para coleta de dados e informações, de como foi tratada a interpretação da discussão dos resultados e conclusões. Também, foi realizada a análise crítica da aplicação do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto identificando os pontos positivos e negativos que merecem maior atenção e possibilidades de modificação ou alteração.

5.1

Parte I - Formulação do projeto de pesquisa

O Estudo de Caso possui certos critérios e normas que devem ser seguidos para sua correta aplicação e, seguindo a determinação das propostas de desenvolvimento desta teoria conforme ilustrada no Capítulo 3, foi possível realizar a seqüência da pesquisa em vigor. Para a formulação do problema e dos objetivos foram elaboradas as seguintes questões, como mostra a Tabela 4.

QUESTIONÁRIO	
1	Como funciona o Planejamento Avançado da Qualidade do Produto em um ambiente de Engenharia Simultânea?
2	Quais são as principais técnicas usadas no Planejamento Avançado da Qualidade do Produto?
3	Quais são as principais técnicas usadas na filosofia da Engenharia Simultânea?
4	As etapas do cronograma do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto estão corretas?
5	É fácil a compreensão do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto?
6	Existe alguma fase ou método/técnica que deve ser modificado ou alterado no Planejamento Avançado da Qualidade do Produto?
7	O Planejamento Avançado da Qualidade do Produto com base na Engenharia Simultânea está sendo aplicada corretamente?
8	Por quê escolheram o Planejamento Avançado da Qualidade do Produto para trabalhar?

Tabela 4 : Questões elaboradas para a concepção do problema
Fonte: O autor

A elaboração destas perguntas foram feitas com o intuito de auxiliar o projeto na análise e reflexão mais aguçada sobre APQP, as técnicas mais utilizadas para sua aplicação, a ordem das etapas, a verificação do nível de compreensão das pessoas que aplicavam esta forma de trabalho nos projetos de produto e investigar os possíveis motivos pelos quais escolheram este método. Esses questionamentos serviram como base de sustentação para dar início ao projeto de pesquisa.

Na identificação do tipo de pesquisa, observou-se que o projeto foi elaborado a partir da pesquisa exploratória com delineamento do Estudo de Caso. Segundo Stake (apud GIL, 2002, p.137), os critérios de seleção dos casos variam de acordo com os propósitos da pesquisa e identifica três modalidades de estudos de caso: intrínseco, instrumental e coletivo. Neste projeto de pesquisa o modo instrumental se adequa às condições, pois o propósito é auxiliar no conhecimento ou na redefinição de determinado problema.

As principais formas de aquisição da literatura em relação ao Planejamento Avançado da Qualidade do Produto foram em livros específicos da área e materiais encontrados na Internet (a título informativo), com propósito de analisar o funcionamento desta ferramenta e verificar quais as principais técnicas e métodos fazem parte do conjunto, enfocando o setor automobilístico como alvo da sua aplicabilidade.

O acesso à pesquisa de campo, foi aberto e sem restrições por parte da Engenharia de Produto, sendo ofertada toda e qualquer tipo de ajuda para favorecimento da compreensão da prática do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto e suas técnicas auxiliaadoras.

Foram elaboradas perguntas aos entrevistados referentes ao uso do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto, suas fases e técnicas, utilizando gravador com fitas cassete, para permitir a fidedignidade das respostas e não escapar nenhum detalhe importante. Além dessas entrevistas, foi propiciada autorização para participação de reuniões e acesso a documentação, como Ata das reuniões, cronogramas, fluxogramas, e-mails, entre outros.

Seguindo as descrições de Yin (2002) a elaboração do Relatório do Estudo de Caso percorreu o seguinte esquema: apresentação das questões; dos objetivos específicos; da descrição do projeto de pesquisa; dos procedimentos para a coleta de dados; da divulgação e avaliação dos dados coletados; da discussão das descobertas e conclusões.

Para a realização da coleta de dados o trabalho teve seu início através do pedido de cliente, aplicando o método do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto da forma mais fiel possível. Muitas questões indagadas nas reuniões e observadas na literatura apresentaram algumas divergências e convergências em relação a sua aplicação num ambiente de Engenharia Simultânea, conferindo a validade do seu estudo. Para tanto, as informações obtidas no Estudo de Caso foram realizadas através de análise de documentos, entrevistas, depoimentos, observação espontânea e participante, sendo caracterizada como do tipo qualitativa.

Para a redação do relatório em relação às descobertas e conclusões, o Estudo de Caso favoreceu uma formalidade menor que as outras pesquisas podendo ser descritas de forma narrativa em capítulos ou tópicos separados.

Segundo Gil (2002), convém sempre elaborar uma pesquisa científica mostrando: a apresentação do problema, a metodologia empregada, os resultados obtidos e as conclusões, conforme pode ser visto no projeto de pesquisa nos capítulos 1, 3 e 6 respectivamente e na Figura 7.

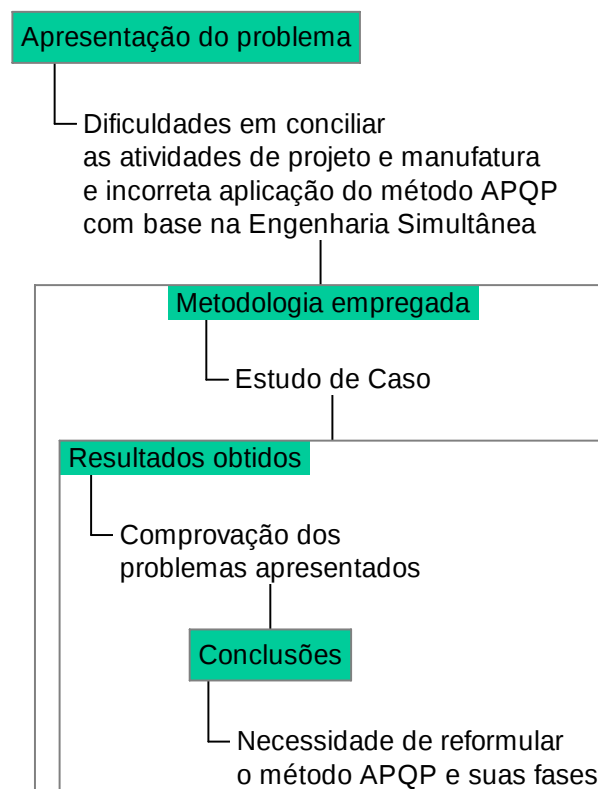


Figura 7: Apresentação da evolução do trabalho de pesquisa
Fonte: O autor

Através desta seqüência apresentada, foi possível elaborar um projeto de pesquisa de maneira mais organizada e consistente, dando sustentação ao trabalho.

5.2

Parte II – Desenvolvimento e aplicação da pesquisa

Como já descrito anteriormente o setor automobilístico foi escolhido como escopo da pesquisa devido ao seu crescimento e aperfeiçoamento em relação à qualidade exigida nos últimos anos e a possibilidade de implementar método de desenvolvimento e concepção de um produto.

Realizando uma prévia apresentação sobre o planejamento das etapas para maior entendimento dos leitores, os seguintes itens abordados no geral, foram: escolha e visitas à indústria para desenvolvimento do trabalho; apresentação dos setores da fábrica; apresentação e entrevistas com os integrantes da Engenharia de Produto; reunião com gerente da Engenharia de Produto; análise das respostas; definição do trabalho a ser desenvolvido (aplicação do método Estudo de Caso); proposta de trabalho a ser realizada e definição da equipe; reuniões com o grupo de trabalho; distribuição das tarefas e definição das datas (desenvolvimento do projeto, testes, ensaios, prazos, fabricação, entrega do produto final, entre outros); definição dos métodos a serem aplicados; contatos com o cliente e fornecedores; verificação das exigências dos clientes; reuniões com todos os participantes (cliente, fornecedor, subcontratados); desenvolvimento do projeto; dossiê do líder da equipe; críticas ao Planejamento Avançado da Qualidade do Produto e conclusão.

Contudo, para dar início a pesquisa foi necessária a elaboração de um cronograma que auxiliasse no desenvolvimento do projeto, fornecendo diretrizes para realização das etapas, conforme mostra a Figura 8.

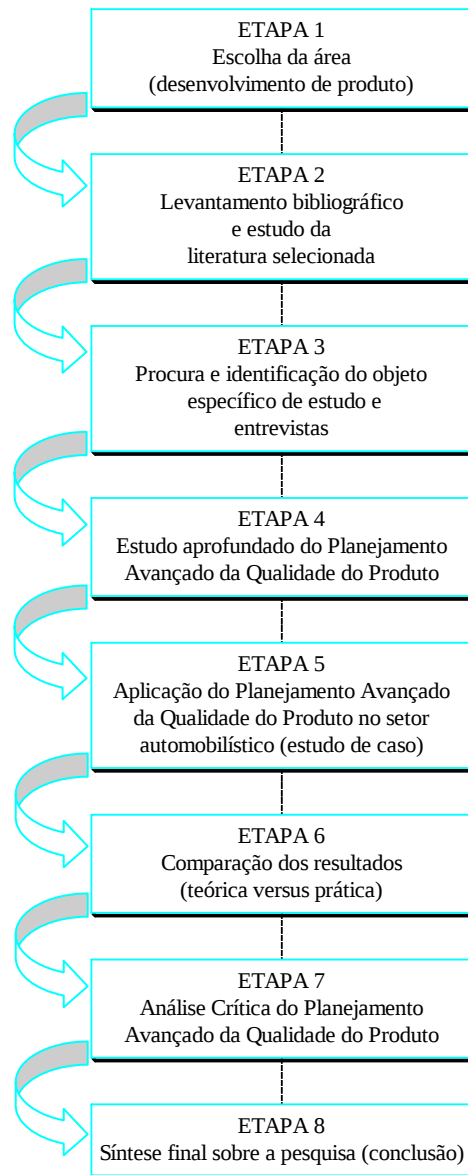


Figura 8: Cronograma do projeto
Fonte: O autor

Na **Etapa 1**, a pesquisa de campo foi iniciada com visitas ao chão de fábrica da indústria para adquirir conhecimentos gerais sobre o funcionamento da produção e todos os setores envolvidos com as áreas de projeto, Engenharia de Produto, Engenharia da Qualidade, Recursos Humanos e Compras.

Foram discutidos alguns temas e o estudo do método de desenvolvimento de produtos (APQP) foi considerado importante para a empresa, tornando-se o escopo da

pesquisa. Pois, através da detecção e correção dos problemas encontrados nas fases de um projeto de forma antecipada, as contribuições serão maiores para a empresa que assim, poderá economizar nos custos, nos desperdícios, reprojetos, entre outros.

Definido o foco de estudo, partiu-se para a **Etapa 2** realizando levantamento bibliográfico, estudo do emprego de metodologias científicas e de projeto, aprofundando-se na filosofia da Engenharia Simultânea e suas metodologias aplicadas ao setor automobilístico, destacando-se o Planejamento Avançado da Qualidade do Produto, conforme descritos nos capítulos 2, 3 e 4.

A **Etapa 3**, teve seu início através de entrevistas com o setor da Engenharia de Produto ajudando a identificar os problemas relacionados na área de desenvolvimento de projetos.

Dez profissionais da área de Produto, Processo e Ferramental foram questionados sobre a metodologia que utilizavam. Isso facilitou o rastreamento do método de trabalho chamado Planejamento Avançado da Qualidade do Produto como busca de estudo da pesquisa.

Foram realizadas algumas perguntas aos usuários do APQP, para assim, obter maior compreensão da sua utilização, conforme pode ser observada na Tabela 5.

QUESTIONÁRIO	
1	Por quê utilizam o Planejamento Avançado da Qualidade do Produto?
2	Como utilizam o Planejamento Avançado da Qualidade do Produto?
3	Estão satisfeitos com esta ferramenta de desenvolvimento de produtos?
4	O que acham que pode ser modificado?
5	Quais as principais técnicas ou métodos utilizados no Planejamento Avançado da Qualidade do Produto?
6	Como é aplicada individualmente cada técnica?
7	Porquê é aplicado?
8	Caso discordem de alguma fase ou item referente ao Planejamento Avançado da Qualidade do Produto. Fazer críticas.

Tabela 5: Questões indagadas nas entrevistas
Fonte: O autor

As respostas do questionário da Tabela 5 ajudaram a descobrir as dúvidas que o grupo sentia em relação ao método APQP nas suas aplicações realizadas anteriormente, fornecendo informações valiosas para a pesquisa. Foi visto o grau de satisfação dos entrevistados, os motivos pelos quais usavam este método de trabalho e as modificações que na opinião deles deveriam ser realizadas, assim como, as técnicas e métodos que faziam parte do cronograma.

Coletadas as informações, foi realizado na **Etapa 4** um rastreamento das principais considerações feitas em relação ao Planejamento Avançado da Qualidade do Produto e seus métodos. Para os entrevistados a função do método de trabalho APQP é unir a equipe formada pelo líder no cronograma do projeto para fazer FMEA ou Revisão inicial, é fundamental a participação dos responsáveis das áreas de qualidade, produção e operadores; pertence à área automobilística e é usado para modificações simples, porém, existe dificuldade em entender o Planejamento Avançado da Qualidade do Produto, pois às vezes os problemas ocorridos no chão-de-fábrica não chegam até a engenharia.

Alguns dos entrevistados ressaltaram ser necessário melhorar a parte da cotação, retroalimentação, início dos dados de entrada do projeto, parte de aquisição, manutenção e elaboração dos desenhos. É preciso maior envolvimento dos membros da equipe do cronograma APQP, sendo que a engenharia deveria ter parceria com setor de Qualidade para controle das normas. Estas mesma normas requisitam a validação das ferramentas, dimensionamento das cavidades e moldes, porém, não são feitas corretamente.

Em relação ao FMEA, deveria ser um documento vivo gerado durante o Planejamento Avançado da Qualidade do Produto ser executado antes e ser a base para o desenvolvimento das instruções de trabalho, exemplos como: utilizado durante a série do produto quando se tem problema de processo, incidentes de problemas com o cliente (mudança na especificação dos padrões de qualidade, no prazos, entre outros) e revisado conforme essas ocorrências. Porém, foi atestado que isso não ocorria e era usado apenas quando havia auditoria. Para os entrevistados o FMEA deveria estar interligado com as instruções de trabalho, ser usado no dia-a-dia do chão de fábrica e atualizado toda vez que tivesse reclamação de algum cliente. Caracterizam o FMEA como uma ferramenta da Engenharia de Processo prevendo possíveis falhas que poderiam ocorrer, sendo aplicado na segunda fase de todos os projetos.

Após a verificação das respostas nas entrevistas conforme descritas anteriormente, a revisão de literatura continuou sendo abordada e iniciou-se na Etapa 5 o estudo de caso, onde a proposta do trabalho foi desenvolver a lateral interna da porta do carro em couro (denominado medalhão) em destaque vermelho, para uma indústria do setor automobilístico, conforme ilustra a Figura 9.



Figura 9: Produto final aprovado
Fonte: O autor

Esta figura mostra o painel interno da porta de um carro aprovado pelo cliente e engenharia sendo fabricado em série. No entanto, para iniciar o projeto foi necessário designar um líder para comandá-lo. Este, montou um cronograma já disponibilizado pelo método discriminando os setores e as pessoas responsáveis, os principais fornecedores, com a data limite para resposta sobre o progresso do projeto e entrega do produto final.

Durante o desenvolvimento do produto foram realizadas várias reuniões (marcadas através de correio eletrônico), visitas aos clientes e fornecedores. Os setores de maior participação foram os da Engenharia de Produto, de Qualidade e Compras.

Para o cumprimento das cinco fases o líder da equipe selecionou os itens pertinentes ao processo evolutivo do cronograma, seguindo determinados itens do método APQP (Anexo I), como mostrado nos Quadros 3, 4, 5 e Figura 10.

A Fase 1 referiu-se à satisfação das exigências dos clientes, às informações históricas do produto para desenvolvimento do projeto, aos testes de mercado e, experiência da equipe em adquirir da forma mais completa possível os dados imprescindíveis para

elaboração do cronograma e determinação das tarefas a serem cumpridas. A passagem desta fase para outra foi realizada após análise crítica dos itens percorridos e aprovação dada pelos participantes da equipe, como ilustra o Quadro 3. A principal ressalva apontada, referiu-se à voz do cliente, em conseguir captar os requisitos desejados mais detalhadamente, o estudo das viabilidades técnicas e o plano de validação. Pois, é preciso definir o nível de capacidade em produzir determinado produto.

FASE 1
Voz do cliente: data de recebimento da cotação e suas premissas e estudo de viabilidades técnicas
Plano de negócios: resposta ao cliente, data do recebimento do pedido de compra do cliente, análise crítica do pedido de compra, revisão do plano de negócio da alta administração e autorização de desenvolvimento do produto
Nomeação do piloto e da equipe do projeto
Elaboração do cronograma Planejamento Avançado da Qualidade do Produto, montagem e validação
Análise crítica da fase 1

Quadro 3: Itens percorridos na Fase 1
Fonte: O autor

Na **Fase 2** destacaram-se como as principais tarefas os testes e ensaios de qualidade do produto, conforme visto no Quadro 4.

FASE 2
os inputs do projeto: <i>check list</i> de entrada do projeto
Cotação dos fornecedores
Definição do escopo de desenvolvimento/Testes de qualidade
Colocação do pedido de compra dos 06 primeiros carros
Acoplagem do pedido de compras dos 20 carros e acoplagem dos 20 carros no fornecedor
Avaliação da porcentagem de refugo dos fornecedores
Negociar percentual de refugo com fornecedor e informar setor de vendas
Montagem dos 20 carros na indústria
Lote piloto (fornecedor) 30 carros
Entrega do PPAP/amostras iniciais
Aprovação do PPAP (Processo de Aprovação de Peça de Produção)
Confecção das peças (pedido lote piloto)
Aprovação das peças (recebimento)
Colocação do pedido para início de produção
Matérias-prima (couro)
Análise crítica da fase 2

Quadro 4: Itens percorridos na Fase 2
Fonte: O autor

Esta etapa foi classificada pelos objetivos do projeto, o que envolveu a definição dos padrões de qualidade, aprovação para pedido de compra dos materiais e do couro, pedido do lote piloto e a discussão da viabilidade do projeto realizada na análise crítica.

A Figura 10 mostra o esqueleto da peça do medalhão sem o couro para maior conhecimento do produto. Dessa forma a avaliação do produto permitiu definir a espessura do couro, a determinação dos cortes (*blanks*), entre outros fatores pertinentes a esta fase para desenvolvimento do produto.



Figura 10: Esqueleto do produto
Fonte: O autor

Em relação à matéria-prima (couro), os itens praticados para satisfação do cliente iniciou-se com: o recebimento das normas e padrões de cores dos materiais; cotação do fornecedor; colocação do pedido de compra dos seis primeiros carros; corte dos seis carros de diferentes regiões da vaqueta com acompanhamento; avaliação das amostras de couro; recebimento do relatório de elasticidade e espessura dos seis carros; montagem dos seis carros na indústria para avaliação do design (cliente); colocação do pedido de compra de vinte carros; corte dos vinte carros de diferentes regiões da vaqueta com acompanhamento; avaliação das amostras de couro na indústria; recebimento do relatório de elasticidade e espessura dos vinte carros; realização dos ensaios climáticos em nove carros; avaliação do design feita pelo cliente; definição da especificação do couro; avaliação do aproveitamento do corte e negociação do couro com o fornecedor em relação ao preço do blank (couro); entrega da documentação de aprovação do couro; entrega do PPAP (amostras iniciais); ensaios e testes; aprovação do PPAP; colocação do pedido para início de produção;

informação e negociação do preço para o cliente; retorno do acordo comercial com o cliente.

Na **Fase 3** foram definidas as peças externas que necessitaram de embalagem; definição do tipo e quantidade de embalagens para cada peça; informação ao fornecedor; recebimento e validação da embalagem dos fornecedores assim como a emissão de certificado como demonstrado no Quadro 5.

FASE 3
MIFA (Análise de Fluxo Material e Informação), definição do grupo para elaboração do MIFA e validação
Kanban
Embalagem (fornecedores)
Logística Externa (cliente)
Logística Externa (fornecedor)
Análise crítica da fase 3

Quadro 5: Itens percorridos na Fase 3
Fonte: O autor

A Logística Externa (cliente) referiu-se à curva de aceleração (envolve o fornecimento de peças e a frequência de entrega dos produtos para o cliente). A Logística Externa (fornecedor) apontou a curva de aceleração (envolve os fornecedores e a determinação da frequência de entrega das peças).

A análise crítica foi sobre os componentes necessários para os planos de controle e sistemas de manufatura e à aprovação das embalagens internas e externas para validação e liberação do teste piloto.

A **Fase 4** foi caracterizada pela avaliação do teste piloto e verificação das metas alcançadas, como ilustra o Quadro 6.

FASE 4
Treinamento do operador no autocontrole
Lote piloto
Ensaio de desempenho
Envio das amostras iniciais do produto
Aprovação do PPAP: montagem dossiê conforme acordado com cliente; aprovação do cliente
Amostras padrão
Revisão dos custos do projeto (entre 2 a 6 meses após início de produção);
Validação do processo: realização de auditoria
Análise crítica da fase 4.

Quadro 6: Itens percorridos na Fase 4
Fonte: O autor

Em relação ao lote piloto foi realizada a produção de trinta carros no fornecedor 1 (responsável pelo fornecimento do couro); produção do lote piloto de trinta carros no fornecedor 2 (responsável pelo corte e fixação do couro); avaliação da porcentagem de refugos do fornecedor 2; ensaio climático para verificação de desempenho do lote; lote piloto da linha de montagem (dez carros) e validação das peças finais.

Os ensaios de desempenho caracterizaram-se pela elaboração e execução dos ensaios do plano de validação do produto e elaboração dos relatórios. A amostra padrão determinou a área para retenção, identificação e embalagem das mesmas.

A análise crítica foi sobre a aprovação dos relatórios laboratoriais e de desempenho, ao FMEA e Plano de controle (instrumentos de trabalho e inspeção) e dos de validações das embalagens internas e externas.

A **Fase 5** e última do cronograma é considerada como retroalimentação, avaliação e ação corretiva da produção. Envolve toda a parte de atenção ao cliente, verificação dos problemas relacionados à produção e assistência técnica. Convém dar mais atenção a esta fase, pois dela resultarão os *feedbacks* de todo o trabalho praticado, o que inclui satisfação dos consumidores e qualidade do produto.

Para finalização do cronograma o líder da equipe redigiu um dossiê à gerência da Engenharia de Produto, onde constavam todas as fases críticas que necessitavam de maior atenção e que apresentavam maiores dificuldades para a evolução do projeto. Depois de

relatadas as informações, o trabalho deve ser arquivado, porém disponível para fornecer subsídios aos próximos trabalhos.

Na continuidade do projeto, a **Etapa 6** do trabalho foi considerada como o início da fase de finalização. Contudo, observou-se a necessidade de realizar mais uma entrevista para fechamento do trabalho, sendo esta, específica para o líder da equipe, como representada no Quadro 7.

QUESTIONÁRIO	
1	O que achou da prática do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto?
2	Teve dificuldades no cumprimento de alguma fase?
3	Acha que alguma fase deve ser modificada?
4	O projeto está atrasado? Se, sim. Há quanto tempo e quais os principais motivos que fizeram atrasar?
5	Quais os fatores positivos e negativos encontrados na aplicação do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto?
6	O que observou ser essencial nas fases I, II, III, IV e V?
7	Qual parte ou item achou mais difícil de realizar?
8	Achou que o método Planejamento Avançado da Qualidade do Produto trabalhou com base na filosofia da Engenharia Simultânea? Como considera esta filosofia?

Quadro 7: Questões finalizadoras do projeto
Fonte: O autor

Estas questões foram essenciais para superar os obstáculos encontrados durante as fases do cronograma propiciando a comparação das dificuldades encontradas entre a teoria e a prática do método de trabalho e da sua aplicação com base na Engenharia Simultânea.

Para o entrevistado o Planejamento Avançado da Qualidade do Produto foi eficiente, não sentindo dificuldades em cumprir o cronograma, porém, na sua opinião faltou uma análise de risco do próprio método em si.

Considerou o método do projeto como fator positivo pela maneira de sistematizar o trabalho, sendo um roteiro bastante aplicável na indústria, contudo, é essencial o comprometimento de todos os envolvidos.

A falta de definições em relação aos padrões de qualidade por parte do cliente e a falta de comprometimento do fornecedor resultou na reprovação das peças conforme pode

ser visto em destaque vermelho nas Figuras 11, 12 e 13 acarretando um atraso em torno de quatro meses.



Figura 11: Reprovada por conter rugas e bolhas
Fonte: O autor



Figura 12: Reprovada por conter bolhas
Fonte: O autor

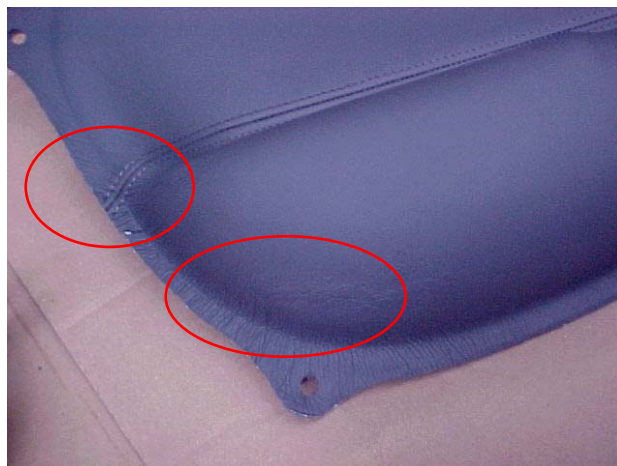


Figura 13: Reprovada por conter rugas
Fonte: O autor

Estas peças recusadas muitas vezes não continham um defeito de alta gravidade, porém, a parte mais difícil estava na relação com a satisfação do cliente, em atender os requisitos solicitados. As principais reclamações em relação ao couro foram sobre as rugas, estrias e bolhas. Os clientes desejavam que o couro permanecesse o mais esticado possível na peça o que muitas vezes ocasionava os defeitos acima apresentados. Por isso, em certos momentos foi necessária a revisão dos padrões de qualidade por parte dos clientes para poder dar continuidade ao trabalho.

Especificando de maneira mais sucinta os problemas detectados nas fases do cronograma, o líder da equipe caracterizou a fase 1 como delicada a sua relação referente

ao acordo comercial, pois os clientes e fornecedores deveriam estar mutuamente satisfeitos em relação aos investimentos a serem realizados, como compra de matérias-primas, data de fabricação e entrega do produto, entre outros detalhes considerados fundamentais no projeto. A fase 2 por envolver diversos fatores comerciais e financeiros que influenciam os dados de compra. A fase 3 pela realização dos testes e ensaios de qualidade (padrões) sendo também, considerada a fase mais problemática pela necessidade em atender os desejos dos clientes. A fase 4 foi considerada difícil por englobar a parte de programação de produção junto ao cliente, o que necessita acordo mútuo entre as partes envolvidas.

do produto. Isso pode ser visto como exemplo no atraso do cronograma, na mudança de fornecedor, nas dificuldades em extrair a “voz” do cliente e na falta de integração entre os grupos envolvidos.

Através da resposta destas questões, foi possível partir para a **Etapa 7** e desenvolver uma visão mais crítica do método APQP e suas fases, gerando assim, oportunidade de detectar mais facilmente as falhas e dar subsídios a **Etapa 8**, finalizando-se com as conclusões e recomendações para os futuros trabalhos.

5.3

Análise Crítica do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto aplicado ao ambiente de Engenharia Simultânea

Em relação ao método do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto não houve demonstração de integração com a Engenharia Simultânea, não sendo observadas as suas aplicabilidades no projeto e nem o cumprimento dos seguintes itens:

1. Nos painéis de notícias, deveriam ser colocados regularmente boletins de informação de modo que todo o pessoal tivesse conhecimento das atividades relacionadas à **Engenharia Simultânea**. A direção deveria ressaltar que cada ação destina-se a uma meta comum – melhorar a eficácia das atividades, o que definitivamente significa aumentar os lucros. Os funcionários de todos os departamentos deveriam modificar seus modos de trabalho de acordo com os projetos de novos modelos, de modo a assimilar estes prazos mais curtos e, a direção teria que se assegurar de que seria capaz de realizá-los;

2. É necessária uma estrutura formal para a força-tarefa de modo que todos saibam quais são as suas funções e tarefas e possam trabalhar em conjunto; não deveriam permanecer nos departamentos de origem, limitando seu contato com os demais membros do grupo quando das reuniões semanais ou mensais;
3. A qualificação do pessoal deveria ser uma exigência fundamental da Engenharia Simultânea;
4. Em cada programa deveria ser necessária uma rápida verificação do projeto básico e uma genuína aprovação do conceito pelo cliente;
5. Não poderia ser colocado em prática o conceito até que se tenha realizado uma análise dos processos e dos custos de produção, empregando o DFMA ou alguma outra técnica apropriada. Esta não é uma tarefa que pode ser deixada para um momento posterior do programa porque aparecerão com toda a certeza deficiências pouco importantes que causarão significativas repercussões nos custos e nos índices de devoluções;
6. Deveriam enfatizar ao máximo o empenho individual e do grupo para o sucesso nos negócios.
7. Os diretores deveriam recordar diariamente que têm que estimular a mudança, e substituir até o último indício os sinais do velho e deficiente modo de realizar as tarefas.

Em relação às fases do método de trabalho do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto empregado no projeto, foram selecionados os principais itens que merecem maior atenção ou modificação, para obter assim, maior conhecimento das problemáticas encontradas e, a partir da detecção das falhas adotar medidas eficientes para reverter uma situação negativa, como apontada no Quadro 8.

Fases	Itens merecedores de atenção
1	Item referente a “voz do cliente” e ao plano de negócios
2	Item referente à definição do escopo de desenvolvimento dos testes de qualidade e aos dados de compra
3	Item referente à definição dos padrões de qualidade por parte do cliente
4	Item referente ao lote (ensaio climático para verificação de desempenho do lote) e produtividade junto ao cliente
5	Item referente a retroalimentação e ação corretiva

Quadro 8: Itens pertencentes às fases que necessitam maior atenção

Fonte: O Autor

Os itens apresentados no Quadro 8 foram os que apresentaram maiores dificuldades. Devido a falta de cultura do método APQP com base na Engenharia Simultânea, da não correta explicação de sua utilização, da falta de aperfeiçoamento do pessoal ou da não especificação do cumprimento das datas e de como realizá-las.

O método Planejamento Avançado da Qualidade do Produto com base na Engenharia Simultânea não fornece um exemplo explicativo, um modelo descritivo ou audiovisual de aplicação prática.

Por conter muitas informações referentes às fases e seus itens, tornam-se um pouco vago os motivos pelos quais se praticam os componentes propostos no método, sendo difícil assimilar a sua conexão entre a teoria e a prática simultaneamente, onde será abordado mais profundamente no capítulo 6.

6

Discussão, Conclusão e Recomendações

6.1

Discussão

No desenvolvimento da pesquisa observaram-se problemas desde o levantamento bibliográfico (dificuldade em entender o método APQP e suas fases) até às entrevistas e participação do estudo de caso, foi facilmente observada a existência de falhas tanto na área organizacional como na de sistemas (referente às metodologias para desenvolvimento de produtos).

As maiores dificuldades identificadas foram: a falta de integração entre os setores; desorganização do grupo pelo não conhecimento do assunto e por não ter pessoal qualificado (falta de treinamentos); a não correta aplicação da filosofia Engenharia Simultânea, demora na implantação, modificação e projeto; perda do histórico (não existe cronograma e metodologia a ser percorrida); falta de cultura e inovação na empresa; a não integração com os fornecedores (exemplo pode ser visto no transporte do couro (matéria-prima) que são amarrados por uma corda, danificando-os); dificuldades no cumprimento dos prazos e para obter as definições dos padrões de qualidade por parte do cliente.

O projeto de pesquisa na indústria atrasou mais de três meses. As causas foram as mais diversas, além das já descritas anteriormente foi detectada a aplicação incorreta das fases do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto, como: “voz do cliente”, históricos, contatos, entre outros, o que resultou no comprometimento das demais fases.

Falta maior detalhamento do cronograma em relação às possíveis falhas das fases e maior aprofundamento da análise de risco do método Planejamento Avançado da Qualidade do Produto.

6.2 Conclusão

Este trabalho de pesquisa apresentou o estudo da metodologia do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto dentro de um ambiente de Engenharia Simultânea. Embora a teoria expresse a necessidade de uma integração entre essas ferramentas de trabalho, na prática esta integração mostrou-se estar num estágio inicial na empresa estudada.

Em relação a área organizacional é necessário um maior envolvimento dos integrantes, agilidade e maior questionamento sobre a evolução do projeto, deveriam simular hipóteses em relação as fases e seus itens, como:

- “se” o cliente demorar em dar a resposta, que medidas adotar?
- “se” o cliente não assinar o documento de aprovação, que atitude tomar?
- “se” houverem problemas com testes da qualidade, que soluções adotar e, qual prazo para os mesmos?
- “se” o trabalho for baseado um produto já existente, é necessário construir protótipos?
- “se” o produto contiver problemas no seu histórico, como proceder para não cometer os mesmos erros? Quais itens são mais importantes ou devem ser mais detalhados?
- Entre outros.

Assim, essas simulações poderiam ser valiosas no sentido de fornecer subsídios aos usuários que estiverem com dúvidas sobre a aplicabilidade das fases do cronograma.

Referente às fases do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP) dentro de um ambiente de Engenharia Simultânea, foi observado: a falta da correta aplicação e integração dessas ferramentas de trabalho e análise de risco do projeto.

É preciso melhorar o método APQP e as suas fases criando novas regras, novos critérios de qualidade para que o cliente certifique-se do que a empresa fornecedora pode atingir em termos de qualidade.

Na fase 1, as maiores dificuldades encontradas foram na equalização entre o desejo do cliente e a capacidade de produzir (dificuldade em manter o padrão de qualidade exigido).

Na fase 2, a falta de regras rígidas entre a empresa e os fornecedores (na conscientização da responsabilidade de cada um) pois disso, depende o sucesso da realização do cronograma.

Na fase 3, faltam critérios em termos relacionados a data e definição dos clientes com relação a qualidade do produto a ser produzida para testes. Falta uma regra que favoreça os testes de qualidade para que sejam cumpridos em tempo hábil. O controle dos testes (datas) e dos outros itens não podem ser feitos de maneira aleatória.

Na fase 4, devem estar mais atentos ao histórico do produto para não cometerem erros atrasando o projeto. Caso trabalhem com um produto já existente mas ignorarem seus problemas relatados anteriormente, os obstáculos persistirão dando continuidade ao aumento das dúvidas.

A fase 5 é de extrema importância devendo ser mais explorada, pois as ações corretivas para retroalimentação e assistência técnica, não são especificadas claramente, dificultando a sua aplicação. É preciso acumular conhecimento para não cometerem os mesmos erros nos próximos produtos, o que envolve os fatores culturais dentro da própria organização.

6.3

Recomendações

As principais recomendações feitas em relação ao método de trabalho Planejamento Avançado da Qualidade do Produto são:

- Fazer um estudo minucioso da relação do APQP com o FMEA dentro de um ambiente de Engenharia Simultânea;
- Realizar um estudo do DFM dentro de um ambiente de Engenharia Simultânea;
- Fazer um reprojeto desta metodologia incluindo a análise de risco do método APQP;

- Para trabalhos futuros: propor um método de APQP com a filosofia da Engenharia Simultânea.

Referências bibliográficas

AGILTEC. **Engenharia simultânea.** Disponível em: <http://www.agiltec.pt/portugues/id/producao_agil/eng_simultanea.htm>. Acesso em: 16 fev. 2003.

AKAO, Yoji. **Introdução ao desdobramento da qualidade.** Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG: 1996 – VIII, 187 p.

ALCÂNTARA, José Ricardo; KAZUO, Hatakeyama. **QFD como metodologia para garantia da qualidade no desenvolvimento de produtos.** IV CRONGRESSO BRASILEIRO GESTÃO E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS, 6 a 8 de outubro de 2003, Gramado/RS.

ANDERSON, David M. **Tool and manufacturing engineers handbook.** 4ª ed. Inglaterra: Ramon Bakerjian, CmfgE e SME – Society of Manufacturing Engineers, 1992. 6v.

BAXTER, Mike. **Projeto do produto.** São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 1998. 261 p.

BERTO, Rosa M.V.; NAKANO, Davi N. Metodologia de pesquisa e a engenharia de produção. In: ENEGEP- XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, **Anais...** Niterói, 1998. UFF/ABEPRO, 1 CD-ROM.

BORSATO, Milton. **Engenharia simultânea.** Disponível em: <<http://www.nupes.cefetpr.br>>. Acesso em: 16 fev. 2003.

BUSS, Carla de Oliveira; CUNHA, Gilberto Dias da; LUCE; Fernando Bins. **Coordenação de equipes multidisciplinares no desenvolvimento integrado de produtos.** XXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 17 a 19 de outubro de 2001, Salvador/BA.

CALLIGARIS, Aline B.; MAGIERSKI, Danielle; et al. **Aspectos relevantes da utilização de um programa de inovação tecnológica em pequenas empresas.** O PIPE/FAPESP. ENEGEP- XXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Salvador/Ba, 2001.

CANCIGLIERI, Osiris; COELHO, Leandro dos Santos; YOUNG, Robert I.M. **Uma metodologia orientada a objeto no suporte a projetos orientados para a manufatura.** In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE FABRICAÇÃO, COBEF. Curitiba/PR, Brasil, 2001.

CANCIGLIERI, Osiris; YOUNG, R.I.M. Information sharing in mutiviewpoint injection moulding design and manufacturing. **International Journal of Production Research**, Inglaterra, v. 41, n. 7, p.1565-1586, 2003.

CHIZZOTTI, Antonio. **Pesquisa em ciências humanas e sociais.** 6 ed. São Paulo: Cortez, 2003.

CLAYMORE. **Advanced product quality planning.** Disponível em: <<http://claymore.engineer.qvsu.edu/~vanderps/apqp.htm>>. Acesso em: 26 set. 2003.

DAIMLER CRYSLER CORPORATION et al. **Planejamento avançado da qualidade do produto e plano de controle- APQP.** Ed. IQA - Instituto da Qualidade Automotiva, 1997.

DAVIDSON, G.G.; LABIB, A. W. Learningfrom failures: design improvements using a multiple criteria decision-making process. **Journal Aerospace Engineering**, Inglaterra, v. 217, Part G., 2003.

DEMO, Pedro. **Introdução à metodologia da ciência.** São Paulo: Atlas, 1987. 118 p.

DOWLATSHAHI, S. A comparison of approaches to concurrent engineering. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology.** Springer-Verlag London, 1994.

ELLIS, T.I.A; MOLINA, A.; YOUNG, R.I.M.; BELL, R. **The development of an information sharing platform for concurrent engineering.** INTERNATIONAL MANUFACTURING SYSTEMS ENGINEERING WORKSHOP, Grenoble/França, p. 12-14, dez.1994.

ETTLIE, John E. Product development-beyond simultaneous engineering. **Automotive Manufacturing & Production**, Rochester/NY, v.112, Issue 7, jul. 2000.

FERNANDES, June Marques; ROMEIRO FILHO, Eduardo. **O emprego de sistemas cad e engenharia simultânea e sua influência sobre o nível de emprego nas empresas.** IV Congresso Brasileiro Gestão e Desenvolvimento de Produtos, 6 a 8 de outubro de 2003, Gramado/RS.

FRANCESCHINI, Fiorenzo; GALETTO, Maurizio. A new approach for evaluation of risk priorities of failures modes in FMEA. **International Journal of Production Research**, Inglaterra, v. 39, n. 13, p. 2991-3002, 2001.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.

GOMES, Luiz Vidal Negreiros. **Criatividade-projeto<desenho>produto**. Santa Maria: Pallotti, 2001. 122 p.

GUPTA, Tarun; DUTTA, Sourin. Analysing materials handling needs in concurrent/simultaneous engineering. **International Journal of Operations & Management**, v.14, n. 9, p. 68-82, 1994.

HARDING, J.A.; POPPLEWELL, K. Driving concurrency in a distributed concurrent engineering project team: a specification for an engineering moderator. **International Journal Product Res.**, v. 34, n. 3, p. 841-861, 1996.

HARTLEY, John R. **Engenharia Simultânea: um método para reduzir prazos, melhorar a qualidade e reduzir custos**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. 266p.

HAYES, R.; WHEELWRIGHT, S. **Competing through manufacturing**. Harvard Business Review, p.99-109, jan/fev.1985.

HESKETT, John. **Desenho industrial**. 2 ed. Rio de Janeiro: J.Olympio, 1997. 227 p.

INQUIRY SYSTEM. **Software provides advanced quality planning training**. Disponível em: <<http://www.ispsoftware-solutions.com/APQPTraining.htm>>. Acesso em: 26 set. 2003.

KAMINSKI, Paulo C.; OLIVEIRA, Antonio C.de. **Desenvolvimento de novos produtos: uma proposta de metodologia**. In: CONEM - II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA, João Pessoa/PB, 2002.

MACDUFFIE, John Paul; SETHURAMAN, Kannan; FISHER, Marshall L. Product variety and manufacturing performance: evidence from the international automotive assembly plant study. **Management Science**, v. 42, n. 3, mar. 1996.

MARION FILHO, Pascoal José et al. **O custo do desperdício nas empresas industriais**. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba/PR, 23 a 25 de outubro de 2002.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2002.

MOLINA, A; BELL, R. Reference models for the computer aided support of simultaneous engineering. **Internacional Journal of computer Integrated Manufacturing**, Inglaterra, v. 15, n. 3, p. 193-213, 2002.

MUNIZ, Jacson R.B.; SORESINI, André; BONFIM, Clemente. **Inteligência artificial e otimização aplicada em engenharia simultânea**. Disponível em: <<http://www.nupes.cefetpr.br/muniz.pdf>>. Acesso em: 02 jan. 2003.

MUNRO, Roderick. Future of APQP and PPAP in doubt. **Quality**, Estados Unidos, v. 41, Issue 1, p. 28, jan.2002.

NAKANO, Davi Noboru; FLEURY, Afonso C.C. **Métodos de pesquisa na engenharia de produção**. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Anais...** Piracicaba, 1996. UNIMEP/ABEPRO, 1CD-ROM.

NÓBREGA, Davi Gomes de Araujo et al. **A globalização e a evolução do comportamento organizacional**. XXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Curitiba/PR, 23 a 25 de outubro de 2002.

OLIVEIRA, Silvio Luiz. **Tratado de metodologia científica**. São Paulo: Pioneira, 1999. 320p.

PEREIRA, Milton Wetzel; MANKE, Adilson Luiz. **MDPA - Uma metodologia de desenvolvimento de produtos aplicado à engenharia simultânea**. 3º CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 25 a 27 de setembro de 2001, Florianópolis/SC.

PLATTS, K.; GREGORY, M. Manufacturing audit in the process of strategy formulation. **International Journal of Operation & Production Management**, v.10, n. 9, p.5-26, 1990.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO. **Normas para apresentação de teses e dissertações**. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2001.

PRASAD, Biren. Designing products for variety and how to manage complexity. **Journal of Product & Brand Management**, Estados Unidos, v. 7, n. 3, p. 208-222, 1998.

QUALITY ASSOCIATES INTERNATIONAL INC. **Advanced Product Quality Planning**. Disponível em: <<http://quality-one.com/services/apqp.cfm>>. Acesso em: 26 set. 2003.

RHS SOLUTIONS – Risk, Health and safety Management. **Advanced Product Quality Planning**. Disponível em: <<http://www.rhseducation.com/planning.htm>>. Acesso em: 26 set. 2003.

SCHNEIDER, Homero Maurício. **A engenharia simultânea e sua importância competitiva.** Disponível em: <<http://www.techoje.com.br/automacao/au9509-1.htm>>. Acesso em: 16 ago. 2001.

SIMÕES, Alberto Leon de Paula; RIBEIRO, José Luis Duarte. **Uma discussão da interface entre desenvolvimento de produto e produção.** IV CONGRESSO BRASILEIRO GESTÃO E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS, 6 a 8 de outubro de 2003, Gramado/RS.

SKINNER, Wickham. **Manufacturing-missing link in corporate strategy.** Boston/MA: Harvard Business Review, p.136-145, mai/jun, 1969.

SLACK, Nigel et al. **Administração da produção.** Edição compacta. São Paulo: Atlas, 1999.

SMETZER, Judy. Failure mode and effects analysis can help guide error prevention efforts. **Aha News**, v. 38, Issue 18, 2002.

SOFT EXPERT . **Planning and control, product and process, development.** Disponível em: <<http://www.softexpert.com/eng/apqp.html>>. Acesso em: 26 set. 2003.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação.** São Paulo: Cortez, 1996. 108 p.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de planejamento e controle da produção.** 2 ed. São Paulo: Atlas, 2000.

YIN, Robert K. **Planejamento e métodos.** Porto Alegre: Bookman, 2001. 205 p.

ZANCUL, Eduardo; Rozenfeld, Henrique. **Engenharia simultânea.** Disponível em:<http://www.numa.org.br/conhecimentos/conhecimentos_port/pag_conhec/engsimul_v2.html>. Acesso em: 16 fev. 2003.

ZIEMKE, Carl M.; McCOLLUM, James K. **Simultaneous engineering: innovation or resurrection?** Los Angeles/CA: Business Forum/winter, 1990.