

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
LUIZ ROBERTO MOREIRA DE CASTILHO JUNIOR

**O DETALHAMENTO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO
INTEGRADO AO GERENCIAMENTO DO PROCESSO DE NEGÓCIO (BPM)**

CURITIBA

2009

LUIZ ROBERTO MOREIRA DE CASTILHO JUNIOR

**O DETALHAMENTO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO
INTEGRADO AO GERENCIAMENTO DO PROCESSO DE NEGÓCIO (BPM)**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia do Curso de Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, sob a orientação do Professor Dr. Eduardo Alves Portela Santos.

CURITIBA

2009

LUIZ ROBERTO MOREIRA DE CASTILHO JUNIOR

**O DETALHAMENTO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO
INTEGRADO AO GERENCIAMENTO DO PROCESSO DE NEGÓCIO (BPM)**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau em Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR, pela comissão formada pelos Professores:

Prof. Dr. Eduardo Alves Portela Santos – PUCPR (Orientador)

Prof. Dr. Marco Antonio Busseti – PUCPR Curitiba

Prof. Dr. Ricardo José Rabelo – (Membro Externo)

Curitiba, _____ de _____ de 2009.

Dedicatória

“A Deus, aos meus Pais e irmãos pela minha ausência e principalmente a minha esposa Marlene e ao meu filho Neto pela paciência e compreensão”.

Agradecimento

Ao grupo de orientação de projeto de pesquisa formado pelo Orientador principal Professor Dr. Eduardo Alves Portela Alves, Professor Dr. Eduardo Rocha Loures e Professor Dr. Marco Antônio Bussetti de Paula, pelo compartilhamento do conhecimento e suporte dado ao desenvolvimento do trabalho.

À Prof^a Msc Roberta Tomasi P Hinz do Instituto Superior Tupy de Joinville SC e colegas professores, que permitiram a flexibilidade do planejamento do cronograma de aula que gerou melhor dedicação no trabalho.

Aos meus familiares e amigos pelo sempre apoio apresentado e pela compreensão de minha ausência ao longo deste período.

Ao grupo da Qualidade e Engenharia de Processo da Whirlpool SA Unidade Eletrodomésticos de Joinville SC pelo entendimento da importância deste projeto em minha vida.

Meu sincero agradecimento aos meus Pais, Esposa e Filho pela paciência, compreensão e pelo apoio prestado nos momentos mais difíceis desta etapa.

RESUMO

CASTILHO, Jr (2009) O detalhamento do processo de desenvolvimento de produtos integrado ao gerenciamento do processo de negócios (BPM), Curitiba, 2009. 159 p. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade do Paraná, Curitiba, PR

A crescente exigência do mercado pela qualidade dos produtos oferecidos faz com que as empresas busquem condições de atingir altos níveis de diferenciação de seus processos de pesquisa das necessidades dos consumidores, das tecnologias adotadas na construção e criação dos produtos, na condição de conversão destes produtos e na forma de atender aos objetivos aplicados pelo mercado competitivo. Assim diversas empresas procuram dentro de seus processos de desenvolvimento de produto a oportunidade de preencher positivamente os resultados previstos. A eficiência e sistematização do processo de desenvolvimento de produto dentro das organizações é um dos fatores de grande influência na manutenção da empresa no mercado, principalmente voltado para a redução dos custos, a diminuição do tempo de desenvolvimento de novos produtos e o aumento da qualidade. Com a identificação de diversos autores que tratam o processo de desenvolvimento de produto, este trabalho estrutura a organização de ferramentas da qualidade que suportam o desenvolvimento de produto dentro do contexto de atendimento da qualidade do produto. Baseado na estrutura abordada, este trabalho visa explorar de que forma sistemática do processo de desenvolvimento de produto, em conjunto com a seleção de ferramentas da qualidade podem ser integradas à modelagem gráfica do gerenciamento do processo de negócio (BPM – *Business Process Management*), permitindo a geração de possível avaliação do planejamento da qualidade no processo de desenvolvimento de produto.

Palavras-Chaves: Processo de Desenvolvimento de Produtos. *Business Process Management* (BPM). Ferramentas da Qualidade.

ABSTRACT

CASTILHO, Jr (2009) The detail of product development process integrated with the business process management, Curitiba, 2009. 159 p. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade do Paraná, Curitiba, PR

The crescent market exigency involving the quality of products offers makes that the companies research conditions to touch high levels of differentiation of research process of the costumers needs, technologies adopt in the construction and creation of products, in the condition of conversion this products and to attend the objectives driven through competitive market. Thus several companies looking for in the product development process the opportunity to fill the forecasts results. The efficiency and systematization of product development process in the organization is a factor of large influence in the maintenance of companies in the market, mainly in the cost reduction, the time reduction of development of the product and the increase of the quality. With the identification of different authors that write about the product development process, this work structure the organization of quality tools that support the product development in the context of the attending of product quality. Based in structure boarded, this work aim to explore of that form the systematic of product development process, combined with the quality tools selected may be integrated with graphic modeling of Business Process Management (BPM), allowing the evaluation of quality planning in the product development process

Key Words: product development process, Business Process Management (BPM), quality tools.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 - A obsolescência é inevitável - ROSENAU (2000)	23
Figura 2.3 - O ciclo de desenvolvimento novos produtos – ROSENAU (2000)	24
Figura 2.4 - As necessidades humanas de MASLOW (1970) – adaptado pelo autor	25
Figura 2.5 - Composição do time de DP para um produto (Eppinger; Ulrich 2000)	29
Figura 2.6 - Processos relacion. desenvolv. produtos (ROZENFELD et al 2006)	30
Figura 2.7 - Escopo do desenvolvimento de produtos ROZENFELD, et al (2006)	30
Figura 2.8 - O processo de desenvolvimento produto (Eppinger; Ulrich 2000)	33
Figura 2.9 - Fatores de sucesso desenvolvimento produtos (BAXTER, 2003)	35
Figura 2.10 - Atividade de PDP típico (OTTO & WOOD, 2001)	37
Figura 2.11 - Ciclo de vida representativo aquisição defensiva (Duncan 1996)	38
Figura 2.12 - Mapa rodoviário do planejamento da qualidade (Juran; 1992)	39
Figura 2.13 - Visão do APQP dentro do PDCA CHRYSLER CORPORATION, et al (1995)	46
Figura 2.14 - Cronograma típico do APQP - CHRYSLER CORPORATION, et al (1995)	48
Figura 2.15 - Símbolos Básicos do Mapa de Processos – Werkema (2000)	69
Figura 2.16 - Fluxograma da elaboração da FMEA. HELMAN & ANDERY (1995)	73
Figura 2.17 - Relação do PDP com FMEA. BARBOSA JR (2007) apud STAMATIS (1995)	75
Figura 2.18 - Aplicação do Plano de Controle - Autor	79
Figura 3.1 - Comparação do BPM com Gerenc. Fluxo Processo. AALST (2003)	81
Figura 3.2 - O ciclo de vida do BPM. NETJES; REIJERS; AALST (2007)	83
Figura 3.3 - O ciclo do BPM - BALDAM; et al (2007)	85
Figura 3.4 - O projeto de processo. PAIM, SANTOS e CAULLIRAUX (2007)	92
Figura 3.5 - Módulo Income Suite. Adaptado INCOME (2009)	95
Figura 3.6 - Os elementos do BPMN – BPMI (2006)	98
Figura 3.7 - Visão tridimensional do workflow. AALST (1998)	99
Figura 3.8 - Elementos básicos das redes de Petri. PÁDUA, et al (2004)	100
Figura 3.9 - Seqüência de processos. CARDOSO, VALETTE (1997)	101
Figura 3.10 - As duas dimensões especificação fluxo de processo. AALST (1997)	102
Figura 4.1 - Modelo de Integração do PDP – O Autor	105
Figura 4.2 - Mapa de Processo da metodologia do APQP – O Autor	107
Figura 4.3 - Organização temporal das ferramentas qualidade – O Autor	109
Figura 4.4 - Integração 1ª etapa do mapa produto e modelo temporal: Autor	110
Figura 4.5 - Integração 2ª etapa do mapa produto e modelo temporal: Autor	111
Figura 4.6 - Integração 3ª etapa do mapa produto e modelo temporal: Autor	112
Figura 4.7 - Modelagem PDP notação BPMN – O Autor	114
Figura 4.8 - Proposta de Estrutura Organizacional para PDP – O Autor	116
Figura 4.9 - Estrutura Organizacional para PDP no WoPed – O Autor	119
Figura 4.10 - A integração dos elementos do PDP – O Autor	121
Figura 4.11 - Modelagem do APQP em Redes de Petri – O Autor	123
Figura 4.12 - Modelagem do SubProcesso Conceitual – O Autor	125
Figura 4.13 - Modelagem do Sub2_MKT – O Autor	126
Figura 4.14 - Modelagem do Sub2_Eng Produto – O Autor	127
Figura 4.15 - Modelagem do Sub2_Qualidade – O Autor	128
Figura 4.16 - Modelagem do Sub2_Tollgate Qualidade – O Autor	129
Figura 4.17 - Modelagem do Sub_Processo Produto – O Autor	131
Figura 4.18 - Modelagem do Sub1 Engenharia Produto – O Autor	132
Figura 3.19 - Modelagem do Sub1 Qualidade – O Autor	132
Figura 4.20 - Modelagem do Sub1 Tollgate Qualidade – O Autor	133
Figura 4.21 - Modelagem do Sub Processo do Processo – O Autor	134
Figura 4.22 - Modelagem do Sub3 Engenharia de Produto – O Autor	134
Figura 4.23 - Modelagem do Sub3 Qualidade – O Autor	135
Figura 4.24 - Modelagem do Sub3 tollgate Qualidade – O Autor	136

Figura 4.25 - Modelagem do Sub Processo Piloto – O Autor	137
Figura 4.26 - Modelagem do Sub4 Eng Produto – O Autor	137
Figura 4.27 - Modelagem do Sub4 Qualidade – O Autor.....	138
Figura 4.28 - Modelagem do Sub4 tollgate Qualidade – O Autor	139
Figura 4.29 - Modelagem do Sub Processo Lançamento – O Autor	140
Figura 4.30 - Modelagem do Sub5 Eng Produto – O Autor	140
Figura 4.31 - Modelagem do Sub5 Qualidade – O Autor.....	140
Figura 4.32 - Modelagem do Sub5 Tollgate Qualidade – O Autor.....	141
Figura 4.33 - Proposta Modelagem de Ação de Coleta Informações – O Autor	142
Figura 4.34 - Proposta para validação modelo de integração - O Autor.....	143
Figura 4.35 - Análise do Workflow gerado pelo software WoPed® – O Autor	145

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Quadro de significados de qualidade para novos produtos.....	26
Tabela 2.2 - Revisão Bibliográfica das Fases de desenvolvimento do produto.	41
Tabela 3.1 - Proposta de Descrição de Atividades para o PDP – O Autor.....	117

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIAG – *Automotive Industry Action Group*
APQP – *Advance Product Quality Planning*
ASCQ – *American Society for Quality Control*
As-is – Modelagem do estado atual do processo
BOM – *Bill of Material*
BPD – *Business Process Diagram*
BPM – *Business Process Management*
BPMN – *Business Process Management Notation*
CDC – Código de Defesa do Consumidor
CEP – Controle Estatístico do Processo
DFA – *Design for Assembly*
DFM – *Design for Manufacturing*
DFMEA – *Development Failure Mode and Effect Analysis*
DOE – *Design for Experiment*
DP – Desenvolvimento de Produto
EPC – *Event Process Chain*
IATF – *International Automotive Task Force*
ISO – *International Organization for Standardization*
JAMA – *Japan Automotive Manufacturers Association*
NASA – *National Aeronautics and Space Administration*
NBR– Norma Brasileira Regulamentadora
PDCA – *Plan, Do, Check and Action*
PDP – Processo de desenvolvimento de produto
PFMEA – *Process Development Failure Mode and Effect Analysis*
QFD – *Quality Function Deployment*
QS – *Quality System*
RdP – Redes de Petri
SCM – *Supply Chain Management*
SIG – Sistema Integrado de Gestão
To-be – Otimização e modelagem do estado desejado do processo

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	15
1.1	JUSTIFICATIVA	17
1.2	OBJETIVOS DA PESQUISA	19
1.2.1	Objetivo Geral	19
1.2.2	Objetivos Específicos	19
1.3	HIPÓTESES.....	20
1.4	METODOLOGIA DE PESQUISA.....	20
1.1	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	21
2	PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	22
2.1	DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.....	27
2.1.1	Estrutura para o desenvolvimento de produtos e processo	28
2.1.2	Fases para o desenvolvimento de produtos.	31
2.1.3	Detalhamento das fases de desenvolvimento de produto.....	32
2.1.4	Revisão Bibliográfica das Fases do PDP.....	34
2.1.5	Análise Crítica dos Métodos do PDP	40
2.1.6	APQP.....	44
2.2	FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA O PDP.....	61
2.2.1	QFD (Desdobramento da Função Qualidade)	65
2.2.2	Mapa de Produto.....	66
2.2.3	Mapa de Processo.....	68
2.2.4	FMEA.....	70
2.2.5	Plano de Controle.....	77
3	BUSINESS PROCESS MANAGEMENT (BPM).....	80
3.1	VISÃO GERAL DO MODELO BPM	84
3.1.1	Planejamento do BPM.....	86
3.1.2	Modelagem e Otimização de Processo	88

3.1.3	Modelagem do Estado Atual (as-is).....	89
3.1.4	Otimização e modelagem de estado futuro (to-be)	90
3.1.5	Execução de Processos	92
3.1.6	Controle e Análise de dados.....	93
3.1.7	Ferramenta Income Suite	94
3.2	MODELAGEM REFERENCIA PARA APOIO AO BPM.....	96
3.2.1	Redes de Petri (Petri Nets).....	98
4	PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO DO PDP.....	104
4.1	ORGANIZANDO A PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO.....	104
4.2	O PDP – PRIMEIRA “ELIPSE”	106
4.3	AS FERRAMENTAS DA QUALIDADE – SEGUNDA “ELIPSE”	108
4.3.1	Posição temporal das ferramentas da qualidade no PDP	108
4.4	GERENCIAMENTO DO PROCESSO DE NEGÓCIO (BPM) TERCEIRA “ELIPSE”	113
4.4.1	Diagrama do Processo de Negócio do PDP através da notação BPMN.....	113
4.4.2	Estrutura Organizacional Proposta para o PDP.....	115
4.4.3	Modelagem do PDP Baseado nas Redes de Petri	118
4.4.4	Desenho de Recurso para o PDP.....	118
4.4.5	Modelagem do APQP	120
4.4.6	Modelagem do Sub Processo Conceitual	125
4.4.7	Modelagem do Sub Processo do Produto	131
4.4.8	Modelagem do Sub Processo do Processo	133
4.4.9	Modelagem do Sub Processo Produção Piloto.....	136
4.4.10	Modelagem do Sub Processo Lançamento	139
4.5	PROPOSTA PARA VALIDAÇÃO DO MODELO DE INTEGRAÇÃO DO PDP	142
4.5.1	Análise Qualitativa do Workflow (Redes de Petri).....	144
5	CONCLUSÃO.....	146
	REFERÊNCIAS	148

1. INTRODUÇÃO

A exigência do mercado no aumento do nível da qualidade dos novos produtos está cada vez mais freqüente, obrigando as empresas a encontrarem diversas técnicas de melhoria contínua disponíveis nas academias. Na busca pela excelência da qualidade nos produtos produzidos, autores e empresas desenvolveram uma condição sistematizada para o desenvolvimento de novos produtos. Este entendimento permite que todas as necessidades (desejos) e interesses fossem monitorados durante o andamento do projeto. Para Chrysler Corporation et al (1995), Juran (1992), o estágio inicial do processo de planejamento da qualidade do produto foi idealizado para assegurar que as necessidades e expectativas do cliente sejam claramente compreendidas.

A evolução da tecnologia, conciliada com o envolvimento da cadeia de suprimentos atualmente mais ampla e com determinações de parcerias cada vez mais consolidadas, acaba exigindo das organizações a revisão do portfólio de produtos com mais freqüência e ampliação do leque de descoberta das necessidades voltadas aos consumidores e também a revisão de metodologias de desenvolvimento de novos produtos (PAHL & BEITZ, 1996). Desta forma, a importância do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) e seu entendimento detalhado aumentaram consideravelmente, uma vez que a busca de novos produtos mais eficientes, sustentáveis, com mais qualidade e que permita às empresas maiores lucros foi evidenciado por meio dos efeitos gerados pela competitividade mundial. Segundo Rosenau et al (1996), um novo produto é primordial para o sucesso das corporações modernas, face o crescimento da competitividade, a rapidez da evolução da tecnologia, mudanças das necessidades dos consumidores e o curto ciclo de vida dos produtos.

Produzir produtos e serviços com qualidade e que atendam às necessidades dos consumidores representa para Ritzen & Beskow (2001), buscar um entendimento adequado sobre desenvolver produtos e principalmente permitir uma estruturação organizacional preparada para a execução do plano. Para Rozenfeld (2006) as fases ou etapas de desenvolvimento de um produto são geradas por meio do planejamento do projeto, conceitualmente definidas como:

- Pré-desenvolvimento (planejamento estratégico do produto);

- Desenvolvimento (do Conceito ao lançamento do produto) e;
- Pós-desenvolvimento (acompanhamento do produto e do processo).

Otto & Wood (2001) apresentam estas fases de desenvolvimento como desdobramento do estudo do produto moderno: entendendo as oportunidades de mercado, uma busca avançada na análise de competitividade; desenvolvimento da concepção do produto estudado, com análise detalhada na concepção de engenharia e por fim a implementação do conceito no processo produtivo

Embora a estrutura de desenvolvimento de produtos no nível de detalhamento das fases conceitual, conversão e execução estejam segmentadas nos processos de planejamento da qualidade nas organizações, este modelo isoladamente pode não garantir o sucesso do produto. A necessidade do emprego de ferramentas da qualidade que suportarão o desenvolvimento do novo produto revela a importância do estudo. Para Almeida e Miguel (2007), Chrysler Corporation et al (1995) as etapas de construção envolvendo ferramentas da qualidade no processo de desenvolvimento de produto estão diretamente ligadas à necessidade de integração dos diversos níveis de desenvolvimento do novo produto. A integração entre as etapas do PDP e a aplicação das ferramentas da qualidade representa uma das principais razões do estudo, principalmente na determinação do posicionamento das ferramentas da qualidade na construção do modelo procedural de desenvolvimento de produto.

O PDP constitui em etapas que contribuem para a integração de processos. Nesta condição, os processos organizacionais estão diretamente envolvidos na construção das atividades voltadas para o desenvolvimento de produto. Mundim et al (2002) definem que o desenvolvimento de produtos dentro das organizações provê o envolvimento de praticamente todas as demais funções de uma empresa. Para cumprir com esta necessidade ao estudo, a metodologia BPM (*Business Process Management*) busca estruturar os conceitos definidos dentro da organização administrativa, assim como permitir a contribuição conceitual no gerenciamento do processo na visão organizacional mais ampla. Esta visão era anteriormente compartilhada com as necessidades do desdobramento por processo que a Norma ISO 9001 determinava, porém não permitia uma visão detalhada dos envoltimentos simultâneos para o desenvolvimento de produtos. Para Aalst (2002) o sistema de gerenciamento de processo de negócio (BPM) é direcionado por modelos de

processo e pela estrutura organizacional, que considera a construção do conceito organizacional como principal estrutura de análise. A gestão do processo de negócio (BPM) busca o mapeamento e melhorias dos processos de negócio das organizações. Costa e Rozenfeld (2007) definem que a metodologia do BPM integra as técnicas da gestão da mudança em direção aos processos de novos produtos e contribuí para o progresso das práticas de gerenciamento. Para Aalst (2004) o gerenciamento do processo de negócio contribuiu também na inclusão de métodos, técnicas e ferramentas para o suporte do desenho, ordenação, gerenciamento e análise do processo operacional de negócio.

Com base na abordagem do modelo referencial do APQP (*Advanced Product Quality Planning*) Chrysler Corporation et al (1995) para o desenvolvimento de produtos, na identificação temporal de aplicação das ferramentas da qualidade que representam o planejamento da qualidade e a abordagem detalhada do gerenciamento do processo de negócio (BPM), o estudo identificou a necessidade de integração destes elementos. Este trabalho busca detalhar todas as atividades do processo de desenvolvimento de produtos, organizando a aplicação temporal dos eventos que evidenciam o planejamento da qualidade. A segmentação das atividades dentro do formalismo permitirá o entendimento de aplicação dos marcos dentro do projeto que avaliam as etapas de desenvolvimento do novo produto, assim como a aplicação da avaliação de algumas métricas geradas para a melhoria contínua da qualidade do produto.

1.1 JUSTIFICATIVA

De forma geral, as organizações possuem capacidade para criar novos produtos, atendendo as necessidades do desdobramento estratégico, sendo assim, acredita-se que existe uma grande oportunidade de melhorar o detalhamento do processo de desenvolvimento de produto a fim de preparar um estudo que sirva de base o entendimento do dimensionamento de recursos e das atividades envolta do tema. A necessidade do processo de desenvolvimento de produtos pode ser evidenciada dentro dos conceitos que buscam padronização dos requisitos mínimos para a formação de um sistema de gestão da qualidade (NBR ISO 9001:2000). Para Ulrich e Eppinger (2000) as etapas (da concepção ao monitoramento do produto) de

desenvolvimento de produtos auxiliam os grupos multifuncionais na determinação dos passos a serem seguidos dentro do desenvolvimento de um novo produto. A escolha do modelo referencial de desenvolvimento de produto evidencia, dentro do fluxo de projetos, a sistematização das atividades dentro da organização que representam a garantia da melhoria contínua do sistema da qualidade.

As contribuições deste trabalho, entretanto, não ficam restritas somente a aspectos ligados ao PDP. Para a garantia do plano da qualidade torna-se imprescindível o uso a aplicação de ferramentas e metodologia da qualidade que permitem a análise racional de análise, identificação e prevenção de falhas dos produtos. SCHIPPERS (2000) apresenta em seu estudo o envolvimento de ferramentas da qualidade, onde uma larga variedade de ferramentas quantitativas está direcionada para o processo produtivo, porém as ferramentas qualitativas também têm sido desenvolvidas e refinadas para adequar às específicas circunstâncias ou para melhorias do desempenho de produtos.

Por meio da seleção de algumas ferramentas e metodologias da qualidade voltadas às práticas da garantia da qualidade de novos produtos, o presente trabalho procura contribuir por meio da elaboração de uma proposta de metodologia que permita a organização temporal destas ferramentas, de forma a se obter um melhor entendimento da aplicação no processo de desenvolvimento de produto. Uma contribuição para apresentar a organização temporal de aplicação das ferramentas da qualidade dentro do PDP é de traduzir, de uma forma mais objetiva uma seleção de itens que devem ser seguidos pelo grupo de projeto de desenvolvimento de novos produtos.

As organizações que não possuem uma estrutura de desenvolvimento de produto serão as maiores beneficiárias deste projeto. Neste sentido, pode-se colaborar para o entendimento estrutural necessário para desdobrar a principal atividade voltada a áreas de Qualidade, Engenharia de Produto e Gerenciais. A representação das estruturas para o planejamento da qualidade no desenvolvimento de produto sob forma de processo fortalece a busca pela visão ampla do gerenciamento do processo de negócio (BPM – *Business Process Management*).

A norma NBR ISO 9001:2000 determina uma estrutura organizacional desenhada por processos necessários para a realização de atividades eficazes para o sistema da qualidade. Baldam et al (2007) apresenta em análise cronológica que durante os anos 70 e 80 ocorreram uma busca de aperfeiçoamento na qualidade

dos produtos, onde ocorreu o primeiro grande movimento de análise intensiva do processo, inspirados no sucesso das indústrias japonesas. O conceito de aplicação do gerenciamento de processo dentro do desenvolvimento de produto permitirá dentro do trabalho a integração das ferramentas da qualidade na notação gráfica das atividades para a realização do plano da qualidade do produto. Com base no caminho do gerenciamento do processo, este trabalho também irá contribuir com o meio acadêmico, servindo como base para futuros estudos de simulações estruturais de recursos em softwares de gerenciamento de atividades, e redesenho do processo de desenvolvimento de produtos nas organizações.

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.2.1 Objetivo Geral

Gerar a modelagem de um processo de desenvolvimento de produto referencial, que possibilite, de forma estruturada, a integração da seleção de ferramentas da qualidade apoiado aos conceitos de Gerenciamento do Processo de Negócio (*Business Process Management* - BPM), permitindo o entendimento detalhado da aplicação do planejamento da qualidade e prover uma base de estudo futuro relacionado com dimensionamento de recurso e atividades do PDP. Esta proposta não visa

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar alguns modelos de desenvolvimento de produtos existentes na literatura, a fim de selecionar um modelo referencial para aplicação do gerenciamento de processos;
- Selecionar ferramentas da qualidade que compõe o planejamento da qualidade no desenvolvimento de produtos e estudar a organização para a aplicação temporal destas ferramentas da qualidade no desenvolvimento de produtos;

- Estudar sobre o gerenciamento do processo de negócio (BPM) direcionado ao entendimento da construção do ciclo do BPM gerando a tradução do PDP (processo de desenvolvimento de produto) na linguagem gráfica da modelagem e gerar uma proposta para validação da integração desenhada;

- Estruturar a modelagem do processo de desenvolvimento do produto por meio do formalismo de Redes de Petri;

- Apresentar uma proposta, considerada neste trabalho como modelo, que determina a integração dos conceitos estudados acima (PDP e Qualidade) que permita a avaliação de aderência do planejamento da qualidade no desenvolvimento de novos produtos.

1.3 HIPÓTESES

No projeto de pesquisa, verificam-se as seguintes hipóteses:

- a) Por meio da revisão bibliográfica de alguns métodos de desenvolvimento de produto pode ser possível identificar um modelo referencial de processo de desenvolvimento de produto;

- b) Com a determinação de um modelo de PDP (processo de desenvolvimento de produto) pode ser possível mapear quais as fases em que as ferramentas da qualidade serão utilizadas;

- c) Com a modelagem do modelo referencial de desenvolvimento de produto pode ser possível determinar as condições de avaliação da aderência do planejamento da qualidade no desenvolvimento de novos produtos;

1.4 METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia que será aplicada neste trabalho caracteriza-se por meio de pesquisa bibliográfica. Conforme Gurgacz & Nascimento (2007) a pesquisa bibliográfica caracteriza-se pela busca de conhecimento a partir do que já está publicado sobre o tema a ser investigado, objetivando obter maior familiaridade com os aspectos que devem compor o PDP de uma organização. Os fundamentos teóricos, obtidos por meio da pesquisa, se relacionarão às definições de modelagem e da estruturação organizacional, permitindo com este estudo as definições dos

papéis principais para a determinação das atividades de desenvolvimento de produto.

A realização dos estudos envolvendo o processo de desenvolvimento de produtos foi desenvolvida a partir de uma revisão da literatura. Portanto foram utilizadas como base, neste trabalho, teorias desenvolvidas por diversos autores, focando nos conceitos de desenvolvimento de novos produtos e na escolha de um modelo referencial para o Processo de desenvolvimento de produto funcional estruturado neste trabalho.

1.1 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A presente dissertação está organizada em cinco capítulos. O capítulo 1 apresenta as pretensões do trabalho, envolvendo os objetivos esperados assim como os questionamentos discutidos no planejamento do projeto. A seguir, é apresentado um capítulo específico sobre a revisão literária envolvendo o PDP (Processo de Desenvolvimento de Produtos), onde se pretende estruturar vários conceitos de DP e encontrar um modelo referencial. Ainda dentro do segundo capítulo o trabalho apresenta uma análise das principais ferramentas e metodologias da qualidade envolvidas no PDP e na reunião temporal de aplicação destas metodologias ao modelo referencial escolhido. A terceira etapa finaliza a pesquisa com o entendimento do BPM (Gerenciamento do Processo de Negócio), permitindo o desdobramento do modelo de PDP referencial no formalismo de Redes de Petri. No quarto capítulo, está apresentada a proposta de integração dos três estudos realizados no capítulo anterior, representado pela integração do PDP, com o detalhamento de aplicação temporal das metodologias da qualidade e o gerenciamento do processo de negócio. O presente trabalho propõe um modelo de integração onde, por fim, é apresentada uma estrutura de desenvolvimento de produto modelado na linguagem gráfica que permite o mapeamento da aplicação de *tollgates* ou (etapas de avaliação) para avaliação da aderência do PDP nas organizações, assim como as sugestões para continuidade do projeto.

2 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Dentro de uma visão de desenvolvimento de novos produtos para um mercado competitivo, as empresas buscam oferecer aos seus clientes oportunidades de suprir às diversas necessidades criadas através de uma condição de sobrevivência ilimitada dentro das organizações. Nesta linha Juran (1992) afirma que produto é o resultado de qualquer processo, além de descrever o produto com diversas subclassificações como: Bens (coisas físicas, produto palpável), Serviço (sendo o trabalho executado por alguém que resulta em produtos realizados) e softwares (programas de instrução para computadores).

Todos os enfoques apresentados nos produtos sejam estes em bens ou serviços, visa a satisfação das necessidades e exigências de clientes e consumidores, estes clientes segundo Cheng et al (1995) podem ser classificados como internos (quando são impactados pelos produtos e quando realizam estes produtos) ou externos (indivíduos, ou órgãos que são impactados por produtos envolvendo seu uso). Para Juran (1992) a satisfação dos clientes com o produto é o resultado alcançado quando as características do produto correspondem às necessidades do cliente. Esta afirmação pode ser orientada através da indicação de que o produto satisfaz aos objetivos que os clientes e consumidores buscam em um produto.

Estes objetivos são identificados como impulsionadores das organizações dentro do mercado, para Tennant et al (2006) a sobrevivência nos dias de hoje dentro de um mercado globalmente competitivo está se tornando crescente no gerenciamento efetivo e no controle de inovação através do desenvolvimento de novos produtos. Para Valeri (2000), novos produtos são vitais para o sucesso e prosperidade para as empresas no dias de hoje. Segundo Rosenau et al (1996), um novo produto é primordial para o sucesso das corporações modernas, face o crescimento da competitividade, a rapidez da evolução da tecnologia, mudanças das necessidades dos consumidores e o curto ciclo de vida dos produtos. A figura 2.1 representa um modelo na visão de Rosenau (2000) sobre a necessidade de mudar e atualizar constantemente as linhas de produtos para atender sim às necessidades do mercado. As organizações, na visão do autor, devem estar alinhadas com as novidades tecnológicas, a fim de proporcionar melhores receitas originadas pelas

mudanças em seu processo e em buscas de melhores horizontes mercadológicos, buscando a segmentação das demandas e consolidação da marca.

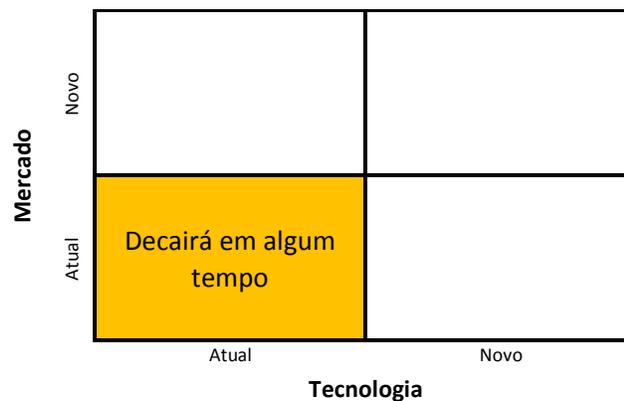


Figura 2.1: A obsolescência é inevitável - ROSENAU (2000)

Para Cooper (1993) o desenvolvimento de um novo produto é muito perigoso, mas ainda representa o mais importante esforço de uma corporação moderna. Baseado na necessidade de desenvolver o novo, criar uma nova marca ou até mesmo fazer o produto de forma diferenciada, Rosenau (2000) define que o foco comum para o desenvolvimento de um novo produto é produzir um novo produto ou serviço o mais rápido possível. Para o autor, isso somente será possível com uma frequência de demanda adaptável dentro da organização, flexibilidade do processo produtivo e a necessidade de competir com o inesperado. Para Echteit (2004) a entrada antecipada no mercado poderá ser crítica se a companhia aumentar a janela de tempo durante a determinação de novos produtos.

Rosenau (2000) apresenta uma estrutura composta por estágios para o desenvolvimento de um novo produto, onde se origina da busca no mercado pela oportunidade e na geração de idéias para o novo produto, figura 2.3. O autor define que a proposta os cinco eventos seqüenciais e os quatro intervalos entre estes eventos devem ser disseminados e entendidos para obter lucros mais rápidos de um novo produto.

- **Fuzzy Front End, Stage Gates e Previsão de Vendas:** São potenciais tempos ou períodos que serão consumidos cujas ações poderão otimizar os intervalos definidos pela organização.

- **Vendas Continuadas:** É a visão que a organização (grupo de Marketing) deverá desenvolver para identificar quando o novo produto deverá substituir um produto que passou pelo seu ciclo de vida.

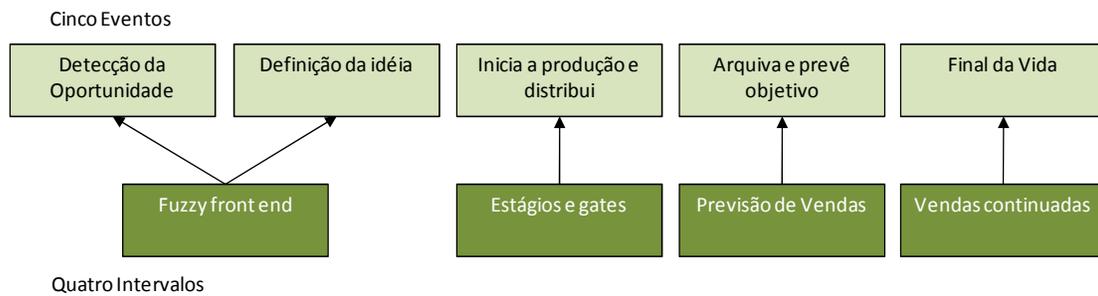


Figura 2.3 Os Cinco eventos e quatro intervalos no ciclo de desenvolvimento de novos produtos – ROSENAU (2000)

- **Cinco Eventos:** São responsáveis, dentro da visão do Autor, pela determinação das ações que compreendem aos intervalos definidos para o novo produto.

Este processo complementa o estágio anterior apresentado por Rosenau (2000) baseado na necessidade de mudar, e na busca por um novo produto para a determinação da manutenibilidade da empresa no mercado competitivo. Para Williams, Tennant (2005) o processo de negócio para o desenvolvimento de um novo produto a introdução deste produto no mercado é definido pelo processo de apresentação deste produto no mercado, e este processo acontece desde a sua pesquisa, seguindo os detalhamentos dos procedimentos de sua construção.

As necessidades de uma empresa estar desenvolvendo um novo produto originam-se neste trabalho por meio da parte introdutória deste capítulo, onde é apresentada a importância das organizações em estar sempre à frente do mercado competitivo, para Roussel et al (1992) os autores apresentam que numa pesquisa recente, as cinco maiores preocupações dos diretores executivos americanos de empresas industriais eram áreas em que a pesquisa e o desenvolvimento desempenham um papel fundamental, onde estão relacionados: qualidade de produto, custos de produção reduzidos, pontos fortes futuros da empresa, acompanhamento de novas tecnologias e desenvolvimento de produto.

Este processo, ou fase do produto, chamada de pesquisa e desenvolvimento corresponde à segunda etapa do processo de desenvolvimento de produto, visto que o primeiro passo neste desdobramento são as definições de metas e objetivos da diretoria quanto à decisão dos tipos de produto ou condições de mudança nos produtos atuais, baseadas pelas informações oriundas das pesquisas de tendências de mercado e tecnologias.

As informações originadas das pesquisas de produtos são muitas em sua totalidade trabalhadas e realizadas com potenciais consumidores de produtos, as pesquisas procuram extrair dos pesquisados as informações necessárias para decidir sobre algumas condições que o novo produto poderá conter. Para Jordan (2002) os fatores humanos têm começado a crescer nos recentes anos, isto pode ser considerado como um manifesto no número de caminhos que as organizações podem tomar, alguns destes caminhos é a expansão da relação de literaturas sobre os fatores humanos e suas necessidades, incluindo jornais e livros, conferencias internacionais e seminários dedicados ao conhecimento das necessidades humanas.

Para Maslow (1970) apud Jordan (2002) as necessidades são atribuídas às condições humanas de adquirir algo ou de desejar algo, analisando sempre as condições atuais ou predisposições futuras para o bem ou serviço. Na figura 2.4 o autor apresenta algumas camadas de necessidades humanas apresentadas por Maslow, onde o processo inicia dentro das necessidades básicas do ser humano em sua vida social até a realização completa de sua plenitude.

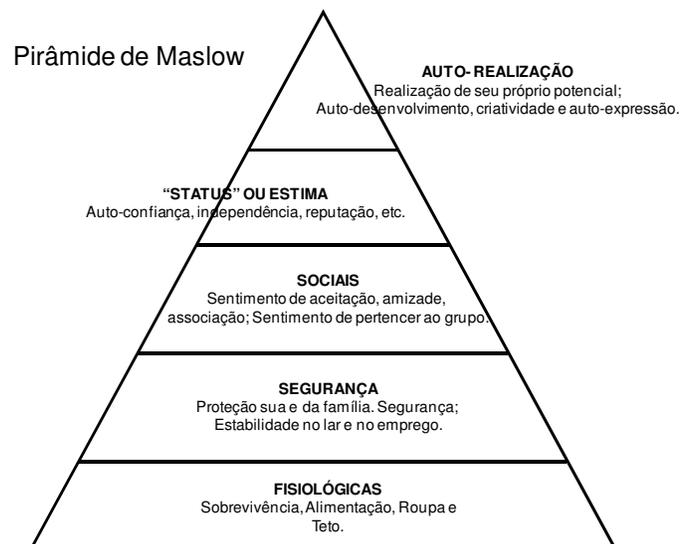


Figura 2.4: As necessidades humanas de MASLOW (1970) – adaptado pelo autor

Estas necessidades apresentadas pelo autor representam uma base de análise que objetiva ordenar, pelo seu ponto de vista quais os caminhos que se podem tomar para atender às estas necessidades. Dentro desta definição é possível identificar que cada camada da pirâmide possui diversos produtos que podem ser listados para a devida satisfação das pessoas e da sociedade. Estes produtos por sua vez deverão suprir não somente as necessidades básicas dos clientes, mas

também atender às características necessárias para cada cliente ou consumidor final.

Na abordagem de que os produtos são classificados como bens e serviços utilizados para satisfazer as necessidades dos clientes, tais necessidades podem ser manifestadas de várias formas, um dos resultados obtidos das buscas pelas necessidades dos consumidores são as características que os futuros produtos terão, esta fase do processo de desenvolvimento serve de processamento das informações ou dos *inputs* do grupo de pesquisa para determinar as principais inovações no novo produto. Para Juran (1992) as definições de novos produtos possuem duas dimensões definidas para a busca da qualidade: incremento de característica do produto (*features*) e ausência de deficiência, este último categorizado dentro do programa da Trilogia de Juran. Na tabela 2.1 são apresentados os caminhos que são seguidos para a compilação e tomada de decisão de novos produtos dentro das organizações.

Tabela 2.1: Quadro de significados de qualidade para novos produtos

Características do Produto que atende às necessidades do Cliente	Ausência de Deficiências
A Qualidade superior possibilita que as empresas:	A Qualidade superior possibilita que as empresas:
Aumentem a satisfação dos clientes Tornem os produtos vendáveis Enfrentam a concorrência Aumentem sua participação no mercado Obtenham receita de vendas Garantam preços melhores O maior efeito é sobre as vendas Normalmente a qualidade superior custa mais	Reduzam os índices de erros Reduzam a repetição de trabalhos e o desperdício Reduzam as falhas no uso e os custos de garantia Reduzam a insatisfação dos clientes Reduzam inspeções e testes Reduzam prazos de lançamentos de produtos Aumentem rendimentos e capacidades Melhorem o desempenho de entregas O maior efeito é sobre os custos Normalmente a qualidade superior custa menos

Fonte: JURAN (1992)

Estes dois vértices para a criação de um novo produto criam uma base de análise baseada na linha de razão de determinação deste produto. Quando um produto é originado (fuzzy front end – ROSENAU, 2000) em sua pesquisa, o resultado deste processo determina qual o principal objetivo do produto, onde pode estar relacionado com a sua característica e carregar para o mercado uma inovação ou proporcionar à organização o aumento de sua receita originada pela condição de sua construção, seja em pesquisa de realização do processo de realização do produto em menor tempo ou até mesmo no custo menor de realização quanto à

realização do *BOM*¹ do produto lançado. A diferença obtida pela dimensão de Juran (1992) no desenvolvimento e lançamento do produto está no tempo de sua execução, onde o dimensionamento para a alteração da característica de um produto poderá levar mais tempo devido necessidade de pesquisa e desenvolvimento, sendo que para a dimensão da ausência de deficiência as soluções originam-se muitas vezes dentro da organização, sendo executado por pesquisas técnicas de viabilidade de *performance* em testes de desenvolvimento e aprovação de produtos.

Para Al Endres (1997) o planejamento da qualidade direciona o desenvolvimento de geração de metas e objetivos para um novo produto ou peça a ser desenvolvida, assim como o controle da qualidade a melhoria dos processos direciona o desenvolvimento e uso da mensuração das metas para a ausência de deficiências. Dentro desta linha o autor apresenta que a qualidade é a expectativa das necessidades do consumidor.

Em função da necessidade do mercado de receber produtos inovadores, as organizações objetivam que o processo de desenvolvimento destes novos produtos seja realizado em tempos menores, segundo Rosenau (2000), a redução do tempo de mercado é a maior vantagem para algumas companhias, e algumas empresas que tem em seus processos curtos tempos para o desenvolvimento de novos produtos. Partindo da busca pela eficácia no processo de produto, esta necessidade (do mercado) cria um efeito para os provedores destes produtos de estruturação dos processos de desenvolvimento de produtos, impactados pela pressão de fazer certo da primeira vez.

2.1 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Existem várias definições para o desenvolvimento de produtos e diferentes terminologias para o Processo de Desenvolvimento de Produtos. Ulrich e Eppinger (2000) definem o PDP como uma seqüência de passos ou atividades com um envolvimento centrado das pessoas de criação, desenho e que comercializa o produto. Tennant et al (2006) afirma que o mecanismo identificado como o número um no direcionamento do sucesso de novos produtos é a implementação efetiva de processos de alta qualidade. Para Ritzen & Beskow (2001) o desenvolvimento de

¹ Bill Of Material – representa a estrutura dos produtos, conhecida como lista técnica de materiais.

produtos é a principal atividade para o crescimento de um negócio nos tempos competitivos de hoje, onde envolvem ambos os departamentos de novos produtos e os processos produtivos para a realização destes produtos. Para Baskoro (2006) o desenvolvimento de produto (DP) é o processo que transforma a idéia e oportunidade dentro de um produto. Mundim et al (2002) definem que o desenvolvimento de produtos é um dos processos mais complexos e que se relaciona com praticamente todas as demais funções de uma empresa. Para Pahl & Beitz (1996) ressaltam que devido às pressões de mercado, os grupos de vendas e marketing estão cada vez mais necessitando de conhecimento especializado de engenharia para as tomadas de decisão, estes processos para os autores aproxima ainda mais os processos organizacionais, buscando uma harmonia no desenvolvimento de um novo produto.

Autores como (EPPINGER e ULRICH, 2000, OTTO e WOOD, 2001, CLARCK e WHEELRIGHT, 1992, GRZYNA e JURAN, 1992, ROZENFELD, 2006, PAHL e BEITZ, 1998, DUNCAN, 1996, BAXTER, 2003 e CHRYSLER CORPORATION et al,1995) propuseram diversos modelos que vem sendo adaptados e validados por diversas empresas e universidades, assim como servindo como base de pesquisa na utilização de modelos de desenvolvimento de produto para projetos. O processo de desenvolvimento de produto é dividido em algumas etapas, ou fases de construção, buscando o objetivo de alinhar com os diversos processos² as principais atividades a serem seguidas desde o surgimento da idéia até a entrega do produto para o cliente.

2.1.1 Estrutura para o desenvolvimento de produtos e processo

Dentro da linha de recursos necessários para o desenvolvimento de produtos, os principais elementos deste processo são as pessoas envolvidas neste processo, para Eppinger & Ulrich (2000) as pessoas dentro dos times de desenvolvimento devem estar totalmente alinhadas quanto às funções que cada uma realiza dentro da empresa porém é possível destacar três funções que estão quase sempre centrais para o desenvolvimento de produtos:

² Neste trabalho a definição de Processo também poderá ser relacionada com áreas produtivas, de acordo com definição da NBR ISO9001.

- **Marketing:** com a função de mediar às interações entre a Organização e os consumidores;
- **Design:** através da função de dar as formas do produto em encontro com as necessidades dos consumidores e;
- **Manufatura:** com a função primária de desenhar e operacionalizar o sistema de produção para produzir o produto que foi determinado.

Eppinger & Ulrich (2000) apresentam a composição de um time de projeto de desenvolvimento de um produto eletromecânico de moderada complexidade, e mostra (figura 2.5) o envolvimento das áreas da organização para o adequado desenvolvimento de produto.

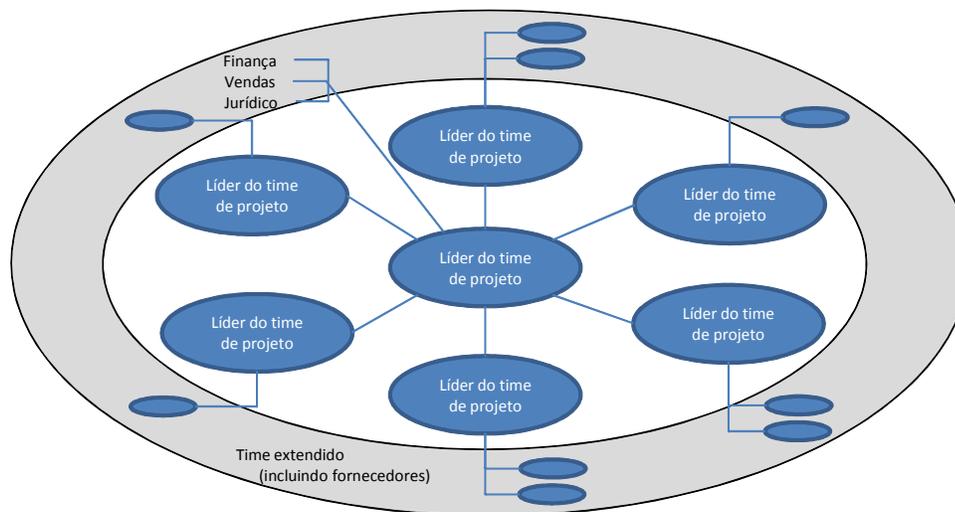


Figura 2.5 – Composição do time de DP para um produto eletromecânico de moderada complexidade. (Eppinger; Ulrich 2000)

Para Rozenfeld (2006) um desenvolvimento bem-sucedido, é essencial a integração dos processos com as funções e outros processos empresariais envolvidos na realização de atividades ou suprimento de informações para o Processo de desenvolvimento de produtos. Os processos envolvidos nas fases de desenvolvimento de produto estão muito ligados ao gerenciamento de informações onde a tomada de decisão é produto das fases analisadas (figura 2.6).

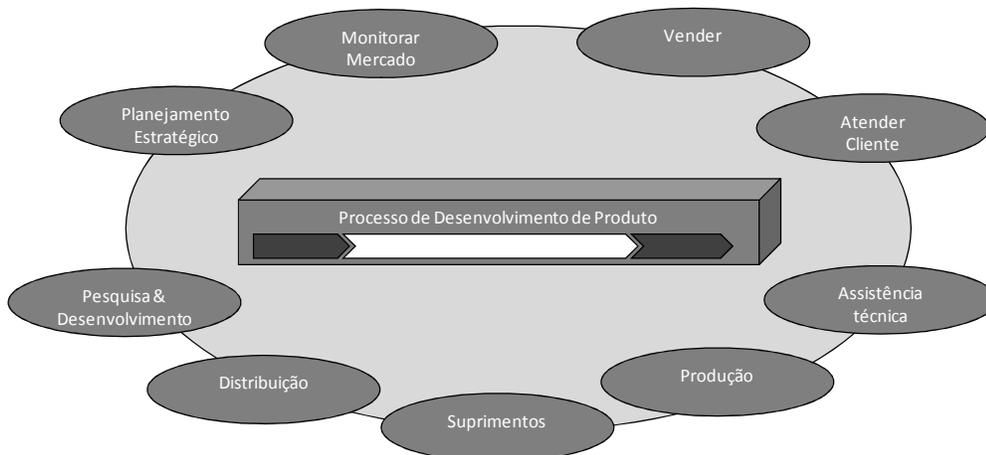


Figura 2.6 – Processos relacionados com o desenvolvimento de produtos (ROZENFELD et al 2006)

Rozenfeld et al (2006) aborda como um processo mais coeso a identificação do plano de desenvolvimento de produto dentro da organização, (figura 2.7) apresentando a integração em que o planejamento e a execução do projeto e o acompanhamento do produto pós-venda estão em um mesmo processo de negócio, como em um ciclo, permitindo uma maior garantia de retroalimentação rápida e contínua dos dados e informações sobre o desenvolvimento do produto e os requisitos dos consumidores e da sociedade. Para Rozenfeld, et al (2006) processos de negócio compreendem um conjunto de atividades organizadas entre si visando produzir um bem ou serviço para um tipo específico de cliente (interno ou externo à empresa).



Figura 2.7: Escopo do desenvolvimento de produtos ROZENFELD, et al (2006)

2.1.2 Fases para o desenvolvimento de produtos.

Para CHRYSLER CORPORATION et al (1995), o estágio inicial do processo de planejamento de qualidade do produto foi idealizado para assegurar que as necessidades e expectativas do cliente sejam claramente compreendidas, os *inputs* e *outputs*³ aplicáveis ao processo podem variar de acordo com o processo do produto e com as necessidades e expectativas do cliente. Estas fases permitem ao grupo de projeto que entendam o que será necessário para que as próximas etapas sejam cumpridas.

Dentro da linha de desenvolvimento das fases de um projeto Otto & Wood (2001) apresenta a denominação de *stage-gates*⁴ do processo de desenvolvimento de produtos, onde a seqüência paralela e em atividades seriais ou etapas são completadas. Dentro de uma fase existe um fluxo de atividades de desenvolvimento que acontecem em seus períodos. Os estágios de evolução acontecem para ditar o mapeamento da fase de desenvolvimento do projeto, e pode ajudar o grupo de projeto e gerencia a identificar algumas variáveis respostas ligadas aos riscos associados ao projeto, relacionado principalmente pela relação (*t*) tempo de desenvolvimento *versus* fase em que o projeto se encontra.

Para Rozenfeld et al (2006) o que determina uma fase é a entrega de um conjunto de resultados (*deliverables*⁵), que, juntos, determinam um novo patamar de evolução do projeto de desenvolvimento. Os resultados criados em cada fase permanecerão “congelados”, a partir do momento em que a fase é finalizada. Assim como outros autores apresentam, as fases de desenvolvimento servem como marco de início e fim de um estágio do projeto, neste momento é possível perceber a evolução e ou não do projeto, conforme apresentado. Assim como nos processos de desenvolvimento de produto, onde foi apresentada na tabela 1.1 uma visão de cada autor, as fases do PDP estão diretamente ligadas ao detalhamento de cada autor no entendimento sobre as principais necessidades de cada fase em seu desenvolvimento.

A divisão das fases de desenvolvimento de produto para Eppinger & Ulrich (2000) são representadas pelo envolvimento do time de projeto nas entregas

³ *Inputs* = entradas de informações; *outputs* = saídas de informações.

⁴ *Stage-gates* = Estágios, portões de acesso.

⁵ *Deliverables*= Entregas

escolhidas buscando o cumprimento das razões de acompanhamento no desenvolvimento:

- **Garantia da Qualidade:** O processo de desenvolvimento especifica as fases de desenvolvimento que passarão por verificações ao longo do caminho, estas fases contemplam um único caminho de assegurar a qualidade do resultado do produto;

- **Coordenação:** A articulação clara do processo de desenvolvimento das atividades junto com o time de projeto é a garantia de que as etapas estarão sendo seguidas em sua totalidade e a resposta às necessidades do projeto estará voltada ao plano mestre de seu desenvolvimento;

- **Planejamento:** O processo de desenvolvimento contém *milestones* correspondendo às conclusões de cada fase, os tempos de conclusão destas fases estão ligados ao cronograma de desenvolvimento do produto e sua administração é o retrato do planejamento da qualidade do produto;

- **Gerenciamento:** Um processo de desenvolvimento é uma marca de referencia para avaliação da performance de um avanço nos resultados, o gerenciamento do projeto estabelece uma possibilidade de identificar problemas em suas etapas já desenvolvidas ou em desenvolvimento e

- **Melhoria:** A documentação ou a formalização cuidadosa dos processos de desenvolvimento das organizações muitas vezes ajudam na identificação de oportunidade de melhoria no projeto.

Estas etapas apresentadas pelos autores representam o interesse no cumprimento das fases de desenvolvimento de um produto e sua contribuição para o entendimento destas etapas.

2.1.3 Detalhamento das fases de desenvolvimento de produto

A organização das fases de desenvolvimento de produtos é interpretada e trabalhada de acordo com o nível de detalhamento de cada autor sobre o assunto. Os processos relacionados com as etapas de desenvolvimento de produto recebem uma conceitualização especial baseado na origem do entendimento das reais necessidades dos consumidores.

Para Eppinger & Ulrich (2000) a divisão do desenvolvimento do produto é realizada em seis fases (figura 2.8), estas fases representam o desdobramento das funções para a garantia da qualidade do produto em desenvolvimento, onde os *Outputs* de cada etapa são as missões declaradas do projeto originadas pelos *Inputs* desenhados no início de cada fase, servindo como guia para o time de projeto para o caminho do desenvolvimento do produto.

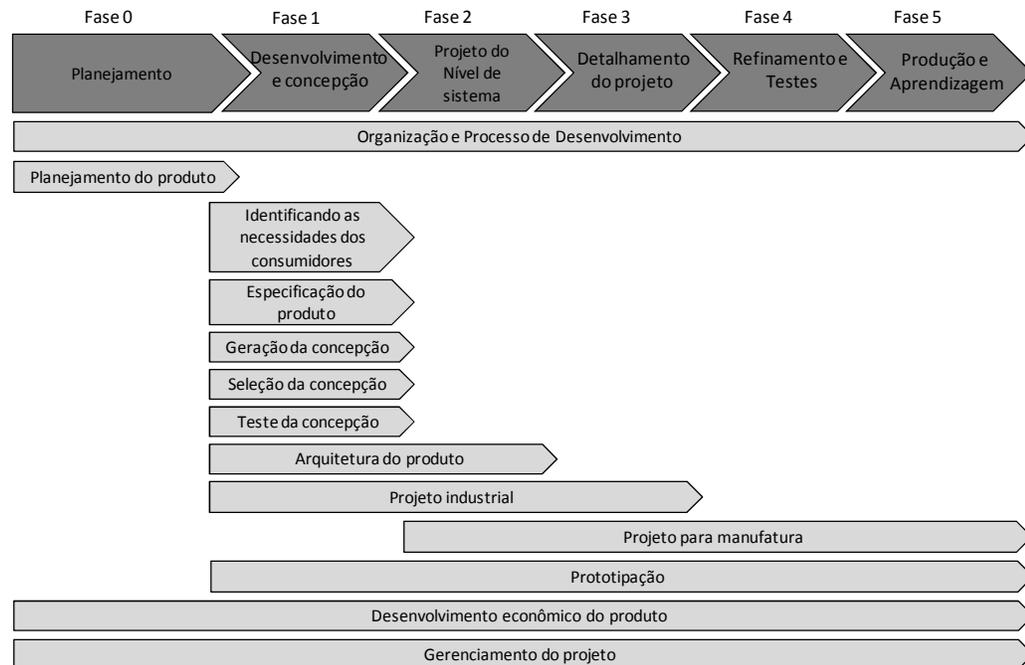


Figura 2.8 – O processo de desenvolvimento de produto (Eppinger; Ulrich 2000)

O detalhamento das seis fases de desenvolvimento do produto para EPPINGER, ULRICH (2000) são:

0. Planejamento: Nesta fase inicia com a estratégia organizacional e a avaliação da tecnologia de desenvolvimento e objetivo de mercado

1. Desenvolvimento da concepção: nesta fase as necessidades de meta de mercado são definidas, alternativas de concepção de produtos são geralmente avaliadas onde uma ou mais seleções são selecionadas para se posteriormente sejam desenvolvidas e testadas;

2. Projeto de nível de sistema: nesta fase são incluídas as arquiteturas do produto assim como o desdobramento do produto em subsistemas e componentes, os *outputs* desta fase são desenhos projetados, desempenho funcional especificado em cada um dos produtos ou subsistemas;

3. Detalhe do projeto: O detalhamento do projeto inclui a completa especificação da geometria, materiais e tolerâncias das peças dos produtos, assim como suas identificações e definições para fornecedores;

4. Testando e refinando: Esta fase consiste na validação do produto através do que foi desenhado e concebido dentro do desenvolvimento do produto

5. Produção e aprendizagem: Nesta fase o produto validado é produzido em ritmo mais lento que uma produção normal, o objetivo desta fase é fazer com que a manufatura tenha conhecimento do projeto entregue e possibilitar ao grupo de projeto avaliar as primeiras produções para a validação da mesma.

Dentre as etapas apresentadas pelos autores, o lançamento do produto acontece logo após os pontos de transição sejam avaliados e revisados.

2.1.4 Revisão Bibliográfica das Fases do PDP

As divisões das etapas do processo de desenvolvimento de produto podem ser apresentadas em diversos modelos formalizados por diversos autores que buscaram e ainda buscam o entendimento da melhor forma de relacionar os recursos previstos dentro das organizações objetivando o melhor envolvimento para o processo de desenvolvimento de produtos. A definição do modelo mais adequado pode ajudar, conforme análise realizada neste capítulo, na escolha da forma mais clara para este processo.

Para Baxter (2003) existem diversos fatores que determinam entre o sucesso ou fracasso de novos produtos, eles podem ser classificados em três grupos principais (figura 2.9).

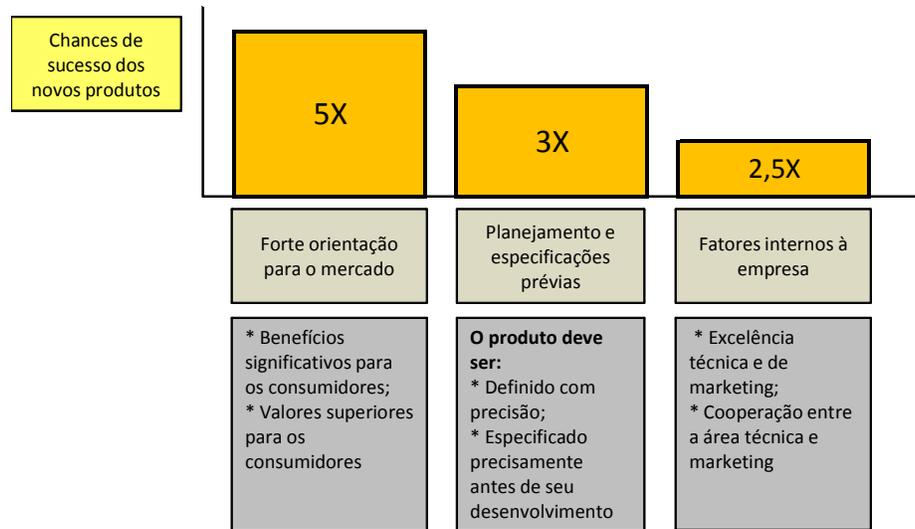


Figura 2.9 – Fatores de sucesso no desenvolvimento de novos produtos (BAXTER, 2003)

Esta análise de classificação permite que sejam desdobrados três conceitos de importância para o processo de desenvolvimento de um novo produto, que são: Orientação para o Mercado, Planejamento e especificação e fatores internos à empresa. Baxter (2003) apresenta este primeiro conceito que representa o estudo do produto que representará as fortes diferenciações em relação aos concorrentes, além das características valorizadas pelos consumidores; o segundo conceito está relacionado com a análise de viabilidade técnica e econômica antes do desenvolvimento, estudo das especificações desejadas em comparação com as necessidades apontadas; e por fim o terceiro conceito que busca a manutenção dos níveis de qualidade técnica ligadas ao desenvolvimento de novos produtos.

Para Eppinger & Ulrich (2000) estes fatores são apresentados em quatro passos a serem seguidos por uma organização: o primeiro está relacionado com a identificação das oportunidades, o qual o planejamento do sucesso começa com uma pesquisa de necessidades (BAXTER (2003); ROSENAU (2000), novas tecnologia e pesquisa de novos *features* e tendências; o segundo fator está relacionado com o processo decisório de avaliação e priorização de projetos, onde as análises de liderança tecnológica e de custo são direcionadas, para os autores nesta fase são observados os caminhos em que a organização busca para a segmentação do mercado atuante; o terceiro ponto apresentado pelos autores está relacionado com a alocação de recursos e tempo de planejamento o grupo de projeto está formado com toda a base de informações para o início da realização do

projeto servindo como entrada para o quarto fator apresentado, que é o planejamento do pré-projeto completo, determinando em sua versão final o conceito do projeto aprovado o quinto fator aborda a retroalimentação das informações do projeto, onde a reflexão nos resultados encontrados no projeto e no processo é analisada, garantindo o cumprimento da entrega das atividades buscando a melhoria contínua do processo de produção e de engenharia, visando constante revisões de produção e qualidade dos produtos.

Pahl & Beitz (1998) determinam que as fases desenvolvimento correspondam à clarificação da tarefa; geração do conceito; personificação (*lay-out* preliminar e *lay-out* definitivo); detalhamento (determinação de produção e operação) e documentação (desenhos e informação).

Otto & Wood (2001) apresentam estas fases de desenvolvimento como desdobramento do estudo do produto moderno, onde eles dividem os principais fatores como: entendendo as oportunidades de mercado, uma busca avançada na análise de competitividade; desenvolvimento da concepção do produto estudado, com análise detalhada na concepção de engenharia e por fim a implementação do conceito no processo produtivo, adotando as práticas de *robust design*⁶. A figura 2.10 apresentada pelos autores elabora uma visão de construção do processo de desenvolvimento de produto, resgatando das três fases principais até o seu detalhamento, representando as etapas que cada processo deve seguir para a determinação do novo produto e entrega no processo produtivo e no mercado.

⁶ Robust Design representa o desenvolvimento de produtos baseado em estudos técnicos aprofundados, muitas vezes no uso das ferramentas six sigma.

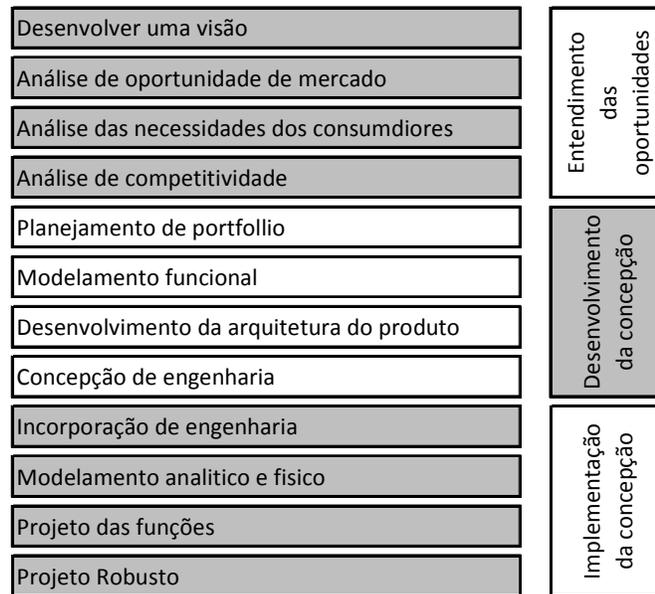


Figura 2.10 – Atividade de PDP típico (OTTO & WOOD, 2001)

Para Gryna & Juran (1992) a determinação das fases de desenvolvimento de um produto é um importante segmento no ciclo de vida dos produtos, eles apresentam as fases como: em primeiro lugar a fase de conceito e viabilidade do projeto; seguida da fase do projeto detalhado, que apresenta os conceitos de projetos alternativos onde define o mais promissor para a organização; em terceiro é apresentado à fase de prototipação onde serão construídas e testadas as primeiras unidades de produtos conceituados; em seguida é apresentado a fase de demonstração de pré-produção onde são projetadas os estudos de processo ao qual será produzido o produto em determinada por uma produção preliminar; após esta fase os autores apresentam a produção em larga escala, onde apresenta o estado contínuo da produção normal; como sexto fator é apresentado às alterações de projeto, buscando uma revisão do produto com base na experiência obtida na produção, no mercado e na utilização do produto, objetivando a melhoria de desempenho do produto e eliminação das falhas em condições normais de uso do produto; e por fim o último fator é apresentado como o uso do cliente, onde compreende, segundo os autores em todo o período de vida útil do produto, incluindo período de garantia.

Para Duncan (1996) a determinação do ciclo de vida de produtos está representada por cinco fases, sendo a primeira definida como definição e exploração do conceito do produto; a segunda fase está relacionada com a validação do projeto

conceito; seguido do desenvolvimento da manufatura e engenharia, fase definida para o planejamento do processo de produto; a quarta fase está representada pela preparação e produção; seguidas pelo seqüenciamento e finalização das etapas relacionadas com o suporte e operação do novo produto representado muitas vezes dentro de uma empresa de produto manufaturados por uma equipe de engenharia que trabalhou no desenvolvimento do produto e também de um grupo de especialistas de campo, que possui contato direto com serviços técnicos de assistência ao consumidor final. Este processo apresentado por Duncan (1996) está representado na figura 2.11, onde é possível visualizar os *milestones*⁷ das principais grandes fases para o desenvolvimento de produtos.

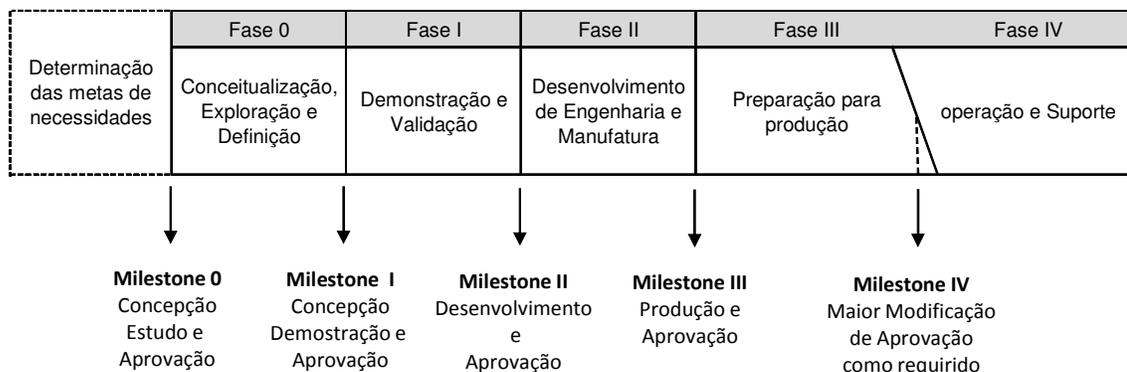


Figura 2.11 – Ciclo de vida representativo para aquisição defensiva (Duncan 1996)

Rozenfeld et al (2006) apresenta as fases de desenvolvimento de um produto iniciando pelo planejamento do projeto, onde todas as pesquisas sobre o novo projeto são apresentadas. Na seqüência são apresentadas as fases de desenvolvimento, aos quais os autores apresentam cinco fatores, sendo:

- Projeto informacional;
- Projeto conceitual;
- Projeto detalhado;
- Preparação da produção do produto;
- Lançamento do produto.

Para Rozenfeld et al (2006) apresenta a necessidade do planejamento do PDP buscando a melhoria contínua do desempenho dos processos e do produto. As etapas de que representa as especificações do novo produto e a pesquisa de marketing endereçada para o novo; seguido da conceitualização do projeto e seu

⁷ Milestones = Eventos, acontecimento que representa um marco histórico, grande evento de finalização de

detalhamento; assim como na fase final deste desdobramento a quarta e a quinta fase completam a preparação da produção e o lançamento do produto. Em conjunto com as etapas de desenvolvimento de produto os autores apresentam um conjunto de ferramentas e atividades que descrevem detalhadamente o planejamento da qualidade dentro do projeto.

Juran (1992) apresenta como conceito o mapa rodoviário do planejamento da qualidade para novos projetos onde o primeiro passo relacionado com as atividades esta representado pelo estabelecimento de metas de qualidade; seguidos da análise dos clientes afetados pelo novo produto; que gera desta forma e análise a determinação das necessidades dos clientes; com as necessidades identificadas, o passo seguinte do mapa rodoviário apresenta o desenvolvimento das características do produto e do processo; seguida do estabelecimento dos controles do processo e transferência para a produção, figura 2.12. Este conceito é complementado pela visão de Gryna e Juran (1992), baseado nos conceitos de engenharia (ferramentas de desenvolvimento de produto auxiliado muitas vezes por simulações) e a visão da garantia da qualidade para as fases de desenvolvimento de produtos.

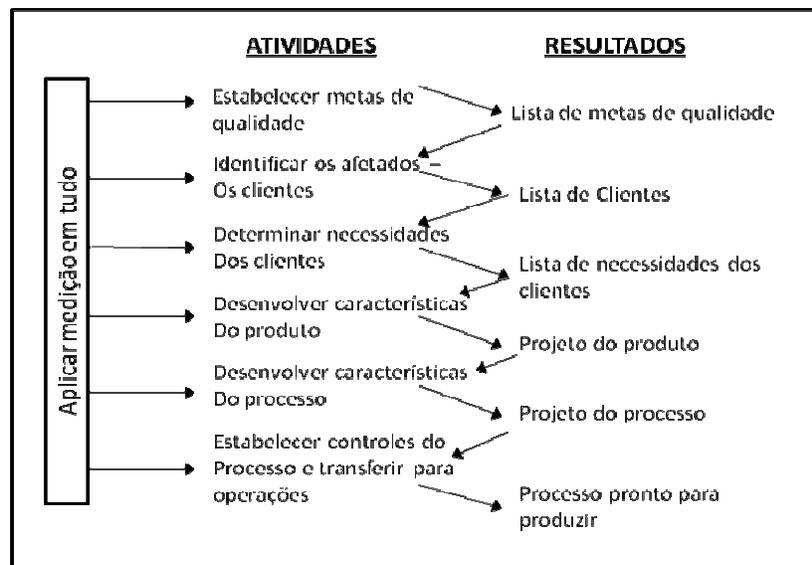


Figura 2.12 – Mapa rodoviário do planejamento da qualidade (Juran; 1992)

Para Clarck & Wheelright (1992) apud Valeri (2000) as fases de desenvolvimento de produtos são divididos em quatro macros fases, sendo iniciada pelo desenvolvimento do conceito do produto a ser produzido, seguido do planejamento do produto, onde apresenta nesta fase a análise para o

desenvolvimento da viabilidade da construção do modelo; como terceira fase apresentada pelos autores à engenharia do produto e processo gera a execução do projeto em produto e como última fase é apresentada a produção piloto e o aumento da produção na organização.

Dentro da lista de processos desenhados e desenvolvidos para a determinação das etapas de desenvolvimento de produto e analisados anteriormente, os modelos de referência para o PDP pode estar relacionado com diversos setores da economia, como a indústria eletro mecânica, metal mecânica e a automobilística, no entanto estes modelos analisados podem ser referência para a derivação de outros modelos referenciais específicos para as indústrias. Dentro desta análise, sob forma de diretrizes comuns de Planejamento da Qualidade do Produto as empresas Chrysler (Daimler Chrysler), Ford e General Motors desenvolveram no final dos anos 80 o manual do APQP (*Advanced Product Quality Planning*) ou o Planejamento Avançado da Qualidade do Produto, derivada das exigências da norma ISO/TS16949:2000 elaborada pela AIAG (Automotive Industry Action Group) que foi fundada em 1982.

Chrysler Corporation, et al (1995), determina que o APQP tenha como objetivo enfatizar o planejamento previsto da qualidade, por meio da estruturação de etapas desenvolvidas para definir e estabelecer os procedimentos necessários para assegurar a qualidade exigida pelo cliente. O APQP consiste em cinco fases: Planejamento e Programa de Definição; Projeto de Produto e Verificação de Desenvolvimento; Projeto de Processo e Verificação de Desenvolvimento; Validação de Processo e Produto e Lançamento, *Feedback*, Ações Corretivas e de Avaliação.

2.1.5 Análise Crítica dos Métodos do PDP

Dentre os modelos apresentados neste capítulo, a tabela 2.2 representa um resumo de todos os conceitos de desenvolvimento de produto e uma revisão bibliográfica da seleção de referências de procedimentos para o desenvolvimento de produtos. Através deste estudo é possível identificar que as diferenças conceituais entre os diversos autores estão voltadas na condição do envolvimento do detalhamento das fases.

Tabela 2.2 Revisão Bibliográfica das Fases de desenvolvimento do produto.

Baxter, 2003	Otto; Wood 2001	Eppinger; Ulrich 2000	Gryna; Juran 1992	Duncan 1996	Juran 1992	Clark; Wheelright 1992 apud Valeri 2000	APQP, Chrysler Corporation et al. 1997	Rozenfeld et al (2006)	COOPER, 1993
1- Orientação para o mercado, planejamento e especificação e fatores internos à empresa	1- Entendendo as oportunidades de mercado	1- Identificação de oportunidades	1- Conceito e viabilidade do projeto	1- Definição e exploração do conceito do produto	1- Estabelecer metas da qualidade	1- Desenvolvimento do conceito do produto	1- Planejar e definir o programa	1- Projeto informacional	1- Definição da idéia de novo produto
2- Análise viabilidade técnica e econômica	2- desenvolvimento da concepção do produto	2- Processo decisório de avaliação e priorização de projetos	2- Projeto detalhado	2- Validação do projeto conceito	2- Identificar os afetados - os clientes	2- Planejamento do produto	2- Verificação do projeto e desenvolvimento do produto	2- Projeto conceitual	2- Investigação preliminar sobre o novo conceito
3- Manutenção dos níveis de qualidade técnica	3- implementação do conceito	3- Alocação de recursos e tempo de planejamento	3- Prototipação	3- Desenvolvimento da manufatura e engenharia	3- Determinar as necessidades dos clientes	3- Engenharia do produto e processo	3- Verificação do projeto e desenvolvimento do processo	3- Projeto detalhado	3- Investigação detalhada (Case)
		4- Planejamento do pré-projeto completo	4- Demonstração do Pré-projeto	4- Preparação da produção	4- Desenvolver as características do produto	4- Produção piloto e aumento da produção	4- Validação do produto e do processo	4- Preparação da produção do produto	4- Desenvolvimento
		5- Retroalimentação das informações do projeto	5- Produção em larga escala	5- Suporte e operação do novo produto	5- Desenvolver as características do processo		5- Análise da retroalimentação e ação corretiva	5- Lançamento do produto	5- Testes e validação
			6- Alteração de projeto		6- Estabelecer controles do processo e transferir para operações				6- Produção Total e lançamento no mercado
			7- Uso do cliente						

Fonte: O Autor

Partindo do detalhamento e entendimento das etapas citadas na pesquisa, Otto e Wood (2001) apresentam a visão detalhada das etapas de desenvolvimento de produtos iniciando da visão de mercado, alinhamento com a organização e o fechamento do conceito do produto. A maior preocupação dos autores está na conclusão do ciclo de conceitualização do produto envolvido com a pesquisa de mercado. O modelo detalha uma condição adequada para o conceito do produto, porém não abrange o seqüenciamento do desenvolvimento do produto. Este conceito acompanha a abordagem descrita por Baxter (2003), que determina a visão inicial do produto como parte da especificação do projeto aliado às necessidades internas da empresa e a relação das áreas de marketing com os outros processos.

Mesmo que o modelo descrito por Baxter (2003) siga uma condição da visão de conceito, este demonstra as possibilidades de sucesso quando da obtenção das estratégias apresentadas pelo autor. Esta mesma visão é compartilhada com Eppinger e Ulrich (2000), onde as limitações de entrega do projeto estão na fase de conceito e planejamento da conversão do projeto no processo. Envolvido nesta análise é possível perceber que dentro dos modelos estudados na tabela 2.2 que os conceitos mais recentes (2000 – 2003) apresentam uma preocupação maior com o planejamento inicial do desenvolvimento de processo, partindo da condição de que o sucesso do projeto está no alinhamento com o mercado, não é possível perceber um preocupação com o término da fase de conversão e produção dos novos produtos desenvolvidos.

Os próximos autores estudados nesta etapa da análise do trabalho apresentam uma condição de detalhamento que permite a visão do seqüenciamento das atividades do PDP, que representa o fechamento do ciclo de envolvimento da produção para a construção do novo produto. Podemos reconhecer este conceito com Juran (1992) que demonstra o cuidado as necessidades dos clientes, porém fomenta a análise e levantamento das características críticas do processo, permitindo um seqüenciamento da construção do produto. Embora estes conceitos apresentados por Juran (1992), Duncan (1996), Clark; Wheelright (1992) e Cooper (1993) determinem a preocupação de envolvimento com o processo produtivo, não é possível identificar o detalhamento do PDP descritos por eles. Desta forma fica caracterizado uma lacuna à pergunta de “como?” o modelo poderá ajudar no

entendimento daquilo que deve ser entregue para garantir a qualidade do novo produto.

A visão das entregas do modelo apresentado pela Chrysler Corporation et al (1997) contemplam a condição de análise dos autores apresentados anteriormente além de permitir a abrangência detalhada sobre as fases e entregas que cada etapa determina. O compartilhamento da visão de conceitualização do produto é realizado por todos os autores, representando o alinhamento e a preocupação com as análises do mercado. Porém a determinação e cuidado com os aspectos processuais sob forma orientativa para a organização estão evidenciados no método do APQP (Planejamento Avançado da Qualidade do Produto) criado pelas montadoras Ford, GM e Chrysler Corporation (1997) cujo objetivo era de realizar um alinhamento das necessidades entre os fornecedores da indústria automotiva. Este modelo dedica uma fase completa específica de planejamento do processo no desenvolvimento de produto e determina desde a geração da proposta, uma ligação muito forte com o uso de ferramentas da qualidade, que suportam o modelo e determinam o planejamento da qualidade no DP.

Dentro dos modelos relacionados na tabela 2.2 o APQP apresentado por Chrysler Corporation, et al (1995) e o Processo de Desenvolvimento de Produto apresentado por Rozenfeld et al (2006) se destacam por conterem em seus processos o elo completo da cadeia de desenvolvimento do produto, criando uma grande interface com todos os processos e distinguindo-o de todos os outros autores em relação a: identificar as necessidades dos clientes relacionadas à gestão de relação com os clientes (futuro cliente); selecionar e desenvolver necessidades de materiais e fornecedores (Gestão das relações com os fornecedores) e no desenvolvimento da tecnologia de produção (gestão de fluxo de manufatura). Por meio da análise crítica entre os métodos, ambos os modelos citados neste parágrafo diferenciam-se dos outros autores por alguns motivos:

- Riqueza no detalhamento das atividades referente ao PDP;
- Possui um manual detalhado, determinando com isso o registro das etapas e a normatização dos itens como padrão estabelecido;
- Melhor visualização do emprego das ferramentas da qualidade;
- Direcionamento da equipe de projeto para a execução do planejamento da qualidade do produto desenvolvido;

- Determinação clara das saídas de cada etapa do processo;
- Origem do modelo como base de alinhamento de informação entre processos e fornecedores.

Estas fases dentro do PDP complementam o conjunto de ferramentas e técnicas a serem utilizadas para o produto, seja este relacionado com um produto manufaturado ou derivado de um serviço. Porém como o interesse da pesquisa envolve também o foco na indústria automobilística e a exploração deste tema relacionado com o detalhamento do APQP apresentado pela Chrysler Corporation, et al (1995) este determina a base para exploração desde trabalho.

2.1.6 APQP

A metodologia do APQP (Advanced Product Quality Planning) foi desenvolvida a partir dos requisitos conhecido como QS-9000 ou Quality System Requirements que consiste nos requisitos do sistema de qualidade exigidos pelas grandes montadoras do setor automobilístico conforme apresenta Basbalho (2006). Em pesquisa, Hozenfeld (1998) apresenta que a QS-9000 tem como objetivo uniformizar os requisitos de qualidade para toda a cadeia de suprimentos da indústria automotiva. Conforme apresentado anteriormente este programa de garantia de qualidade para fornecedores foi criado conjuntamente por Daimler Chrysler, General Motors e pela Ford Company. Para cada uma das montadoras existia um manual normativo que representava cada necessidade para os fornecedores, por exemplo: o Manual da Garantia da Qualidade dos Fornecedores Chrysler, o Ford Q-101 Norma do Sistema da Qualidade Ford e o *Target for Excellence* da General Motors Company.

Este programa surgiu em 1988 durante a conferência da Divisão Automotiva da ASQC (*American Society for Quality Control*), com a necessidade das “três grandes” em substituir os padrões exigidos separadamente por cada fabricante/fornecedor e unificar os critérios de desenvolvimento de produto e de qualidade de componentes apresentados pelos fornecedores destas empresas diminuindo esforços e documentação necessária para satisfação das montadoras. Buscando pelo histórico e análise do surgimento destas exigências.

A QS-9000 como norma certificadora foi extinta em dezembro de 2006, quando as Grandes Montadoras migraram definitivamente para a ISO/TS 16949 em sua versão de 2002, dando seqüência a base normatizada para certificação de fornecedores e com a ênfase segmentada pelo sistema da qualidade criado por meio da NBR ISO9001:2000 que a base de sua elaboração em sua conformidade de construção do Sistema de Gestão da Qualidade. A ISO/TS 16949 é uma especificação técnica que foi preparada pela *International Automotive Task Force* (IATF) e *Japan Automobile Manufacturers Association Inc.* (JAMA), com suporte da ISO/TC 176 (*Quality Management and Quality Assurance*) conforme determina a ISO/TS 16949 (2002) e seus subcomitês e representa uma especificação técnica que delimita sua aplicação como requisito de certificação apenas aos locais de trabalho onde se desenvolve a montagem de automóveis ou a fabricação de peças ou componentes.

Para Rozenfeld (1998) o modelo de referencia do projeto (APQP) pode estar relacionado com um setor da economia (como por exemplo, o setor automobilístico), porém os modelos específicos podem ser derivados e obtidos a partir dos modelos de referência de um setor no qual a empresa se insere. Alinhando este conceito de referência Rozenfeld (1998) apresenta que a ISO/TS 16949 fornece através do APQP um modelo de planejamento da qualidade através de um método estruturado, para definir e estabelecer etapas necessárias para assegurar a garantia da qualidade exigida pelo cliente.

Ciclo de Planejamento da Qualidade do Produto

O APQP como modelo de desenvolvimento de produto apresenta uma linha de desdobramento baseado nos ciclos do PDCA (*Plan, Do, Check e Action*), este modelo representa a base de raciocínio das etapas de desenvolvimento de produtos. Para CHRYSLER CORPORATION, et al (1995), o desdobramento das fases do PDCA para o desenvolvimento de produto está representado por:

- Planejar (PLAN): Desenvolvimento de tecnologias e conceitos;
- Realizar (DO): Desenvolvimento do produto/ processo e verificação do protótipo;
- Estudar (CHECK): Confirmação do produto e validação do processo; e
- Agir (ACTION): Melhoria contínua.

O conceito apresentado pelo requisito da qualidade (APQP) representa uma linha lógica para o desenvolvimento de novos produtos, pois relaciona a construção de um novo produto via PDCA, que como metodologia auxilia na obtenção de melhores resultados. Embora a metodologia do PDCA seja utilizada muitas vezes para resolução de problemas, ele também, dentro da análise do APQP representa a organização das quatro principais fases de desenvolvimento de produtos, onde é possível o conceito do produto nasce, o produto se desenvolve junto com o processo e depois de implementado em campo, este produto servirá para retroalimentação de novos produtos, caracterizando desta forma a melhoria contínua para o processo de desenvolvimento de produtos. A figura 2.13 representa a visão do APQP dentro da metodologia do PDCA e determinação das principais fases para a PDP.

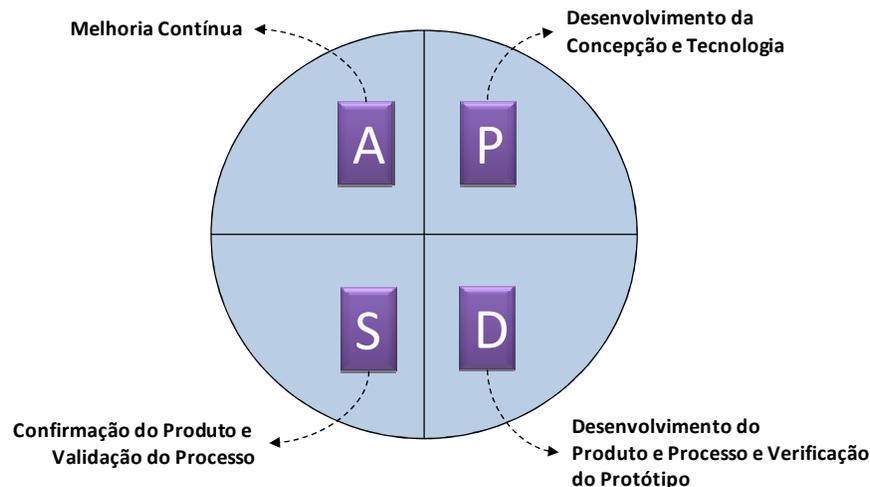


Figura 2.13 Visão do APQP dentro do PDCA CHRYSLER CORPORATION, et al (1995)

Cronograma de planejamento da qualidade do produto

Na definição da palavra cronograma podemos encontrar vários significados, como por exemplo, o sistema em que os diferentes elementos de uma data representam os prazos para executar diversas atividades ou a representação gráfica da data prevista da execução de um trabalho. Nestas linhas de pensamento, utilizando a palavra em sua prática que o Manual do APQP apresenta como ferramenta fundamental de sua metodologia o cronograma de planejamento da qualidade de um novo produto, ou para um novo produto. Para CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) apresenta que o objetivo do cronograma do APQP é de determinar uma concentração maior da equipe de desenvolvimento de produto

para a realização das atividades voltadas para a prevenção de defeitos e na superação do cronograma do cliente.

Contudo o manual informa que a prevenção de defeitos deve ser dirigida pela Engenharia Simultânea executada pelas atividades de engenharia de produto e de manufatura que trabalham simultaneamente, o presente trabalho definirá algumas informações sobre estrutura de desenvolvimento de produtos em sub-capítulos seqüenciais.

Para CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) após a organização da equipe de planejamento da qualidade do produto a primeira prioridade de trabalho deveria ser o desenvolvimento de um cronograma. Dentro desta ferramenta administrativa o grupo poderá prever pela complexidade do produto e exigência do cliente, qual o primeiro impacto para a obtenção do sucesso do novo produto, que é a sua entrega no momento certo em que concebido. Para CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) um acompanhamento eficaz dá suporte ao monitoramento do programa definido com enfoque na identificação de itens que requerem atenção especial, além de subsidia a equipe no planejamento de progressos (tempos de recuperação de relatórios) e na definição dos encontros de *follow-up* do grupo de trabalho. A figura 2.14 representa a ordenação das atividades diversas que fundamentam a metodologia do APQP, a ferramenta dentro do método que permite o entendimento das etapas de desenvolvimento de um novo projeto, seja este apenas alteração ou um novo produto como visto anteriormente.

O Cronograma típico do APQP está dividido em cinco grandes etapas, ou fases para o desenvolvimento de projetos, estas fases entregam-se entre elas permitindo uma cronologia de construção e estudo para a obtenção do produto. Dentro destas cinco fases existem atividades que em alguns momentos ultrapassam os limites entre as etapas representando desta forma a simultaneidade também entre as atividades e não somente da equipe. Desta forma as etapas orientam os grupos multifuncionais sobre as responsabilidades exercidas dentro de cada etapa de construção e determinação. Para cada etapa realizada o cronograma do APQP apresenta uma ação que este gera, esta ação representa o resultado que se espera daquela etapa/ fase, é o cumprimento da fase em questão e a preparação para a fase subsequente do cronograma. Os capítulos seguintes detalharão as fases e etapas do cronograma típico do APQP para o desenvolvimento de produtos.

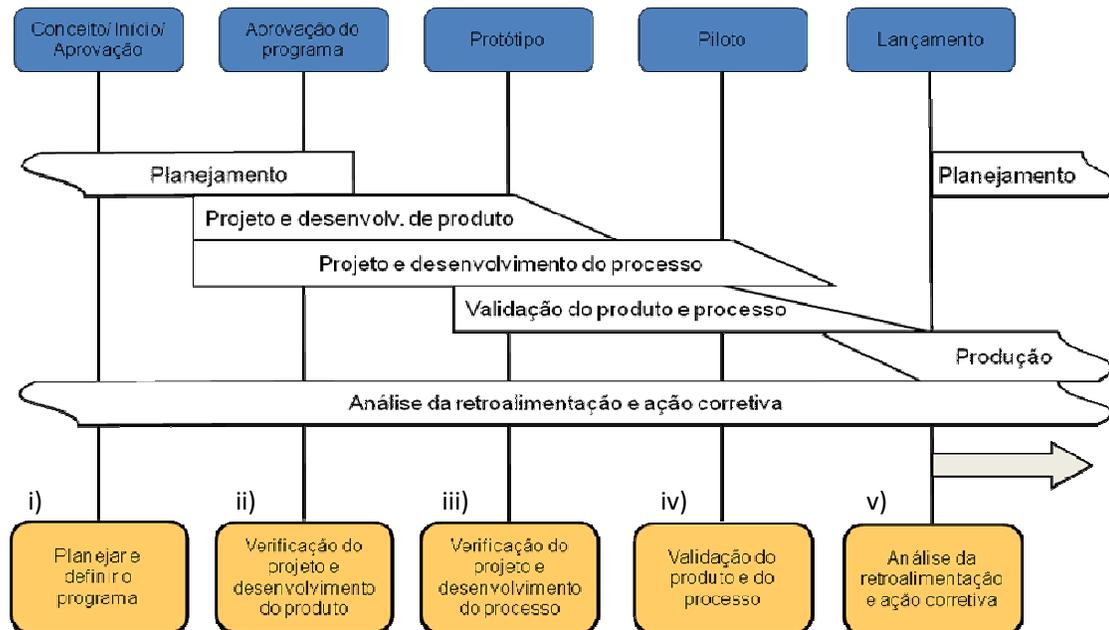


Figura 2.14: Cronograma típico do APQP - CHRYSLER CORPORATION, et al (1995)

Conforme apresentado na revisão bibliográfica no capítulo 2.3.1 deste trabalho, o Manual do APQP apresenta cinco grandes fases de entrega, que são as fases de: Planejar e definir o programa, verificação do projeto de desenvolvimento do produto e do processo, da validação do produto e do processo e da análise e retroalimentação e ações corretivas, neste momento é possível identificar a sinergia com a metodologia do PDCA.

i) Planejar e definir o programa

O ponto inicial para o desenvolvimento de um novo produto, conforme visto no início deste capítulo, é a sua concepção. Esta etapa para o novo produto pode representar o sucesso ou não do projeto, visto as pesquisas realizadas objetivando a identificação das necessidades dos consumidores e as suas expectativas. Para CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) esta etapa descreve como determinar as necessidades do cliente de forma a planejar e definir um programa de qualidade para o produto, sempre focando no cliente⁸.

- **Voz do Consumidor/ Cliente:** Este representado por diversos *insights* quando da realização de pesquisas que envolvem consumidores e clientes.

Para CHRYSLER CORPORATION, et al (1994) a “voz do cliente” engloba reclamações, recomendações (que podem vir sob formato de regulamentação), dados importantes provenientes de clientes internos e/ou externos. Nesta análise é possível identificar que o ciclo do PDCA está contido no fluxo do APQP, pelo fato de a voz do consumidor/ cliente está representado pela última etapa do desenvolvimento do produto, que é a retroalimentação. Esta ação quando executada permite que novos projetos sejam corrigidos preventivamente em decorrência das informações coletadas e trabalhada na fase conceitual do projeto. De acordo como manual, este controle é desdobrado em três partes: Pesquisa de Mercado, Informações históricas de garantia da qualidade (defeitos principalmente) e Experiência da equipe de desenvolvimento. Estas fases permitem a visualização de um cenário contendo algumas informações, conforme relação abaixo:

- Custo da não qualidade de determinado produto (valor monetário);
- Defeitos de campo relacionado com produtos similares (ordens de serviço);
- Defeitos internos (apontamentos da fábrica);
- Acidentes com consumidores internos e externos (dados estatísticos, normas de segurança e Código de defesa do consumidor)
- Usabilidade de determinadas peças (entrevistas ou painéis⁹);
- Usabilidade e manuseio de produtos (experiência equipe);
- Regulamentações nacionais e/ou internacionais (normas e código de defesa do consumidor)
- Informações culturais dos consumidores (pesquisa)
- Informações de portfólio de produtos (análise financeira e de Marketing)

Dentro da análise da voz do consumidor, ocorre a identificação de que a necessidade de obter as informações coesas para o andamento do projeto é fundamental, justificando a necessidade de o grupo multifuncional possuir em sua lista de responsáveis as pessoas ligadas às informações acima, tais como definição de mercado (grupo de Marketing e estratégia da organização), informações da qualidade (engenharia da qualidade e auditoria interna) e a manufatura como sendo a área que convive atualmente com o produto similar e que possui pleno

⁸ Cliente para o Manual do APQP pode também ser considerado como consumidor final (quem compra, quem distribui e quem o usa).

⁹ Painéis são caracterizados por reuniões realizadas com potenciais consumidores analisando a aplicação e aceitação de determinadas inovações do produto.

conhecimento das principais necessidades tais como capacidade fabril e todos os defeitos originados no processo produtivo.

- **Plano de Negócios/ Estratégia de Marketing:** Elemento essencial para a identificação das necessidades de mercado, esta etapa permite estabelecer moldes do plano de qualidade do produto.

- **Dados de *Benchmark* do produto e do processo:** Este controle permitira que o projeto seja viabilizado perante análise do controle anterior (x1.2). De acordo com o manual do APQP CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) o uso do *Benchmarking* irá oferecer dados entrada para estabelecer objetivos de desempenho do produto/ processo.

Os controles de relacionado como **premissas do produto/ processo, estudos sobre a confiabilidade do produto e “inputs” do cliente**, representam o complemento da análise de necessidades para a busca de um plano da qualidade do produto dentro da fase inicial deste desdobramento.

Depois de identificado e concluída a análise das informações originadas das entradas do projeto (itens acima listados), o modelo central da figura 2.15 possui como tarefa compilar os dados e traduzir em informações precisas para a tomada de decisão. Neste momento a influência da gerência deverá ser fundamental para a obtenção dos resultados esperados. Como num modelo de processo habitual, após analisado e transformado as informações e características do produto a ser desenvolvido, são identificadas as **saídas** do processo, neste caso caracterizado pela APROVAÇÃO DO PROGRAMA, que representa que todas as etapas de análise e planejamento do produto inicial foram realizadas.

Para o projeto de produto definir a aprovação do programa, CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) por meio do manual do APQP determina que controles como os de entrada apresentado acima se convertem nas saídas deste processo, gerando a entrega do produto final identificado. Como saída ou subprodutos do processo “Planejar e definir o programa” são identificados no manual:

- **Objetivo de Projeto (x2.1):** Representa a tradução da voz do consumidor que se converte em definições de características que o produto conterà em sua concepção.

- **Metas de confiabilidade e de qualidade (x2.2):** As metas de confiabilidade são estabelecidas baseadas nos desejos e expectativas do cliente e

objetivos de programa de benchmarking. Para CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) as metas de qualidade são objetivos baseados em melhoria continua;

- **Lista preliminar de materiais (x2.3):** Identificação preliminar das especificações de materiais baseado nas pesquisas anteriores;
- **Fluxograma preliminar do processo (x2.4):** Determinação do mapa de processo a ser utilizado a partir das determinações identificadas no conceito do produto;
- **Lista preliminar de características especiais de produto e processo (x2.5):** Identificar através de ferramentas de prevenção de falhas quais as características críticas deve ser estudadas e simuladas antecipadamente. Neste caso o mapa de produto permite obter uma visão mais detalhadas das principais alterações do novo projeto;
- **Plano de garantia do produto (x2.6):** O plano de garantia para o projeto suporta todas as informações obtidas anteriormente, para CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) o plano traduz os objetivos de projeto em requisitos de projeto.

Neste momento todas as características do produto e do processo devem estar planejadas, os investimentos devem estar provisionados e assim como as metas gerais de qualidade, produtividade, custos, segurança e atendimento devem estar aferidos. Para a realização deste processo, o manual do APQP determina que o comprometimento da Alta direção estipulando encontros sistemáticos em cada etapa de desenvolvimento de produto é essencial para suportá-la nas condições do projeto.

ii) Projeto e desenvolvimento de produto

Tendo definido as primeiras especificações do projeto de produto, o grupo multifuncional desenvolve a continuidade do novo produto, onde nesta seqüência são utilizadas as saídas do processo de concepção para determina o desenvolvimento do produto em sua ordem real. O manual do APQP (Planejamento avançado da qualidade do produto) para CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) determina que a principal saída do processo de **projeto e desenvolvimento do produto** é a realização de um produto protótipo, que conterà todas as características identificadas na concepção do produto estudado na etapa anterior.

Como visto no modelo anterior, e dando continuidade na apresentação do mesmo modelo de mapa de processo de desenvolvimento de produto a saída (*output*) do processo de planejamento e definição do programa é considerada entradas (*Input*) para o modelo de **verificação do projeto e desenvolvimento do produto**. Dividindo este processo, é possível considerar “verificação do projeto” como a necessidade de *check* das informações de concepção e “desenvolvimento do produto” como determinação de construção e conversão da informação e produto. Como o manual do APQP determina a prevenção de falhas no desenvolvimento do produto, nesta seção estaremos visualizando esta visão através de algumas ferramentas da qualidade.

- **Análise de modo e efeito de falha de projeto (DFMEA):** Para CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) o DFMEA é uma ferramenta analítica disciplinada que avaliar a probabilidade de falhas bem como o efeito de tal falha. Como uma ferramenta de prevenção dentro do projeto esta puxa toda a análise de desenvolvimento de um novo produto, dentro do PDP depois de identificada as características do produto o DFMEA é processo essencial para a iniciação de seu desenvolvimento. Neste trabalho o capítulo terceiro dedicará ao estudo de algumas ferramentas inclusive FMEA.

- **Projeto de manufaturabilidade e montagem:** Para CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) este controle está caracterizado como um processo de engenharia simultânea idealizado para otimizar o relacionamento entre função o projeto, manufaturabilidade e facilidade de montagem.

- **Verificação do Projeto:** Análise de atendimento das especificações do projeto dentro de suas etapas de desenvolvimento, *gates* do projeto.

- **Análise Crítica de projeto:** Em continuidade à verificação do projeto, a análise critica são reuniões regulares programadas que tem por objetivo realizar uma verificação do andamento do projeto, com apresentações e discussões técnicas resultantes das ferramentas aplicadas em cada etapa do projeto, como: FMEA's, DOE's (delineamento de experimentos), testes laboratoriais de simulação e acompanhamento das metas do projeto

- **Construção do protótipo - plano de controle:** Para CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) apresenta que a manufatura de peças de protótipo

oferece uma excelente oportunidade para que a equipe e o cliente avaliem quanto o produto ou serviço atinge os objetivos na voz do cliente.

- **Desenhos da Engenharia:** Para a ISO 9001:2000 o desenho de engenharia é um documento formal do sistema da qualidade e representa o que foi definido como produto. Para CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) no manual do APQP este documento representa a intenção técnica do componente do produto e deve conter informações específicas sobre cada componente que será desenvolvido.

- **Especificações de Engenharia:** Todo o processo de entendimento das características críticas dos componentes e subsistemas para o Manual do APQP ajuda na busca pelos objetivos comuns do projeto em desenvolvimento buscando identificar os requisitos funcionais, tais como: de durabilidade e de aparência, assim como a determinação de tamanhos de lote determinados para os fornecedores da cadeia de suprimentos. Os controles de desenho de engenharia (x4.6) contêm informações de especificação dos produtos.

- **Especificação de Materiais:** Para o manual do APQP CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) as especificações de material sinalizam no componente as características especiais necessárias, tais como: propriedades físicas, desempenho, meio-ambiente, manuseio e estocagem. Estas necessidades muitas vezes podem estar relacionadas com legislações onde restringem em sua composição, percentuais de determinadas substâncias nocivas ao meio ambiente.

- **Alterações de Desenhos e Especificações:** Dentro do processo de desenvolvimento de produtos e da evolução da efetivação dos componentes passam por revisões desde a sua criação, e esta etapa fortalece a retroalimentação de ações necessárias para a determinação do produto.

Ainda dentro da fase de projeto e desenvolvimento de produto, o manual do APQP CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) determina algumas saídas para a equipe de desenvolvimento de novos produtos, tais como:

- Requisitos para novos equipamentos, ferramentas e instalações, que controlam a determinação e especificações de bens utilizados para controlar e produzir;

- Características especiais de produto e de processo, que determina necessidades de inspeção e controle;

- Plano de controle do protótipo, onde desenha dentro do processo produtivo quais as verificações devem ser feitas durante a rotina de produção do produto;
- Requisitos para meios de medição/ equipamentos de teste, complementando a informação definida pelo plano de controle determinado, e;
- Comprometimento de viabilidade da equipe e suporte da gerência.

iii) Projeto e desenvolvimento de processo

Dentro do processo de desenvolvimento de produto (PDP) esta etapa do processo representa a conversão daquilo que foi projetado para a realidade. Para CHRYSLER CORPORATION, et al (1994) no modelo do APQP o protótipo foi utilizado para entender todas às necessidades de alterações que o produto precisa, afim de entregar para a manufatura todas as condições necessárias para sua produção. Lembrando do modelo multifuncional para o desenvolvimento de produtos apresentado nos subcapítulos anteriores Eppinger; Ulrich 2000, Rozenfeld et al; 2006, PAHL e BEITZ (1996), quando da troca de informações presente deste a criação da fase conceitual do produto envolvendo a qualidade das informações e a tradução equivalente para o entendimento como por exemplo, da manufatura do entendimento destas necessidades para a construção/ fabricação do novo produto no processo produtivo.

O manual referencia do APQP através de CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) determina que as tarefas que estarão sendo executadas nesta fase dependem da finalização positiva das etapas anteriores, pois os métodos a serem utilizadas dentro do processo produtivo representarão aquilo que foi determinado no desenvolvimento do produto, assim como a responsabilidade da manufatura de assegurar que os requisitos do produto sejam preservados da forma como foi concebido e desenvolvido.

A manufatura dentro do contexto de desenvolvimento de produtos permite a continuidade do processo. Suas fases dentro do manual do APQP representam o controle que a produção deve executar para que o mínimo exigido em produto seja convertido no processo produtivo.

Esta etapa do PDP está dedicada ao processo produtivo, e possui como saída o produto, porém detalhada em algumas entregas, tais como:

- **Padrões de embalagem:** Determinação inicial para a preservação do produto no que tange a norma ISO 9001:2000 no item 7.5.5 que apresenta a embalagem como sendo um instrumento de proteção do produto.

- **Análise crítica do sistema da qualidade do produto/ processo:** Este item dentro do manual do APQP significa a busca pela manutenção do manual do sistema da qualidade existente dentro da organização com a entrada do novo produto. Como a própria ISO 9001:2000 determina que a organização seja orientada por processos, estes podem sofrer modificações quando da inclusão de novas tecnologias para a realização do novo produto.

- **Fluxograma do processo:** O manual do APQP CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) determina que o processo organizacional deve conter em sua esquemática em forma de fluxo. Este modelo de fluxograma auxilia a equipe de planejamento da qualidade do produto a direcionar o foco sobre o processo ao conduzir o PFMEA (ferramenta que será estudada em capítulos subseqüentes) e idealizar o plano de controle.

O fluxograma dentro do plano de desenvolvimento de produto é caracterizado como um grande mapa de processo, onde estão contidas as entradas e saídas do processo produtivo e representa todo o processamento das atividades dentro da organização.

- **Layout das instalações:** Este item representa a análise da estrutura fabril atual e os pontos específicos de cada necessidade do projeto como inspeção, estoques, recolhimento de cartas de controles e outras atividades inerentes a realização do novo produto.

- **Matriz de características:** Para o manual do APQP CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) esta etapa determina a continuidade das características críticas listadas no PFMEA para determinação das avaliações a serem realizadas dentro do processo produtivo.

- **Análise do modo e efeito de falha do processo (PFMEA):** Assim como o DFMEA a etapa de sua análise deve ser realizada antecipadamente à produção do produto, pois esta ferramenta determinará quais as possíveis falhas que o processo poderá gerar para que o novo produto não obtenha o sucesso desejado dentro da organização.

O FMEA é uma ferramenta que analisa antecipadamente as possíveis falhas que o produto pode ter no processo, porém como uma ferramenta de desenvolvimento tanto de processo quanto de produto, o FMEA gera ações e responsáveis, além de ser caracterizado como um documento vivo, o que permite atualizações constantes no momento em que os produtos são realizados.

- **Plano de controle de pré-lançamento:** Ferramenta da qualidade que determina o tipo de inspeção que deve ser realizada em determinados processos críticos dentro da produção. Para o Manual do APQP CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) a determinação do plano de controle é realizado após o protótipo, pois conterá informações necessárias para a verificação do produto dentro do processo.

- **Instrução do processo:** As instruções para o processo produtivo assim para qualquer outro processo acontecem antecipadamente à produção do produto piloto. Nesta etapa são traduzidas todas as informações contidas no desenvolvimento do novo produto para o programa operacional da empresa, para a inspeção de recebimento de materiais, para os controles da qualidade e principalmente para os fornecedores dos componentes adquiridos.

- **Plano de análise dos sistemas de medição:** Para o modelo definido de verificação da qualidade do produto, o manual do APQP CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) determina que todos os dispositivos, e equipamentos que incluam a medição dos pontos críticos de forma a permitir a linearidade entre os resultados do processo com o que foi determinado como projeto.

- **Plano de estudo preliminar da capacidade do processo:** Dentro do processo produtivo este deve ser capaz de executar os controles necessários do projeto em sua concordância nominal para o controle produtivo determinado. Este controle deve ser elaborado após determinação do plano de controle.

- **Especificações de embalagem:** Processo determinado ainda dentro do desenvolvimento do produto pela equipe de projeto, esta etapa deve ser elaborada na etapa seguinte a prototipação do produto para assegurar o cumprimento de determinadas normas específicas de transporte e movimentação do novo produto, concluindo a determinação de preservação do produto.

- **Suporte da gerencia:** Etapa de verificação do andamento das atividades voltadas para o produto, conforme orientação de vários autores tais como Gryna & Juran (1992), Rozenfeld (2006) e Otto & Wood (2001) determinam que verificações

devem ser freqüentes em suas decisões, desta forma os *gates* de projeto devem ser realizados sempre que as etapas são concluídas.

iv) Validação do produto e do processo

Para o modelo do APQP esta etapa marca a produção inicial do novo produto, onde determina e discute as características principais de validação do processo de manufatura que como orientação do manual se dá através da corrida piloto dos produtos. A corrida piloto representa para CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) a certificação de que o plano de controle e o fluxo do processo estão sendo seguidos conforme determinação planejada nas etapas anteriores.

A linha de desenvolvimento desta etapa prevê a execução de tudo aquilo que foi planejado para o processo de execução do novo projeto dentro da manufatura, e este processo se configura através da realização da corrida piloto do produto. O lote piloto caracteriza-se como sendo uma amostra significativa de todos os produtos que envolvem o portfólio de novos produtos, sua quantidade é representado pelo tipo de produto que está sendo desenvolvido e pelo gama de testes e informações que deverão ser realizadas com estes produtos.

As saídas da etapa de validação do produto e do processo pelo manual do APQP são representadas pelos controles:

- **Corrida piloto de produção:** O manual do APQP CHRYSLER CORPORATION, et al (1994) determina que a corrida piloto do novo produto deve ser realizada com ferramental efetivo, equipamentos entregues oficialmente (com as devidas entregas técnicas envolvendo todas as áreas funcionais da empresa como segurança do trabalho, manutenção, qualidade, engenharia de processo industrial e engenharia de produto), meio-ambiente adequado (envolvendo mão-de-obra treinada), instalações fabris e os ciclos de tempos e métodos para a produção.

As saídas da corrida piloto são utilizadas para: estudos preliminares da capacidade do processo; avaliação de sistemas de medição; viabilidade final; revisão do processo produtivo (envolvendo tempo e métodos); testes de validação da produção; aprovação de peças de produção; avaliação de embalagem; *first time*

*capability*¹⁰ (primeira avaliação de capacidade) e aprovação do planejamento da qualidade.

- **Avaliação do sistema de medição:** Todos os dispositivos e métodos de medição identificados desenvolvidos no novo processo necessitam ser avaliados como forma de calibração das certezas daquilo que está sendo medido.

- **Estudo preliminar da capacidade do processo:** Baseado nos conceitos do CEP (controle estatístico do processo), este estudo prove uma representação prática do que foi estudado anteriormente no plano de controle do processo crítico, para CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) a avaliação fornece uma resposta de prontidão do processo para a produção dos itens.

- **Aprovação de peça de produção:** Para o manual do APQP esta etapa como controle da etapa da validação do produto e do processo valida a produção do componente para produção. O objetivo desta atividade é de verificar se aquilo que está sendo produzido está em conformidade com o que foi especificado pela engenharia de produto. Geralmente nesta etapa são discutidas algumas características como: dimensional, estética e aplicabilidade (usabilidade) do componente.

A aprovação do componente final resultado do *try-out*¹¹ determina o *time* de ingresso destas peças dentro do processo produtivo e valida as características determinadas pelo grupo de engenharia de produto. Neste momento ocorrem ajustes que representam a retroalimentação do projeto, onde especificações podem ser corrigidas ou moldes e ferramentas podem ser ajustados, com base nos resultados das avaliações destes componentes.

- **Testes de validação da produção:** Da mesma forma como são avaliados os componentes, os produtos devem estar aprovados quando estes são originados da primeira produção, neste caso o lote piloto.

O principal objetivo que resulta da corrida piloto dentro do processo produtivo está representado pela necessidade de avaliar os produtos que este processo produziu, esta etapa do PDP está direcionada para duas atividades:

¹⁰ First Time Capability – mensura o grau de resultado alcançado por cada novo produto implementado sem levar em consideração retrabalhos e falhas.

¹¹ Try-out – Para o processo produtivo esta etapa representa as primeiras peças produzidas com todos os ajustes de máquina e ferramenta realizados.

- **Produção piloto:** que representa a realização de produtos dentro do processo produtivo com peças finais e processos finais ajustados;

- **Avaliação final:** todos os produtos resultantes da corrida piloto devem ser avaliados objetivando a realização da aprovação final destes produtos conforme especificação inicial determinada. A lista de avaliações que configuram a aprovação dos produtos pode possuir linhas de testes de *performance* ou regulamentares, dependendo do produto que está sendo desenvolvido e do país o qual estará sendo exportado.

- **Avaliação de embalagem:** O manual do APQP CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) determina que todos os testes de embarque e métodos de testes devem avaliar a proteção do produto contra danos durante o transporte e outros fatores adversos do ambiente.

- **Plano de controle da produção:** O plano de controle é um documento que comporta todas as informações críticas dos componentes e do processo produtivo. Para o manual do APQP este é um documento vivo que é atualizado quando da criação de novos itens, e representa um conjunto de informações mínimas para a realização do controle produtivo.

- **Avaliação do planejamento da qualidade e suporte da gerência:** Nesta etapa o grupo de projeto reúne todas as informações resultantes do projeto e organiza todos os resultados. A definição da produção continuada destes produtos é realizada neste processo, no qual todos os resultados identificados são compilados afim de validar o plano da qualidade executado no projeto do produto. A alta direção nesta etapa registra em reunião de comitê os resultados dos planos identificados e apresentados.

Em avaliação de todas as etapas analisadas no processo de validação do produto é possível identificar que o grande produto de entrega desta etapa é a produção de fato do produto final. A liberação para a produção dos produtos simboliza para a organização que todas as etapas de desenvolvimento do produto foram concluídas e determina a preparação do ingresso do produto no mercado competitivo.

v) *Retroatimentação, avaliação e ação corretiva*

De acordo com o manual do APQP o planejamento da qualidade do novo produto não finaliza com a validação do processo e da instalação do produto. Um

dos principais motivos pelo qual o modelo do APQP foi identificado neste trabalho como sendo o modelo referencial para o processo de desenvolvimento de produto está representado por meio da atenção desprendida ao cliente final. Após o cumprimento das etapas anteriores de construção de um novo produto, o método destina parte de sua análise na identificação da satisfação do cliente final com o objetivo de validar o novo produto em uma situação normal de uso e cria uma base investigativa de dados que objetiva entender o comportamento da condição do produto e suas variáveis identificadas em sua complexidade de construção.

- **Varição reduzida:** Este controle dentro da última etapa do desenvolvimento do produto propõe que todas as informações contidas das cartas de controles previamente distribuídas na produção antes do lançamento do produto sejam analisadas. Para CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) a análise e ações corretivas são utilizadas para reduzir as variações do processo, não apenas causas especiais de variação mas também a compreensão das causas comuns e descobrir formas de reduzir estas fontes de variação.

As causas para a mitigação dentro do processo pode se manifestar de várias formas, algumas são citadas dentro do manual do APQP, são elas: a análise e controle de custo industrial e da não qualidade, produtividade, cronograma de atendimento e de defeitos.

- **Satisfação do cliente:** Dentro da linha de desenvolvimento de produto são apresentados diversos itens relacionados com entendimento daquilo que o cliente deseja, porém como visto nos processos anteriores o manual do APQP apresenta que o fato de o processo ser capaz e possuir um planejamento detalhado de execução do produto, todo este esforço não garantirá a satisfação do cliente se o produto não se adequar no ambiente do consumidor.

Para CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) este item é tratado com o relacionamento cliente/ fornecedor da indústria automotiva, programa objetivo do manual do APQP, porém como este trabalho tem como objetivo aplicar a metodologia do APQP dentro de outro segmento, a interpretação desta etapa do PDP está direcionada com a verificação da satisfação do cliente quanto ao uso do produto desenvolvido e entregue.

- **Entrega e assistência técnica:** Fase de conclusão do estudo para entrega do novo produto, esta atividade do PDP está diretamente relacionado com o

compromisso legal da organização de amparar o consumidor final quanto a problemas relacionados com o produto.

Como determinação do artigo 18 do Código de defesa do consumidor (CDC) Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990, relacionado com a responsabilidade da empresa fornecedora na eliminação do vício de defeito em produto de consumo duráveis e não duráveis. Em concordância com o CDC a NBR ISO 9001:2000 apresenta no item 8.2 a medição e monitoramento que determina os meios pelo qual a organização deve controlar o nível de satisfação do cliente final.

Para CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) a experiência obtida nesta etapa fornece ao fabricante o conhecimento necessário para recomendar melhorias e registrar soluções de como buscar o mesmo resultado com tempos mais reduzidos sem perder a qualidade final do produto e propor condições de melhoria contínua para os próximos produtos desenvolvidos, finalizando o ciclo de entendimento do processo de desenvolvimento de produto pela visão do manual do APQP CHRYSLER CORPORATION, et al (1995).

2.2 FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA O PDP

Baseado na análise do capítulo anterior, o projeto de um novo produto não se desenvolve apenas com as etapas de seu desenvolvimento. Todas as fases de desenvolvimento assim como todas as áreas multifuncionais envolvidas nas atividades do novo produto se utilizam de ferramentas auxiliaadoras para o estudo necessário. Estas ferramentas são citadas por vários autores e estruturadas em várias áreas de pesquisa, para a área da Qualidade este processo não é diferente.

Este capítulo tem por objetivo apresentar dentro da estrutura do projeto estudado, algumas ferramentas da qualidade que se tornam essenciais para o desenvolvimento do produto. Embora sejam ferramentas que muitas vezes são revisitadas em algumas etapas do desenvolvimento do produto, estas não são de responsabilidade singular, sendo usada por várias áreas e impactando em diversas atividades dentro da organização.

Contudo, é possível identificar diversas ferramentas da qualidade agrupadas para o aprimoramento da melhoria contínua de qualquer processo, seja este em visões *six sigma* ou diversos outros módulos destas ferramentas de gerenciamento do processo produtivo ou controle estatístico do processo. A seleção das

ferramentas da qualidade que comporão este capítulo está em alinhamento com a metodologia do APQP, analisada no capítulo anterior, assim como a determinação temporal de alocação de recursos e estudo de cada ferramenta dentro do processo de desenvolvimento de produto. Conforme foi visto no modelo analisado, a porta de entrada para o desenvolvimento de um novo produto é o cliente, ou melhor, o que o cliente deseja. Esta informação é traduzida e repassada a toda a equipe de projeto, que a detalha em várias partes para entender todas as características necessárias para que o novo produto seja produzido com sucesso.

Para CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) a definição da abrangência do novo produto deve conter como estágio inicial a identificação das necessidades, expectativas e exigências do cliente. Neste momento a equipe multifuncional poderá contar com o uso de ferramentas da qualidade para o desenvolvimento de produtos e para auxiliar na compilação destas informações. Dentre estas ferramentas o autor apresenta as ferramentas de auxílio no desenvolvimento de produto como QFD (*Quality Function Deployment*) e a FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), estas ferramentas compõem o desenvolvimento do estudo deste capítulo. Para ALMEIDA e MIGUEL (2007) as coordenadas envolvendo ferramentas da qualidade no processo de desenvolvimento de produto são de extrema importância para a proposta dos estudos realizados. Este dimensionamento inclui os métodos e ferramentas necessárias para a integração dos diversos níveis de desenvolvimento do novo produto. PILARDI (2005) determina que para melhorar a condição das organizações, são propostos diversos métodos de avaliação que pode ser utilizado tanto no início como no decorrer do desenvolvimento do projeto.

Em verificação de cada ferramenta utilizada dentro do cronograma típico do APQP, é possível identificar a seguinte ordem para cada ferramenta:

1. **QFD:** Sinalizado como a primeira ferramenta da qualidade a ser utilizado no modelo acima (depois do entendimento do cronograma) o QFD (*Quality Function Deployment*) para Cheng, et al (1995) é o ponto de partida para o trabalho proposto de desenvolvimento de um produto, o qual lida particularmente com a informação e o trabalho humano do processo de desenvolvimento do produto. Para o modelo do APQP a ferramenta do QFD inicia logo em seguida do recebimento das informações que Marketing compila, conforme apresentado nos modelos de Duncan, 1996 e Cooper, 1993 em que a informação de campo em suas pesquisas representa a porta de entrada para o grupo de trabalho.

2. **Mapa de Produto:** Dentro da análise da ferramenta do QFD, são atribuídas aos produtos as características representativas das necessidades de cada consumidor através de suas pesquisas. Estas propriedades construídas representam dentro do projeto de produto as especificações necessárias para atender determinadas necessidades. Em muitos projetos estas características são representadas por um conjunto de peças/ componentes que montados correspondem aos produtos finais. O Mapa de produto possui a responsabilidade de alinhar de forma racional e gráfica qual a condição de montabilidade dos componentes do produto e quais as funções que cada componente entrega para o outro componente e para o subsistema num todo. O mapa de produto deve ser desenvolvido após a identificação das propriedades do novo produto e servirá como dado de entrada para a realização do DFMEA (*Development Failure Mode Effect Analysis*, ou Análise do Efeito e Modo de Falha no Produto). Para Rosenal, et al (1996) é essencial o conhecimento dos fatores específicos que serão trabalhados na concepção do produto ao qual o mercado será servido, pois estes fatores estarão complementando as necessidades dos consumidores.

3. **DFA:** O DFA (*Design for Assembly*, ou Projeto para Montagem) para Catapam, Forcellini e Ferreira (2005) avalia todo o produto, não somente seus componentes afim de identificar a simplicidade de sua estrutura enquanto mantém o projeto flexível procurando o mais eficiente uso da função do componente. Permitindo a montagem do produto mais otimizada. Baseado neste modelo a técnica do DFA pode acontecer nos primeiros momentos em que a determinação das características do produto são apresentada dentro do processo de desenvolvimento do produto.

4. **FMEA:** Dentro do modelo de desenvolvimento de produto do APQP, o FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*) permite que todas as possíveis falhas de produto e processo sejam detectadas preventivamente, o FMEA aparece com um D em sua frente que representa para muitos autores (JURAN, 1992, ROSENAU 1996) o Desenvolvimento, ou comumente dito como o FMEA de Produto. Fernandes & Rebelato (2006) apresentam em sua pesquisa uma proposta para a integração do QFD e FMEA no desenvolvimento de produtos, onde justificam que a melhor condição de uso do FMEA se dá na fase conceitual do desenvolvimento do produto, onde em conjunto com o QFD a voz do consumidor estaria desdobrada até os níveis de produto e processo. Para Ruy e Alliprandini (2005) o QFD e FMEA são

ferramentas que ajudam antecipadamente e corretivamente no desenvolvimento de um novo produto.

5. **FTA:** O FTA (, ou Árvore de Análise de Falhas) é representado por uma atividade dentro do cronograma de desenvolvimento de produto, porém em sua determinação o FTA é uma ferramenta que possui a responsabilidade dentro deste cenário de auxiliar o FMEA na detecção mais aprofundada de determinada falha analisada. Para Dencker , Lenzi e Dias (2003) o FTA é uma ferramenta gráfica que permite a identificação do caminho da falha em determinado nível de detalhamento de análise do sistema ou subsistema do produto. Permitido definir como um complemento do FMEA na análise da falha estudada na ferramenta.

6. **Mapa de Processo:** Assim como o Mapa de Produto o mapa de processo representa dentro do modelo de desenvolvimento do produto a identificação das necessidades que cada processo precisa para receber o novo produto Silva (2000). Com base das informações do DFMEA o mapa de processo determinará quais processos são impactados pelo novo produto, o novo *feature* ou o subsistema integrado ao novo produto. Este mapeamento dentro da análise é realizado após as definições de produto e antes do PFMEA (*Process FMEA*).

7. **DFM:** Para Catapam, Forcellini e Ferreira (2005) o DFM (*Design for Manufacturing*, ou Projeto de Manufatura) traduz a busca durante o projeto, de tornar mais fácil a manufatura dos componentes que formarão o produto depois de montado. Conforme Joneja (2005) o DFM determina o desenho preventivo das condições de montagem dos componentes muitas vezes caracterizados como protótipos dos componentes e analisando as dificuldades e melhorias a serem adotadas dentro do desenvolvimento do produto. Desta forma a localização do DFM dentro do modelo do APQP está apresentada em antecipação ao protótipo do novo produto.

8. **PFMEA:** Seguindo na mesma linha de prevenção, o PFMEA ou FMEA de Processo permite a análise preventiva das ações do processo para o produto. Para Hirayama (2005) o PFMEA estabelece ações preventivas e recomendadas antes da fase de corrida piloto de implementação do produto na fábrica, dentro do estudo realizado recomenda-se que a ferramenta seja iniciada antes ou durante o processo de viabilidade econômica do projeto e antes do desenvolvimento de ferramentas de produção. Levando em consideração na análise todos os processos impactados pelo novo produto.

9. **Plano de Controle:** A ferramenta do Plano de controle para CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) descreve todas as ações que são requeridas a cada fase do processo, e registra os resultados desenhados para o controle de todos os *outputs* de cada fase. Para Juran (1992) o controle do processo é caracterizado na operação como o fechamento da alça do *feedback* repetida vezes, conduzindo o processo à rotina de verificações.

Dentro da proposta deste subcapítulo a análise de tempo em que cada método é realizado dentro do modelo de desenvolvimento do produto referenciado. Atualmente dentro das literaturas não foi possível identificar uma organização das principais ferramentas do desenvolvimento de produto em uma análise temporal de aplicação, porém o modelo foi elaborado tendo em análise alguns autores e seu entendimento sobre o momento mais adequado sobre a aplicação em cada etapa do desenvolvimento de produto.

Ferramentas Referenciais do Estudo

Para a compilação do estudo de otimização do processo de desenvolvimento de produto faz-se necessário a seleção de algumas ferramentas que representem as principais etapas do desenvolvimento do produto. Para cumprir a esta necessidade este capítulo apresentará uma revisão bibliográfica destas ferramentas selecionadas para o entendimento do suporte ao PDP utilizando como modelo referencial o APQP.

1.2.1 QFD (Desdobramento da Função Qualidade)

O QFD para Cheng et al (1995) é definido como uma forma de comunicar sistematicamente a informação relacionada com a qualidade e de explicar ordenadamente o trabalho relacionado com a obtenção da qualidade. Além de objetiva do enfoque da garantia da qualidade durante o desenvolvimento do produto.

Para Akao (1996), um dos criadores da ferramenta em 1978 em conjunto com Dr. Shigeru Mizuno, o QFD que consiste na abordagem do desenvolvimento segundo o modelo de projeto, é largamente aplicado no Japão como método concreto de desenvolvimento de novos produtos, uma realidade que está se consolidando rapidamente nos Estados Unidos e na Europa. O Autor apresenta ainda que o QFD se trata de um método estabelece a qualidade do projeto, buscando a obtenção da satisfação do cliente, e efetuar o desdobramento das metas

do referido projeto e dos pontos prioritários, em termos de garantia, até o estágio de produção.

Conforme Eureka & Ryan (1992) o QFD é um sistema que traduz as necessidades do cliente em apropriados requisitos para a empresa, onde em cada etapa do ciclo de desenvolvimento do produto, desde a pesquisa e o desenvolvimento até a engenharia, a produção, o marketing, as vendas e a distribuição, englobando todas as necessidades e características necessárias para o desenvolvimento de um novo produto.

Para Delgado Neto (2005) o QFD representa o desdobramento da necessidade dos clientes até o estágio de produção, este processo ocorre por meio de matrizes de relacionamento e priorização.

De acordo com Alvarenga (2006) o estudo de aplicabilidade das ferramentas da qualidade dentro do processo de desenvolvimento de produto o QFD representa o agrupamento dos requisitos dos clientes traduzidos em requisitos de projetos mensuráveis, agrupados e hierarquizados.

Complementando esta base de reconhecimento do QFD (*Quality Function Deployment*) AKAO (1996) define que esta ferramenta em síntese, o desdobramento tem por fim garantir a qualidade, antes da entrada do produto na fabricação, estabelecendo a qualidade do projeto com base nas qualidades exigidas pelos usuários e transmitindo todos os pontos prioritários da garantia da qualidade que assegurarão as referidas qualidades exigidas.

A ferramenta do QFD permite associar as necessidades do cliente ao processo produtivo em todas suas etapas (produto, processo e recurso), utilizando para isso diversas matrizes que compõe esta ferramenta LEMOS e ANZANELLO (2005).

Para Carnevalli & Miguel (2007) O QFD (quality function deployment – desdobramento da função qualidade) é um importante método de desenvolvimento de produto, voltado para a tradução de requisitos dos clientes em atividades de desenvolvimento de produtos e serviços.

2.2.2 Mapa de Produto

Também conhecido nas literaturas como arquitetura do produto, o mapa de produto representa segundo Alvarenga (2006) o esquema da configuração física e

funcional do produto por meio do arranjo de componentes e da análise de interação entre os mesmos. Esta ferramenta aparece logo após o grupo de projeto ter definido as características dos componentes do produto. Utilizado para prover uma linguagem racional sobre as funções dos subsistemas do produto em desenvolvimento, o mapa de produto desempenha uma atividades necessária para a continuidade do PDP. Utilizados para simplificar a descrição funcional de um produto, auxiliam na organização das relações existentes do produto, ou seja, para o entendimento da relação $Y=f(x)$, sendo que Y represente o produto do subsistema ou do produto analisado a f representa as diversas funções que o produto deve desempenhar para atender aos produtos. Para Werkema (2000) o mapa de produto fornece informações básicas para a utilização posterior de outras ferramentas, tais como FTA, FMEA, DOE (Planejamento de experimento).

O mapa de produto ilustra as relações existentes entre peças e subsistemas do produto, os mapas devem ser atualizados após alterações definidas durante o projeto do produto.

Para Werkema (2000) a construção do Mapa de Produto segue algumas etapas:

- Desenhar um esboço do projeto proposto e identificar seus componentes;
- Incorporar todas as necessidades específicas do projeto ao mapa, por meio da “tradução” da característica ou aspecto funcional em um elemento do esboço;
- Mostrar as ligações funcionais de cada componente aos componentes adjacentes por meio da identificação do tipo de interface (mecânica, elétrica, química, etc.);
- Identificar os parâmetros do produto.

O mapa de produto apresenta algumas condições, ou determinações que devem ser consideradas dentro da construção, neste caso os parâmetros determinam para o mapa as delimitações do estudo do produto em desenvolvimento, o entendimento das condições de ruído (daquilo que não se tem controle, ou possui uma variável muito complexa de controle), os parâmetros de controle, que representam aqueles que podem ser controlados dentro do produto e os parâmetros de desempenho do produto, os “Y” devem representar a condição de entrega de

cada componente do produto, quais as funções de produto que devem ser entregues pelo subsistema, componente e o produto.

2.2.3 Mapa de Processo

Os mapas de processo, segundo Werkema (2000) são utilizados para documentar o conhecimento existente sobre os processos. O Mapa de processo deve conter:

- Os limites do processo: onde começa e onde termina (escopo do trabalho);
- Principais atividades/ tarefas;
- Produtos em processo e produtos finais;
- Parâmetros.

O mapa de processo deve inicialmente, segundo Werkema (2000) documentar como o processo realmente opera, onde todas as operações que agregam valor ou não devem ser incluídas. O mapa de processo ter por objetivo facilitar a realização da etapa de quantificação e priorização do processo e deve ser visto sempre como uma ferramenta que pode ser alterada a partir do momento do conhecimento do processo e da procura da otimização destes processos.

A figura 2.15 apresenta uma representação básica de composição do processo e sua simbologia de representação.

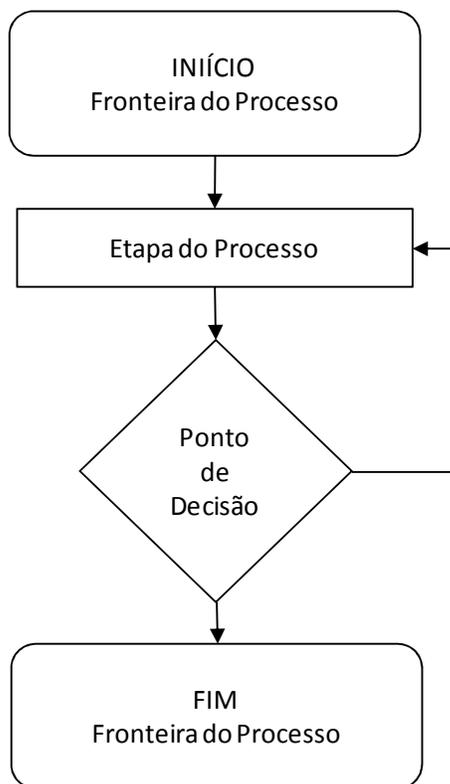


Figura 2.15. Símbolos Básicos do Mapa de Processos – Werkema (2000)

Assim como no mapa de produto, o mapa de processo determina alguns parâmetros tais como: Parâmetro de produto final (Y), que caracteriza o produto no estágio de produto acabado; Parâmetro de produto ou processo (y) que caracteriza o produto antes do estágio de produto acabado; Parâmetro de processo (x) que representa uma variável de processo que pode afetar os parâmetros de produto, além dos parâmetros controláveis e de ruído.

A determinação dos parâmetros de processo relacionado com as características críticas analisada dentro do processo em desenvolvimento permite ao grupo de projeto analisar qual a condição mais crítica do novo produto. Os parâmetros para Werkema (2000) pode ser caracterizado em parâmetros de processo controlável, que é representado por uma variável que pode ser ajustada em um valor pré-determinado e mantida em torno deste valor; e parâmetro de ruído que está representado por uma variável que não pode ser (ou preferivelmente não é) ajustada em um valor pré-determinado e mantida em torno deste valor.

O mapa de processo está representado pela base para a caracterização do processo, a determinação dos relacionamentos existentes entre os parâmetros de processo e os parâmetros de produto.

2.2.4 FMEA

Identificada como uma das principais ferramentas preventivas o FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*), ou Análise do Modo e Efeito da Falha para VILLELA (2004) é uma das técnicas mais conhecidas de análise de risco. Que incorporada ao desenvolvimento de produtos auxilia o grupo de projeto a detectar antecipadamente as possíveis falhas que o produto pode gerar, provendo ao mesmo grupo a tomada de ação de forma preventiva. Originada na NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) na década de 60, o método foi desenvolvido para identificar de forma sistêmica, potenciais falhas em sistemas e subsistemas, relacionados a processos de produto e serviços, identificar seus efeitos e prover ações de correção antes do produto ser entregue para o processo.

Para Palady (1995) o FMEA é uma ferramenta para prognóstico de problemas, com procedimento criado para desenvolvimento e execução de projetos, processo ou serviços, novos ou revisados e complementa com a caracterização do FMEA como sendo um diário do projeto.

Embora esta ferramenta tenha surgido para o processo de desenvolvimento de novos produtos, Campos (2007) apresenta que a técnica do FMEA por ter sido bastante utilizada em sua área original, passou a ser aplicada de diferentes formas e em diferentes tipos de organização, não somente na indústria automobilística. Para Campos (2007) a ferramenta é atualmente utilizada na probabilidade de reduzir a ocorrência de falhas de produtos e processos existentes e para reduzir a probabilidade das falhas acontecerem nos demais processos organizacionais. Para ISSO/TS16949:2000 o FMEA é uma entrega obrigatória quando se desenvolve produtos voltados para a indústria automotiva, e principalmente quando o envolvimento está relacionado com fornecedores destas linhas.

Para Basseto (2007) o FMEA é uma das ferramentas que possui sua aplicação voltada a permitir avaliar ações que aumentem a confiabilidade e a disponibilidade da análise. Para Zambrano; Martins (2007) o FMEA consiste em identificar falhas prováveis em produtos ou processos assim como estabelecer as prioridades para o tratamento destas falhas e nas atividades de implementação das ações recomendadas para posteriormente validar a mitigação destas possíveis ocorrências. Para Ishii (1998) a metodologia do FMEA é tradicional na identificação de potenciais fraquezas no desenvolvimento de um novo produto. Alguns autores

apresentam o FMEA como uma ferramenta, ou uma técnica para o desenvolvimento de análise segurança do produto, neste caso classificado como a possibilidade de o produto não falhar de forma a permitir qualquer problema com segurança do usuário deste produto. Para Papadopoulos (2004) o FMEA é uma ferramenta clássica para análise de falha de segurança do sistema de um produto disseminado e usado nas indústrias automotivas e aeronaves o qual necessita de um envolvimento preventivo grande de análise de falhas.

Para Papadopoulos (2004) o FMEA possui, além de uma análise muito forte relacionada com a análise dos modos de falhas envolvendo um produto ou um processo, envolve de forma muito profunda a capacidade de priorização de ações, pois possibilita a identificação das principais falhas que devem ser trabalhadas no primeiro momento de análise.

Para CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) a FMEA suporta o processo de desenvolvimento de produto na redução do risco de falhas por meio de :

- a. Auxílio na avaliação dos objetivos dos requisitos do projeto e das alternativas de desenvolvimento;
- b. Auxílio no desenvolvimento inicial para a manufatura e os requisitos de montagem;
- c. Aumento da probabilidade de detecção de potenciais modos de falhas e seus efeitos no sistema ou subsistema durante o desenvolvimento do produto;
- d. Prevendo informações adicionais no auxílio do planejamento completo e em eficientes testes de desenvolvimento e os programas de validação do projeto;
- e. Desenvolvimento de uma lista de potenciais modos de falhas priorizados de acordo com efeitos no consumidor (interno e externo);
- f. Provendo a abertura de planos de ações buscando eliminar os efeitos e;
- g. Provendo uma base para futuras pesquisas e análise de campo, buscando a melhoria contínua dos produtos desenvolvidos.

Conforme Helman; Andery (25: 1995) “a FMEA é um método de análise de projetos...usado para identificar TODOS os possíveis modos potenciais de falha e determinar o efeito de cada uma sobre o desempenho do sistema (produto ou processo), mediante raciocínio basicamente dedutivo”.

A Ferramenta do FMEA conforme apresenta por diversos autores, possui um cunho muito forte dentro da área de desenvolvimento de novos produtos, desta

forma sua metodologia segue uma linha de abordagem bastante ampla, buscando muitas vezes apresentar pesquisas nas áreas de processo e produto. Além desta busca a ferramenta não se limita apenas ao desenvolvimento de produtos de grande envergadura, permitindo sua aplicação em projeto de médio e pequeno porte, onde as possíveis alterações de produto (já existente) e adaptações do processo podem pertencer a este grupo de previsões e análise de detectabilidade de falhas. Conforme Delgado Neto (2005) o FMEA de forma abrangente se encontra dividido em duas frentes de análise, na configuração de FMEA de produto (DFMEA) e como FMEA de Processo (PFMEA), que dentro do desenvolvimento de um novo produto executa as funções preventivas dentro do planejamento do produto e do processo.

Dentro de algumas pesquisas Rotondaro (2002) é possível visualizar mais alguns modelos e abrangências do FMEA como por exemplo SFMEA (*Service Failure Mode and Effect Analysis*), ou Análise de Efeito e Modo de Falha em Serviços que incorporam elementos que atendam aos aspectos de prestação de serviços. Coimbra (2003) apresenta alguns objetivos do FMEA dentro de sua aplicação, tais como:

- Auxiliar na avaliação objetiva dos requisitos do projeto e das soluções alternativas;
- Considerar os requisitos de manufatura e montagem no projeto final;
- Aumentar a confiabilidade do produto;
- Reduzir a necessidade de modificação do projeto;
- Melhorar o planejamento da qualidade;
- Permitir melhoramento contínuo no produto e no projeto do processo.

Em uma abordagem abrangente a autora descreve todas as principais aplicações da FMEA (produto e processo). Para a execução da FMEA dentro de um projeto, algumas atividades de definição importante são apresentadas por Helman & Andery (1995) como modelo de fluxo de entendimento do processo, a figura 2.16 mostra o fluxograma da elaboração da FMEA.

Dando complemento a análise de desenvolvimento da FMEA, Teixeira (2004) determina que uma das condições de aplicação do FMEA é a necessidade de planejamento que deve ser realizado no momento de conceitualização do produto, onde são citadas algumas etapas para sua realização como: 1. Descrição dos objetivos do projeto e delimitações de mudanças decorrentes da abrangência de

análise do novo produto; 2. Formação de um grupo multifuncional, buscando o conhecimento de cada componente representando cada área crítica de desenvolvimento do produto; 3. Reuniões periódicas (sistemáticas) que representem ao grupo o acompanhamento das atividades e o direcionamento da análise do projeto e; 4. Preparação para documentação do projeto, pois o FMEA conforme Helman & Andery (1995), CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) é um documento vivo e necessita que seja atualizado, e como um documento do projeto, representa a evidência de que uma análise crítica de projeto foi realizada, conforme determina item 7.2.2 da NBR ISO 9001(2000) relacionado com a análise crítica dos requisitos relacionados ao produto.

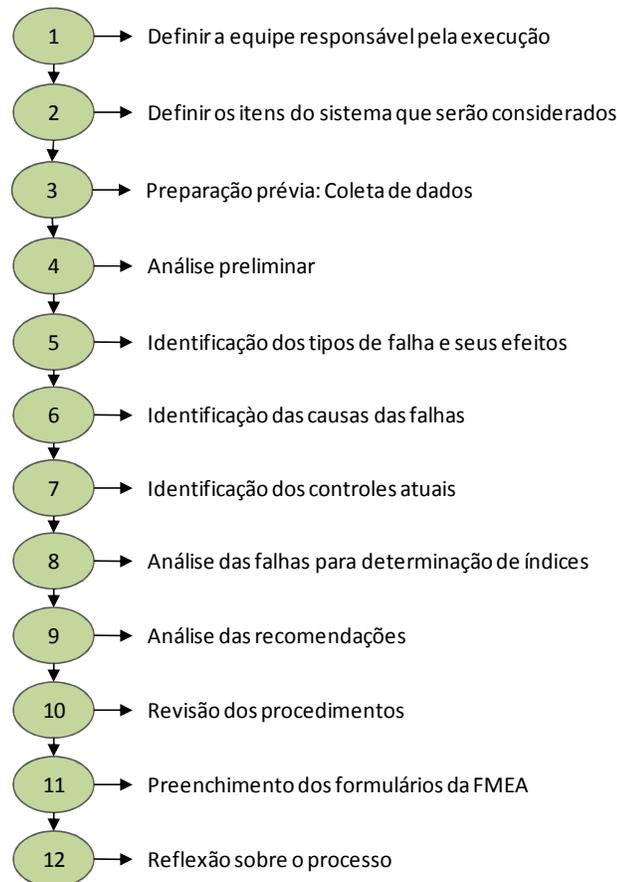


Figura 2.16 – Fluxograma da elaboração da FMEA. HELMAN & ANDERY (1995)

FMEA no Planejamento do Produto

Dentro do processo de desenvolvimento de novos produtos o FMEA, como analisado dentro da ferramenta do APQP, é trabalhado dentro da fase de

planejamento do produto, por possuir este objetivo voltado à prevenção de falhas ainda na concepção do projeto. O FMEA de produto, ou DFMEA (*Development Failure Mode and Effect Analysis*) como o próprio nome diz, está diretamente ligado ao plano da qualidade que se desdobra à partir do QFD.

Para Coimbra (2003) o FMEA de projeto, ou de produto, é um método preventivo, que tem por objetivo assegurar que durante o projeto do produto, os modos de falhas potenciais e suas causas em mecanismos associados, sejam considerados e abordados, iniciando antes ou na finalização do projeto conceitual e concluído antes da liberação do projeto para ferramentarias ou entregue para a manufatura.

Segundo Barbosa Jr (2007) o FMEA deve começar tão logo o grupo de projeto reconheça as informações do projeto, normalmente por meio da preparação da prática da qualidade com o QFD (Quality Function Deployment). Para melhor apresentar estas informações o autor relata condições de início da ferramenta dentro do grupo multifuncional, como:

1. Quando novos sistemas, projetos, produtos ou serviços são iniciados;
2. Quando existem sistemas, projetos, produtos ou serviços que necessitem de mudanças, isso implica também em novas aplicações para as condições deste item, e;
3. Quanto aperfeiçoados são considerados para os sistemas, projetos, processo ou serviços existentes.

Para Fernandes & Rebelato (2006) o FMEA de produto é utilizado para avaliar possíveis falhas no projeto do produto antes da sua liberação para a manufatura, justificando a necessidade de se trabalhar com a ferramenta em sua concepção. Em continuação à análise dos autores, o DFMEA nesta fase está completamente alinhado com o cumprimento das principais funções que dentro do QFD são traduzidas em objetivos do produto. Esta ferramenta determina a realização do atendimento de cada característica desenhada dentro do novo produto e prevê possíveis alterações do projeto do produto, além de estabelecer a priorização das ações de melhoria do projeto, auxilia na definição de testes e na determinação da validação do produto em laboratórios de desenvolvimento e na identificação de características críticas.

Para Teixeira (2004) o FMEA de produto inicia-se com a listagem dos componentes do produto, neste momento o mapa de produto, analisado

anteriormente e com a apresentação do APQP na figura 2.12 ratifica sua necessidade. Por meio deste evento o projeto obtém a listagem de todas as funções necessárias derivadas do mapa de produto. O autor ainda apresenta que depois de identificadas as funções de cada novo componente do produto são identificadas possíveis modos de falha, efeitos e causas. Dentro da visão de desenvolvimento de novos produtos, o FMEA acompanha o processo de desenvolvimento do produto, onde ao dividir este PDP em conceito do produto, desenvolvimento, teste de validação e processo, é possível determina que o FMEA interage de forma complementar às necessidades do método para o desenvolvimento. A figura 2.17 representa a visão da interação do FMEA dentro de algumas etapas, principalmente a etapa inicial do PDP.

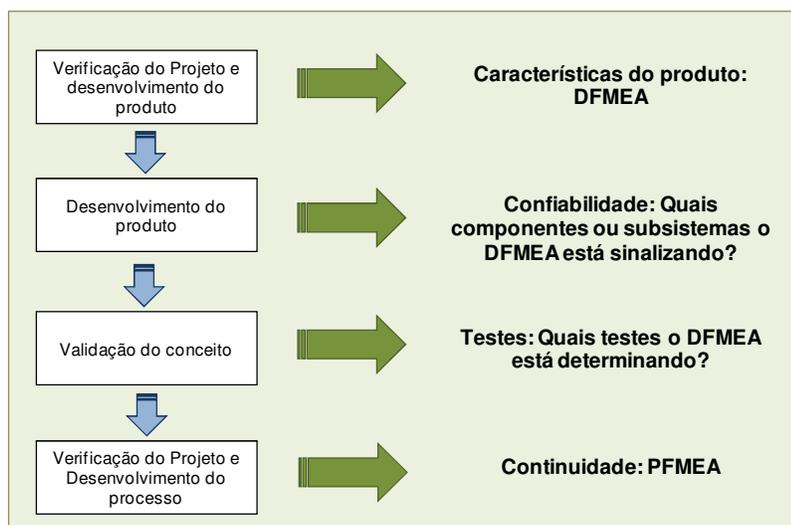


Figura 2.17 – Relação do PDP com FMEA. BARBOSA JR (2007) apud STAMATIS (1995) adaptado pelo autor

O envolvimento do FMEA dentro do PDP conforme abordado anteriormente é realizado em suas fases iniciais do projeto, possibilitando desta forma complementar o plano da qualidade dentro dos eventos de construção do produto. A primeira análise realizada acima configura a verificação do planejamento do projeto do produto o qual o primeiro envolvimento do FMEA acontece na arquitetura do produto. A seqüência se dá quando do desdobramento de sua interação com os passos necessários para validação do conceito do produto, principalmente na identificação dos principais testes e validações necessárias para o entendimento e caracterização antecipada de quaisquer problemas que o novo conceito possa ter.

A análise do DFMEA somente termina quando se tem todas as especificações de produto definidas e os testes a serem realizados nos produtos num próximo estágio desenhados. Esta etapa garante que nenhuma avaliação de confiabilidade no novo produto deixa de ser planejada.

FMEA no Planejamento do Processo

Da mesma forma e condição que o DFMEA (FMEA de Produto) o PFMEA (FMEA de Processo) é utilizado para a prevenção de falhas, porém a visão que é associada neste momento é a do cliente interno (JURAN, 1992), neste caso o processo produtivo é a determinação da análise que é realizada dentro da ferramenta.

Para Aguiar & Solomon (2007) o FMEA de processo elimina os pontos fracos do processo, reduzindo o risco de falhas a valores aceitáveis. Nesta análise os autores apresentam uma visão relacionada com o uso do FMEA de processo dentro das etapas de confecção de determinada peça/ componente ou subsistema, podendo desta forma gerar as falhas dentro do processo produtivo. Para Hirayama (26:2005), “o PFMEA é uma técnica analítica aplicada pela engenharia de manufatura para identificar os modos de falha potenciais dos processos de produção, avaliar seus efeitos e levantar suas causas”.

Para Hirayama (2005) o PFMEA estabelece uma análise de como produto define uma série de ações preventivas e recomendações antes da fase de corrida piloto de implementação do produto na fábrica. Em comparação com a mesma etapa do DFMEA, as entregas para este estágio do projeto é a definição dos fatores causais que o protótipo pode ter em sua execução. Esta relação de tempo dentro do processo de desenvolvimento de produto pode ser analisada considerando que o protótipo está para o DFMEA assim como o Piloto está para o DFMEA, porém com restrição ao tempo de sua preparação.

Para Palady (1995) o PFMEA pode ser realizado no mesmo tempo que o DFMEA, porém em reuniões diferentes. Embora que na prática o PFMEA deve ser realizado após o grupo de manufatura receber os desenhos finais do componente ou as características finais do conjunto ou subsistema, podendo desta forma o grupo desenvolver a ferramenta com todas as informações necessárias para contemplação do produto.

Por meio do uso do FMEA para o planejamento do produto e do processo dentro do PDP o projeto acaba recebendo uma base de informações significativa, um dos pontos abordados por Ferreira (2007) é o registro destas informações e a tradução de toda a análise realizada para o processo produtivo, identificando a necessidade dentro do projeto de a produção receber todas as informações necessárias para produzir um produto que não foi desenvolvido por este grupo. Para auxiliar nesta etapa o PDP utiliza um planejamento da produção que suporta toda esta base, caracterizado como um plano de controle produtivo, que registra todas as conversões necessárias para o entendimento do novo projeto e novas especificações para o produto.

2.2.5 Plano de Controle

Introduzida dentro do planejamento da qualidade para o processo de desenvolvimento do produto o plano de controle é a ferramenta que possui um objetivo bastante direto, que é o de orientar a manufatura na tradução das características do novo produto. Para CHRYSLER CORPORATION, et al (29:1994) “o objetivo desta metodologia de plano de controle é auxiliar a manufatura (fabricação) de produtos de qualidade de acordo com os requisitos do cliente”.

O plano de controle é uma ferramenta de comunicação do projeto para às áreas da organização, para CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) o seu primeiro propósito é documentar e comunicar o plano inicial para o controle do processo produtivo, envolvendo as diversas áreas em que estarão envolvidas diretamente ou indiretamente com o novo componente, subsistema ou o produto.

Praticamente conforme descreve CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) o plano de controle é um depósito de ações que são requeridas a cada fase do processo, incluindo áreas como recebimento de materiais, o processo de manufatura (fabricação, montagem e demais processos diretos) e possíveis áreas de auditoria da qualidade.

Em análise geral realizada dentre os principais autores deste capítulo é possível identificar alguns cuidados que o grupo de projeto deve ter antes de trabalhar e definir os planos de controle do novo projeto:

- Para registrar e fornecer todas as informações para o novo componente ou produto todos os desenhos de engenharia devem estar finalizados, evitando reprocessos e problemas de divergência de informações técnicas do projeto;

- As principais informações para o plano de controle devem ser extraídas da realização de protótipos, que são originadas de análise de FMEA de produto e processo;

- O plano de controle não substitui as informações contidas nas instruções detalhadas do operador, CHRYSLER CORPORATION, et al (1995), o entendimento deste cuidado está relacionado que o Plano de Controle deve retroalimentar os documentos atuais de manufatura e não substituí-los.

Como ferramenta o plano de controle compõe o planejamento da qualidade dentro do desenvolvimento de um novo produto. Para CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) o plano de controle é uma importante fase do processo para o planejamento de qualidade, absorvendo informações essenciais para o plano do novo produto.

Como analisado durante este capítulo, o plano de controle é a tradução do planejamento da qualidade, do plano da qualidade do projeto para a manufatura, representa a disseminação de todos os estudos realizados durante a fase de desenvolvimento do produto para a produção. O plano de controle, assim como o FMEA é um documento vivo, que constantemente deve ser atualizado e comparado com outros produtos. Para CHRYSLER CORPORATION, et al (1995) o plano de controle é atualizado à medida que os sistemas de medição e os métodos de controle são avaliados e aprimorados.

Permitindo o entendimento de aplicabilidade do plano de controle a figura 2.18 apresenta um entendimento sobre os principais processos produtivos que podem receber informações do grupo de projeto para a realização do controle. Estes processos possuem características de controle onde, ao longo da realização do produto dentro do processo são aplicados estes métodos de verificação.



Figura 2.18 – Aplicação do Plano de Controle - Autor

O entendimento a ser realizado dentro do plano de verificação na manufatura está voltado para todas às áreas que participam da construção do novo produto. Estas informações são capturadas para cada processo em questão e dentro destes processos ocorre a “tradução” destas informações para os respectivos documentos oficiais de cada produto envolvido. Estes documentos sumarizam a implementação e disseminação do novo produto dentro do processo produtivo, e selam a implementação do novo produto.

Após sua implementação, todas as informações planejadas para sua coleta e que foram identificadas no plano de controle e realizar os monitoramentos necessários dentro dos *gates* específicos de desenvolvimento de produto.

Este capítulo apresentou as ferramentas da qualidade que suportam a base de desenvolvimento de novos produtos dentro de uma organização. Estas ferramentas conforme vistas nesta etapa do trabalho são conduzidas dentro do projeto por um grupo multifuncional, que por sua vez é constituinte de processos diferentes dentro da empresa. O desenho do processo para o desenvolvimento de um novo produto está diretamente relacionado na aplicação de uma modelagem de atividades voltadas aos objetivos comuns dentro da organização. A modelagem do processo e o seu gerenciamento para o PDP.

3 BUSINESS PROCESS MANAGEMENT (BPM)

Embora a visão do gerenciamento do processo não seja nova, ainda existem teorias e sistemas que permitem competir com uma realidade de processo de negócio, até os dias de hoje (SMITH; FINGAR, 2003). Baldam et al (2007) apresenta uma busca de aperfeiçoamento na qualidade dos produtos, onde ocorreu o primeiro grande movimento de análise intensiva do processo, inspirados no sucesso das indústrias japonesas. Buscando uma base unificada de sistema de gestão da qualidade, a NBR ISO9001:2000 determinam uma estrutura organizacional desenhada por processos que sejam necessários para realização de atividades eficazes para o sistema da qualidade.

O conceito de BPM para Baldam et al (2007) envolve a descoberta, o projeto e a entrega de processos de negócio. Nesta análise são apresentadas as visões do controle executivo, administrativo e supervisor dos processos envolvidos dentro da organização. O BPM para May (2003) está representado pela completa mudança na necessidade de cultura para a forma colaborativa de relacionamento entre as diversas funções (processos) dentro da organização, com consumidores e fornecedores e a necessidade de revisão do processo negócio. Para Aalst (2003) é um de muitos tópicos que abrangem a informação endereçada para a interação das pessoas nas organizações. Conforme determina Kim et al (2005) o BPM é considerado um apropriado modelo para a atualização do processo como centro das tendências, considerando o envolvimento das pessoas dentro das organizações.

Para Benedete Jr (2007) a gestão de processos de negócio (BPM) busca o mapeamento e melhorias dos processos de negócio das organizações, por meio de uma abordagem baseada no ciclo de vida de modelagem, desenvolvimento, execução, monitoramento, análise e otimização dos processos de negócio. Para Aalst (2004), o BPM inclui métodos, técnicas e ferramentas para o suporte do desenho, ordenação, gerenciamento a análise do processo operacional do negócio. Para Aalst (2003) o BPM pode ser considerado como uma extensão do clássico sistema de gerenciamento do fluxo de processo (*workflow management systems*). Permitindo a descrição do estado da arte da tecnologia de aplicação. Aalst (2003) ainda apresenta que o BPM ainda discute os benefícios dos métodos de formalização e linguagens como ferramenta de apresentação dos modelos associados aos processos modelados.

Por meio de uma análise voltada à vantagem do tema em estudo Reijers (2006) determina que o emprego do BPM origina para a organização resultados considerável. Para Costa; Rozenfeld (2007) o método do BPM é cíclico, como a maioria dos métodos de mudança organizacionais e abrange as fases da definição estratégica, diagnósticos e o entendimento da situação atual do processo. Para Baldam; et al (2007) os processos de negócio ou o BPM são interligações entre pessoas, comunicações de vários tipos e mudanças e vem sendo aplicado mesmo em setores oligopolizados, visto a pressão por resultados e unificações de processos relacionados entre duas empresas corporativas, originadas pela pressão por resultados, elevando os patamares de lucratividade imposta no mercado financeiro. Por meio de um alinhamento geral entre as referencias aplicadas para o *business process management* (BPM) é possível identificar que esta metodologia busca o entendimento geral dos processos organizacionais, ou o gerenciamento do processo organizacional, onde por sua vez permite um melhor entendimento de suas características voltadas para a melhoria contínua dos resultados esperados, gerando um retorno mais atrativo para a empresa em sua aplicação funcional.

Aalst et al (2003) apresenta que o BPM considera o fluxo de processo como uma necessidade da empresa, porém o BPM engloba esta atividade dentro de sua característica, permitindo que todas as necessidades do sistema possam ser visualizadas e estudadas. A figura 3.1 representa para Aalst et al (2003) a representação do fluxo de processo dentro do gerenciamento do processo de negócio.

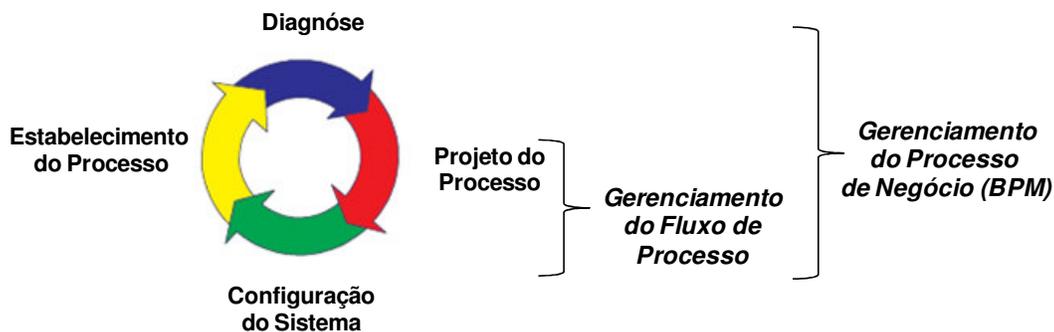


Figura 3.1 Comparação de atuação do BPM com Gerenciamento do Fluxo de Processo. AALST (2003)

Para Aalst (2003) o ciclo de vida do BPM descreve as várias fases no suporte operacional dentro do negócio, onde dentro destas fases os processos são desenhados e redesenhados em uma configuração que atenda às necessidades de lucro dentro do gerenciamento de resultados. O desenho do gerenciamento do processo envolvendo o próprio fluxo de processo, a configuração do processo, o estabelecimento do processo e a diagnose do processo analisado, representa dentro do BPM o entendimento das revisões necessárias para cada processo dentro das organizações. A delimitação de envolvimento dentro do BPM considera uma visão mais ampla do contexto de processo, o “gerenciamento” denota uma atuação mais direcionada ao negócio, e às inter-relações existentes entre eles.

Este projeto de pesquisa busca entender o comportamento do BPM dentro de uma organização, assim como descrever todos os desdobramentos do gerenciamento do processo de negócio e suas vantagens contando com o fluxo operacional existente. Entre algumas revisões de fluxo que ocorreram dentro das organizações como o ingresso de sistemas integrados de gestão (ERP), o que anteriormente possibilitava apenas a uso da engenharia manual (BALDAM; et al, 2007). Assim como a própria definição dos sistemas a reengenharia constrói sua participação histórica dentro do s movimentos processual, buscando como objetivo a determinação da melhoria contínua através da revisão do processo organizacional, principalmente buscando desinchar o resultado do processo produtivo e gerencial criado dentro de décadas de concentração da construção da produção como novo (BALDAM et al, 2007).

Para Baldam; et al (2007) o BPM dentro da evolução da revisão processual organizacional passou a ser uma disciplina administrativa e de engenharia, com indicadores predefinidos, porém alteráveis, diferentes de condições passadas onde a transformação das organizações passava a ser uma arte imprecisa e com resultados imprevisíveis. Baldam et al (2007) apresentam algumas exigências que o gerenciamento do processo de negócio determina para sua implementação:

- i. Meios de colocar os processos concebidos em prática;
- ii. Um método sistemático e confiável de análise do impacto do *business process* e de introdução de inovações;
- iii. Modelos de execução de processo que estejam alinhados à estratégia da organização, que reflitam a complexidade de suas atividades diárias e que facilitem a análise, transformação e mobilização das equipes;

- iv. O gerenciamento de um *portfólio* de processos de negócio voltado às necessidades do cliente;
- v. Habilidade de responder a alterações no mercado, combinando e customizando processos;
- vi. Uma melhor compreensão da trajetória estratégica da organização;
- vii. Um meio consistente, resiliente e previsível de processar processos;

Para Smith & Fingar (2003) o *business process* é percebido e descrito em diferentes caminhos por pessoas com diferentes papéis dentro dos negócios e um dos grandes problemas para este desdobramento está relacionado com a falta de conhecimento sobre a integração de todos os níveis de pessoas, sistemas, processos e negócio.

O BPM representa o envolvimento etapas dentro de um modelo definido, este modelo apresenta todas as etapas de sustentação para rodar o fluxo gerencial definido para a obtenção dos resultados previstos. A figura 3.2 apresenta a visão extraída da condição de aplicação do ciclo de vida do gerenciamento do processo de negócio dentro das organizações.

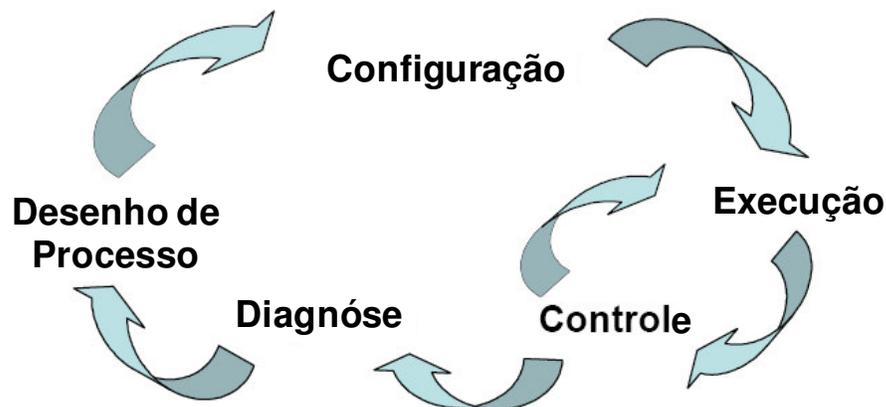


Figura 3.2 O ciclo de vida do BPM. NETJES; REIJERS; AALST (2007)

Para Netjes; Reijers, Aalst (2007) o modelo BPM possui a definição do tempo de ciclo, que envolve as etapas do processo, a sua configuração, o diagnóstico controlado e a execução.

A validade do plano pode representar sua vivacidade, permitindo que sempre haja mudanças e questionamentos envolvendo o plano atual das coisas dentro do processo corporativo. Como ponto de partida para o entendimento do modelo de

ciclo de vida para o BPM, Netjes; Reijers, Aalst (2007) apresentam o **desenho de processo** como sendo início de todo o processo, pois nele constam as informações atuais de entendimento do fluxo do processo (AALST; 1998), e por meio do entendimento do desenho do processo que as otimizações acontecerão.

O próximo estudo a ser definido está relacionado com a **configuração** do modelo analisado dentro do ciclo de vida do BPM. Para Netjes; Reijers, Aalst (2007) todo desenho de processo necessita de configurações para sua vivacidade, estas configurações determinam as especificações do fluxo analisado, o envolvimento com os recursos destinados para o cumprimento das atividades, contemplando a execução do fluxo desenhado. Em continuidade ao processo analisado, a **execução** representa para Netjes; Reijers, Aalst (2007) a realização das ações do fluxo de processo por meio dos recursos previstos. Para a fase de execução do modelo, as três primeiras etapas devem estar definidas e suportadas, configurando a necessidade do monitoramento do em que o modelo se encontra. O **controle** define, dentro desta análise a monitoramento, ou o próprio processo de negócio operacional, demandando os ajustes necessários para a adequação e obtenção dos resultados esperados. Estes resultados refletem a **diagnose** realizada dentro do modelo apresentado, onde os problemas e melhorias são endereçados para o novo redesenho do fluxo do processo, novos redimensionamentos de recursos e configurações e novas etapas de execução operacionais. Que pode significar para Netjes; Reijers, Aalst (2007) outra passagem do ciclo de vida do BPM.

3.1 VISÃO GERAL DO MODELO BPM

Dentro do entendimento da representação do “gerenciamento do processo de negócio” para Baldam et al (2007) o ciclo do BPM permite uma visualização de quais processos ou quais etapas compõe todas as vantagens delimitadas do fluxo do processo. O BPM está caracterizado para Baldam et al (2007) em quatro grandes etapas, sendo:

- 1) Planejamento do BPM, onde está representado pelo propósito das atividades que participarão da contribuição de alcançabilidade das metas organizacionais (BALDAM; et al, 2007).

- 2) Modelagem e otimização de processos, como atividade que permitem gerar informações sobre as condições atuais (as is) e futuras (to be) do modelo.

- 3) Execução de processo, que determinam a garantia de que a implementação e coleta das respostas para o processo analisado.
- 4) Controle e análise de dados, atividade relacionada aos controles gerais do processo, permitindo a realimentação e busca por atividades de otimização do processo (posteriormente).

A visualização ampla do BPM, como apresentado por Netjes; Reijers, Aalst (2007) representa a configuração estrutural do processo de negócio, que determina sua capacidade e limitabilidade. A alteração do processo requer um entendimento abrangente do processo, e que necessita de inovações, provocando as mudanças necessárias para a melhoria contínua (DAVENPORT, 1994). A figura 3.3 representa para o BALDAM; et al (2007) o modelo referencial de visão geral para o ciclo do BPM.

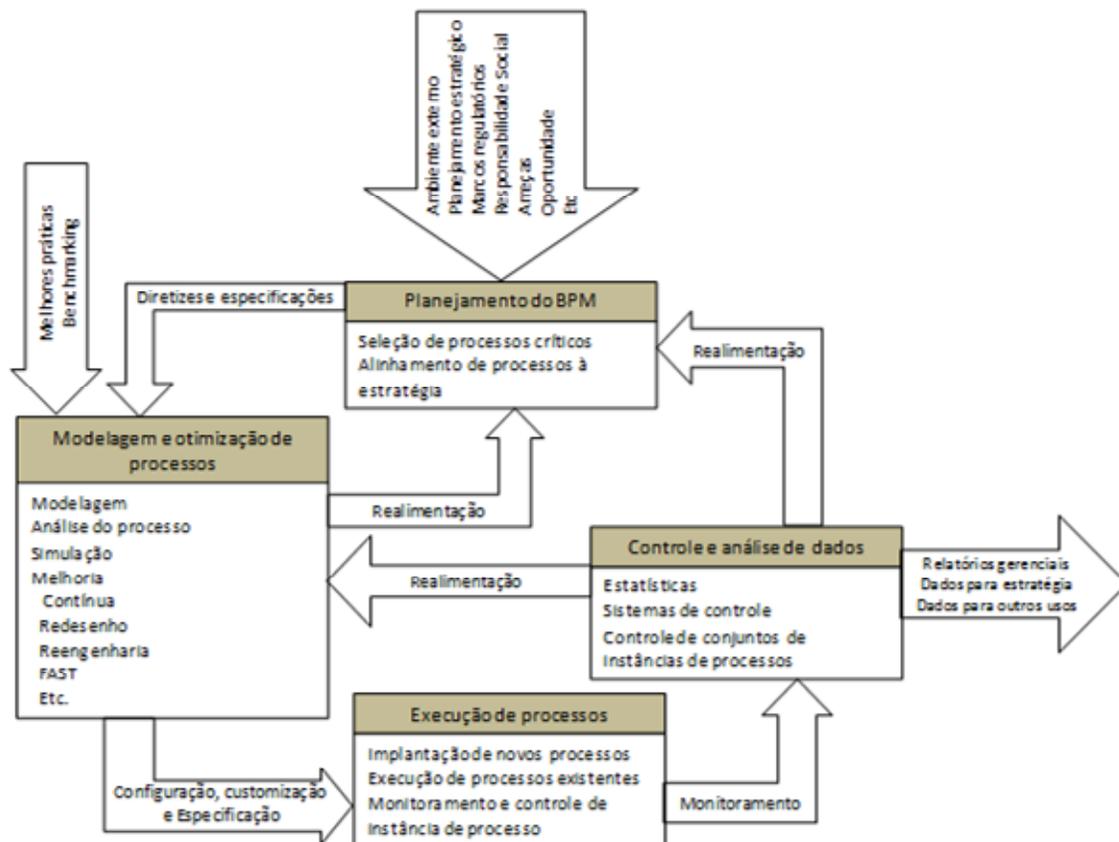


Figura 3.3 O ciclo do BPM - BALDAM; et al (2007)

A interação entre os processos do modelo da figura 3.3 representam a conexão entre o principal modelo de gerenciamento entre os processos. Dentro da análise representada pelo planejamento do ciclo do BPM, as entradas para este processo representam toda a necessidade que a organização precisa para a sobrevivência competitiva do mercado. O seqüenciamento do processo está representado pela conexão do planejamento do BPM à modelagem e otimização dos processos que por meio das diretrizes e especificações definidas pela estratégia da organização determinam os desenhos do processo além de sua melhoria, que podem receber *inputs* externos através de ações de *benchmarking*. O andamento do ciclo está relacionado com a execução de um processo que recebeu uma análise e especificações customizadas e diagnosticadas, determinando os monitoramentos necessários para determinar os controle e análise de dados, podendo estes gerarem melhorias às modelagens e relatórios gerenciais, afim de proporcionar a manutenção do planejamento do BPM dentro do ciclo organizacional.

3.1.1 Planejamento do BPM

Como abordagens de planejamento no estudo do gerenciamento do processo de negócio Baldam et al (2007) apresenta várias atividades que são desempenhadas para o entendimento da necessidade do modelo.

a) Definir os processos-chaves para a estratégia da organização. Por meio da visualização do *supply chain management* (gerenciamento da cadeia de suprimentos - SCM) que permite à organização a visualização de todos os processos importantes, proporcionando a definição de estratégias acertivas para a melhoria do desempenho esperado da revisão ou até mesmo da determinação (COOPER; LAMBERT; PAGH, 1997). A definição do SCM pode ser atribuída por meio do desenho dos processos interligados, atividades e funções envolvidas em um fluxo que origina na determinação do fornecimento (material e fornecedor), a manufatura, a cadeia de distribuição até o cliente final.

b) Identificação dos pontos fracos dos processos vigentes da organização, permitindo o entendimento prioritário das ações do BPM dentro do processo monitorado. O componente que determina o monitoramento desta necessidade dentro do plano do BPM pode ser apreciado por meio do controle estatístico do processo (CEP) que pode objetivar a geração de informações ao

desenvolvimento de novos produtos, histórico para a compra de matéria-prima, gera informações do processo produtivo, além de acompanhar o perfil de qualidade dos produtos concorrentes no mercado (SLACK, 2002). Estes itens de controles de todo o produto, pode gerar a possibilidade de controle de vulnerabilidade do BPM, o que para Baldam (2007) determina a priorização das ações a serem executadas.

c) Identificar oportunidades (novos produtos) que necessitem da mudança ou adaptação do processo atual para receber estas mudanças, e com isso permitir as suas entregas. Estas oportunidades foram discutidas no segundo capítulo desta pesquisa, onde as definições de lançamento de um novo produto, como por exemplo, é a oportunidade que uma organização necessita para a manutenção do *marketshare* e sobrevivência (TENNANT, et al, 2006; JURAN, 1992; ROSENAU, 2000; COOPER, 1993; JORDAN, 2002).

d) Melhoria continuada, mesmo que o processo esteja estabilizado. Para Gerolamo et al (2002) as mudanças buscando a melhoria contínua podem ocorrer quando o plano da organização desprende ações de planejamento futuro ou está baseada na visão atual. Assim como da identificação da definição de orientado por processo, os conceitos *lean manufacturing* conforme Womack & Jones (2004), são orientados por processos e determinam ações de melhoria continuada, principalmente no uso de *Kaizens* que literalmente significa em tradução a “melhoria contínua”.

e) Proporcionar a visão global do modelo de processo. Para Baldam et al (66:2007) “ter uma Visão Global de processos ajuda a compreensão do funcionamento da empresa”, esta determinação identifica principalmente a visão do processo como na identificação das principais entradas (insumos), o processo e as saídas (produtos) representando desta forma a visão global do modelo BPM. A visão global de processo prevê para Baldam et al (2007) uma análise holística das atividades exercidas pela organização, compreensão de cada colaborador em relação aos processos, identificação das atividades por camadas da empresa, prevendo por meio deste, o suporte necessário e a diretriz geral de atuação de trabalho, buscando o entendimento do fluxo de correlação gerando um processo coeso entre os mesmos.

Para Baldam et al (2007) o planejamento e entendimento do BPM devem ser considerados como uma ação estratégica para a organização, sob pena de comprometer o desempenho e sucesso de sua continuidade. Buscando a plena

estratégia apontada para o planejamento do BPM, as entradas deste processo representam a visão de futuro da empresa e a compilação estrutural das abordagens estratégicas da organização, tais como a análise SWOT (*strengths, weaknesses, opportunities e threats*) ou (forças, fraquezas, oportunidades e ameaças) que determina um entendimento de características que a organização possui e o seu preparo para enfrentar o mercado (Schumpeper, 1985); e BSC (*balance scorecard*), que determina para a organização a tradução da visão de crescimento da empresa, a comunicação e interligação entre os processos em alinhamento com as metas e objetivos, o planejamento de negócio organizacional (alocação de recursos, definição de metas e estabelecer etapas) a retroalimentação e aprendizagem do planejamento definido (KAPLAN; NORTON, 1996).

3.1.2 Modelagem e Otimização de Processo

Para um modelo BPM, a fase de modelagem de processo é a fase mais visível (Baldam; et al, 2007) e que por sua vez demanda oportunidades competitivas de otimização, visando à melhoria contínua apresentada anteriormente. Conforme Caulliraux & Cameira (01:2000) “o levantamento e modelagem de processos pode subsidiar a construção de uma nova forma de operação, a revisão e melhoria do processo, buscando sempre melhor eficiência e eficácia”.

Para Paim et al (02:2002) “a modelagem do processo possibilita o entendimento de como o trabalho é realizado, particularmente no que se refere aos fluxos horizontais ou transversais de atividades e informações em um dado ambiente empresarial”. Dentro da linha de uso e implementação da modelagem de processo Cameira et al (2003) defende que a modelagem de processo pode ser utilizada para apoiar algumas fases estratégicas dentro das organizações, tais como: pré-implementação, implementação e pós-implementação de Sistemas Integrados de Gestão (SIG).

Cardoso (2004) afirma que o trabalho processual dentro da organização e a forma de como a reformulação do processo ocorrem, exige que se enxergue, sem restringir as barreiras funcionais, aliado ao conhecimento explícito e o entendimento gerado por meio do exercício de modelagem e padronização dos processos. O entendimento sobre o próprio fluxo de atividades que os processos apresentam

dentro das organizações permite que as melhorias contidas sejam implementadas, seqüenciando no envolvimento com todos os processos de negócio.

Para Baldam et al (2007) esta etapa compreende em duas atividades:

- I. Modelagem do estado atual do processo (as-is);
- II. Otimização e modelagem do estado desejado do processo (to-be).

O entendimento do processo de modelagem atual (as-is) permite a visualização do próprio processo como forma de sua compreensão e a identificação das falhas deste processo. Identificado todas as possibilidades de mudança do modelo atual (as-is) a modelagem passa pelo processo desejado, onde todas as informações contidas nas análises são implementadas, configurando um modelo revisado do sistema, (to-be). Para Rozenfeld & Zancul (2000) os modelos de referência dentro das organizações referenciam-se em modelos que descrevem a situação vigente (as-is) e modelos que expressam uma condição desejada de modelagem (to-be).

Baldam et al (2007) apresenta que embora para o modelo BPM (*Business Process Management*) os modelos (as-is) e (to-be) dentro da modelagem e otimização do processo sejam condições distintas, estes conceitos estão intimamente ligados, visto a dependência de um para com o outro dentro da modelagem.

3.1.3 Modelagem do Estado Atual (as-is)

A identificação da condição atual do processo organizacional para Baldam et al (2007) permite o entendimento da construção do modelo, que representa e entendimento sobre a modelagem dos processos. As etapas conhecidas para a realização da condição atual e diagnóstico do modelo são:

- a) Preparação do projeto de modelagem, que determina onde deverá ocorrer à análise, qual o processo deve receber o diagnóstico antecipadamente;
- b) Coleta de dados com usuários, consiste na criação das informações necessárias para o entendimento de todas as atividades que o modelo contém;
- c) Documentação do processo, representa a determinação da formalização da modelagem do processo definido, neste momento Baldam al (2007) apresenta que nesta fase é muito comum o uso de *software* de apoio à modelagem. O presente trabalho permitirá uma análise de algumas destas ferramentas;

d) Validação do processo, que contempla no teste do modelo na condição real do processo, verificando sua coerência.

e) Correção da documentação, revisões eventuais dentro do processo de validação.

Dentro da condição atual do processo modelado, a situação (as-is) prepara o modelo para receber as condições futuras do processo (to-be) que efetiva a melhoria necessária para a organização.

Dentre as técnicas para a modelagem do processo são listadas algumas técnicas e ferramentas que permitem a visualização desta etapa, conforme apresentado no segundo capítulo deste trabalho (BALDAM, et al, 2007; SCHEER, 2000), por meio do EPC (*event processes chain*) ou Redes de Petri (AALST, 1995) configurando como uma ferramenta para a representação, validação e verificação dos procedimentos de negócio da organização. Como busca pela orientação do processo por meio das Redes de Petri, que será apresentada neste projeto como modelo referencial para o entendimento das condições atuais do processo.

3.1.4 Otimização e modelagem de estado futuro (to-be)

Esta abordagem para Baldam et al (2007) representa uma condição de discussão entre todas as pessoas envolvida no processo. Neste momento são reunidas todas as informações para a determinação da melhoria do modelo estudado, promovendo a inovação, e agregando ao processo o valor necessário para a organização.

Algumas técnicas são citadas por Baldam et al (2007) para a busca pela melhor modelagem do processo, tais como: melhoria contínua (PDCA, CEP e a busca pelo entendimento e controle (as-is) do processo), FAST (técnica de solução e análise rápida), *benchmarking* (que busca em outras empresas as melhores técnicas de processo), redesenho de processo e inovação de processos. Estas técnicas proporcionam ao grupo de melhoria a visualização de priorização e *insights* para a busca do melhor resultado futuro dentro do processo analisado.

Além dos métodos citados acima, é possível apresentar algumas ferramentas de auxílio destas técnicas para buscar o melhor mapeamento, tais como: diagrama de Ishikawa, ou espinha de peixe (WERKEMA, 1995) e as técnicas de *Kaizen* da filosofia *Lean Manufacturing* (JONES; WOMARK, 2004).

O processo de otimização e desenho da condição futuro da modelagem permite a análise e redesenho do processo atual (as-is). Para Baldam et al (2007) o redesenho de processo consiste em dirigir os esforços da equipe para um refinamento do processo atual, onde as condições não estão apresentando bons resultados. Algumas considerações são apresentadas quanto às condições de redesenho, que podem ser identificadas como características ou atributos deste novo processo, e um propósito para análise futura da situação (to-be):

- a) Eliminar burocracia;
- b) Analisar o valor agregado;
- c) Eliminar tarefas duplicadas;
- d) Simplificar métodos;
- e) Reduzir o tempo de ciclo;
- f) Testar para reduzir erros (*software* de simulação);
- g) Simplificar os processos por reestruturação organizacional;
- h) Usar linguagem simples;
- i) Padronizar;
- j) Realizar parcerias com fornecedores;
- k) Usar automação, mecanização e tecnologia da informação.

Estas condições para a remodelagem do modelo de processo proporcionam ao processo estudado uma condição de verificação de itens que devem ser seguidos dentro do planejamento de realização da remodelagem.

Dentro do modelo de ciclo do BPM apresentado, o processo de modelagem e otimização de processos possui, como todo o processo, uma saída, que está configurada na figura 2.20 como configuração, customização e especificação, representando os **resultados** esperados com a aplicação da modelagem e otimização na visão futura (to-be). Baldam et al (2007) apresentam algumas destas saídas como sendo resultado baseado na implementação das melhorias realizadas dentro do modelo analisado, tais como:

-  Redesenho do processo ou mesmo um novo processo;
-  Documentação de suporte ao processo redesenhado ou novo;
-  Modelos de simulação;
-  Confirmação dos novos processos no atendimento das estratégias;
-  Relatório dos *gap's* para atendimento estratégico do modelo;
-  Plano de desenvolvimento e disseminação da equipe;

- ✚ *Report* de impacto com o novo modelo;
- ✚ Detalhes do plano de comunicação do novo processo.

Estas condições podem desprender um envolvimento sempre suportado pela alta direção da organização, buscando sempre a comprovação simulada dos resultados afim de entender e comprovar a adequada realização do modelo proposto para o processo.

3.1.5 Execução de Processos

Assim como dentro de um modelo de planejamento de resolução de problemas (PDCA) o modelo de ciclo do BPM apresentado por Baldam et al (2007) determina uma fase de planejamento, anterior analisada, e a fase de execução daquilo que foi planejado. O processo de execução de processos, representa implementar na prática as definições da fase de modelagem e otimização do processo.

A análise da figura 3.3 relacionada ao processo de execução daquilo que foi planejado e modelado está relacionada com a própria implementação dos novos processos desenhados, a execução dos processos existentes e melhorados e o monitoramento e controle das mudanças. Dentro desta análise Paim, Santos e Caulliriaux (2007) apresentam algumas condições que fortalece a implementação desta fase, buscando uma linha apropriada de tarefas para a gestão de processos (figura 3.4)



Figura 3.4 O projeto de processo. PAIM, SANTOS e CAULLIRAUX (2007)

Proporcionando um complemento ao propósito de execução de processos anteriormente desenhados e planejados, a figura acima permite um estudo de algumas etapas que podem ser realizadas neste processo. Paim, Santos e Caulliraux (2007) apresentam como primeira etapa para o projeto de processo **implementar processos e mudanças**, esta etapa busca a realização do plano, a ação daquilo que foi estudado e planejado. Após a implementação do processo é apresentado à etapa de **promover a realização dos processos**, que representa o trabalho dos novos ou dos modificados processos dentro do plano executado, que proporcionará ao grupo a identificação dos primeiros resultados obtidos do que foi planejado. A etapa de **acompanhar a execução dos processos** complementa a realização das tarefas, representando a captação dos resultados obtidos durante a fase de maior movimentação do estudo. A etapa de acompanhamento está diretamente ligada à etapa de **controlar a execução dos processos**, que representa o monitoramento dos principais resultados e das mudanças que podem gerar com o acompanhamento realizado, que configura a última etapa deste modelo, representado pela **realização das mudanças de curto prazo**, que proporciona a melhoria contínua do plano e a adequação do modelo implementado, configurando a sua entrega propriamente dita.

Esta etapa do modelo de ciclo do BPM proposto por Baldam et al (2007) representa a entrega do modelo executada e como saída deste processo está o monitoramento da modelagem, que retrata a manutenção daquilo que foi planejado e executado, e nesta etapa monitorado.

3.1.6 Controle e Análise de dados

Este processo representa a última etapa do ciclo do BPM representado pela figura 3.3, e promovem, segundo Baldam et al (2007) a geração das informações sobre o comportamento dos processos desenhados, em verificação dos cumprimentos às metas estabelecidas e às metas da organização.

Neste processo as etapas o controle estatístico representa a principal atividade a ser desempenhada, buscando a identificação dos *gap's* entre o objetivo da entrega e os resultados alcançados na prática. O ciclo do BPM apresenta como evento dentro do modelo a realização da retroalimentação para o processo de modelagem e otimização de processo, principalmente quando existe a necessidade

de ajustes na modelagem do processo, que pode possuir uma abrangência mais ampla, buscando uma possível revisão no processo de planejamento do BPM dentro da organização.

Como saída final deste fluxo, ou do ciclo do BPM dentro da organização, Baldam et al (2007) apresenta que a continuidade do controle e análise de dados é identificada através de relatórios gerenciais, dados para estratégias futuras e dados para outros usos, buscando a melhoria contínua do gerenciamento do negócio dentro do processo.

3.1.7 Ferramenta Income Suite

Dentro do presente trabalho e abordado nos próximos capítulos, é apresentada uma orientação de simulação das informações geradas com a modelagem por meio de um software de modelagem dinâmica. O Income Suite utiliza o formalismo de Redes de Petri, permitindo a representação das etapas do desenvolvimento do produto numa linguagem de negócio. A geração desta análise contribuirá com o fechamento do ciclo apresentado por Baldam et al (2007) na figura 3.3 baseado na geração das propostas de melhorias no desenvolvimento de produto, tais como: otimização de recursos e *time-to-market* do projeto, contribuindo com a possibilidade de lançar o projeto mais cedo no mercado, deixando a empresa mais competitiva.

O Income Suite foi desenvolvido pela *Get Process* (empresa Suíça) e destina-se a determinação das características para aplicação de modelagens, simulação e gestão de processo de negócio (INCOME, 2009). O Income Suite permite suportar as etapas do BPM (*Business Process Management*) gerado por softwares que desdobram análises de alto nível e comprovam as funcionalidades e performances dos processos modelados.

A figura 3.5 apresenta os elementos que comprovam as conexões com a linguagem BPM baseado do contexto do ciclo de vida.

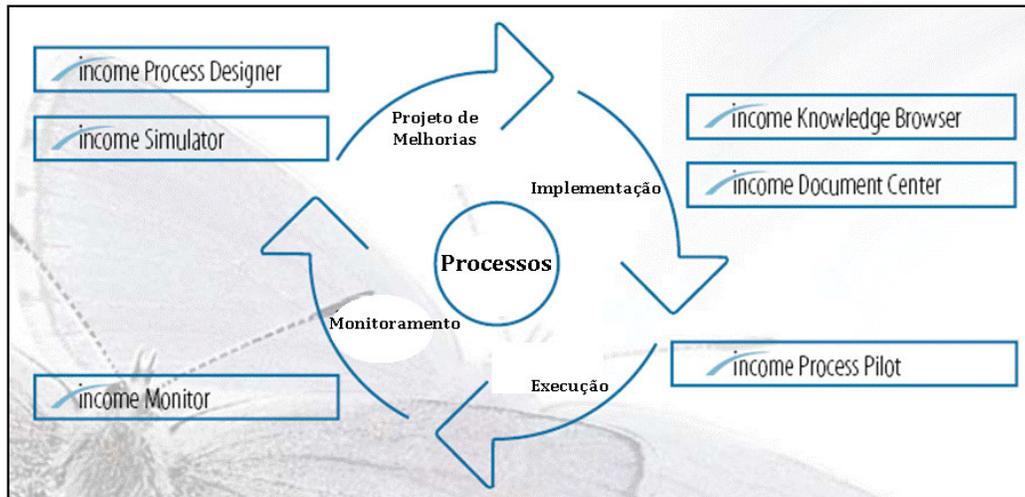


Figura 3.5: Módulo Income Suite. Adaptado INCOME (2009)

Partindo do entendimento do modelo da figura 3.5 as etapas que o Income apresenta são:

- ***Income Process Design:*** Nesta etapa são apresentadas ao modelo todas as representações gráficas e formalismos. Desdobrando as análises em atividades que permitem a geração de informações mais detalhadas como: recursos, funções e caminhos críticos do projeto;
- ***Income Knowledge Browser:*** Representa o alinhamento e disposição do conhecimento entre o desenho da situação atual com o *Income Process Designer*. Nesta etapa a visão do processo é caracterizada com a navegação entre os vários elementos direcionados pela ferramenta, tais como: portal web e interação com o usuário;
- ***Income Document Center:*** Esta etapa permite a indexação de documento específicos da empresa, direcionando as atividades da ferramenta nas pesquisas rápidas pelo usuário;
- ***Income Process Pilot:*** Representa o detalhamento dos processos relacionados com o *workflow*, permitindo uma análise de alto nível quanto a modelagem direcionada;
- ***Income Monitor:*** Permite o monitoramento de desempenho do processo assim como a evolução por meio dos indicadores de desempenho e alinhamento

com os demais parâmetros do plano de negócio da organização. Este monitoramento é realizado gerando alertas aos usuários relacionadas com as falhas.

- **Income Simulator:** Nesta etapa do ciclo apresentado por Income (2009) a ferramenta proporciona uma simulação virtual das propostas de melhoria do modelo sem causas efeitos negativos e impactos no processo real. Um das principais saídas deste processo está no auxílio na tomada de decisão para a melhoria por meio da criação de cenários que empregam dados reais e simulações propostas direcionadas.

3.2 MODELAGEM REFERENCIA PARA APOIO AO BPM

A busca pelo melhor conceito de modelagem como ferramenta auxiliar ao gerenciamento do processo de negócio representa para o ciclo do BPM de Baldam et al (2007) a base da melhoria que inicia dentro do processo de **modelagem e otimização do processo**. Dentro desta visão o presente projeto visualiza como modelagem de referência para a aplicação de BPMN (*Business Process Modeling Notation*) e Redes de Petri (*Petri Nets*), por possuir uma linguagem abrangente para a realização de leitura de sistemas complexos e não possuir restrição quanto sua aplicação. Para iniciar a modelagem de um processo, o essencial é saber quais informações são relevantes para a compreensão do processo como um todo (BALDAM et al, 2007). Complementando a análise Gonçalves et al (2005) define que a linguagem BPMN representada por meio de raias de atividades para cada participante do processo, oferecendo uma maior flexibilidade e notação mais precisa. Para Aalst (1997) a relevância do fluxo de gerenciamento de processo é motivada pelo uso de estrutura de produtos e processo, por meio disso o conceito de Redes de Petri é empregada por ser considerada uma ferramenta auxiliar na tradução e entendimento de sistemas complexos.

O BPMN fornece uma notação gráfica para a expressão dos processos de negócios em um diagrama – BPD – *Business Process Diagram*. O principal objetivo do BPMN é permitir que o gerenciamento de processos de negócio seja uma tarefa intuitiva e que possa ser executada tanto por usuários técnicos, quanto por usuários de negócios (BPMI, 2004). Por meio do BPMN é possível elaborar vários tipos de modelagem de processos de negócio. O BPMN possui elementos estruturais que permitirá aos usuários compreender e distinguir facilmente todo o conteúdo do

processo modelado. O BPMN disponibiliza três tipos básicos de sub-modelos dentro de um modelo (BPMI, 2004):

- Modelo Privado: representa o modelo de processos de negócios interno. Este é um modelo mais simples que demonstra a seqüência das atividades do processo, porém sem uma interação com outros participantes;
- Modelo Resumo: representa o modelo privado de um processo de negócio e sua interação com outro processo de negócio ou participante. Este é um modelo resumido, pois demonstra a seqüência das atividades do processo e a interação com um único processo ou participante;
- Modelo Colaboração: representa o modelo mais completo de um processo de negócio e sua interação com outros processos de negócio e/ou participantes. Este é um modelo mais completo, pois mostra todo o workflow e responsáveis pelas atividades.

A fim de facilitar a modelagem de processos de negócio, a notação BPMN está organizada em categorias. Dentro destas categorias estão disponíveis os elementos para a elaboração do modelo. As categorias principais da notação BPMN são (BPMI, 2004):

- Objetos de Fluxo: composto pelos elementos: Eventos, Atividades e Decisão;
- Objetos SwimLanes: representam os processos e os participantes dos processos. É composto pelos elementos: Pool – que irá representar um processo – e, Lane que irá representar os participantes / recursos do processo modelado;
- Artefatos: compostos pelos elementos: Objetos de Dados – representam informações e/ou materiais –, Grupos de Objetos de Fluxo e Anotações;
- Objetos de Conexão: composto pelos elementos: Fluxo de Seqüência, Fluxo de Mensagens e Associação. O Fluxo de Seqüência é o objeto de conexão responsável pela interação entre as atividades dentro do processo – elemento Pool. O Fluxo de Mensagens permite a interação entre o processo modelado e outros participantes – interação de fluxo entre outros elementos Pool. Já a Associação, permite a interação entre Artefatos e Objetos de Fluxo, como representa a figura 3.6

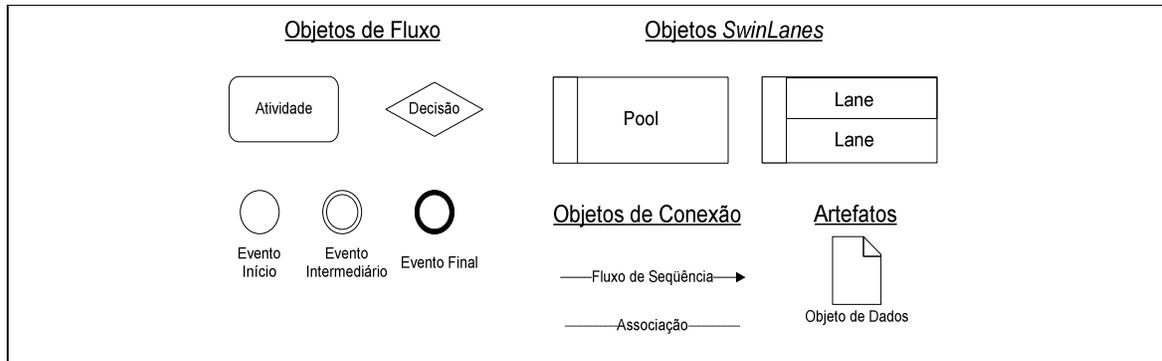


Figura 3.6: Os elementos do BPMN – BPMI (2006)

3.2.1 Redes de Petri (Petri Nets)

Originada a partir da tese de doutorado de Carl Adam Petri, intitulada como “*kommunikation mit Automaten*” (traduzido em inglês como *Communication with Automata*) em 1962, onde o objetivo principal era a modelagem de sistemas com componentes concorrentes. Desde a sua definição até os dias atuais o uso da teoria de RdP (como é conhecida também) tem crescido consideravelmente (AALST, 1994).

Para Cardoso & Valette (1997) a modelagem de um sistema para a consideração da RdP passa por alguns conceitos, tais como:

Eventos: que representam os instantes de observação e de mudança de estado do sistema, para Rodrigues (2004) representa o conjunto de ações, considerando a alteração da configuração do sistema. Para Cardoso & Valette (1997) correspondem em geral ao início e ao fim de uma atividade.

Atividades: representam as “caixas-pretas” utilizadas para recuperar e esconder a evolução do sistema físico entre dois eventos, para Aalst (1998) as atividades representam os trabalhos executados por recursos definidos dentro do fluxo. A figura 3.7 apresenta uma visão dos conceitos apresentados neste projeto, visualizando a formação das condições da modelagem.

Processos: são produtos dos eventos e de atividades interdependentes. Para Aalst, Hee (2002) o processo pode ser definido como as necessidades de tarefas a serem executadas por uma categoria em particular dentro do sistema.

Todas as etapas deste processo são aplicadas, dentro dos modelos por meio de sistemas, considerados **discretos**, que de um modo geral para Cardoso & Valette (1997) é um sistema no qual as mudanças de estado ocorrem em instantes precisos. Determinando o seqüenciamento das atividades voltadas para a modelagem de processo, ou a modelagem de sistema, a visualização de seu início e os produtos entregues em seu final.

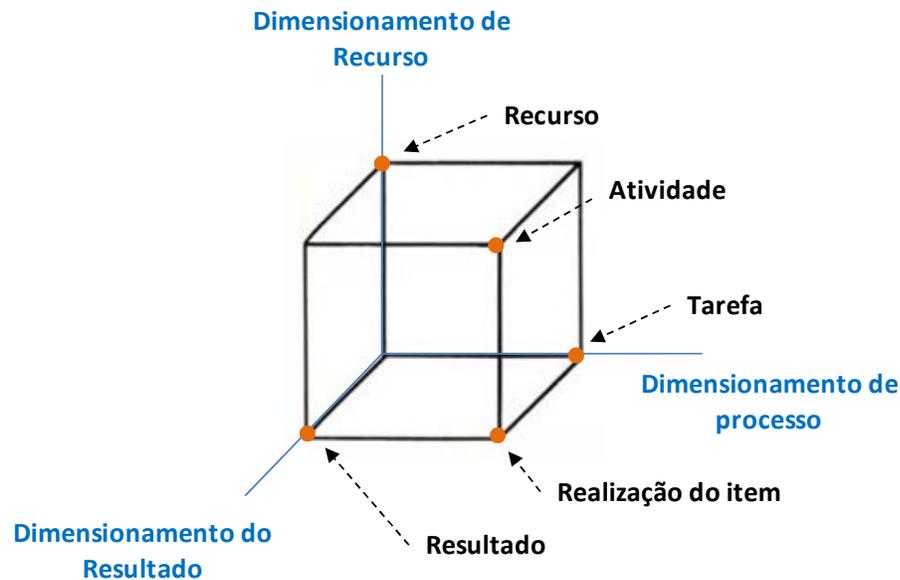


Figura 3.7 Visão tridimensional do workflow. AALST (1998)

Buscando um melhor entendimento relacionado com fluxo de processo, Aalst (1998) apresenta uma visão que envolve os principais elementos de um sistema de modelagem, porém o ponto mais relevante neste momento em contato com a figura 3.7 pertence à condição da **atividade** do modelo que está localizada objetivamente na busca pelo recurso disponível para a realização da atividade, e a ação de realização em conjunto com a condição de realização. Apresentando com isso alguns conceitos inerentes ao processo de gerenciamento e atribuindo alguns requisitos, ou especificações para a modelagem.

Para Cardoso & Valette (1997) os elementos básico que permitem a definição de uma rede de Petri são:

- ❖ **Lugar**, representado por um círculo: pode ser interpretado como uma condição, em estado parcial, uma espera, um procedimento, um conjunto de

recursos, um estoque, uma posição geográfica num sistema de transporte, entre outros;

❖ **Transição**, representado por barra ou retângulo: é associada a um evento que ocorre no sistema;

❖ **Ficha (*token*)**, representado por um ponto num lugar: é um indicador representando que a condição associada ao lugar é verificada. Por simbolizar um projeto, uma peça, um documento, etc.

A figura 3.8 apresenta graficamente os elementos básicos das redes de Petri.

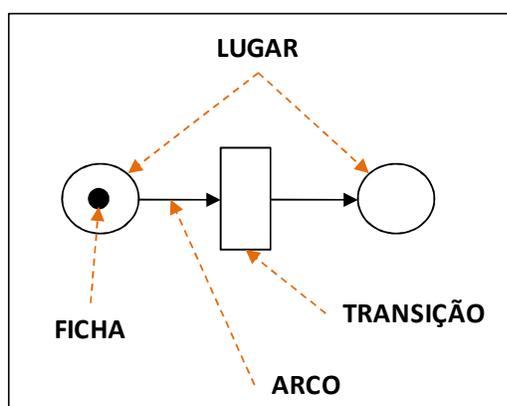


Figura 3.8 Elementos básicos das redes de Petri. PÁDUA, et al (2004) adaptado pelo autor

Complementando as informações de elementos básicos que compõe as redes de Petri, os **arcos** realizam a atividades de ligação entre os lugares e as transições, representando desta configurando as condições verdadeiras do modelo e possibilitando que ações sejam realizadas dentro do sistema.

Comportamento Dinâmico das RdP

Por meio de elementos básicos para a determinação do conceito do modelo, as redes de Petri permitem a sua construção e simulação, esta ação dentro do conceito está representada pelas propriedades que configura no comportamento dinâmico do modelo, estas propriedades para Cardoso & Valette (1997) pode ser caracterizada por: vivacidade ou *soundness* (ausentes de bloqueios – *deadlock*), limitabilidade ou *boundedness* (eliminação de excesso de fichas nos lugares) e reiniciabilidade (representa o comportamento cíclico do sistema), que dentro do

modelo representam nas considerações sobre o conjunto de marcações (condição) acessíveis a partir da marcação inicial.

Quando do entendimento do dinamismo da rede de Petri, Cardoso & Valette (1997) define que a mudança do estado atual do sistema para o próximo estado é representado por meio do **disparo** da transição ao qual está associado, que consistem em duas atividades:

- retirar as fichas dos lugares de entrada, indicando que esta condição não é mais verdadeira após a ocorrência do evento, e;
- depositar fichas em cada lugar de saída, indicando que estas atividades estarão, após a ocorrência do evento, sendo executadas.

Dentro da modelagem de redes de Petri, a interação entre processos representam a grande vantagem da estrutura de entendimento do modelo, para Cardoso & Valette (1997) os processos podem evoluir em cooperação (os processos concorrem a um objetivo comum), em competição (os processos devem ter acesso a um dado recurso para realizar sua tarefa) e em paralelismo (os eventos podem ocorrer simultaneamente), representa esta evolução na linguagem de Petri. O processo ainda pode evoluir em seqüência, de forma repetida. Esta última considerando uma condição de um processo de fabricação, a figura 3.9 apresenta um exemplo de rede de Petri em seqüência de processos.

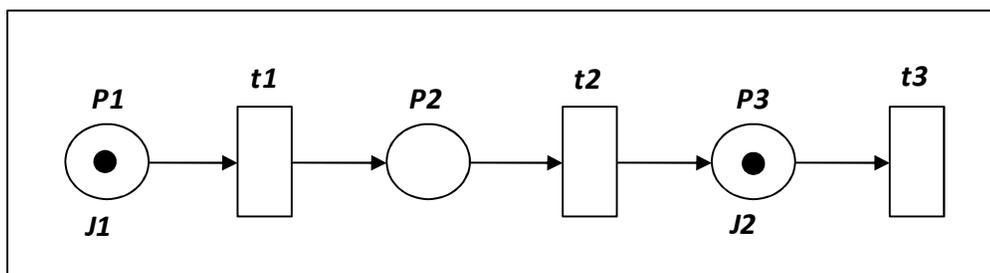


Figura 3.9 Seqüência de processos. CARDOSO, VALETTE (1997)

No entendimento da ação de seqüenciamento de processos das redes de Petri, a figura acima representa a condição de um processo de fabricação, sendo os lugares P1, P2 e P3 representando as diferentes fases da operação sobre uma determinada peça, que deve ser processada em seqüência. As transições t1, t2 e t3 descrevem os eventos de passagem de uma fase para outra e as fichas correspondem aos componentes. Enquanto um componente está sendo usinado em

P1 (fase J1), o outro componente está, neste mesmo momento, na fase J2, tendo já passado pela fase J1.

Dimensionamento de Recursos

A concentração das atividades executadas dentro do modelo de sistema para as redes de Petri está voltada ao mapeamento das informações e tarefas que devem ser executadas dentro do planejamento determinado. Aalst (1997) determina que o suporte ao sistema de fluxo de processo está definido por meio dos procedimentos, que determinam as condições e etapas a serem realizadas e aos recursos que este processo é executado. A figura 3.10 apresenta a configuração de recursos e procedimentos definidos na modelagem.

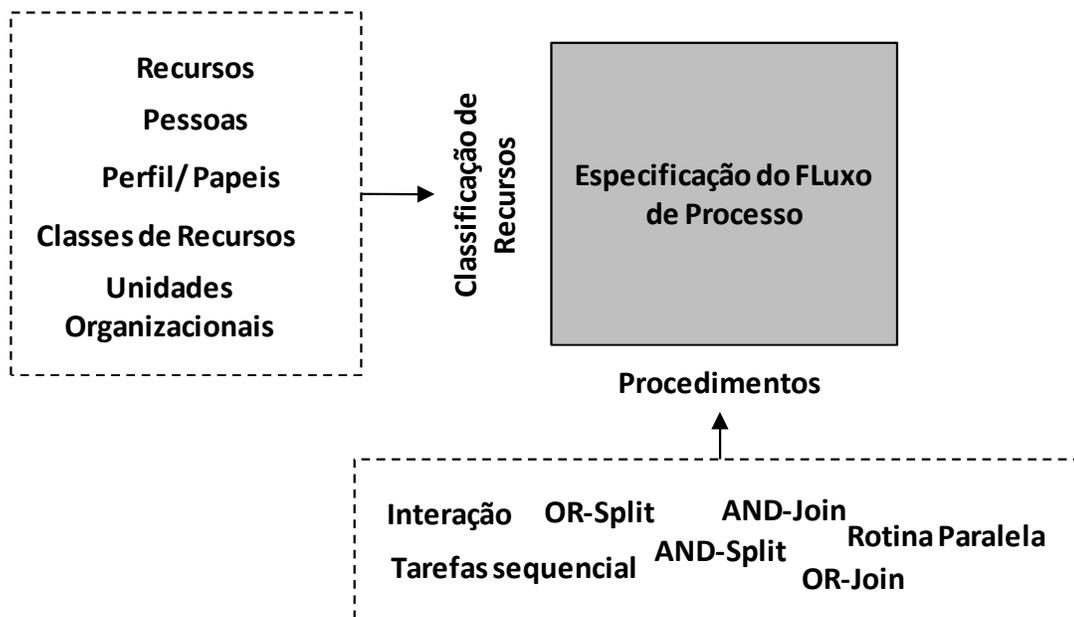


Figura 3.10 As duas dimensões da especificação do fluxo de processo. AALST (1997)

A estrutura de desenvolvimento de uma rede de Petri, determina alguns atributos que devem ser considerados, possibilitando a condição de vivacidade da rede (modelagem). A determinação dos recursos dentro do modelo complementa a condição de construção do modelo que em conjunto com os procedimentos definidos contemplam a dimensão de determinação do fluxo de processo da modelagem. Os recursos apropriados dentro do modelo podem estar relacionados com pessoas, máquinas ou sistemas computacionais.

Para Aalst, Hee (2002) determina que para cada caminho em que o trabalho é executado dentro do modelo são atribuídos recursos (máquinas e/ou pessoas), isto é muito importante para a eficiência e efetividade do *workflow*. Basicamente a característica do recurso é o que permite a execução particular das tarefas dentro do fluxo de processo. Aalst & Hee (2002) definem a classificação de recursos em duas condições: os baseados nas propriedades funcionais (baseado no perfil de cada recurso, qualificação e conhecimento) e os recursos baseados na posição dentro da organização (que determinam as áreas, departamento de envolvimento do fluxo).

Os recursos desenhados dentro da modelagem do processo permitem à organização direcionar as atividades e estruturar as condições para o desenvolvimento do produto. As propriedades funcionais também conhecidas como unidades organizacionais representam a localização dentro da organização “onde” as atividades são realizadas, são considerados como os departamentos, os processos ou as unidades gerenciais, onde estão alocadas as pessoas (recursos) do processo. Estes recursos quando alocados dentro dos devidos processos, possuem papéis, determinações, ou características que podem ser definidas como hierarquias do processo, que representam as posições destes recursos dentro das unidades organizacionais (AALST & HEE; 2002).

4 PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO DO PDP

Numa abordagem focada no modelo referencial, Mundim e Rozenfeld (2002) definem que o desenvolvimento de produtos é um dos processos mais complexos e que se relaciona com praticamente todas as demais funções da empresa. O uso de um processo referencial para o desenvolvimento de produtos está relacionado com a necessidade de padronizar a linguagem e comunicação dentro da empresa. Este modelo deve representar um conjunto de fases/etapas de forma completa dentro da visão de mapeamento dos processos e reunir atividades envolvidas no desenvolvimento de produto.

Esta abordagem das fases referenciais apresentadas a seguir poderia ser representada por qualquer outro modelo pesquisado, no entanto o presente trabalho está interessado em selecionar um modelo que permita abranger às necessidades definidas como objetivo do projeto e alcançar os resultados esperados por meio da metodologia avaliada.

Conforme apresentado no segundo capítulo deste trabalho, o processo de desenvolvimento de produto referencial será o modelo apresentado pela norma do APQP CHRYSLER CORPORATION, et al (1995). Este representa todas as fases de desdobramento que se fazem necessárias para a visualização e utilização das ferramentas da qualidade dentro do planejamento das etapas de desenvolvimento de produto, permitindo o auxílio no detalhamento das necessidades esperadas em cada etapa de sua construção e modelagem posteriores neste trabalho.

4.1 ORGANIZANDO A PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO

Como modelo a ser seguido dentro deste capítulo, a figura 4.1 representa a proposta de integração entre os temas abordados na pesquisa:

- PDP (processo de desenvolvimento de produto);
- Aplicação das ferramentas da qualidade dentro do modelo referencial de PDP;
- Modelagem do PDP referencial suportado pelas notações BPMN e Redes de Petri

Da relação entre os elementos citados acima são gerados indicadores da qualidade do produto que em conjunto com o detalhamento do APQP (método

referencial de desenvolvimento de produto pesquisado no capítulo segundo deste trabalho) permite a visualização e gerenciamento do plano da qualidade dos produtos desenvolvidos.

Com o objetivo de entender, e traduzir o significado da integração das três “elipses” do modelo proposto, este capítulo do trabalho desdobra cada uma das etapas de construção do frame. Como apresentação inicial do conceito, a primeira etapa lógica de construção está voltada para o desdobramento da “elipse” do PDP, que representa dentro do trabalho o ponto de partida para o estudo; em seguida o modelo apresenta a etapa de organização das ferramentas da qualidade que estão diretamente ligadas ao PDP e que o trabalho as organiza na visão temporal de aplicabilidade; está última etapa é evidenciada pela aplicação conceitual do BPM (Business Process Management), permitindo que a metodologia do APQP seja modelada, gerando para o estudo proposto a aplicação das duas “elipses” anteriores na notação redes de Petri, permitindo uma visão de aplicação seqüencial do modelo proposto.

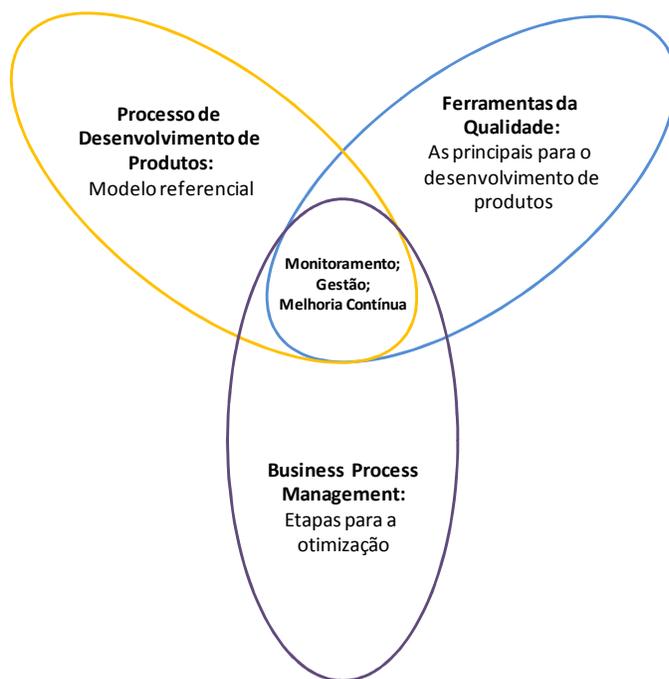


Figura 4.1 Modelo de Integração do PDP – O Autor

Por meio da intersecção das “elipses” do modelo proposto deu origem a um módulo que foi caracterizado como **monitoramento, gestão e melhoria contínua** que dentro deste trabalho é explorado pela notação de redes de Petri. A

condição de aplicação dos elementos que formam a interseção das “elipses” este representada dentro deste trabalho dentro dos *tollgates* de qualidade. A prática para execução dos eventos encontra-se em todas as fases de desenvolvimento do projeto referencial o APQP:

- Planejamento e definição do programa;
- Verificação do Projeto e Desenvolvimento do Produto;
- Verificação do Projeto e Desenvolvimento do Processo;
- Validação do Processo e Produto, e;
- Análise e Retroalimentação da Ação Corretiva.

Dentro de cada case fase do APQP estão os *tollgates* de qualidade, neste trabalho representado pelas figuras: 4.16, 4.20, 4.24, 4.28 e 4.32. Dentro de cada evento da qualidade o modelo apresenta condições de avaliação da aderência do planejamento da qualidade dentro do desenvolvimento das atividades. Este visão dentro do plano está atribuída às atividades gerenciais de monitoramento do projeto, assim como a tomada de decisão para a transposição de fase do projeto.

4.2 O PDP – PRIMEIRA “ELIPSE”

A “elipse” correspondente ao **processo de desenvolvimento de produto** dentro do modelo proposto na figura 4.1, está representada pelo modelo referencial do APQP (CHRYSLER CORPORATION, et al (1994) no entendimento de que esta metodologia apresente uma condição completa relacionado às fases de desenvolvimento de produtos.

A tabela 2.2 apresentada no segundo capítulo apresenta a revisão do PDP na visão de alguns autores, conforme objetivo relacionado no parágrafo anterior. O exame da tabela de revisão literária do PDP revela dentro do estudo uma oportunidade do leitor conhecer, por meio da demonstração da pesquisa exploratória, as etapas principais do desenvolvimento de novos produtos sob a óptica de alguns autores. Esta atividade dentro da dissertação permitiu o desdobramento do APQP (CHRYSLER CORPORATION, et al (1994) por meio do mapeamento de todo o processo de desenvolvimento de produto.

O mapa de processo da metodologia do APQP expõe as etapas de forma a entender quais são os principais fatores (funções) representados pelo “x” que cada etapa controla e a visão das saídas (produto), representado pelo “y”, entendendo

sobre os produtos que cada processo apresenta, até que se tenha o cumprimento do produto final do processo, representado pelo “Y” maior. A figura 4.2 apresenta o mapa de processo da metodologia do APQP de forma completa e única. Esta mesma representação foi desenvolvida no segundo capítulo deste trabalho, porém de forma a ser explorada cada etapa, permitindo o detalhamento separado das entradas, saídas e das funções dos processos.

Esta interpretação da metodologia do APQP (CHRYSLER CORPORATION, et al (1994) no formato de mapa de processo, permite uma visualização das contribuições que o modelo oferece para a estruturação do planejamento, conversão e execução de um novo produto dentro das organizações. Dentro do modelo estruturado na figura 4.2 as etapas são desdobradas afim de permitir as entregas detalhadas e antecipadas a cada *tollgate* de decisão no desenvolvimento do produto.

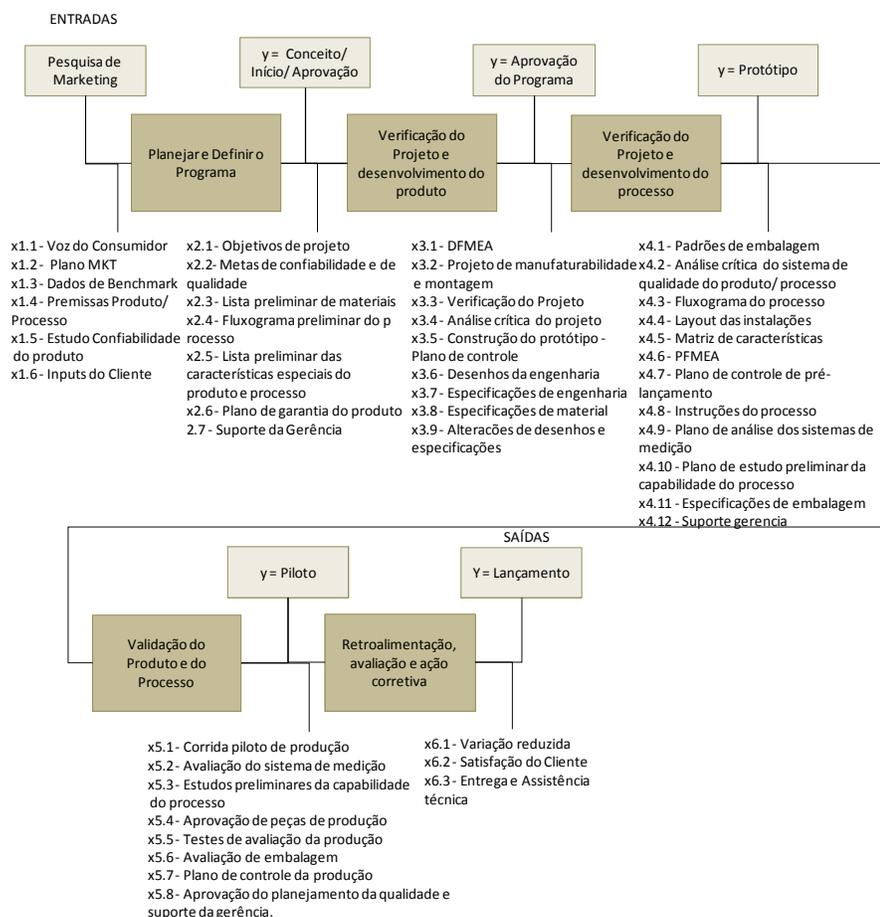


Figura 4.2 – Mapa de Processo da metodologia do APQP – O Autor

Estas “funções” dentro do mapa de processo do APQP correspondem a atividades que complementam as etapas do processo de desenvolvimento de produto. Quando da execução das atividades o projeto percorre o caminho para a validação da etapa e permite ao projeto transpor de uma fase para outra, partindo da entrada (Conceito de Produto) até a saída final (Produto para o Consumidor).

Por meio da identificação de todos os fatores determinantes para o mapa de processo do APQP, foi identificado que, para cumprir com algumas atividades dentro do desenvolvimento de produto, algumas ferramentas da qualidade devem ser executadas pela equipe de projeto. Estas ferramentas da qualidade representam para o PDP um suporte ao andamento das atividades de planejamento da qualidade dentro de um novo produto. As ferramentas da qualidade dão continuidade a representação e composição do modelo proposto neste trabalho.

4.3 AS FERRAMENTAS DA QUALIDADE – SEGUNDA “ELIPSE”

Com base no modelo referencial do APQP e por meio de sua tradução de fatores apresentada na figura 4.2, a segunda “elipse” está representada pela proposta de aplicação das ferramentas selecionadas no segundo capítulo. Permitindo a apresentação da proposta de aplicação temporal destas ferramentas ao longo do desenvolvimento do produto.

4.3.1 Posição temporal das ferramentas da qualidade no PDP

A organização temporal das ferramentas da qualidade selecionadas dentro de trabalho foi baseada em algumas literaturas estudadas e principalmente baseada nas orientações do modelo referencial do APQP escolhido como base deste trabalho. A figura 4.3 apresenta o cronograma do APQP em suas fases e eventos buscando organizar em seu desenvolvimento a análise temporal das ferramentas da qualidade escolhidas para o desenvolvimento deste trabalho.

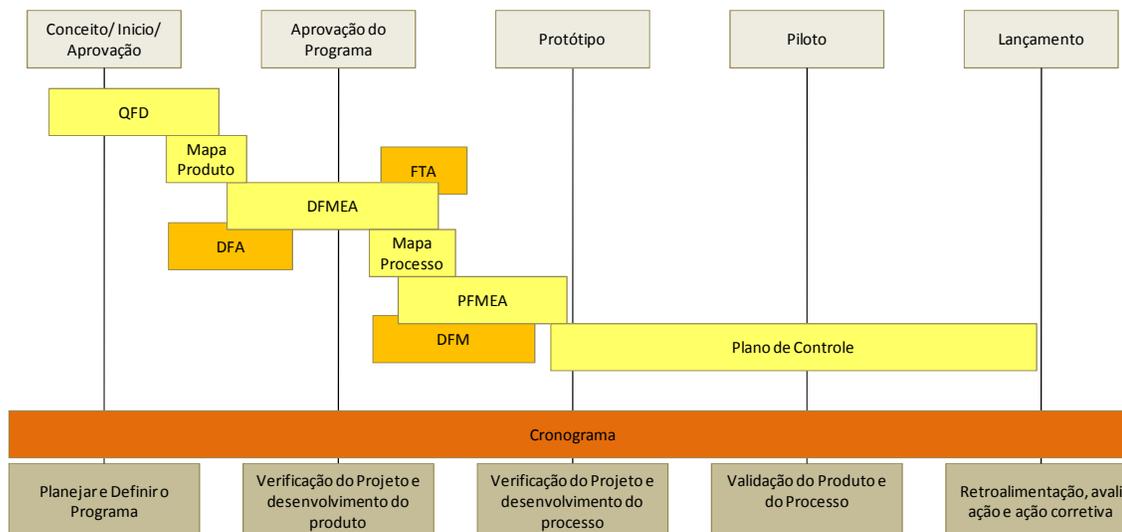


Figura 4.3 – Organização temporal das ferramentas da qualidade no PDP – O Autor

Um ponto relevante neste processo está relacionado com o cronograma de projeto, que acompanha todas as etapas de desenvolvimento do produto. Para Machado (2006) o cronograma deve especificar os prazos para o cumprimento de cada etapa do processo de implementação da metodologia de desenvolvimento do produto, em que todas as anomalias detectadas devem ser tratadas com plano de ação em envolvimento com as pessoas do grupo multifuncional. Para Melo Filho e Cheng (2007) a análise do cronograma de trabalho é a primeira etapa do planejamento operacional realizado em cada seção de trabalho do dia-a-dia da empresa.

Um dos objetivos de construção deste capítulo está relacionado com a integração entre os elementos do modelo proposto de aplicação temporal das ferramentas da qualidade. A figura 4.4 apresenta a análise desta aplicação representada por um dos fatores (x1.1) que o mapa de processo do APQP apresenta. Como forma prática para a visualização desta proposta, a integração é representada por arcos pontilhados entre o plano secundário da etapa do mapa de processo do APQP (neste caso o mapa está representado por três etapas) e o modelo temporal proposto neste trabalho. A sistemática visualização da integração por meio de arcos pontilhados não segue uma referência específica, apenas busca uma melhor representação e está mantida como regra para demonstrar a proposta de integração dos elementos.

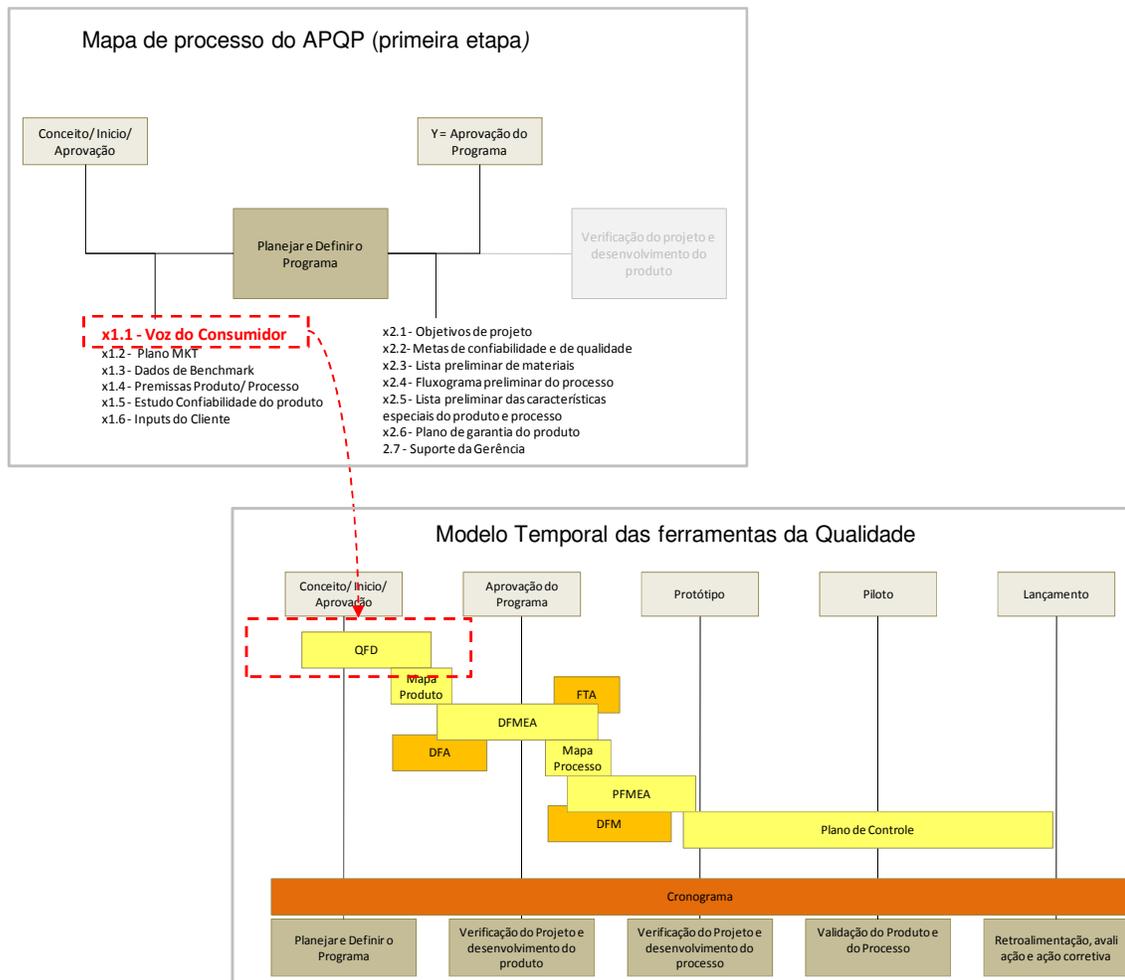


Figura 4.4 – Integração 1ª etapa do mapa de produto e modelo temporal no PDP – O Autor

A figura 4.4 apresenta a contribuição identificada no mapa de processo da primeira etapa do APQP, representado pela voz do consumidor. Este processo como explicado no capítulo anterior tem por objetivo listar todas as necessidades dos consumidores (internos e externos) para o novo produto e que no gráfico temporal está caracterizado pela aplicação do QFD (Quality Function Deployment) CHENG, et al (1995). O gráfico do modelo temporal na figura 4.3 apresenta a aplicação do QFD durante a fase de planejamento e definição do programa do novo produto, o QFD como apresentado no capítulo anterior representa a ferramenta que recebe todas as informações (necessidades) e traduz em características para o novo produto.

Partindo da linha do melhor entendimento de aplicação e necessidades do planejamento da qualidade, a figura 4.5 apresenta o relacionando os fatores apresentados no mapa de processo do QFD com a organização temporal das ferramentas da qualidade.

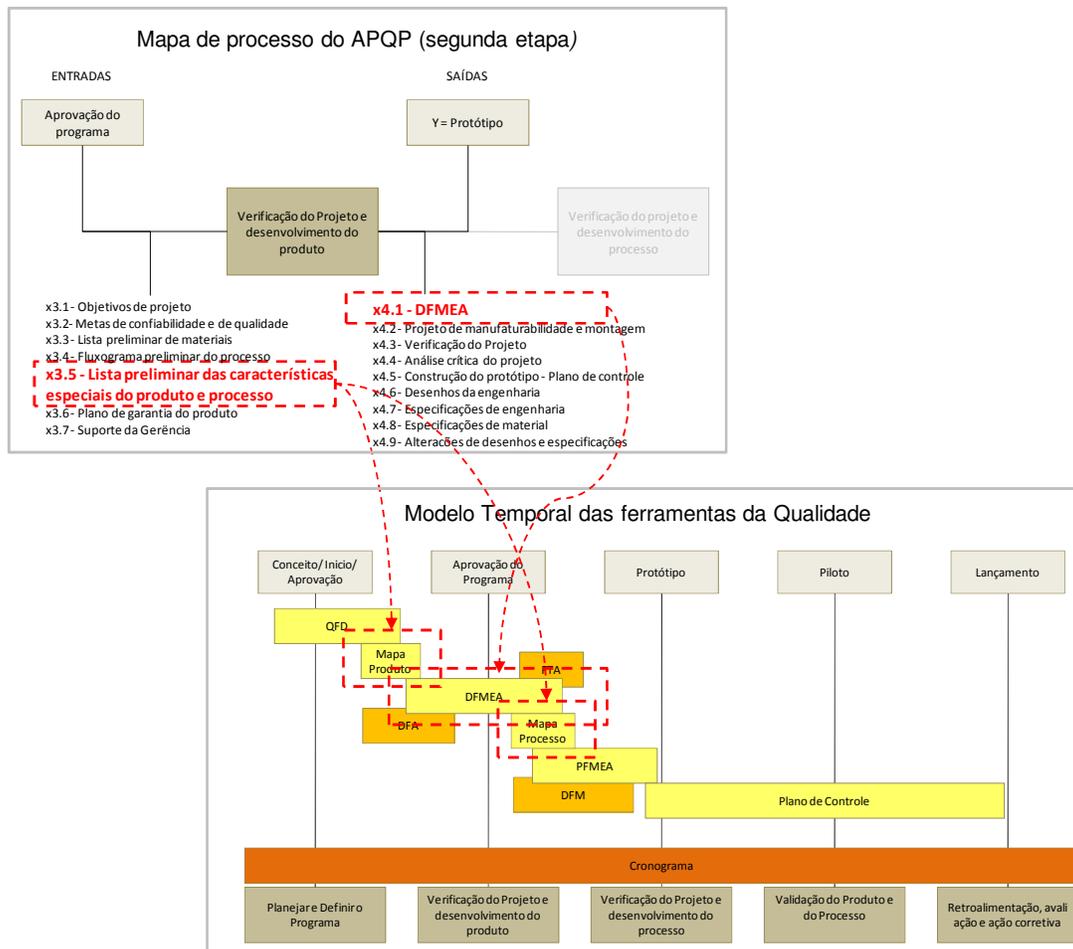


Figura 4.5 – Integração 2ª etapa do mapa de produto e modelo temporal no PDP – O Autor

Como o mapa de processo das atividades do APQP estão desenhados em etapas, a figura 4.5 demonstra a necessidade da realização do mapa de produto e de processo (função x3.5) e a realização do FMEA de produto (função x4.1). A figura 4.5 representa a visualização gráfica de aplicação das ferramentas selecionadas (FMEA e Mapa de Produto e Processo) ao longo de um cronograma e a integração que o gráfico possui com o modelo do APQP

Partindo da mesma sistemática de análise do mapa de processo do APQP apresentado na figura 4.2, o projeto apresenta a interpretação da terceira etapa. A figura 4.6 caracteriza a análise pela busca da interpretação do mapa de processo e integração com o modelo temporal das ferramentas.

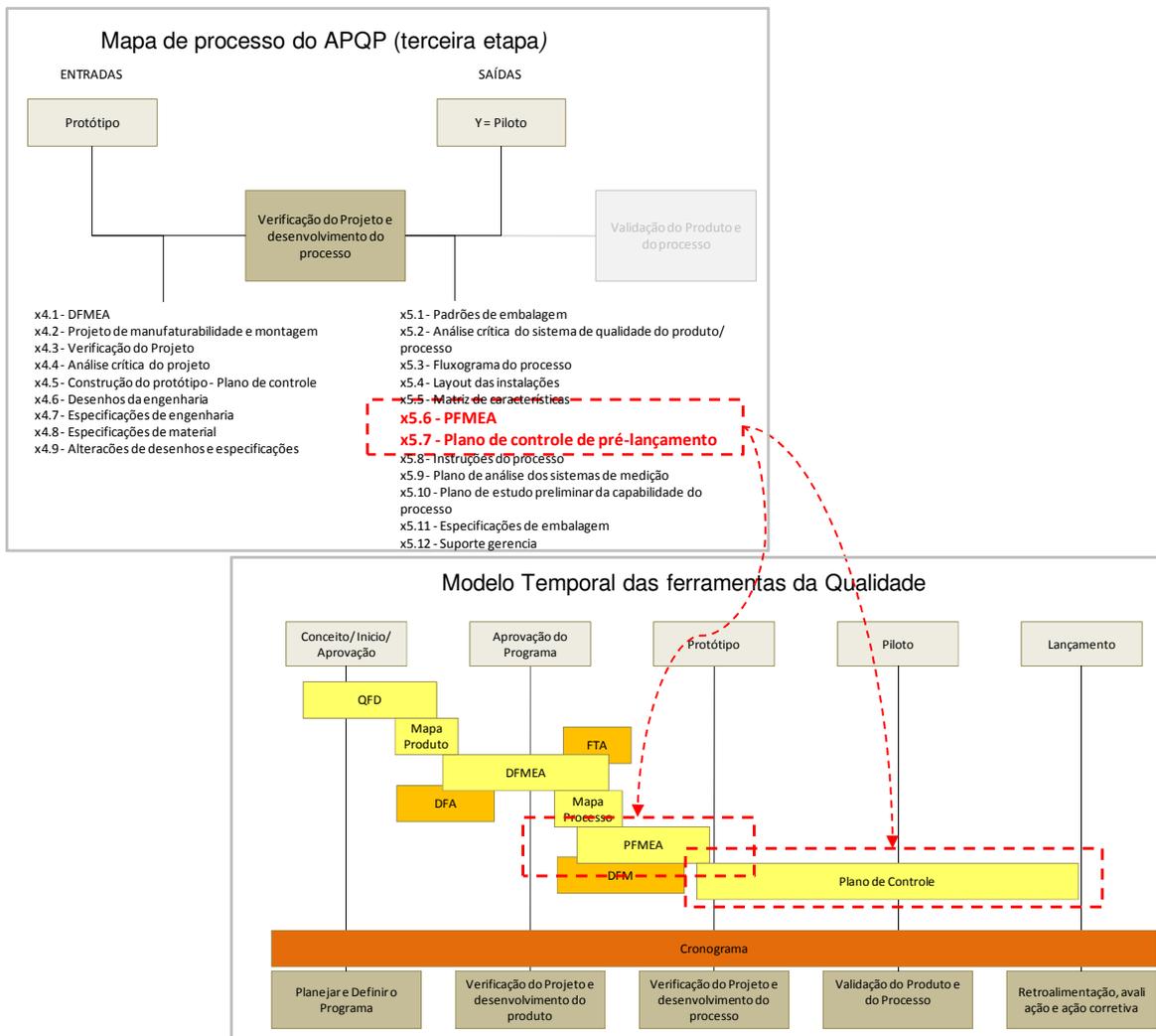


Figura 4.6 – Integração 3ª etapa do mapa de produto e modelo temporal no PDP – O Autor

Partindo da busca pelo complemento do planejamento da qualidade e aplicação gráfica das ferramentas da qualidade, a figura 4.6 apresenta como atividade a aplicação do FMEA de processo (função x5.6) e o plano de controle (função x5.7). Com base no cronograma do APQP a figura 4.6 demonstra a proposta de integrar graficamente a aplicação destas atividades durante a realização do projeto. Permitindo com esta ação o entendimento do planejamento das ferramentas da qualidade selecionadas no desenvolvimento do produto.

Como o desdobramento da qualidade dentro do desenvolvimento de um novo produto está concentrado no planejamento da qualidade do projeto, é possível perceber nas figuras 4.4, 4.5 e 4.6 que o planejamento da qualidade encontra-se nas primeiras fases do cronograma do APQP. Esta definição fortalece a análise de que o

sucesso de um produto depende primeiramente do planejamento que está sendo definido. O entendimento de que o plano da qualidade engloba uma sistemática mais completa de atividades e eventos e que completam o desenho de estruturação teórica (organização de informações e atividades) de atuação no desenvolvimento de novos produtos

4.4 GERENCIAMENTO DO PROCESSO DE NEGÓCIO (BPM) – TERCEIRA “ELIPSE”

O exame das duas “elipses” anteriores revela a busca pelo detalhamento do processo de desenvolvimento de produtos, pois revela os passos primários para a modelagem. Esta etapa do projeto de pesquisa está representada pela utilização dos conceitos práticos da abordagem do gerenciamento do processo de negócio (BPM - *Business Process Management*) que complementa a formação para a integração do PDP referencial, das ferramentas da qualidade com a terceira “elipse” representada pelo BPM.

Nesta etapa o trabalho apresenta como proposta a estruturação de um processo de negócio buscando o detalhamento da modelagem do desenvolvimento de produto. A atividade inicial para a determinação do gerenciamento do processo de negócio o trabalho apresenta a visualização do PDP pela notação BPMN (*Business Process Management Notation*), permitindo uma visão gerencial das principais etapas a serem desenhadas.

4.4.1 Diagrama do Processo de Negócio do PDP através da notação BPMN

Na busca pelo detalhamento da estrutura conceitual do processo de desenvolvimento de produto o trabalho de pesquisa apresenta a modelagem desta visão na notação BPMN (*Business Process Management Notation*). Para a realização da modelagem foi utilizado software *BizAgi Process Modeler (2008)*¹² como ferramenta. A figura 4.7 apresenta dentro do projeto uma visão macro do processo de desenvolvimento de produtos baseado no envolvimento da estrutura organizacional de uma organização, que está representado por “quatro áreas” de envolvimento. Ela representa uma proposta de envolvimento entre processos na

¹² <http://www.bizagi.com/>

organização que estão direcionados para a realização das atividades apresentadas anteriormente na figura 4.2, numa visão resumida por processo de negócio.

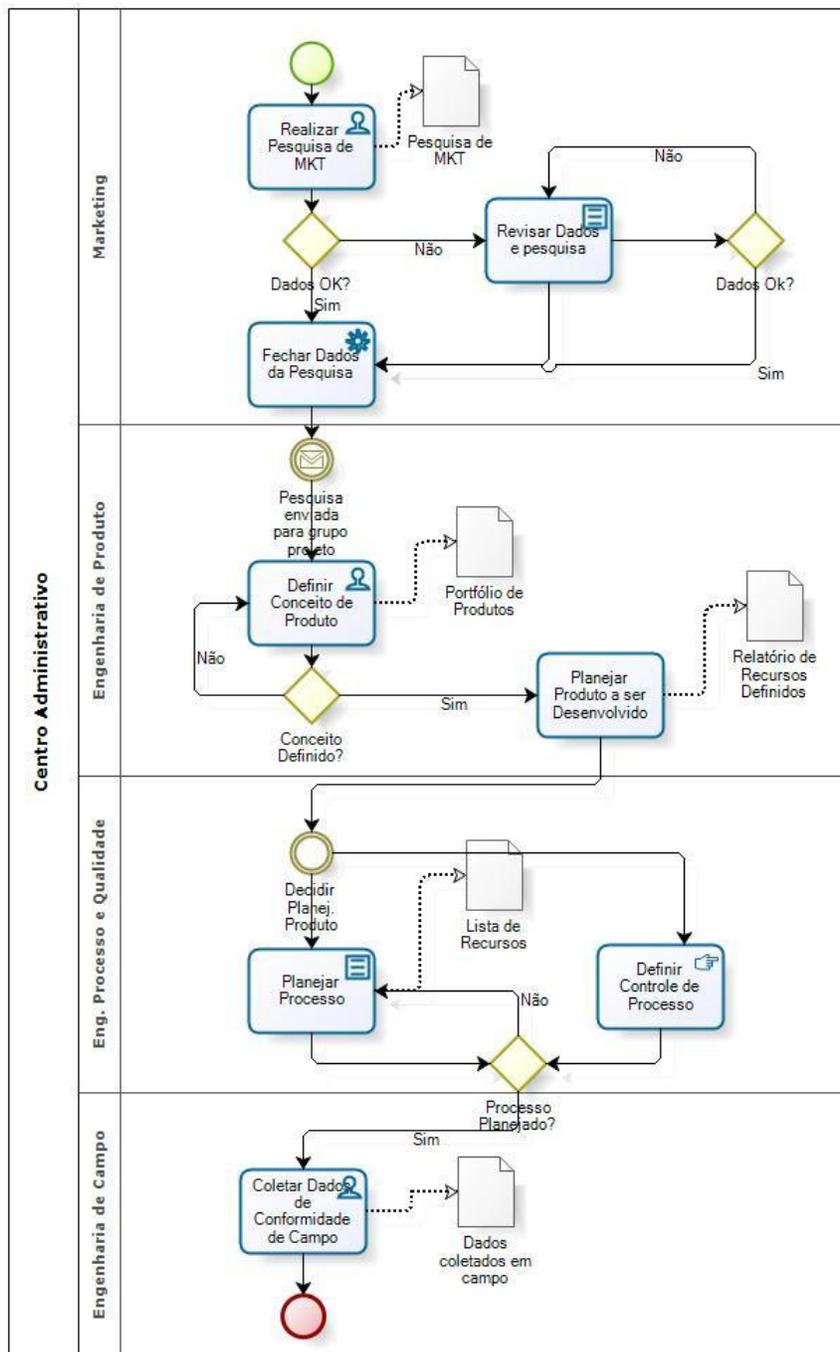


Figura 4.7 – Modelagem PDP notação BPMN – O Autor

Por meio da figura 4.7 é possível examinar o desenho inicial da modelagem suportada pela notação de gerenciamento de negócio. Nesta estrutura o projeto de desenvolvimento definiu quatro processos: marketing, engenharia de produto,

engenharia de processo e qualidade (processos integrados) e engenharia de campo. Estas áreas representam dentro do modelo BPMN, uma proposta para o envolvimento dos processos responsáveis pela arquitetura de um novo produto dentro da organização, e como as atividades para o desenvolvimento de produtos estão distribuídas entre os processos da organização.

Observa-se na figura 4.7 que o início das atividades está representado pela pesquisa de Marketing, que conforme modelo referencial do APQP (figura 4.2) de desenvolvimento de produto organiza informações para repassar ao grupo de projeto uma análise e tradução das necessidades em atributos para novos produtos. Após o desenvolvimento conceitual do produto realizado pela Engenharia de Produto em conjunto com uma estrutura de equipe multifuncional, as áreas de Engenharia de Processo e Qualidade conduzem a conversão do conceito em produto e controle de processo. Ainda dentro das atividades para o desenvolvimento do produto o processo de Engenharia de Campo atua em conjunto com equipe de projeto afim de evidenciar a condição de fechamento do ciclo do planejamento da qualidade para o novo produto.

Embora a visão por processo que a modelagem BPMN apresenta de uma ação de ligação entre eles, não é possível identificar as práticas de equipes multifuncionais para o desenvolvimento de produto. O modelo apresentado na figura 4.7 registra que os processos de negócio somente realizam as atividades com definição predecessor, uma tomada de decisão precisando do término de outra para seguir em frente com a atividade. Com base no cumprimento desta necessidade dentro do trabalho de pesquisa o PDP será detalhado utilizando como ferramenta a linguagem da Redes de Petri, permitindo um melhor detalhamento das atividades.

4.4.2 Estrutura Organizacional Proposta para o PDP

Partindo pela definição processual de envolvimento entre as áreas organizacionais o presente trabalho propõe um desenho de uma estrutura organizacional afim de contribuir com a visão da classificação de recursos utilizados dentro do PDP. Neste caso caracterizado por pessoas dentro de uma organização, e ambientes de processo, que está representado por áreas ou setores dentro de uma estrutura por processos. A figura 3.6 apresentada no terceiro capítulo representa a necessidade voltada para a visão tridimensional de um *workflow* (AALST, 1998).

Esta visão contempla algumas das características que uma estrutura organizacional deve conter para atender às necessidades de planejamento do modelo de desenvolvimento de produtos. Para caracterizar esta atividade dentro do projeto, a figura 4.8 apresenta uma proposta para estrutura organizacional.

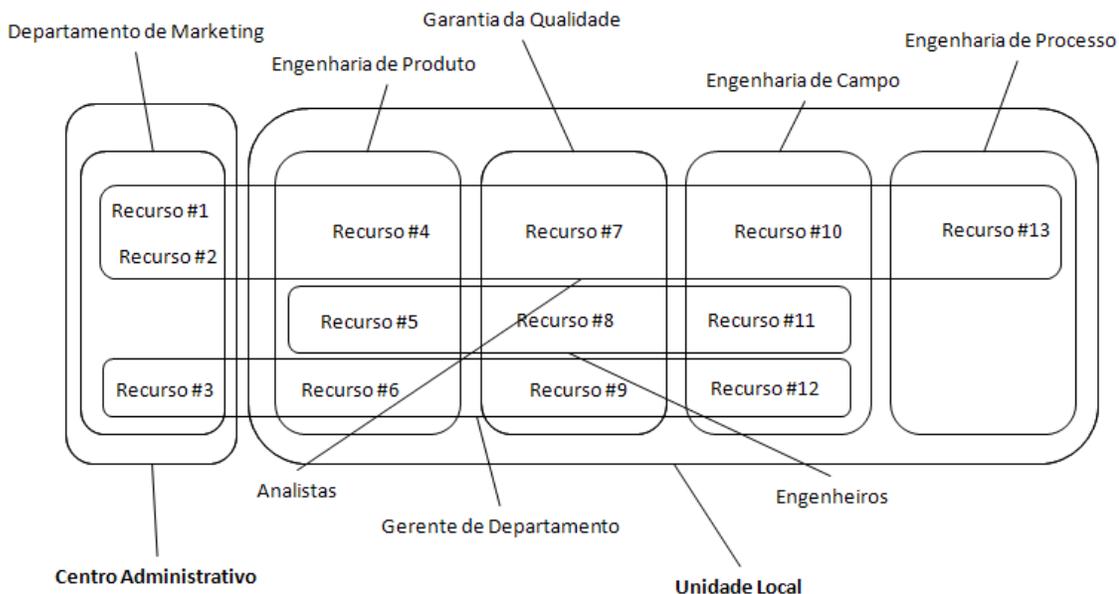


Figura 4.8 – Proposta de Estrutura Organizacional para PDP – O Autor

Examinando a figura 4.8 que representa uma estrutura organizacional dentro de um modelo de PDP é possível identificar que a proposta é composta por:

- Unidades organizacionais (plantas);
- Departamentos/ áreas (processos);
- Recursos (Pessoas); e
- Papeis (cargos).

Esta estrutura proposta envolve os recursos mínimos necessários que a organização disponibiliza para a realização das atividades sejam distribuídas ao longo do desenvolvimento do produto no modelo referencial do APQP. O objetivo desta fase do trabalho é de demonstrar uma estrutura proposta para a realização do desenvolvimento de produto e preparar o modelo do APQP para que seja modelado. Porém para que se utilize esta estrutura como base modeladora, é necessária que pelo menos os **papeis** dos recursos desenhados sejam detalhados. A tabela 3.1 apresenta a definição dos papéis em cada recurso dentro do PDP, afim de entender as necessidades processuais para suportar o acontecimento das atividades na realização do projeto de produto.

Cargo	Descrição Atividades (papéis)
Analistas	Desenvolver plano de controle de produto
	Suportar projeto em análises estatísticas
	Reportar ao projeto análises de produto e processo
	Coordenar coleta de informações de produto e processo
Engenheiros	Liderar projetos de produtos
	Liderar projetos de processo
	Liderar reuniões de projetos (tollgates)
	Estruturar projeto dentro do PDP
Gerentes	Suportar projetos
	Participar dos Tollgates de Projetos
	Manter Recursos nos Projetos
	Manter sistema desenvolvimento de produto

Tabela 3.1 – Proposta de Descrição de Atividades para o PDP – O Autor

A estrutura voltada para o projeto de desenvolvimento de produto permite à organização a implementação das diversas atividades direcionadas para o PDP. A tabela 3.1 apresenta uma proposta para a estruturação de cargos e perfis necessários para a determinação de um grupo de desenvolvimento de produto. A definição do cargo de analista dentro da proposta, conforme figura 4.7, está direcionado tanto para envolvimento da área de Marketing quanto a Engenharia de Campo.

Este desdobramento representa a abrangência de toda a cadeia de desenvolvimento de novos produtos (da P&D ao Consumidor). Embora o cargo de engenharia também permita este desdobramento, conforme o modelo, o escopo do projeto limita (dimensiona) a atuação do time de engenharia no desenvolvimento de propostas tanto de produto quanto de processo e qualidade. Como parte da liderança dentro do grupo, e cumprindo com as definições do APQP CHRYSLER CORPORATION, et al (1994) a estrutura de novos projetos define a gerencia como

suporte às decisões do grupo de projeto e como membro de participação ativa dentro dos *tollgates* do PDP.

4.4.3 Modelagem do PDP Baseado nas Redes de Petri

Com base no estudo realizado e na estrutura desenvolvida dentro do trabalho, esta etapa do projeto tem por objetivo modelar o processo de desenvolvimento de produto usando Redes de Petri. Resgatando o entendimento encontrado até o momento, este sub-capítulo complementa o modelo proposto e utiliza a estrutura organizacional e o modelo do APQP para a realização da modelagem do PDP.

Como definição inicial da modelagem do PDP examinou-se uma ferramenta para a realização deste processo, e foi utilizado WoPed – Workflow Petri Net Designer (2007) ¹³ para modelagem em RdP, identificando que esta ferramenta está adequada para a compilação das informações e estrutura gráfica necessária para a modelagem do processo.

4.4.4 Desenho de Recurso para o PDP

Partindo do planejamento definido na figura 4.8 deste capítulo, a primeira etapa desempenhada dentro da modelagem está voltada para a determinação da estrutura organizacional proposta que por meio da ferramenta utilizada. Este elemento permite apresentar a disposição da estrutura organizacional desenhada como proposta. A figura 4.9 representa dentro da ferramenta do Woped (2007) esta estrutura e configura esta necessidade para iniciar o desenho do processo de desenvolvimento de produto.

O desenho do processo de negócio permite dentro da modelagem a organização do envolvimento das pessoas (recursos) dentro do ciclo de desenvolvimento de produtos e define responsabilidades (papeis) dentro deste processo.

¹³ www.woped.org

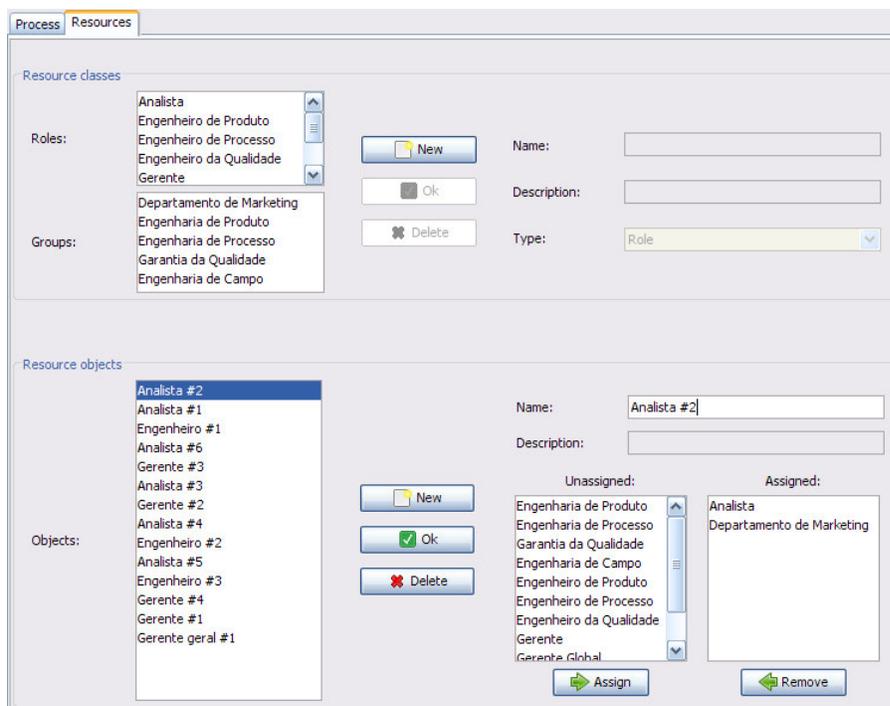


Figura 4.9 – Estrutura Organizacional para PDP no WoPed – O Autor

Em análise da figura 4.9 é possível identificar que na prática da modelagem, algumas características que foram planejadas anteriormente estão envolvidas diretamente, como por exemplo:

Definições de classes dos recursos:

Papéis (roles na linguagem Woped (2007): que representam os cargos organizacionais, dentro do modelo está relacionado os seguintes cargos propostos:

- Analista;
- Engenheiro de Produto;
- Engenheiro de Processo;
- Engenheiro da Qualidade;
- Gerente;
- Gerente Global;
- Engenheiro de Campo;
- Especialista.

Grupos (Groups na linguagem Woped (2007: classificação baseada nas unidades organizacional e que representam os cargos estão definidos. Dentro da proposta de estrutura, está relacionado os seguintes departamentos:

- Departamento de Marketing;
- Engenharia de Produto;
- Engenharia de Processo;
- Garantia da Qualidade;
- Engenharia de Campo.

Em andamento ao processo organizacional o modelo resgata a estrutura de recursos que foi desenhada na figura 4.8 e realiza dentro do modelo o relacionamento entre estes recursos, o processo o qual está inserido e o papel que este recurso deve realizar dentro da construção e manutenção do PDP dentro da organização, conforme apresentado na figura 4.9 no campo “*Resource Objects*” ou Objeto de recurso.

4.4.5 Modelagem do APQP

Após definido a estrutura organizacional, o próximo desdobramento é a modelagem do PDP referencial contando com a definição e base estrutural proposta até o momento. A modelagem do APQP utilizando a notação em Redes de Petri tem por objetivo definir o conceito proposto no modelo de integração, representado na figura 4.1. Possibilitando a contribuição de detalhamento da metodologia e entendimento na aplicação do APQP dentro de um fluxo de desenvolvimento de produto nas organizações.

A formação da condição de integração entre os elementos do APQP e das ferramentas da qualidade com o gerenciamento do processo de negócio está representado por arcos pontilhados. O significado dos arcos pontilhados está relacionado com a necessidade de apresentar a interligação entre as “elipses” do modelo de integração e demonstrar de que forma as ferramentas da qualidade são aplicadas, dentro do tempo de cada uma, no APQP.

Partindo do contexto de integração a figura 4.10 apresenta o modelo de integração das “elipses” configuradas na figura 4.1. A relação entre os três modelos representa para o projeto o entendimento da seqüência lógica da escolha de um processo de desenvolvimento de produto referencial. Este trabalho está caracterizado pelo modelo do APQP que traduz as principais ferramentas que compõe o planejamento da qualidade no desenvolvimento de produtos e a

modelagem de todo o estudo que permite um entendimento detalhado das atividades propostas para desenvolver produtos em uma organização.

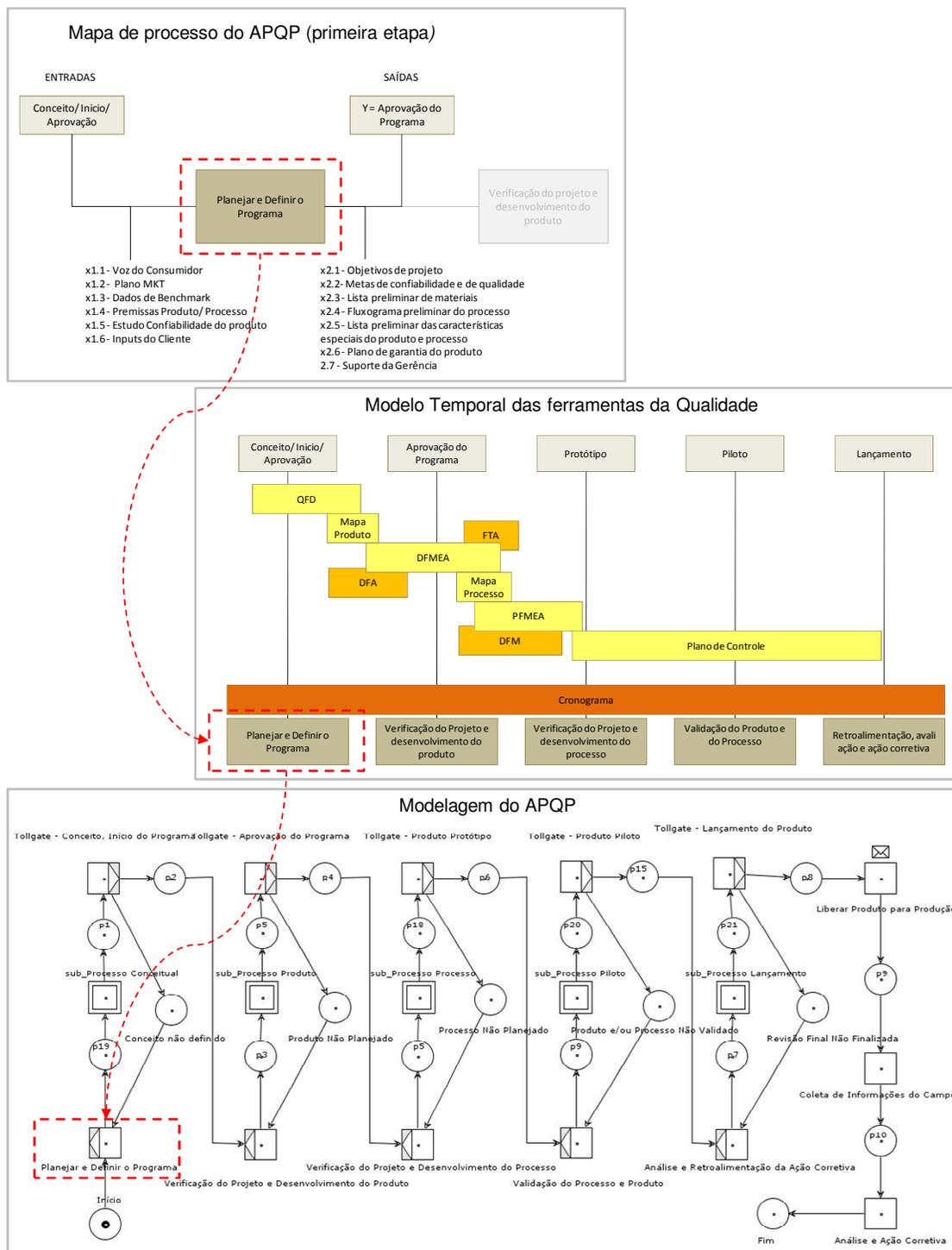


Figura 4.10 – A integração dos elementos do PDP – O Autor

Partindo da necessidade proposta para a integração entre os elementos para o desenvolvimento do produto, a figura 4.10 apresenta a condição de interligação das visões propostas:

- Mapa de processo do APQP;
- Modelo temporal das ferramentas da qualidade, e;
- Modelagem do APQP.

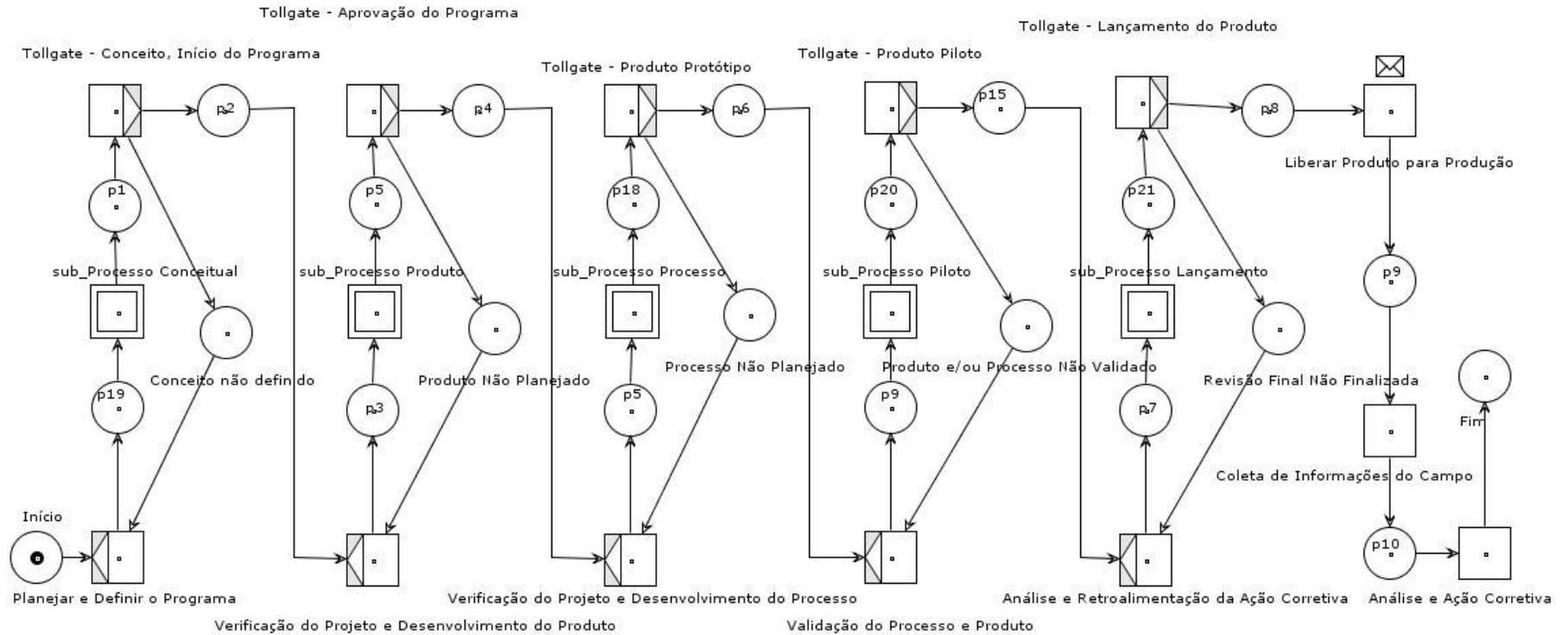
Nesta condição a figura acima retrata um exemplo, relacionado com “planejar e definir o programa” que foi extraído da interligação e está representada pela seguinte seqüência:

- 1- Planejar e Definir o Programa, partindo do mapa de processo do APQP;
- 2- Planejar e Definir o Programa, partindo do modelo temporal das ferramentas da qualidade e;
- 3- Planejar e Definir o Programa, detalhado dentro da modelagem do APQP representado por Redes de Petri.

Dentro da consideração de integração, a modelagem do APQP na organização determina como proposta a construção de uma condição de **monitoramento, gestão e melhoria contínua** dentro do PDP. A atividade resultante da intersecção do modelo de integração está ligada ao produto final da modelagem e que estará representado nas modelagens dos processos seguintes neste capítulo.

Buscando uma organização do detalhamento das atividades do APQP, a figura 4.11 apresenta a visão geral do PDP na visão dos processos que contem as atividades do programa. A modelagem por Redes de Petri está formada pelas etapas do APQP (na parte inferior da figura 4.11) e pelas entregas (produtos =y) de cada etapa. Entre estes elementos (etapas e produtos) estão representados os sub-processos que compõe as atividades de realização do produto. Nos detalhamentos seguintes dentro deste trabalho, cada figura apresentada apresenta a estrutura proposta para a modelagem do planejamento da qualidade no desenvolvimento do projeto.

Figura 4.11 – Modelagem do APQP em Redes de Petri – O Autor



A etapa de planejar e definir o programa (APQP) representado na figura 4.11 considera como início do processo com a determinação de um projeto, representado por uma ficha depositada na modelagem, a ser desenvolvido dentro da estrutura organizacional proposta neste capítulo. Quando da interpretação do APQP, identificou-se que este modelo apresenta duas condições: a representação das etapas/fases do desenvolvimento do produto e o produto (saída) de cada etapa/fase. As etapas estão representadas pelas atividades de:

- Planejar e definir o programa;
- Verificação do projeto e desenvolvimento do produto;
- Verificação do projeto e desenvolvimento do processo;
- Validação do produto e processo, e;
- Análise e retroalimentação da ação corretiva.

Para cada **etapa** da metodologia existe uma **entrega (produto)** que a etapa deve avaliar, e dentro da modelagem esta etapa está representada por eventos, caracterizada como *tollgates*, que representam a contribuição estrutural do modelo. Estes *tollgates* podem ser realizados de algumas formas::

O formato para a realização dos *tollgates* do APQP pode ser:

1. Por meio de reuniões envolvendo um grupo de lideranças, em que podem ser avaliadas as etapas do projeto e analisado e aderência quanto ao modelo de desenvolvimento de produto;
2. Por meio de avaliações, auditorias em determinado período de realização do projeto. Estes eventos são realizados por equipes qualificadas que avaliação as condições do projeto atual dentro do programa de desenvolvimento de produto da organização.

Estes *tollgates* dentro da modelagem do APQP estão caracterizados como:

- Conceito, início do programa;
- Aprovação do programa;
- Produto protótipo;
- Produto piloto, e;
- Lançamento do Produto.

A realização destes *tollgates* ao longo do desenvolvimento de produto valida o projeto na passagem de uma fase para outra do APQP, consierando que todas as

etapas de garantia do planejamento, conversão e execução da qualidade nos novos projetos sejam cumpridas.

De uso da ferramenta para modelagem do APQP como objetivo deste trabalho, e utilizando como base o mapa de processo apresentado na figura 4.2, os próximos passos do detalhamento estão na modelagem dos subprocessos identificados na figura 4.11. Para cada tollgate a ser desenvolvido foi modelado um subprocesso que possibilita entender quais etapas práticas devem ser cumpridas para garantir a qualidade do produto, estes subprocessos são:

- Conceitual;
- Produto;
- Processo;
- Piloto, e;
- Lançamento.

4.4.6 Modelagem do Sub Processo Conceitual

Este desdobramento da modelagem representa o entendimento das informações de Marketing dentro projeto e registra o envolvimento do grupo multifuncional criado dentro da organização para iniciar o desenvolvimento do novo produto. Na modelagem desenvolvida na figura 4.12 é possível identificar quais processos organizacionais estão envolvidos nesta etapa, neste caso, os processo de Marketing, Engenharia de Produto e Qualidade.

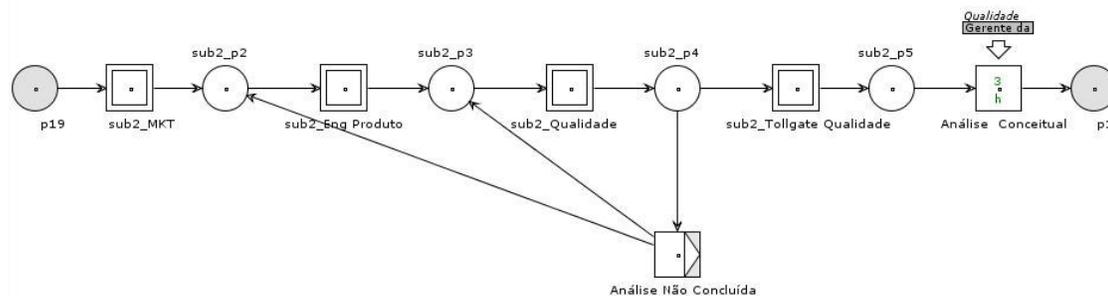


Figura 4.12 – Modelagem do SubProcesso Conceitual – O Autor

Nesta etapa do processo de desenvolvimento de produto mostrado na figura 4.12 é possível identificar todos os processos envolvidos na realização das atividades decorrentes para a realização da visão conceitual do novo produto. Os processos dentro da modelagem do subprocesso conceitual estão organizados afim

de permitir que ao final da etapa as entregas de cada processo sejam avaliadas. Percebe-se que após o subprocesso “sub2_Qualidade” encontra-se o subprocesso “sub2_tollgate Qualidade” que representa o evento da avaliação do projeto, o marco para a passagem para a próxima etapa do APQP e a evidência das ações de **monitoramento, gestão e melhoria contínua** dentro do projeto.

Buscando o detalhamento para as atividades de planejamento e pesquisa de marketing, a figura 4.13 apresenta o desdobramento das ações que devem ser executadas no “sub2_MKT”.

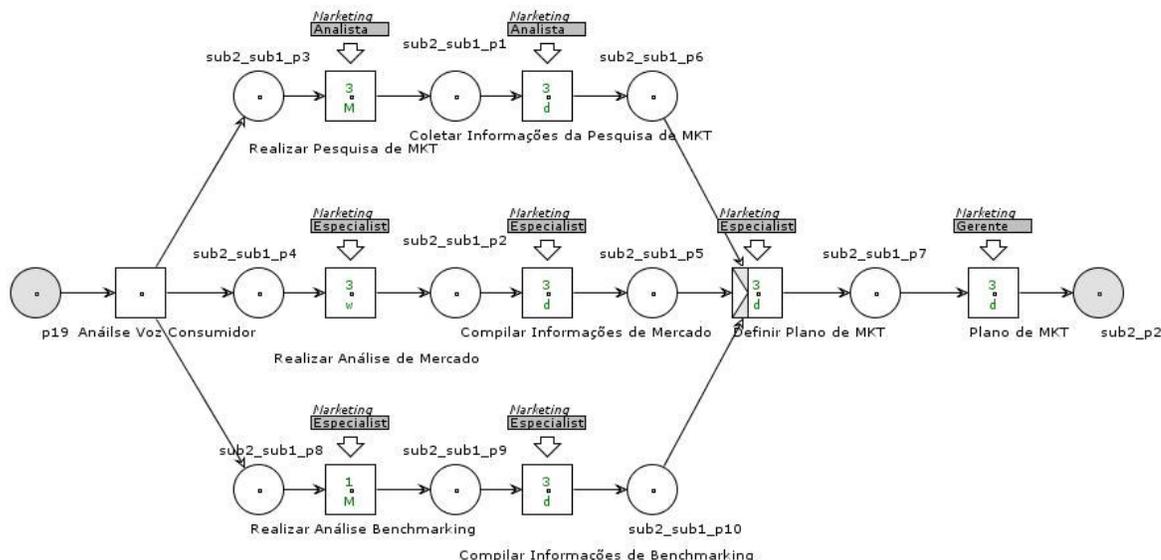


Figura 4.13 – Modelagem do Sub2_MKT – O Autor

Na figura acima, é possível identificar as atividades voltadas à área de marketing de uma organização e que representa o entendimento das necessidades dos consumidores na definição do conceito do novo produto, tendo como saída o plano de marketing definido.

As informações identificadas no subprocesso de marketing alimentam o grupo de projeto quanto a definições que devem ser tomadas na visão conceitual do produto. Desta forma a figura 4.14 mostra dentro da modelagem o recebimento da informação e a tratativa desta análise dentro do plano de engenharia de produto.

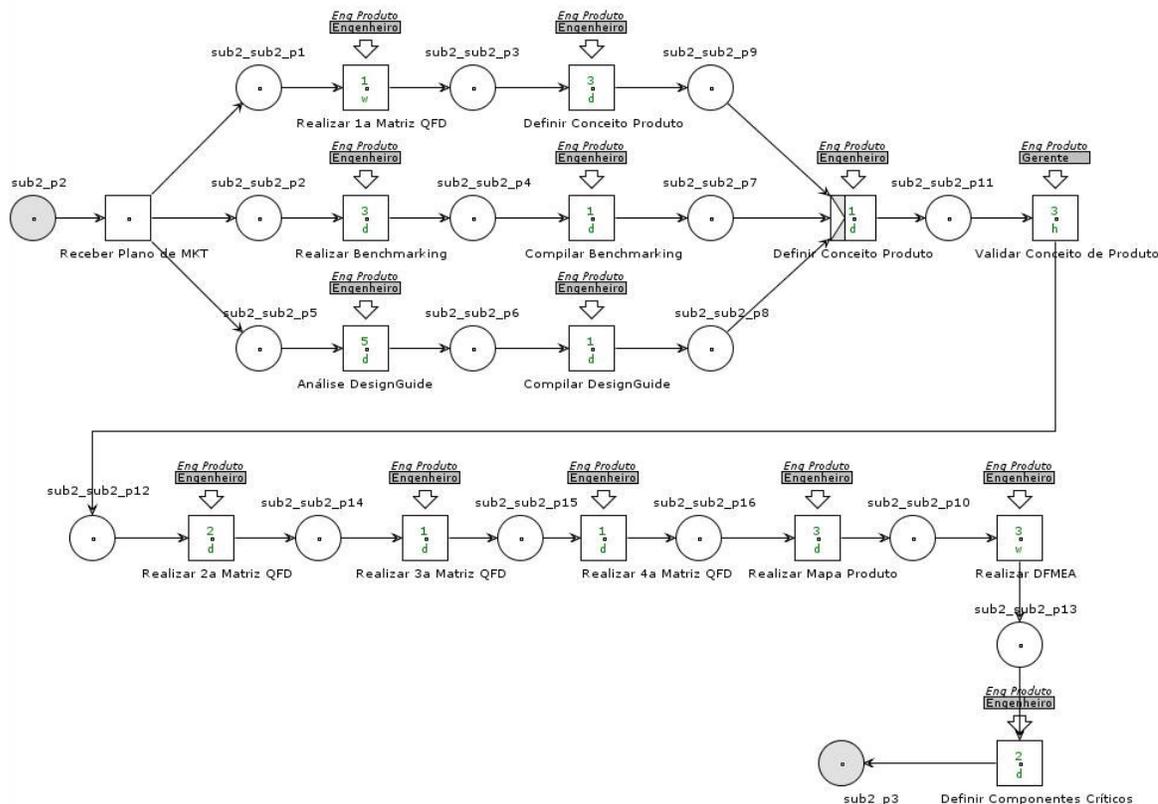


Figura 4.14 – Modelagem do Sub2_Eng Produto – O Autor

Examinando a modelagem da figura 4.14 identifica-se que a informação que o processo de marketing compila gera condições para o grupo de projeto definir os primeiros passos da qualidade. Como definição destes passos a modelagem contempla o uso das ferramentas da qualidade selecionadas no segundo capítulo, como por exemplo:

- Matriz do QFD;
- Mapa de produto, e;
- DFMEA.

As ferramentas da qualidade dentro do PDP estão representadas por atividades que devem ser realizadas pelos processos de negócio. A aplicação e análise das ferramentas selecionadas serão analisadas dentro dos *tollgates*, como foi proposto neste trabalho.

A realização desta modelagem permite que sejam identificadas as principais atividades voltadas para o desenvolvimento de produto, sendo o início considerado pelo uso das matrizes do QFD e como entrega deste processo a identificação dos componentes críticos do novo projeto. Embora o subprocesso esteja caracterizado

como de engenharia de produto, neste modelo aplica-se o conceito de grupo multifuncional com envolvimento do grupo de projeto na realização das atividades.

Outra fonte de informações para a compilação do conceito do produto que deve ser considerado dentro do projeto está voltada para o envolvimento da equipe da qualidade, resgatando informações importantes de campo que alimentam o grupo de projeto, conforme mostra a figura 4.15.

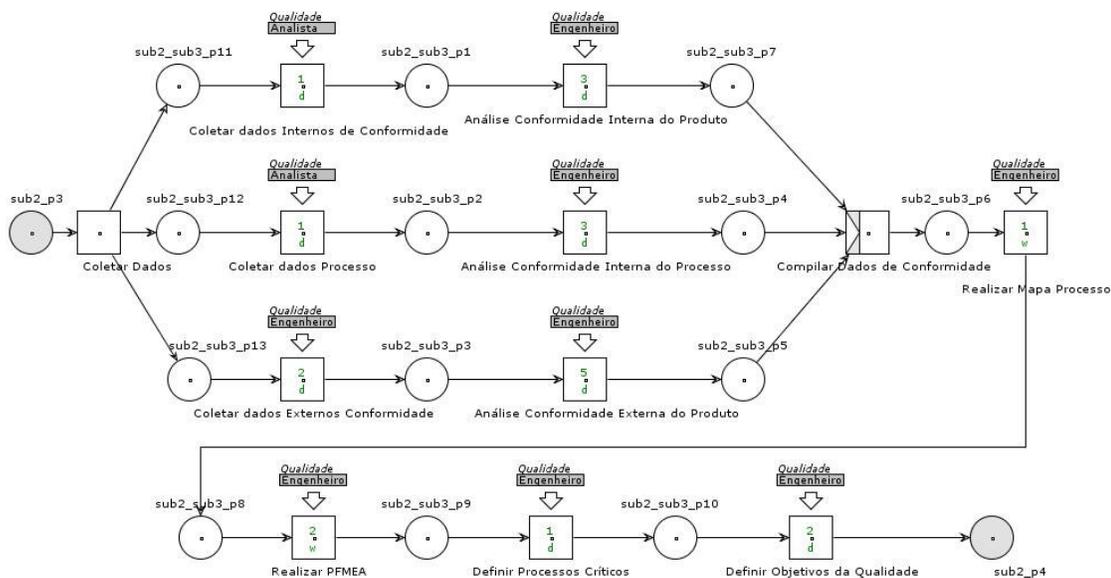


Figura 4.15 – Modelagem do Sub2_Qualidade – O Autor

A modelagem apresenta na figura 4.15 a condição do processo da qualidade de estar envolvida diretamente com o gerenciamento da informação, dos dados da qualidade, como por exemplo, de produtos similares em campo e projeção de objetivos da qualidade baseado nas definições de conceito do novo produto. A proposta de modelagem representada na figura 4.15 permite uma condição de integração de atividades voltada para o recurso do engenheiro da qualidade, onde este representante da área da qualidade lidera dentro da organização tanto as informações da qualidade quanto a conversão do projeto para dentro da fábrica.

Dando continuidade ao fluxo da modelagem da fase conceitual do projeto, a figura 4.16 apresenta a condição da realização do *tollgate* da qualidade, na definição de avaliação do projeto quanto à aderência do modelo do APQP e conceitos de qualidade dentro da organização. Neste caso a modelagem apresenta o formato de reunião de análise crítica dos resultados obtidos.

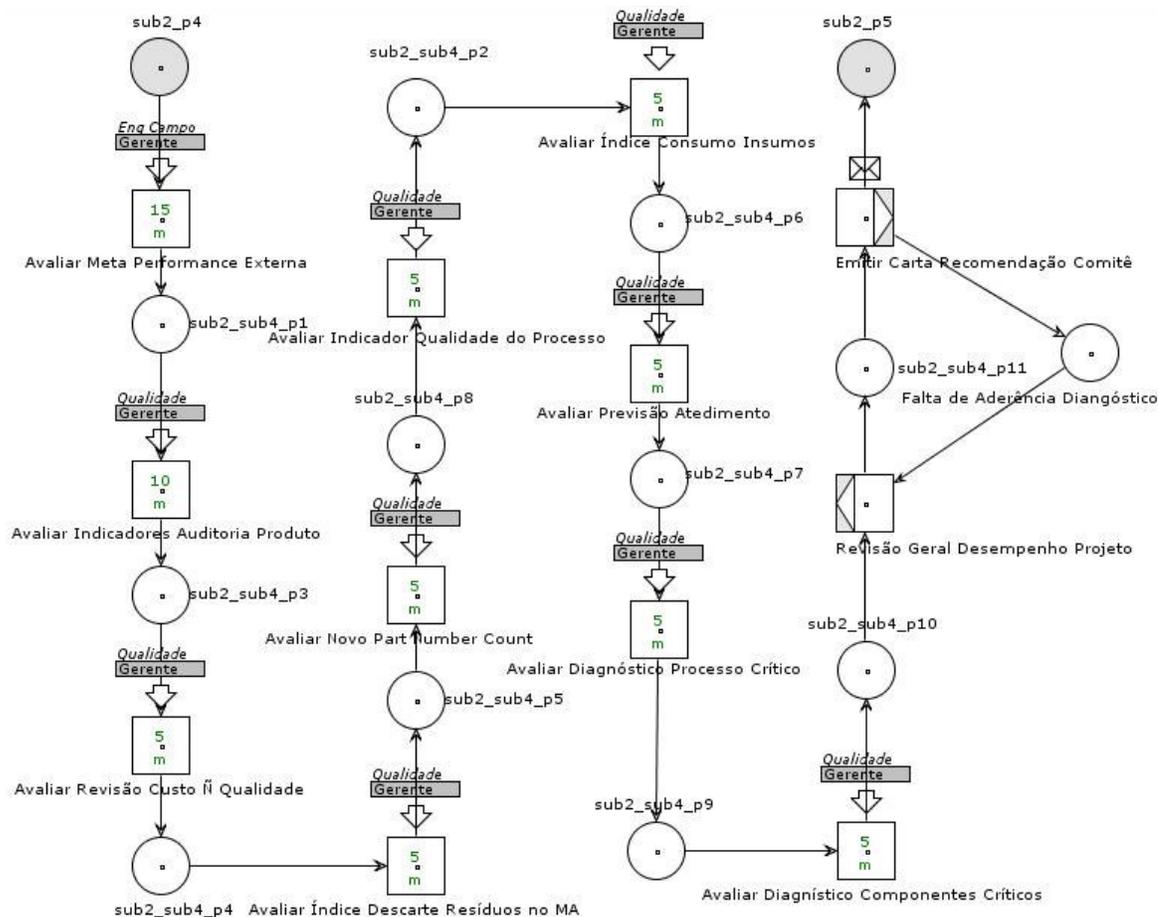


Figura 4.16 – Modelagem do Sub2_Tollgate Qualidade – O Autor

Adotando a estrutura do *tollgate* proposto pela modelagem acima, percebe-se que as principais atividades deste processo estão na avaliação de indicadores do projeto, estes indicadores foram selecionados neste projeto entendendo que o caminho para chegar ao sucesso das metas está no uso racional das ferramentas da qualidade. O objetivo desta etapa da notação está voltado à busca da vantagem competitiva no desenvolvimento de produto, permitindo às empresas a avaliação da aderência dos programas do APQP nos projetos de produtos e de processos durante as etapas de desenvolvimento. Nesta etapa foram listadas algumas metas do projeto a serem adotadas e verificadas, são elas, com suas respectivas justificativas:

1. **Avaliar meta de desempenho externa:** Este indicador representa a análise do grupo quanto a melhoria da qualidade do novo produto mediante um produto similar já em campo, e na determinação de metas de qualidade;

2. **Avaliar indicadores de Auditoria de Produto:** Este indicador está relacionado com as metas de qualidade nas auditorias internas de produto, realizado pela área da Auditoria da Qualidade dentro da organização;

3. **Avaliar revisão do custo da não qualidade:** Meta bastante utilizada atualmente dentro das organizações, representa a tradução em custo dos problemas de qualidade atuais dos produtos, e entendimento do percentual de melhoria que o novo produto contribuirá;

4. **Avaliar índice de descarte de resíduos ao meio ambiente:** Permitindo o monitoramento das emissões de resíduos ao meio ambiente, este indicador avalia se os novos componentes deste produto elevarão os indicadores atuais da organização;

5. **Avaliar Part Number Count:** Este indicador representa a busca pela modularidade dos componentes dos produtos, e como uma das principais métricas está voltada para a contagem de peças, o indicador PNC monitora dentro do projeto a quantidade de peças que serão reduzidas com o novo produto;

6. **Avaliar indicadores de qualidade do processo:** Responsável pelo monitoramento nas auditorias de processo dentro da empresa, este indicador registra a importância do novo produto não alterar as recomendações normativas da organização;

7. **Avaliar indicador de consumo de insumos:** Este indicador dentro do tollgate permite ao grupo de avaliação monitorar se o novo produto consumirá mais insumos que os produtos atuais em produção;

8. **Avaliar a previsão de atendimentos:** Meta voltada à produção fabril, considera dentro desta etapa um plano de capacidade de instalação fabril com a demanda prevista por marketing;

9. **Avaliar diagnóstico de processos críticos:** Dentro do PDP este monitoramento está caracterizado com a imunização dos pontos críticos identificados nos FMEA's de processo, não está representado como um indicador, porém registra a avaliação do grupo quanto a capacidade de eliminar a criticidade do processo;

10. **Avaliar diagnóstico de componentes críticos:** Da mesma forma como o processo é avaliado, nesta etapa a proposta é de avaliar as condições identificadas como críticas nos FMEA's de produto e de que forma o grupo de projeto irá mitigar estes itens;

Por meio do estabelecimento de métricas e avaliações de aderência do PDP no desenvolvimento de produto, conforme a figura 4.16, a organização consegue selecionar as métricas que mais estão relacionadas aos desdobramentos estratégicos.

Dentro do evento do *tollgate* conceitual a proposta da modelagem apresenta duas atividades posteriores à avaliação, que constituem em uma revisão geral que a liderança do projeto apresenta dentro da reunião e a ação do comitê de liderança em emitir uma carta de recomendação do projeto para a próxima fase do PDP.

Esta etapa na modelagem proposta do APQP finaliza a fase conceitual, voltando para a análise na figura 4.1 o *tollgate* conceitual representa a **integração** entre as três “elipses” gerando o monitoramento proposto na intersecção das etapas do projeto e usando a modelagem em RdP para a extrair estes resultados dentro do APQP.

4.4.7 Modelagem do Sub Processo do Produto

Conforme apresentado na figura 4.11 a etapa de **verificação de projeto e desenvolvimento do produto** representa a construção do produto após conceito definido. Como proposta o projeto detalha as atividades e envolvimento com os processos no desenvolvimento de produto. A figura 4.17 apresenta a estrutura de áreas que compõe o grupo multifuncional de desenvolvimento de produto.

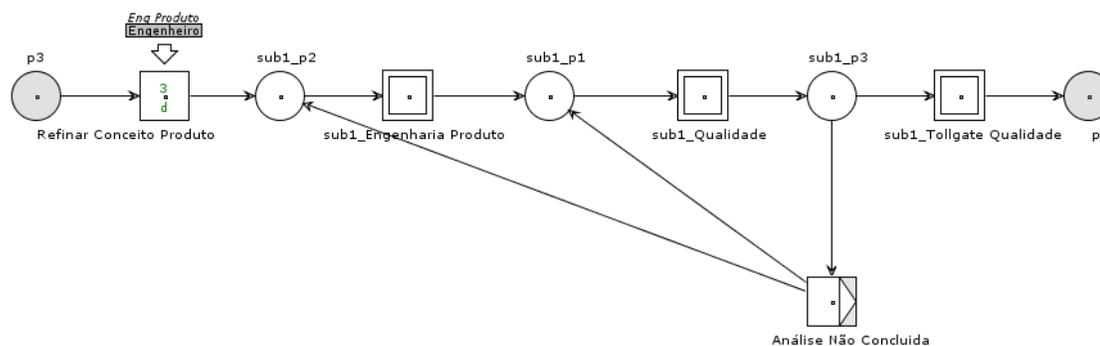


Figura 4.17 – Modelagem do Sub_Processo Produto – O Autor

Com a proposta de estruturar os processos envolvidos para a fase de desenvolvimento do produto, a figura 4.17 apresenta como proposta os dois processos mais importantes nesta etapa, que são engenharia de produto e qualidade, além do *tollgate* de qualidade para a avaliação e qualificação da fase

corrente, como mostra a figura 4.18, que representa o detalhamento do subprocesso de engenharia de produto.

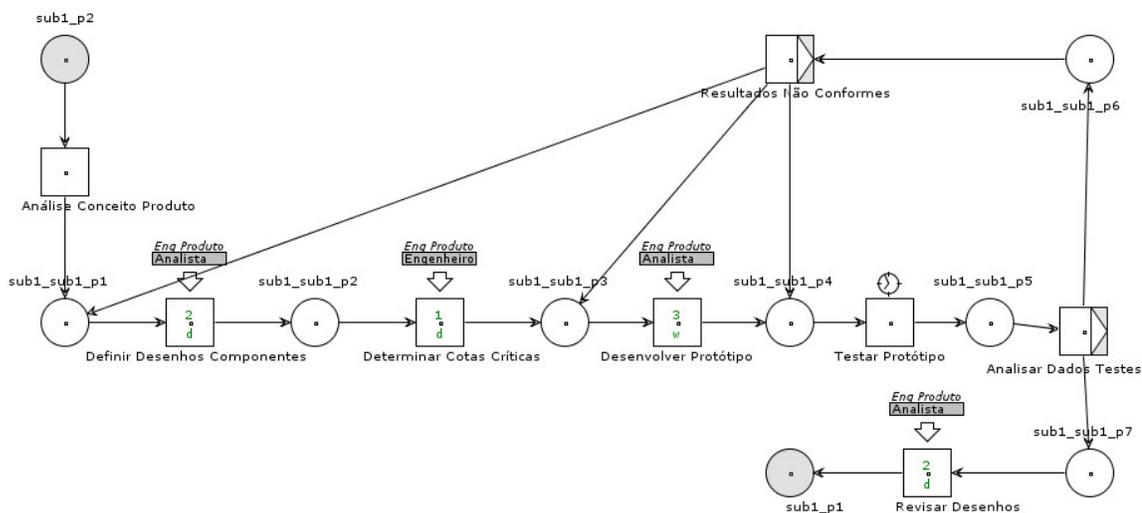


Figura 4.18 – Modelagem do Sub1 Engenharia Produto – O Autor

Nesta etapa do PDP a engenharia de produto detalha e avalia o conceito do produto por meio de protótipos e definições de especificações críticas, conforme apresenta na figura 4.18 que resulta na revisão dos desenhos.

Como seqüenciamento às análises de produto a figura 4.19 apresenta o envolvimento do processo da qualidade nas definições de planejamento da qualidade dentro do processo.

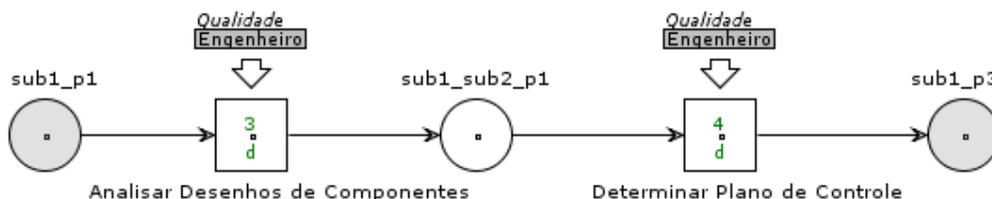


Figura 3.19 – Modelagem do Sub1 Qualidade – O Autor

O plano de controle representa dentro do desenvolvimento de um novo produto a tradução da qualidade planejada do novo produto para o processo produtivo, a figura 4.19 apresenta o envolvimento da qualidade para alinhar os desenhos de produto e o plano de controle.

Assim como na fase conceitual o processo de avaliação da fase correte continua dentro da proposta do modelo do APQP, a figura 4.20 apresenta esta condição como evolução do tollgate, agora para a fase de planejamento do produto.

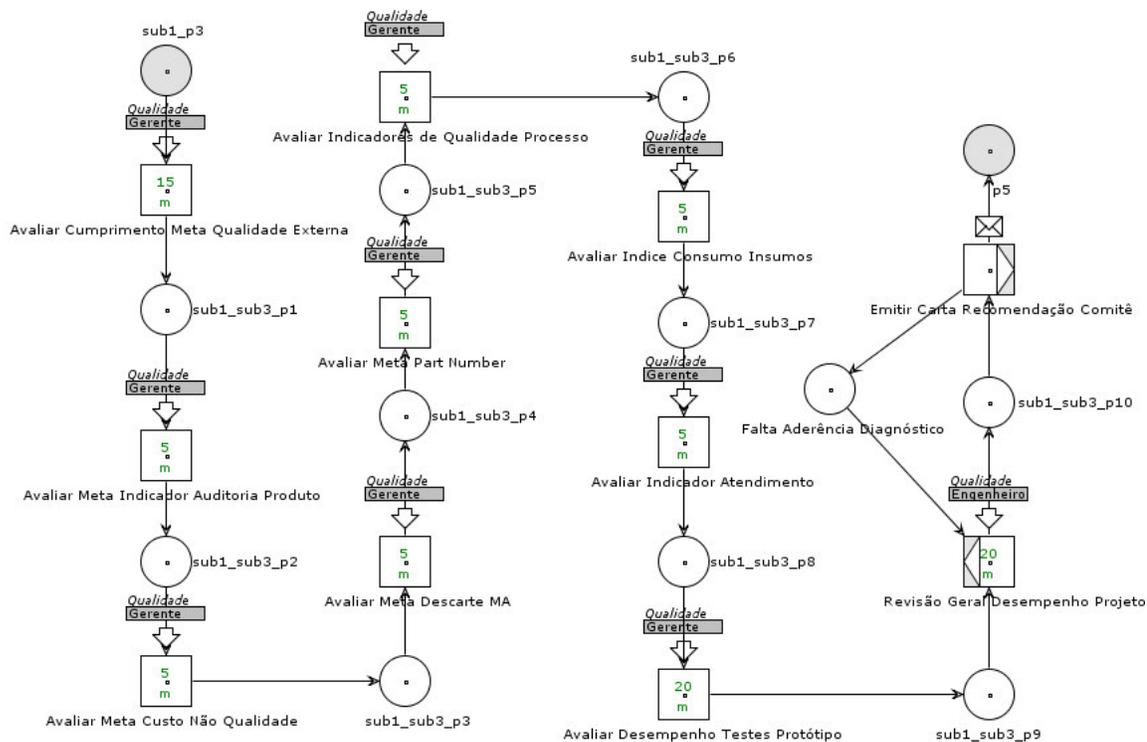


Figura 4.20 – Modelagem do Sub1 Tollgate Qualidade – O Autor

De acordo com a figura 4.20 a evolução do *tollgate* da qualidade em relação com a fase conceitual está na avaliação do grupo de liderança nos resultados do testes com protótipo realizados em laboratório, esta fase tem como produto de entrega a aprovação do programa, representando que o planejamento conceitual está fechado e validado.

Nesta fase do PDP o projeto de produto está definido e validado pelo grupo de liderança, podendo o projeto estar preparado para a próxima fase do projeto, sendo esta a preparação e planejamento do processo.

4.4.8 Modelagem do Sub Processo do Processo

Em seqüenciamento do detalhamento da modelagem do APQP, a fase de **verificação do projeto e planejamento do processo** está representada na figura 4.21 que define como etapa principal o desenvolvimento do processo para receber o novo produto.

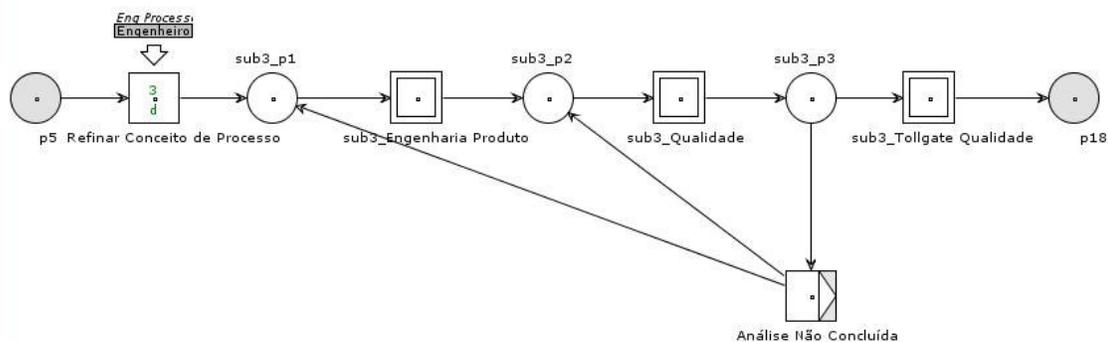


Figura 4.21 – Modelagem do Sub Processo do Processo – O Autor

Representada por uma estrutura semelhante à fase de planejamento de produto a figura 4.21 apresenta como atividade específica o refinamento do conceito do processo.

Mesmo com a fase direcionada para o planejamento do processo, a engenharia de produto possui envolvimento direto, a figura 4.22 apresenta a proposta de da modelagem para esta etapa.

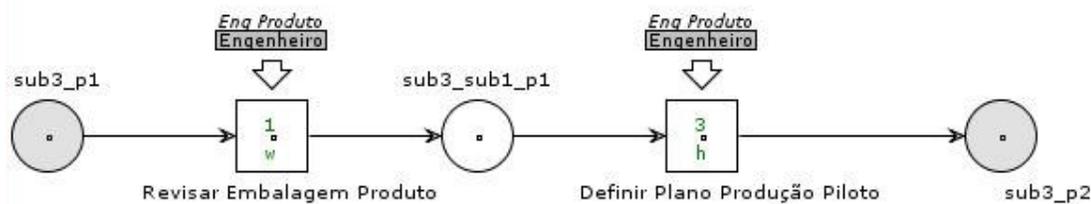


Figura 4.22 – Modelagem do Sub3 Engenharia de Produto – O Autor

Para o planejamento do processo a engenharia do produto refina o planejamento do produto, fechando as informações de embalagem e um plano para execução do lote piloto, como mostra a figura 4.22.

Assim como o plano para o processo exige da qualidade o desdobramento das especificações de produto para a manufatura, a figura 4.23 apresenta as áreas de envolvimento do plano de controle no qual o desdobramento deve ser realizado.

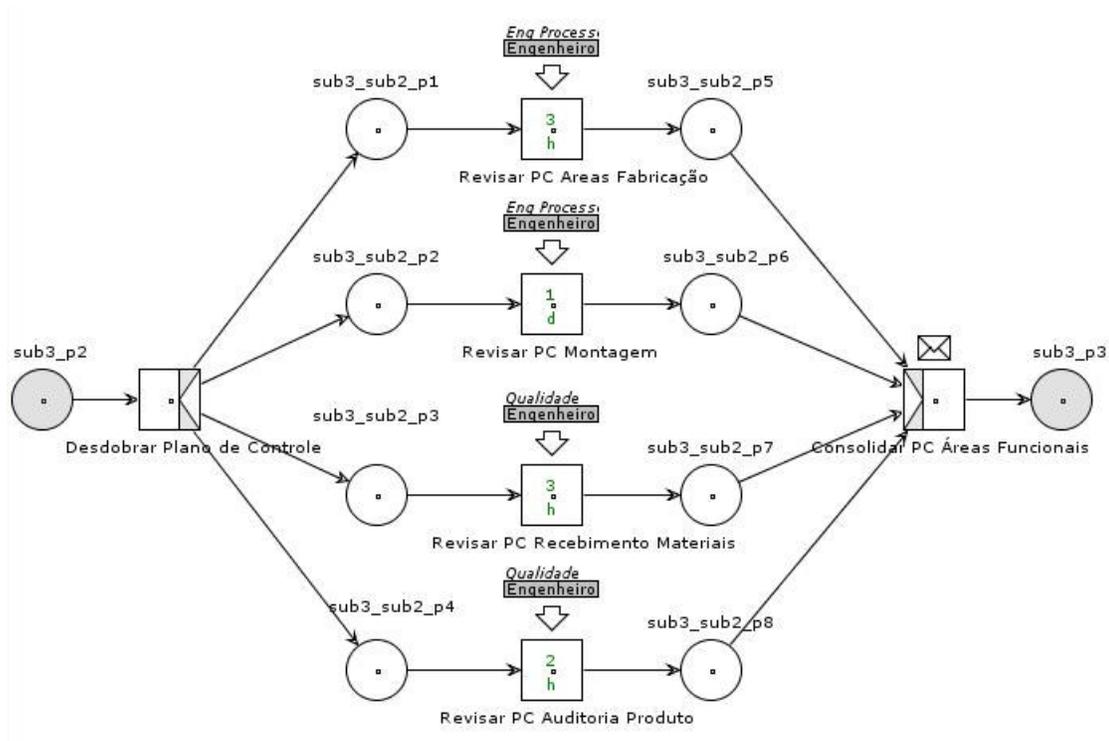


Figura 4.23 – Modelagem do Sub3 Qualidade – O Autor

O plano da qualidade para o processo produtivo está voltado para o desdobramento do plano de controle para algumas áreas, nesta proposta a figura 4.23 apresenta o plano para quatro áreas representadas pela cadeia de suprimentos, desde o recebimento de componentes, e matéria prima até o plano de auditoria de produto proposto, representando a verificação das especificações de qualidades funcionais e estéticas determinadas pelo grupo de projeto nas traduções das características e necessidades dos consumidores.

Complementando a fase de planejamento do processo, a figura 4.24 apresenta a proposta de modelagem para a avaliação da fase, representada dentro da modelagem pelo *tollgate* que é conduzido pelo líder do projeto para manufatura e acompanhada pela liderança da fábrica em conjunto com corpo técnico do projeto.

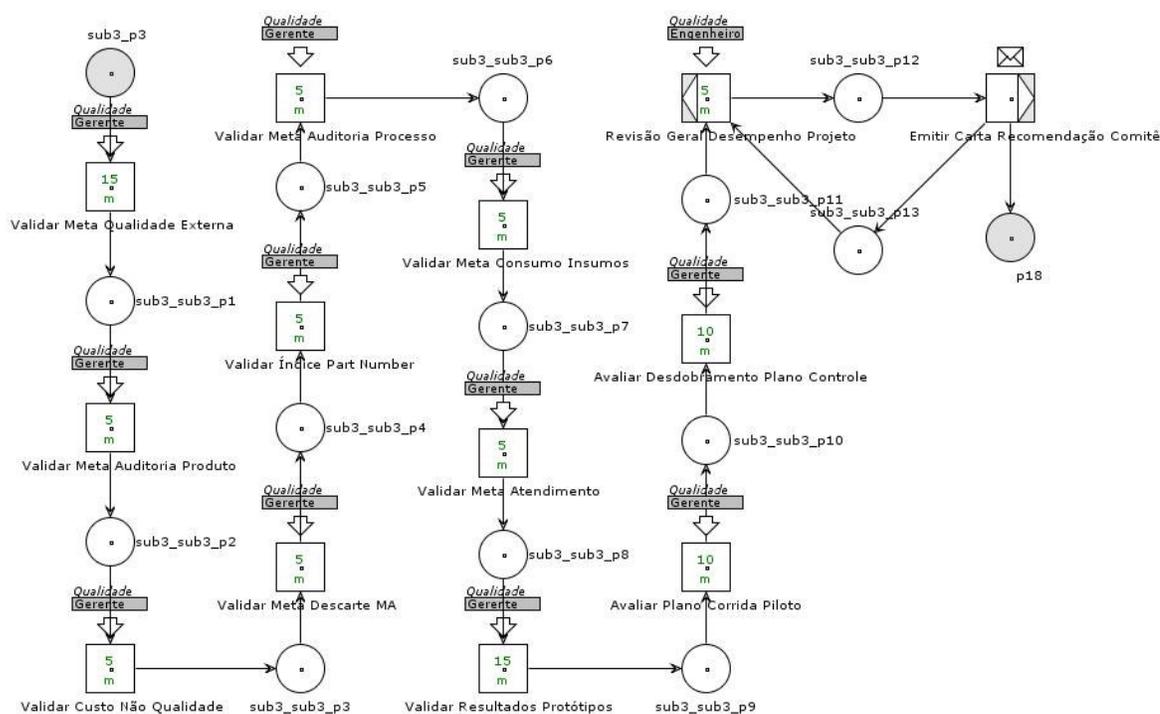


Figura 4.24 – Modelagem do Sub3 tollgate Qualidade – O Autor

Dentro da proposta do *tollgate* de qualidade na etapa do processo é possível identificar que grande ênfase está por conta da análise dos resultados das avaliações com os protótipos e o plano para a corrida piloto, onde neste momento o grupo avalia todas as condições do processo e pequenos ajustes de produto. A provação desta etapa representa que todas as lições do projeto foram tratadas e implementadas dentro do lote pré-piloto, e que o projeto está pronto para a corrida piloto, que representa um lote maior sendo realizado em caráter de produção normal.

4.4.9 Modelagem do Sub Processo Produção Piloto

Após aprovação no tollgate de qualidade para a inicialização da produção piloto do projeto, a proposta de modelagem do APQP apresenta a etapa de **modelagem do processo da produção piloto** que representa dentro da modelagem o envolvimento de todas as áreas delimitadas do projeto na integração das atividades de desenvolvimento de produto, conforme apresenta a figura 4.25.

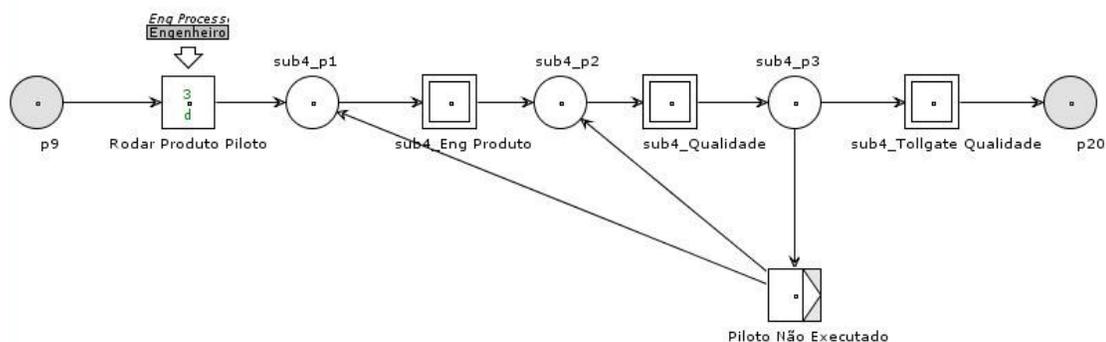


Figura 4.25 – Modelagem do Sub Processo Piloto – O Autor

Nesta etapa a modelagem inicia com a produção dos produtos pilotos, por meio do plano da corrida piloto desenvolvida pela Engenharia de produto em consenso com qualidade e manufatura. A figura 4.25 apresenta a proposta de integração e envolvimento entre as atividades voltadas para a execução do lote piloto e sua aprovação.

Quando do seqüenciamento dos eventos principais, o grupo de engenharia de produto, representado pela figura 4.26 apresenta as atividades contidas para a aprovação do lote piloto e as condições de conformidade com as especificações de produto.

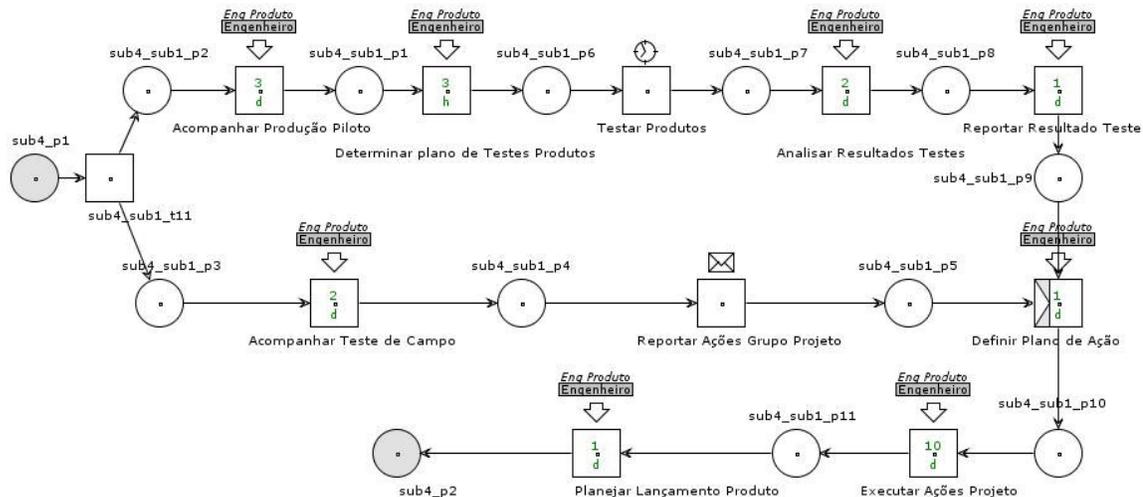


Figura 4.26 – Modelagem do Sub4 Eng Produto – O Autor

Neste envolvimento a engenharia de produto prepara, realiza e analisam os resultados da realização da rodada piloto na produção, neste momento a proposta

de modelagem apresenta algumas condições sistemáticas seqüenciais que envolvem a tratativa dos problemas identificados dentro da rodada.

Em continuidade ao desenvolvimento do produto dentro da proposta está voltado para o acompanhamento da qualidade na verificação e tomada de decisão, conforme apresenta a figura 4.27. Examinando a proposta abaixo se observa que as atividades do processo de qualidade são disparadas em três atividades da realização do plano de produção piloto, sendo neste processo considerando a avaliação do plano de controle dentro do processo produtivo, a geração do acompanhamento da rodada da produção piloto e o desenvolvimento de um plano de auditoria de produto e processo quando da realização do plano piloto, execução e validação da qualidade planejada deste novo produto.

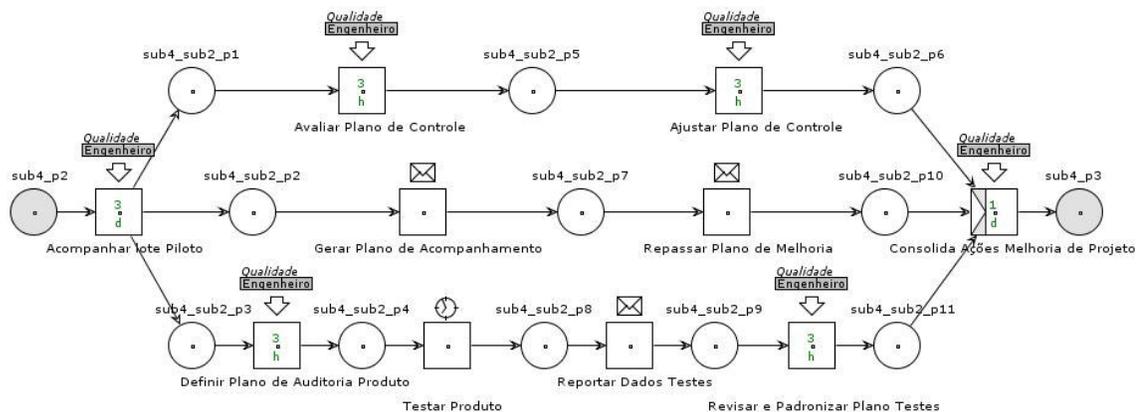


Figura 4.27 – Modelagem do Sub4 Qualidade – O Autor

Como processo final desta fase do APQP, que representa a fase de validação do processo e do produto por meio do produto piloto, a modelagem proposta para o PDP do projeto apresenta o processo de tollgate da qualidade, que determina a avaliação das atividades realizadas no decorrer desta fase. A figura 4.28 apresenta o detalhamento do tollgate da qualidade e as atividades relacionadas neste processo.

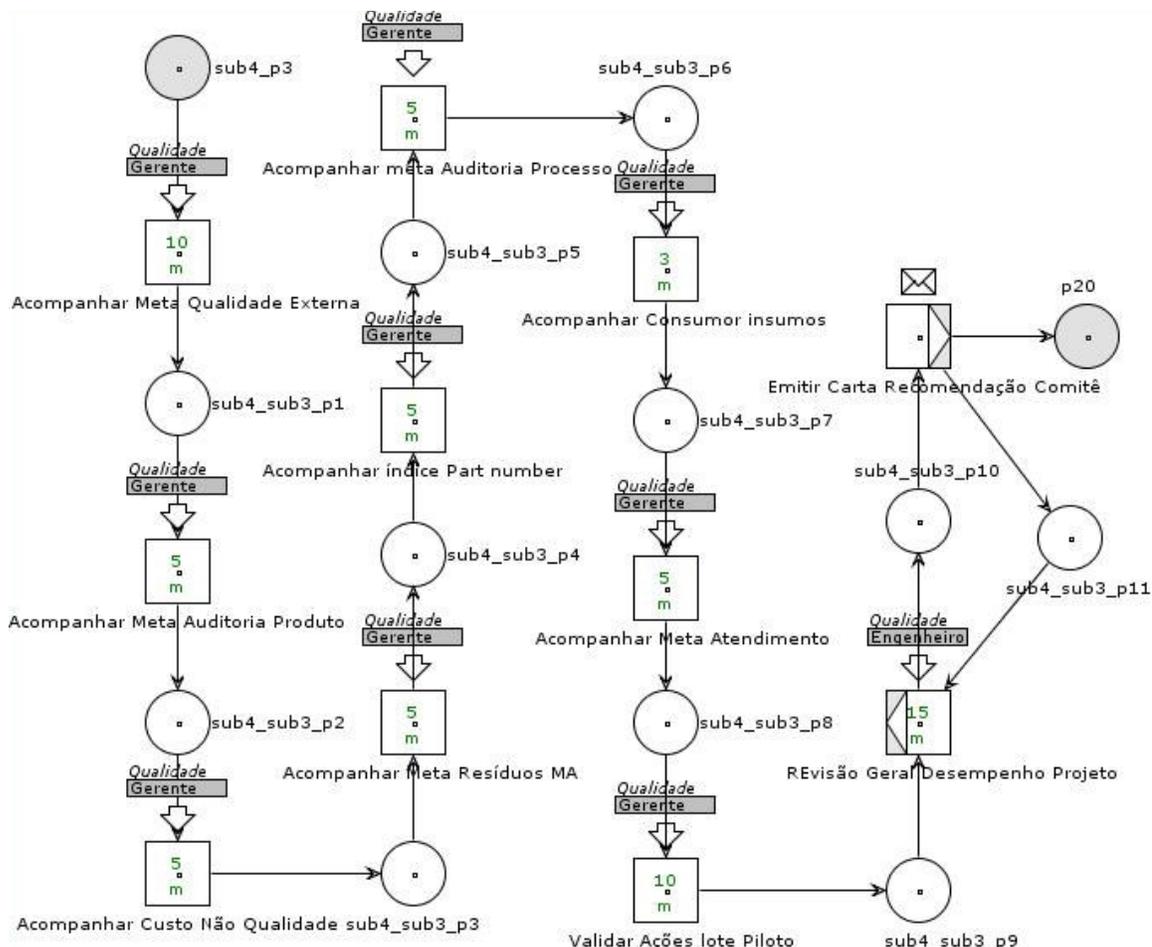


Figura 4.28 – Modelagem do Sub4 tollgate Qualidade – O Autor

Como observado na figura acima o evento do *tollgate* da qualidade dentro da etapa de realização do piloto cumpre com o objetivo de avaliar os resultados das avaliações do produto piloto considerando os testes laboratoriais, avaliações de auditoria de produto e processo, avaliações com produto teste de campo, além dos indicadores do projeto que ao longo dos eventos devem ser verificados.

Quando concluída a etapa da produção piloto o APQP apresenta como próxima etapa a realização da produção dos novos produtos, e dentro desta etapa, este projeto apresenta uma proposta para detalhar as condições do processo de retroalimentação e ação corretiva.

4.4.10 Modelagem do Sub Processo Lançamento

O projeto, dentro da etapa de **análise e retroalimentação da ação corretiva**, permite o entendimento da diminuição de todos os riscos voltados aos

problemas identificados ao longo do desenvolvimento do produto. A figura 4.29 apresenta a condição proposta da modelagem para a fase final representada pelo modelo referencial do APQP envolvendo os processos ligados ao desenvolvimento de produto dentro de uma organização.

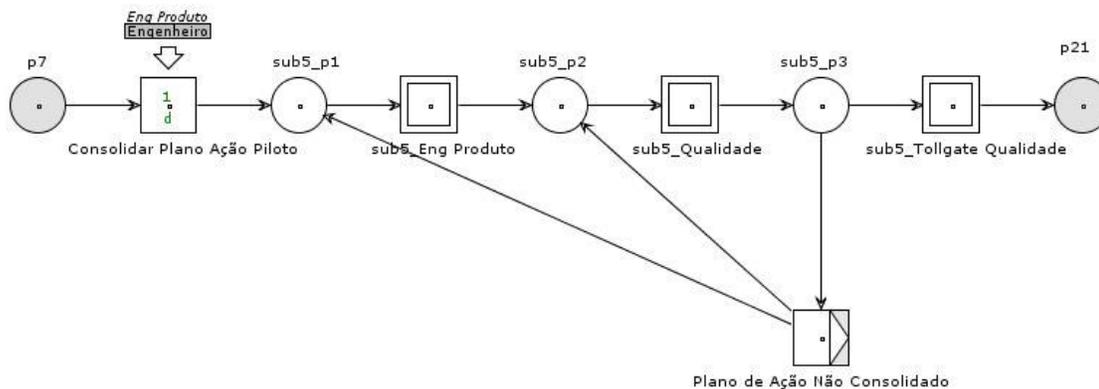


Figura 4.29 – Modelagem do Sub Processo Lançamento – O Autor

Examinando a modelagem acima é possível identificar que a primeira atividade está voltada para a consolidação do plano de ação do projeto, seqüenciando nas atividades do processo da engenharia de produto, representado na figura 4.30



Figura 4.30 – Modelagem do Sub5 Eng Produto – O Autor

Na figura acima a proposta apresenta a consolidação do plano para o lançamento do produto e a determinação e implementação de todas as ações voltadas para o cumprimento dos principais indicadores da qualidade do projeto. Assim como a figura 4.31 que detalha as atividades do processo qualidade dentro da fase final de implementação do projeto.

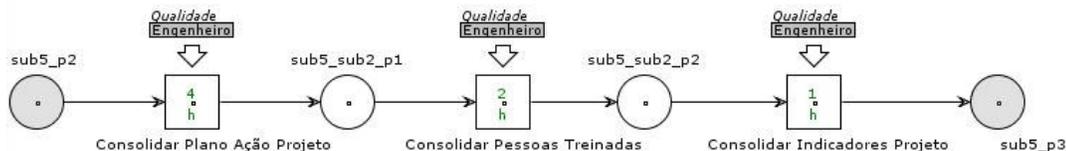


Figura 4.31 – Modelagem do Sub5 Qualidade – O Autor

Neste processo a qualidade fortalece a necessidade da consolidação do plano de ação do projeto, além de consolidar a realização da capacitação das pessoas e dos indicadores da qualidade do projeto. Na determinação desta etapa o tollgate da qualidade continua incluso na proposta da modelagem, como mostra a figura 4.32.

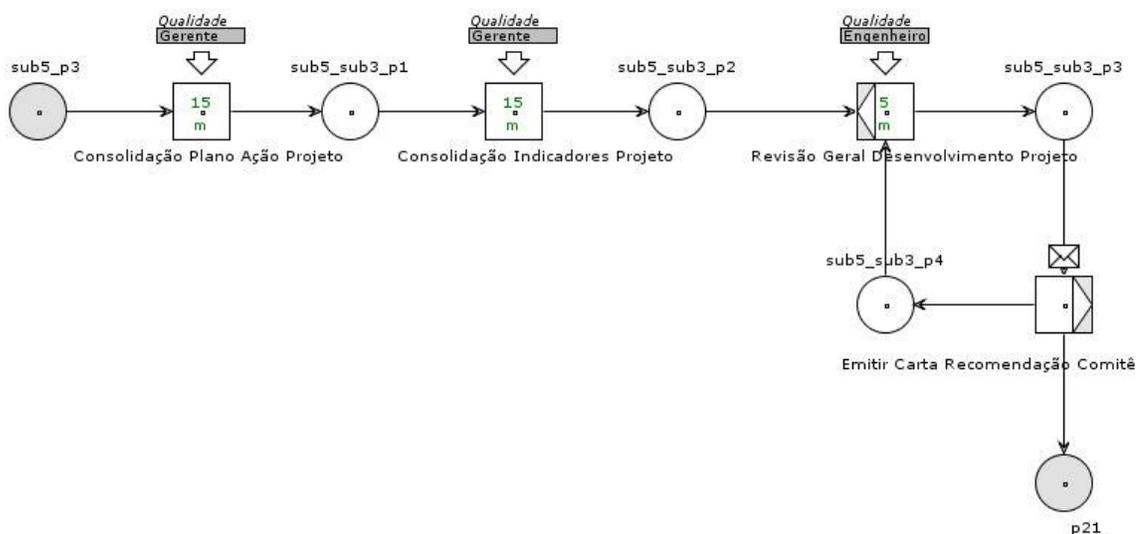


Figura 4.32 – Modelagem do Sub5 Tollgate Qualidade – O Autor

Para a etapa final do cronograma referencial do APQP a proposta da modelagem do tollgate da qualidade está voltada para a verificação de todos os indicadores planejados dentro do projeto, da verificação do plano de ação consolidado do projeto e da revisão geral das aprendizagens que o processo de desenvolvimento de produto proporcionou ao novo projeto, conforme apresenta a figura 4.32.

Outra atribuição que o projeto apresenta por meio da modelagem do PDP considerando o APQP como modelo referencial está na extensão do controle da qualidade no campo, dando continuidade ao conceito de retroalimentação e ação corretiva. A figura 4.33 apresenta a proposta de continuidade do ma modelagem do APQP relacionando o envolvimento da engenharia de campo.

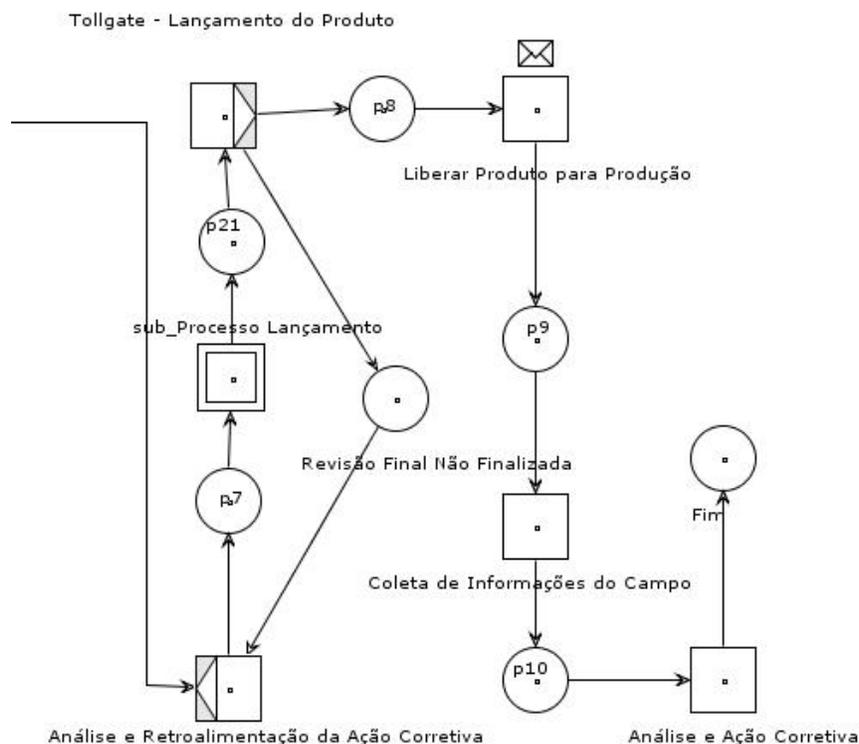


Figura 4.33 – Proposta Modelagem de Ação de Coleta de Informações – O Autor

A figura acima representa parte complementar da figura 4.1, onde mostra a extensão do APQP como contribuição para a visão do planejamento da qualidade do pós venda do produto. Um dos principais papéis desta etapa está na identificação da continuidade da informação, onde a atividade da coleta de dados da qualidade no campo retroalimentará o grupo de engenharia da qualidade para entender as melhorias contínuas do projeto após o lançamento e que estes dados representarão para os próximos projetos desta plataforma a origem e resgate para a melhoria do novo produto.

4.5 PROPOSTA PARA VALIDAÇÃO DO MODELO DE INTEGRAÇÃO DO PDP

Este capítulo do projeto de pesquisa está relacionado com a apresentação de uma proposta para a validação do modelo de integração do processo de desenvolvimento do produto. Esta validação está proposta dentro deste projeto de pesquisa como recomendação de estudo futura, partindo da abordagem e contribuição na seleção do processo crítico dentro de uma organização (PDP), e

alinhamento da necessidade com o modelo de negócio. A figura 4.34 apresenta o modelo de validação.

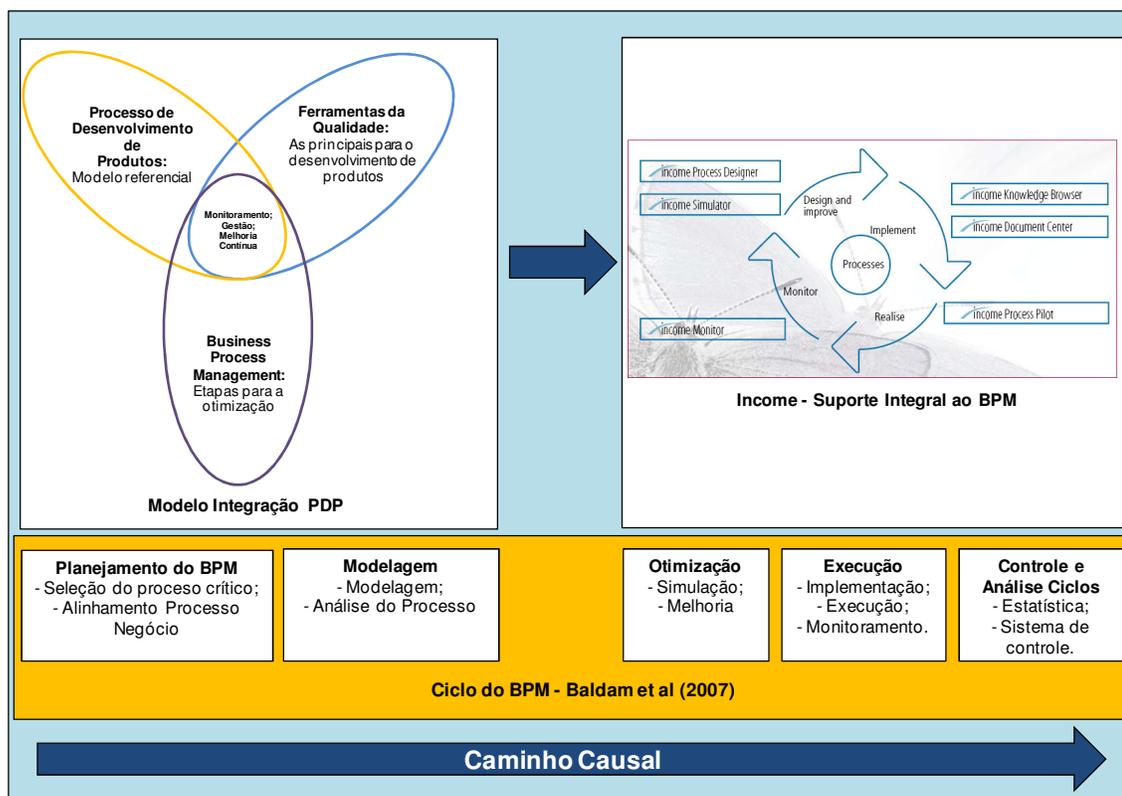


Figura 4.34 – Proposta para validação do modelo de integração do PDP: O Autor

Dentro do contexto de validação está representado por três elementos:

- O modelo de integração do PDP representado na figura 4.1 deste capítulo e base de estudo de pesquisa na busca da seleção do processo crítico a ser analisado, assim como o alinhamento com a validação do alinhamento do processo de negócio;
- A apresentação do Income Suite como ferramenta para gerar a simulação da situação atual e a geração da melhoria e otimização do PDP, assim como a geração do controle e monitoramento da situação futura;
- Visão do ciclo do BPM apresentado por Baldam et al (2007) permitindo o entendimento das etapas a serem seguidas nas futuras análises da modelagem.

Para o modelo proposto na figura 4.34 o caminho orientativo para a validação da proposta persegue a seqüência do estudo partindo para a simulação da situação

atual modelada a apresentada neste capítulo. Estima-se que futuros estudos baseado nas análises do processo crítico selecionado podem conduzir a resultados da direcionados em:

- Dimensionamento de recursos para o desenvolvimento de produtos;
- Otimização de processos/ atividades de DP baseado na confiabilidade de resultados e desempenho;
- Estudo e otimização do *time-to-market* (tempo de lançamento do projeto no mercado).

Estas recomendações permitirão às organizações a busca pela melhoria contínua apresentada por grandes pensadores da qualidade e gerar a possibilidade de girar o PDCA dentro de seus processos.

4.5.1 Análise Qualitativa do Workflow (Redes de Petri)

Para complementar a modelagem do APQP dentro da notação de redes de Petri, este projeto utilizou uma condição que o próprio software do WoPed® disponibiliza, caracterizado como Análise Qualitativa do *Workflow*, que permite identificar as propriedades da rede após modelado. Conforme apresentado no capítulo segundo deste trabalho as propriedades que estão sendo buscadas são:

- *Soundness* (caracterizado pela análise de vivacidade da rede), e;
- *Boundedness* (caracterizado pela análise de não retenção de fichas dentro do modelo adotado)

Por meio da condição de análise do *workflow* do WoPed® (2007) é possível, na figura 4.35, identificar algumas informações direcionadas para as propriedades validadas pela ferramenta, neste caso evidenciado pela condição de *Behavioural Analysis* que desdobra as propriedades de *Soundness* e *Boundedness*.

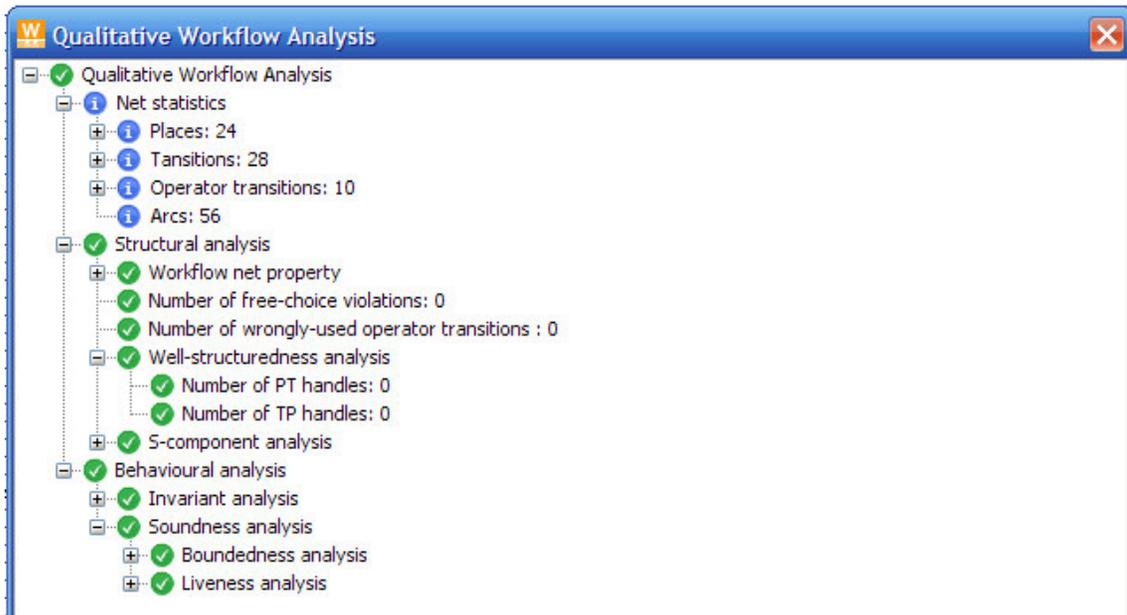


Figura 4.35 – Análise do Workflow gerado pelo software WoPed® – O Autor

Analisado a figura 4.34 é possível identificar outras informações que o software apresenta, como por exemplo as análises estatísticas da rede modelada, nesta análise a modelagem apresenta a composição dos lugares de cada processo, as transições e os arcos de ligação, vale lembrar que para cada subprocesso modelado dentro do *workflow* existe uma análise quantitativa deste modelo desenhado, compilando as informações e analisando a cada processo a estrutura formada.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho consistiu em uma pesquisa bibliográfica onde, por meio da definição de um modelo referencial do PDP e do entendimento das principais ferramentas e métodos de planejamento da qualidade para o desenvolvimento de novos produtos são modelados e detalhados os estudos envolvendo todas as atividades voltadas à estrutura de gerenciamento de processo mapeada no delineamento do projeto.

As primeiras conclusões definidas dentro deste trabalho estão voltadas ainda na construção do segundo capítulo, apresentada na tabela 2.2, que representa o resultado do estudo de algumas metodologias e definições do processo de desenvolvimento de produto. Como visto na revisão da literatura, a escolha ou, a busca por um modelo referencial de desenvolvimento de produto faz-se necessário para evidenciar a realização do planejamento da qualidade, permitindo que a organização atenda às necessidades do mercado, conforme pesquisado em TENNANT, et al (2006) quando a identificação da competitividade no mercado cada vez mais global. Conforme é apresentado neste trabalho e como resultado da primeira pesquisa gerada, existe uma série de contribuições quanto a métodos para o desenvolvimento de produto, porém o APQP CHRYSLER CORPORATION, et al (1994) representa para este projeto uma condição mais completa, contendo as fases macros de desenvolvimento de produto e prevê dentro do seu programa as condições de saídas de cada etapa, representado pelo *tollgates* de avaliação.

Por meio da metodologia do APQP é possível identificar algumas ferramentas que suportam o plano da qualidade no PDP, porém como hipótese levantada, estas ferramentas devem ser aplicadas dentro das etapas ao longo do desenvolvimento do produto. Durante a pesquisa realizada no primeiro capítulo do projeto, surgiu a necessidade de organizar a aplicação destas ferramentas em integração com o modelo referencial (APQP). Como resultado desta etapa do projeto é apresentado na figura 4.3 uma proposta de organização temporal das ferramentas da qualidade usando como base de cronograma de construção o APQP, que representa a compilação do entendimento de alguns autores quanto ao estudo destas ferramentas, onde algumas são citadas na metodologia referencial selecionada (APQP) e outras estão baseadas na interpretação dos autores pesquisados e no entendimento do planejamento da qualidade dentro da pesquisa. Esta interpretação

da aplicação temporal destas ferramentas e métodos no desenvolvimento de produto representa a compilação e tentativa de preencher algumas lacunas encontradas dentro da metodologia do APQP, focado na visualização gráfica destas aplicações dentro do modelo referencial, que permite dentro deste projeto detalhar as fases de desenvolvimento de produto contidas no APQP.

Com a pesquisa dos conceitos de BPM (*Business Process Management*) o projeto conclui a busca pelo gerenciamento da estruturação do processo, embora o BPM neste projeto não foi usado para delinear o entendimento do PDP, proposta que pode ser trabalhado em uma nova pesquisa, este conceito foi abordado pela necessidade colaborativa da metodologia na organização processual da proposta. Como objetivo previsto dentro do projeto a modelagem do PDP por meio das notações gráficas permite uma visualização mais efetiva de todas as etapas desenhadas do modelo de desenvolvimento de produto. Como abordagem específica do PDP na visão estruturada do BPM o projeto direcionou a modelagem da metodologia referencial adotada para a ferramenta de Rede de Petri, que dentro do projeto auxiliou no detalhamento do APQP e na aplicação e preenchimento dos *gaps* encontrados entre a literatura e a proposta de modelagem do processo de desenvolvimento de produtos.

Com o uso dos conceitos empregados no projeto de pesquisa foi proposto uma condição para validação do modelo de integração proposto, objetivando a aplicação do conceito nas organizações para a busca da melhoria contínua relacionadas com o dimensionamento de recursos e de atividades no PDP. O emprego da validação, mesmo que seja no formato de proposta, direciona o projeto de pesquisa em percorrer o ciclo do BPM de Baldam et al (2007), conduzindo a experimentação prática do projeto de pesquisa quando aplicado por completo em uma organização.

REFERÊNCIAS

1. AALST, Wil Van Der. **The Application of Petri Nets to Workflow Management.** Universidade Tecnológica de Eindhoven, 1998;
2. AALST, Wil Van Der. **Making Work Flow: On the Application of Petri nets to Business Process Management.** Springer-Verlag, Berlin, volume 2360, p 1-22: 2002;
3. AALST, Wil Van Der. **Business process management: a personal view.** Universidade Tecnológica de Eindhoven, 2003;
4. AALST, Wil Van Der. **Business Process Management Demystified: A Tutorial on Models, Systems and Standards for Workflow Management.** Universidade Tecnológica de Eindhoven, v 3098, 2004;
5. AALST, Wil Van Der; et al. **Business Process Management: a survey.** Springer-Verlag, p1-12, 2003;
6. AALST, Will Van Der. **A class of Petri nets for modeling and analyzing business processes.** Universidade Tecnológica de Eindhoven, 1995;
7. AALST, Will Van Der. **Putting high-level Petri nets to work in industry.** Universidade Tecnológica de Eindhoven, 1994;
8. AALST, Will Van Der. **Designing Workflows Based on Product Structures.** Universidade Tecnológica de Eindhoven, 1997;
9. AALST, Will Van Der. **Verification of Workflow Nets.** Universidade Tecnológica de Eindhoven, 1997;
10. AALST, Will Van Der. HEE, Kees Van. **Workflow management: models, methods and systems.** Instituto Tecnológico de Massachusetts, USA: 2002;
11. AGOSTINETTO, Juliana S. **Sistematização do processo de desenvolvimento de produtos, melhoria contínua e desempenho: o caso de uma empresa de autopeças.** Tese Mestrado UFSCar, 2006;
12. AGUIAR, Dimas; SALOMON, Valério. **Avaliação da prevenção de falhas em processos utilizando métodos de tomada de decisão.** Revista Produção, v17, n3, p502-519, 2007;
13. AKAO, Yoji e MAZUR, Glenn. **Using QFD to assure QS-9000 compliance.** Simpósio Internacional sobre QFD, Sydney, Australia: 1998;

14. AKAO, Yoji. **Introdução ao desdobramento da qualidade: Primeiro manual de aplicação do QFD**. Fundação Cristiano Ottoni, Belo Horizonte, MG: 1996;
15. ALVARENGA, Flavia B. **Uma abordagem metodológica para o projeto de produtos inclusivos**. Tese de Doutorado da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP: SP, 2006;
16. ALMEIDA, Leandro; MIGUEL, P. Augusto. **The first stage of a proposal of a theoretical model for managing a new product development process**. Product: Management and Development, Vol. 5, no 1, 2007;
17. AL ENDRES. **Improving R&D performance the Juran way**. USA:Wiley, 1997
18. ARAUJO, Renata; et al. **A Definição de Processos de Software sob o ponto de vista da Gestão de Processos de Negócio**. VI Simpósio Internacional de Melhoria de Processos de Software. São Paulo, SP – Brasil 24-26/11/2004
19. BALDAM, Roquemar; et al. **Gerenciamento de processos de negócios: BPM – Business Process Management**. 1ª Ed. São Paulo: Érica, 2007;
20. BASSETO, Izeds F. **Estudo de confiabilidade de compressores alternativos semi-herméticos de sistema de refrigeração**. Dissertação de Mestrado Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, SP, 2007;
21. BARBOSA JR, Gilberto. **Aplicação de FMEA-DEA ao sistema de ar condicionado da sala de controle de uma usina nuclear**. Dissertação de Mestrado Universidade Estadual do Rio de Janeiro, RJ, 2007;
22. BARBALHO, Sanderson C. **Modelo de referencia para o desenvolvimento de produtos mecatrônicos: Proposta e Aplicação**. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos SP, 2006;
23. BASKORO, G. **The design of an accelerated test method to identify reliability problems during early phases of product development**. Dissertação de Mestrado, Universidade Técnica de Eindhoven, Eindhoven, 2006
24. BAXTER, Mike R. **Projeto de Produto: Guia prático para o design de novos produtos**, 2ª edição, Editora Edgar Blucher, São Paulo SP, 2003

25. BENEDETE JR, A C. **Roteiro para a definição de uma arquitetura SOA utilizando BPM.** Monografia apresentada ao MBA Tecnologia da Informação da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, SP, 2007;
26. BPMI – Business Process Management Initiative. **Business Process Modeling Notation – BPMN Specification.** OMG: 2006, Disponível em: <
<http://www.bpmi.org/>>;
27. CARDOSO, Vinícius C. **Gestão de competência por processos: um método para a gestão do conhecimento tácito da organização.** Tese de Doutorado da Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ:2004;
28. CAMINHADA, Adherbal. **Gestão da qualidade em projetos e desenvolvimento do produto: contribuição para avaliação da eficácia.** Tese Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de SP, 2006;
29. CAMEIRA, R, et al. **Componentização de processos e de sistemas: impactos metodológicos na implantação de sistemas orientados por processos.** XXIII ENEGEP, Ouro Preto, MG: 2003;
30. CAMEIRA, R. e CAULLIRAUX, H. **Engenharia de Processos de Negócios: Considerações Metodológicas com Vistas à Análise e Integração de Processos.** III SIMPOI - Simpósio de Administração da Produção Logística e Operações Internacionais São Paulo: 2000;
31. CAMEIRA, R. F.; CAULLIRAUX, H. M. **Engenharia de Processos de Negócios: Considerações Metodológicas com Vistas à Análise e Integração de Processos.** In: Simpósio de Administração da Produção Logística e Operações Internacionais (SIMPOI), 3., 2000, São Paulo. Disponível em: <http://www.gpi.ufrj.br/index.html>.
32. CAMPOS, C Mota. **Identificação e avaliação de variáveis críticas no processo de produção de cana-de-açúcar.** Dissertação de mestrado Escola Superior Luiz de Queiroz, SP, 2007;
33. CARNEVALLI, J.; MIGUEL, P. **Revisão, análise e classificação da literatura sobre o QFD – tipos de pesquisa, dificuldades de uso e benefícios do método.** Revista Gestão e Produção, v.14, n3, 2007;
34. CATAPAN, Marcio; FORCELLINI, F; FERREIRA, C. **Recomendações do projeto preliminar em componentes de plástico injetados para a definição**

- da forma utilizando do DFMA.** V Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos, 10^a, 2005;
35. COOPER, M; LAMBERT, D; Pugh, J. **Supply chain management: more than a new name for logistics.** *Jornal Internacional do Gerenciamento Logístico*, V8, n. 1, 1997;
 36. COOPER, Robert G. **Winning at new product: accelerating the process from Idea to launch.** Addison-Wesley, 2a Ed, USA, 1993;
 37. CHENG, Lin Chih. et al. **QFD: Planejamento da Qualidade.** Editora Littera, Belo Horizonte, 1995
 38. CHRYSLER CORPORATION, et al. **Potencial failure mode and effects analysis (FMEA): reference manual.** 2a ed. Chrysler, 1995;
 39. CHRYSLER CORPORATION, Ford Motor, General Motors. **Planejamento avançado da qualidade do produto e plano de controle (APQP) – Manual de referência.** 2^a Ed, 1994;
 40. Código de defesa do consumidor (Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990)
 41. COIMBRA, Marcelí. **Aplicação da análise de modo e efeito da falha potencial (FMEA) para avaliação da significância de aspectos e impactos ambientais da indústria cerâmica.** Dissertação de Mestrado Universidade Estadual de Campinas: UNICAMP, SP, 2003;
 42. COSTA, Janaina; ROZENFELD, Henrique. **Proposal of the BPM method for improving NPD processes.** *Product: Management and Development*, v5, n1, 2007;
 43. DAVENPORT, T. H. **Reengenharia de processos.** Rio de Janeiro: Campus, 1994.
 44. DAVIDSON, Bruce; et al. **Developing data production maps: meeting patient discharge data submission requirements.** *Int J. Healthcare Technology and management*, v.6, n.2, 2004;
 45. DELGADO NETO, G. **Uma contribuição à metodologia de projeto para o desenvolvimento de jogos e brinquedos infantis.** Dissertação de Mestrado Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP: SP, 2005;

46. DENCKER, Fabiano; LENZI, Arcanjo e Dias, Acires. **A methodology for quality control and evaluation in compressor assembly line.** Product: Management & Development. Vol 2, n.1, 2003;
47. DUNCAN, William R. **A guide to the project management body of knowledge.** 1996, Automated Graphic Systems, Charlotte USA;
48. Echtelt, van Ferrie. **New product development: shifting suppliers into gear.** Dissertação de Mestrado, Universidade Técnica de Eindhoven, Eindhoven, 2004
49. EUREKA, Willian; RYAN, Nancy. **QFD: perspectivas gerenciais do desdobramento da função qualidade.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992;
50. FAVARETTO, Fabio. **Experimento para análise da implantação da medição da qualidade da informação.** Produção, v.17, n.1, 2007;
51. FAVARETTO, Fabio. **Melhoria da qualidade da informação no controle de produção: estudo exploratório utilizando Data Warehouse.** Produção, v. 17, n 2, 2007;
52. FERNANDES, José M, REBELATO, Marcelo. **Proposta de um método de integração entre QFD e FMEA.** Revista Gestão e Produção, vol 13, n.2, 2006;
53. FERNANDES, J Marcio; REBELATO, Marcelo. **Proposta de um método para integração entre QFD e FMEA.** Revista Gestão e Produção, v13, n2, 2006;
54. FERREIRA, Antonio. **A influência do processo de desenvolvimento de produtos no desempenho inovador das empresas.** Tese Mestrado USP, 2007;
55. FERREIRA, K; ALCANTARA, R; TOLEDO, J. **O uso do postponement no desenvolvimento de produtos,** XII SIMPEP, Bauru, SP, 2006;
56. GEROLAMO, M. ESPOSTO, K. Carpinetti, Luiz C. **Modelo de identificação de ações de melhoria de desempenho alinhada à estratégia.** XXII ENEGEP, Curitiba, PR, 2002;
57. GIL, N; TOMMELEIN, I.D; KIRKENDALL, R. **Modeling the design-build development process for a facility component.** McLaughlin Hall,

58. GRYNA, Frank M., JURAN, J. M. **Controle da Qualidade: Ciclo dos produtos do projeto à produção**. 4ª Edição, Editora Makron Books do Brasil, São Paulo SP, 1992;
59. GUIMARÃES, Eliane; ÉVORA, Yolanda. **Sistema de informação: instrumento de tomada de decisão no exercício da gerência**. Ciência da Informação, v.33, n. 01, 2004;
60. - GURGACZ, Glaci; NASCIMENTO, Zinara. **Metodologia do trabalho científico com enfoque nas ciências exatas**. Joinville: Sociedade Educacional de Santa Catarina – SOCIESC, 2007;
61. HEGEDUS, Clovis Eduardo. **A compreensão da percepção da qualidade pelo consumidor como base para a definição de estratégias pelas empresas e suas cadeias de fornecimento**. Dissertação de Mestrado Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, SP, 2000.
62. HELMAN, Horácio; ANDERY, Paulo R. **Análise de falhas (aplicação dos métodos de FMEA e FTA)**. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, MG, 1995;
63. HORAYAMA, Roberto Elji. **Otimização do planejamento de processos de montagem final da indústria automotiva**. Dissertação de Mestrado do Curso de Engenharia de Automação pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: SP, 2005;
64. INCOME Process Designer. **Get Process AG – Business Process Management**. Disponível em: <http://www.get-process.com> Acesso em: 20 de agosto 2009;
65. INTERNATIONAL ORGANIZATION STANDARDIZATION – ISO 9001:2008. **Sistema de Gestão da Qualidade – Requisitos**. Genebra, 2000;
66. ISHII, Kosuke. **Modularity: A key concept in product life-cycle engineering**. Design Division, Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Stanford, Stanford, 1998;

67. JONEJA, A. **Design for Manufacturing/Assembly (DFM, DFA, DFMA)**. Department of Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), Hong Kong University of Science and Technology. 2005
68. JONES, Daniel. WOMARK, James. **A máquina que mudou o mundo**. Editora Campus, SP: 2004;
69. JORDAN, Patrick W. **Designing pleasurable products: An introduction to the new human factors**, USA: Taylor y Francis. 2002
70. JURAN, J. M. **A Qualidade desde o projeto: novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços**, São Paulo: Pioneira, 1992;
71. KAPLAN, Robert S. NORTON, David P. **Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System**. Harvard Business Review, 1996;
72. KAHN, Beverly. **Information quality benchmarks: Product and services performance**. Communications of the ACM, v.45, n.4, 2002;
73. KIM, Young, ET AL. **An effective content management methodology for business process management**. Springer- Verlag, V. 3645, 2005;
74. LEMOS, Fernando; ANZANELLO, Michel. **Aplicação do desdobramento da função qualidade (QFD) para o desenvolvimento de um produto sazonal do setor alimentício**. XXV ENEGEP, Porto Alegre: RS, 2005;
75. M. A. Williams, A. K. Kochhar, C. Tennantl. **An object-oriented reference model of the fuzzy front end of the new product introduction process**. Springer- Verlag London, v34, n7-8, 2007;
76. MACHADO, Marcio C. **Princípios enxutos no processo de desenvolvimento de produtos: proposta de uma metodologia para implementação**. Tese de Doutorado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – USP, 2006;
77. MAGALHAES, A. CAPPELLI, C.; BIAIO, F.; SANTORO, F.M.; IENDRIKE, H. S.; ARAUJO, R. M.; NUNES, V.T. Uma Estratégia para Gestão Integrada de Processos e Tecnologia da Informação através da Modelagem de Processos de Negócio em Organizações. Revista Cientefico – Faculdade Ruy Barbosa – 2007 – ISSN: 1677-1591. 45-53 pp.

78. MAY, Margaret. **Business process management: integration in a web-enable environment**. Prentice-Hall, 2003;
79. MAZUR, Glenn. **QFD for small business: a shortcut through the “maze of matrices”**. VI Simpósio sobre QFD, Michigan, 1994.
80. MELO FILHO, L e CHENG, Lin C. **QFD na garantia da qualidade do produto durante seu desenvolvimento – caso em uma empresa de metais**. Revista Produção, v 17, n. 3, pp 604-624, 2007.
81. MUNDIM, A, ROZENFELD, H, et al. **Aplicando o cenário de desenvolvimento de produtos em um caso prático de capacitação profissional**, Gestão e Produção. vol.9 no.1 São Carlos, Abr. 2002.
82. NETJES, Mariska; REIJERS, Hajo; Aalst, Wil Van Der. **Supporting the BPM life-cycle with FileNet**. Universidade Tecnológica de Eindhoven, 2007;
83. OLETO, Ronaldo. **Percepção da qualidade da informação. Ciência da Informação**, v.35, n.1, 2006;
84. OTTO, Kevin N., WOOD, Kristin L. **Product Design: techniques in reverse engineering and new product development**, Prentice Hall, Inc. New Jersey, 2001
85. Organização Internacional para Normalização, **ISO/TS 16949:2002**, Sistema de gestão da qualidade – Requisitos: São Paulo, 2002;
86. PADUA, Sílvia, et al. **O potencial das redes de Petri em modelagem e análise de processos de negócio**. Revista Gestão e Produção, v11, n1, 2004;
87. PAIM C, Raphael, SANTOS, Daniel, Caulliraux, H. **A importância das tarefas para gestão de processos**. XXVII ENEGEP, Foz do Iguaçu, PR: 2007;
88. PAIM C, Raphael. Et al. **Engenharia de processos de negócios: aplicações e metodologia**. XXII ENEGEP, Curitiba, PR, 2002;
89. PAIM, Isis; Quadros, Rosa; Guimarães, César. **Problematização do conceito qualidade da informação**, Ciência da Informação, v.01, n. 01, 1996;
90. PALADY, Paul. **FMEA: Análise dos modos de falha e efeitos: provendo e prevenindo problemas antes que ocorram**. 1ª Ed. Imam, São Paulo: SP, 1995;

91. PAPAPOPOULOS, Yiannis; PARKER, David; Grante, Christian. **A Method and Tool Support for Model-based Semi-automated Failure Modes and Effects Analysis of Engineering Designs**. IX Australian Workshop on Safety Related Programmable System, Australia, 2004;
92. PAHL, G.; BEITZ, W; Et al. **Engineering Design: a systematic approach**. 2a ed. Springer-Verlag, Berlin, 1996;
93. PAHL, G.; BEITZ, W.; FELDHUSEN, J.; GROTE, K. **Projeto na Engenharia: Fundamentos do Desenvolvimento Eficaz de Produtos – Métodos e Aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.
94. PINARDI, Emerson. **Avaliação de novas tecnologias para otimização de desenvolvimento do produto**. Dissertação de Mestrado Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 2005;
95. PIRES, Silvio R. **Gestão da cadeia de suprimentos (supply chain management): conceito, estratégias, práticas e casos**. São Paulo: Atlas, 2004;
96. POPADIUK, Silvio; et al. **Arquitetura da informação e mensuração de desempenho: um estudo na indústria de artefatos e utensílios de plásticos no estado de SP**. Gestão e Produção, v13, n. 01, 2005;
97. REIJERS, Halo A. **Implementing BPM systems: the role of process orientation**. Business Process Management Journal, v12, n4, 2006;
98. RITZEN, Sofia e BESKOW, Cecilia. **Actions for integrating environmental aspects into product development**. The Journal of Sustainable Product Design nº 01, pp 91 - 102, Sweden. 2001;
99. RODRIGUES, Cássio. **Verificação de modelos em redes de petri orientadas a objetos**. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de Campina Grande, PB:2004
100. ROSENAU, Milton D. **Successful Product Development: Speeding from opportunity to profit**. Editora Wiley, Canada, 2000
101. ROSENAU, Milton, ET al. **The PDMA handbook of new product development**. Editora Wiley, Canada, 1996;

102. ROTONDARO, Roberto. **SFMEA: Análise do efeito e modo de falha em serviços, aplicando técnicas de prevenção na melhoria de serviços.** Revista produção, v 12, n 2, 2002;
103. ROUSSEL, Philip A. ET al. **Pesquisa e desenvolvimento: Como integrar P&D ao plano estratégico e operacional das empresas como fator de produtividade e competitividade.** São Paulo: McGraw-Hill. 1992
104. ROZENFELD, Henrique. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo,** São Paulo: Saraiva, 2006
105. ROZENFELD, H.; ZANCUL, E.S.; **Identificação das Funcionalidades de Desenvolvimento de Produtos em um Sistema ERP.** Congresso Nacional de Engenharia Mecânica (CONEM 2000) - Natal - RN - 07 a 11 de Agosto, 2000 (CD-ROM)
106. ROZENFELD, Henrique. **Otimizar a obtenção da documentação para a QS-9000 através da integração.** Sociedade de Engenharia automotiva, São Carlos, 1998;
107. RUY, Marcelo; ALLIPRANDINI, Dario H. **Organizational learning in the context of product development management.** Product: Management & Development. Vol 3, n.2, 2005;
108. SCHEER, August-Wilhelm; Nüttgens, Markus. **ARIS Architecture and Reference Models for Business Process Management.** Springer-Verlag, LNCS 1806, pp 376-389, 2000;
109. SCHEER, August-Wilhelm; **ARIS – business process modeling.** 3^a ed, Springer, 2000;
110. SCHIPPERS, W. A. **Structure and applicability of quality tools: Decision support for the application of process control and improvement techniques.** Tese de Doutorado da Universidade Tecnológica de Eindhoven: 2000;
111. SCHUMPETER, Joseph. **A teoria do desenvolvimento econômico.** São Paulo: Abril Cultural, 1985;

112. SILVA, Iris Bento. **Modelo de sistema integrado de produto e processo com melhoria contínua da qualidade**. Tese de Doutorado – Universidade Estadual de Campinas, Campinas SP, 2000;
113. SOUZA, Willy H. **Decidindo como decidir: desenvolvimento de uma estrutura conceitual através de estudos de caso**. Tese Doutorado Universidade de SP, 2006;
114. SLACK, Nigel. CHAMBERS, Stuart, JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.
115. SWITH, Howard; FINGAR, Peter. **Business process management: the third wave**. Meghan-Kiffer, 2003;
116. TEIXEIRA, Carlos A. **A confiabilidade como fator de valor na melhoria de produtos. Estudo de caso: Sistemas de embreagem automotiva**. Dissertação de Mestrado da Universidade Estadual de Campinas: UNICAMP, SP, 2004;
117. ULRICH, Karl T e EPPINGER, Steven D. **Product Design and Development**, 2a edição, McGraw-Hill Companies, USA:2000;
118. VALERI, Sandro G. **Estudo das fases no processo de desenvolvimento de produto de uma indústria automotiva**. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.
119. VILLELA, José R. **Validação de processos: um modelo utilizando ferramentas da qualidade e estatísticas**. Dissertação de Mestrado Universidade Estadual de Campinas: UNICAMP, Campinas, SP, 2004;
120. WADHWA, S; et al. **Postponement strategies for re-engineering of automotive manufacturing: knowledge-management implications**. Springer-Verlag, Londre, 2006;
121. WANG, Richard; et al. **Data quality requirements analysis and modeling**. Total data quality management, v.03. 1992;
122. WANG, Richard. **A product perspective on total data quality management**. Communications of the ACM, v.41, n.2, 1998;

123. WANG, Richard. **An Information product approach for total information awareness**. IEEE, 2003;
124. WERKEMA, Maria Cristina. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Fundação Cristiano Ottoni, UFMG, Belo Horizonte, MG: 1995;
125. WERKEMA, Maria Cristina. **Manual formação Green belt**. Fundação de Desenvolvimento Gerencial, Belo Horizonte, MG:2000;
126. WILLIAMS, M; KOCHHAR A e. Tonnant, C. **An object-oriented reference model of the fuzzy front end of the new product introduction process**. Springer- Verlag London, 2007
127. WOMACK, James. JOMES, Daniel. **A máquina que mudou o mundo**. São Paulo: Campus, 2004;
128. ZAMBRANO, Tatiane; MARTINS, Manoel. **Utilização do método FMEA para avaliação de risco ambiental**. Revista Gestão e Produção, v.14, n 2, 2007;
129. ZINN. Walter; BOWERSOX, D. **Planning physical distribution with the principle of postponement**. V.9, no 2, 1998.