

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Jefferson Olegário de Paula

**ANÁLISE DO PROCESSO DE
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: UM
ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO
SETOR DE AUTOPEÇAS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção como parte dos requisitos para obtenção do Título de *Mestre em Ciências em Engenharia de Produção*

Área de Concentração: Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Dr. Carlos Henrique Pereira Mello.

**Itajubá
2011**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Mauá –
Bibliotecária Cristiane Carpinteiro- CRB_6/1702

P324a

Paula, Jefferson Olegário de

Análise do processo de desenvolvimento de produtos: um estudo de caso em uma empresa do setor de autopeças. / por Jefferson Olegário de Paula. -- Itajubá (MG) : [s.n.], 2011.

202 p.: il.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Henrique Pereira Mello.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Itajubá.

1. Processo de desenvolvimento de produtos. 2. Modelos de referência do PDP. 3. Indústria de autopeças. I. Mello, Carlos Henrique Pereira, orient. II. Universidade Federal de Itajubá. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Jefferson Olegário de Paula

**ANÁLISE DO PROCESSO DE
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: UM
ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO
SETOR DE AUTOPEÇAS**

Dissertação submetida à aprovação por banca examinadora em 16 de dezembro de 2011, conferindo ao autor o título de Mestre em Engenharia de Produção.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Eduardo Gomes Salgado

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches da Silva

Prof. Dr. Carlos Henrique Pereira Mello (Orientador)

**Itajubá
2011**

*Dedico este trabalho a Deus, a meus pais Valdemir e
Aparecida e à minha noiva Priscilla, por sempre me
apoiarem em todos os momentos da minha vida, por isso são
minha eterna inspiração.*

Agradecimentos

Não teria espaço nessa página para citar todas as pessoas que contribuíram positivamente para a realização desse trabalho que é o término de mais uma etapa das conquistas da minha vida, mas quero prestar meus sinceros agradecimentos:

- À DEUS que está acima de todas as coisas, que me concedeu sabedoria para conquistar esse grande sonho e nas maiores dificuldades foi o meu refúgio e fortaleza.
- Aos meus pais Valdemir e Aparecida, quero lhes agradecer pela oportunidade de nascer, crescer e ser educado com a maior dedicação do mundo e que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando e incentivando em todos esses anos de estudo. Os meus agradecimentos também vão para os meus irmãos Anderson, Jocemara e Tatiane me acompanharam nesse longo caminho.
- Os meus mais profundos agradecimentos a minha noiva Priscilla, o grande amor da minha vida, pelo constante apoio, paciência e compreensão desde o início. Foi a minha fonte de motivação para vencer mais uma etapa da minha vida.
- Ao meu grande amigo e orientador Prof. Dr. Carlos Henrique Pereira Mello, que contribuiu com muita inteligência e dedicação, compartilhando os seus conhecimentos sem os quais esse trabalho não seria concluído.
- Aos demais professores do programa de pós-graduação da UNIFEI, pelas contribuições e esclarecimentos em minha pesquisa.
- Aos colegas e amigos da empresa que participaram diretamente ou indiretamente na realização dessa pesquisa, contribuindo tanto na coleta de dados quanto no incentivo no dia a dia de trabalho.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original” (Albert Einstein)

Resumo

O Processo de desenvolvimento de produtos (PDP) é um fator crítico de sucesso no lançamento de um novo produto para atender os requisitos dos clientes e reflete diretamente na competitividade das empresas. A adoção de um modelo de referência serve como guia detalhado para auxiliar as organizações na gestão e sistematização do PDP de acordo com o tipo de produto que a empresa desenvolve. Sendo assim, o objetivo dessa pesquisa é analisar o PDP de uma empresa de manufatura mecânica do setor de autopeças em relação a um modelo de referência selecionado na literatura. O *Analytic Hierarchy Process* foi utilizado na seleção desse modelo que apresentou como o resultado o modelo de Rozenfeld *et al.* (2006). Com esse modelo foi possível realizar um estudo de caso comparativo único para identificar quais práticas para a gestão do PDP propostas pelo modelo são aplicadas na empresa e como essas práticas são realizadas. Os resultados apontam a existência de um PDP sistematizado pela aplicação de dois modelos específicos, o primeiro de PPP (Pré-desenvolvimento de produto), onde são gerenciados projetos de inovação radical e plataforma para o desenvolvimento de novas tecnologias onde atuam times matriciais do tipo “peso pesado” ou forte, e o segundo de PDP (Processo de Desenvolvimento de Produtos) surgem os projetos derivados para aplicação e adaptação de uma tecnologia a uma necessidade específica do cliente onde atuam times matriciais do tipo “peso leve” ou fraco, sendo orientado pela norma ISO TS 16949. A principal contribuição dessa pesquisa é o levantamento de informações para a adaptação de um modelo específico para a indústria de autopeças por futuros pesquisadores.

Palavras-chave: Processo de desenvolvimento de produtos, Modelos de referência do PDP, Indústria de autopeças.

Abstract

The product development process (PDP) is a critical success factor in launching a new product to meet customer requirements and reflects directly on the enterprises competitiveness. The adoption of a reference model serves as a detailed guide to assist organizations in managing and systematization of the PDP according to the type of product that the company develops. Therefore, the objective of this research is to analyze the PDP of a mechanical manufacturing company of the auto part sector in relation to a reference model selected in the literature. The Analytic Hierarchy Process was used in the selection of this model and this approach presented as the result the model of Rozenfeld *et al.* (2006). With this model was possible to carry out a single comparative case study to identify which practices to the PDP management proposed by the model are applied in the company and how it are performed. The results indicate the existence of a systematized PDP by the application of two specific models, the first PPP (Product Predevelopment), where are managed radical and platform innovation projects to development of new technologies where works matrix teams like "heavyweight "or strong, and the second PDP (Product Development Process) arise derivatives to the application and adaptation of a technology to a customer's specific need where works matrix teams like "lightweight" or weak, being guided by the ISO TS 16949. The main contribution of this research is the collection of information for the adaptation of a specific model for the auto parts industry by future researchers.

Keywords: Product development process, PDP reference models, auto parts industry.

Lista de quadros

Quadro 2.1 – Comparação de perspectivas de decisão com de pesquisas acadêmicas	26
Quadro 2.2 – Abordagens da evolução do processo de desenvolvimento de produtos.....	30
Quadro 2.3 – Estruturas organizacionais.....	35
Quadro 2.4 – Análise aplicações das estruturas organizacionais	37
Quadro 2.5 – Comparação das estruturas com características das organizações	38
Quadro 3.1 – Classificação da pesquisa	77
Quadro 3.2 – Delineamento da pesquisa empregada no teste piloto.....	83
Quadro 4.1 – Unidades de negócios da empresa no Brasil	86
Quadro 4.2 – Características dos entrevistados.....	90
Quadro 4.3 – Abreviação dos modelos de referência.....	91
Quadro 4.4 – Comparação das fases dos modelos teóricos com o modelo da empresa.....	92
Quadro 4.5 – Escala Fundamental de Saaty	93
Quadro 4.6 – Características principais de cada macro fase	119
Quadro 4.7 – Lista de requisitos do cliente (LDR)	138
Quadro 4.8 – Datas importantes para o cliente.....	143
Quadro 4.9 – Indicadores de desempenho no PPP	149
Quadro 4.10 – Indicadores de desempenho no PPP (continuação).....	150
Quadro 4.11 – Indicadores de desempenho no PDP	150
Quadro 5.1 – Atividades e tarefas do planejamento estratégico.....	155
Quadro 5.2 – Atividades e tarefas do planejamento do projeto.....	155
Quadro 5.3 – Atividades e tarefas do projeto informacional.....	156
Quadro 5.4 – Atividades e tarefas do projeto conceitual.....	156
Quadro 5.5 – Atividades e tarefas do projeto detalhado.....	158
Quadro 5.6 – Atividades e tarefas do projeto detalhado.....	162
Quadro 5.7 – Atividades e tarefas do lançamento do produto.....	162

Quadro 5.8 – Atividades e tarefas do planejamento do projeto.....	165
Quadro 5.9 – Atividades e tarefas do projeto informacional.....	166
Quadro 5.10 – Atividades e tarefas do projeto conceitual.....	167
Quadro 5.11 – Atividades e tarefas do projeto detalhado.....	168
Quadro 5.12 – Atividades e tarefas de preparação da produção do produto.....	169
Quadro 5.13 – Atividades e tarefas do lançamento do produto.....	170
Quadro 5.14 – Atividades e tarefas do acompanhamento do produto e processo.....	170
Quadro 5.15 – Atividades e tarefas da descontinuação do produto no mercado.....	171
Quadro 5.16 – Ferramentas, técnicas, sistemas ou métodos utilizados no PDP	172

Lista de figuras

Figura 1.1 - Produção de veículos por continente	17
Figura 2.1 – Tipos de projeto de desenvolvimento em relacionados à inovação	32
Figura 2.2 – Contextualização do planejamento de produtos.....	42
Figura 2.3 – Funil tecnológico de desenvolvimento de novos produtos	43
Figura 2.4 – <i>Technology Roadmapping</i> genérico.....	46
Figura 2.5 – <i>Workshops</i> para a construção do <i>Technology Roadmap</i>	46
Figura 2.6 – Análise das fases do gerenciamento de portfólio.....	49
Figura 2.7 – Integrando a abordagem TRM com o gerenciamento de portfólio.....	50
Figura 2.8 – Modelos de referência contextualizados por marcos históricos.....	52
Figura 2.9 – Modelo de desenvolvimento de produto de Wheelwright e Clark.....	53
Figura 2.10 – Modelo das fases do desenvolvimento de produto de Rosenthal.....	55
Figura 2.11 – Modelo de desenvolvimento de produto de Cooper	58
Figura 2.12 – Modelo de desenvolvimento de novos produtos de Pahl <i>et al.</i>	62
Figura 2.13 – Modelo unificado de desenvolvimento de produtos de Rozenfeld <i>et al.</i>	63
Figura 2.14 – Modelo de desenvolvimento de produto de Back <i>et al.</i>	66
Figura 2.15 – Modelos de referência genéricos específicos e projetos	69
Figura 3.1 – Delineamento explicativo	79
Figura 3.2 – Etapas para elaboração de um estudo de caso.....	82
Figura 4.1 – Portfólio de produtos representados em um motor automotivo	85
Figura 4.2 – Princípio de funcionamento do motor de combustão interna	88
Figura 4.3 – Localização dos anéis no pistão	88
Figura 4.4 – Estrutura hierárquica da presente pesquisa	92
Figura 4.5 – Análise global do AHP.....	97
Figura 4.6 – Análise de sensibilidade do critério Inovação.....	98
Figura 4.7 – Análise de sensibilidade do critério Integração do Processo	98

Figura 4.8 – Análise de sensibilidade do critério Sistematização do PDP	99
Figura 4.9 – Estrutura mundial de desenvolvimento de produtos da empresa	100
Figura 4.10 – Estrutura de Sistemas e Componentes de Motores do MERCOSUL	101
Figura 4.11 – Estrutura da unidade de fabricação	107
Figura 4.12 – Estrutura do Planejamento do Produto.....	108
Figura 4.13 – Estrutura matricial da equipe de projeto de pré-desenvolvimento.....	111
Figura 4.14 – Estrutura matricial da equipe de projeto de cliente.....	113
Figura 4.15 – Mapeamento tecnológico dos motores automotivos.....	115
Figura 4.16 – Gráfico da MAP em relação ao consenso dos especialistas.....	117
Figura 4.17 – Gráfico da MAP comparando viabilidade, atratividade e estratégia.....	118
Figura 4.18 – Processos do PLM da empresa.....	119
Figura 4.19 – Macro fases do PLM da empresa.....	119
Figura 4.20 – Tela de visualização da BDP	122
Figura 4.21 – Fluxo de gestão dos projetos dentro dos portfólios.....	124
Figura 4.22 – Modelo de PPP para inovação da empresa objeto de estudo	125
Figura 4.23 – Modelo de PPP produto da empresa objeto de estudo	129
Figura 4.24 – Modelo de PDP da empresa objeto de estudo.....	136
Figura 4.25 – Tela de visualização do <i>cProjects</i>	139
Figura 5.1 – Fluxo de gestão dos projetos dentro dos portfólios.....	153
Figura 5.2 – Comparação do modelo PPP de inovação com o modelo de referência.....	154
Figura 5.3 – Comparação do modelo PPP de produto com o modelo de referência.....	159
Figura 5.4 – Comparação do PDP com as fases do modelo de referência	164

Lista de tabelas

Tabela 4.1 – Índice randômico do AHP	94
Tabela 4.2 – Matriz de julgamento e priorização dos critérios	95
Tabela 4.3 – Matriz de julgamento dos modelos para o critério inovação	95
Tabela 4.4 – Matriz de julgamento dos modelos para o critério integração do processo.....	95
Tabela 4.5 – Matriz de julgamento dos modelos para o critério sistematização do PDP.....	96
Tabela 4.6 – Classificação final das alternativas	96
Tabela 4.7 – Matriz de Avaliação do Projeto (MAP).....	117

Lista de Siglas

AHP - *Analytic Hierarchy Process*
ANFAVEA - Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores
APQP - *Advanced Product Quality Planning*
BDP - Base de Dados do Portfólio
CAD - *Computer Aided Design*
CAP - Comitê de Aprovação do Projeto
CAPP - *Computer Aided Process Planning*
CEP - Controle Estatístico do Processo
CRM - *Customer Relationship Management*
CRP - Comitê de Revisão do Projeto
CT - Centro Tecnológico
DFA - *Design for Assembly*
DFM - *Design for Manufacturability*
DFMEA - *Design Failure Modes and Effects Analysis*
DGP - Documento de gestão do projeto
DOE - *Design of Experiments*
EAP - Escritório de Assistência ao Projeto
ERP - *Enterprise Resource Planning*
FOV - Formulário de Oportunidade de Vendas
GD - *Gate* de decisão
LDR - Lista de Requisitos
LFMEA - *Logistic Failure Modes and Effects Analysis*
MAP - Matriz de Avaliação do Projeto
MSA - *Measurement System Analysis*
PD - Ponto de decisão
PDP - Processo de Desenvolvimento de Produtos
PFMEA - *Process Failure Modes and Effects Analysis*
PMBOK - *Project Management Body of Knowledge*
PMI - *Project Management Institute*
PMV - Preço mínimo de venda
PPAP - Processo de Aprovação de Peças de Produção
PPP - Pré-desenvolvimento de produto
QFD - *Quality Function Deployment*
RDC - Requisição de Cotação
SINDIPEÇAS - Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores
SWOT - *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*
TI - Tecnologia da Informação
TPM - *Total Productive Maintenance*
UN - Unidade de Negócio

Sumário

1.	Introdução.....	16
1.1.	Contextualização do problema de pesquisa.....	16
1.2.	Objetivos.....	21
1.3.	Justificativa.....	21
1.4.	Estrutura da dissertação.....	24
2.	Fundamentação teórica.....	25
2.1.	Considerações iniciais.....	25
2.2.	Desenvolvimento de produtos.....	25
2.2.1	Conceito de desenvolvimento de produto.....	25
2.2.2	Processo de desenvolvimento de produtos (PDP).....	27
2.2.3	Indicadores de desempenho do PDP.....	32
2.3.	Estrutura de apoio ao desenvolvimento de produtos.....	34
2.3.1	Estrutura organizacional.....	35
2.3.2	Times de trabalho no desenvolvimento de produtos.....	37
2.4.	Planejamento estratégico de produtos.....	39
2.4.1	Inovação em produtos.....	41
2.4.2	Gerenciamento do portfólio de produtos.....	46
2.5.	Gerenciamento de projetos.....	50
2.6.	Modelos de referência para desenvolvimento de produtos.....	51
2.6.1	Modelo de projeto e desenvolvimento de produto de Steven C. Wheelwright e Kim B. Clark.....	53
2.6.2	Modelo de desenvolvimento de produto de Stephen R. Rosenthal.....	54
2.6.3	Modelo de desenvolvimento de produto de Robert G. Cooper.....	57
2.6.4	Modelo de desenvolvimento e projeto de produto de Gerhard Pahl e outros.....	61
2.6.5	Modelo de desenvolvimento de produto de Henrique Rozenfeld e outros.....	63
2.6.6	Modelo de desenvolvimento de produto de Nelson Back e outros.....	66
2.6.7	Abordagens dos modelos de referência nas empresas.....	68
2.7.	Métodos de auxílio à decisão por múltiplos critérios.....	73
3.	Processo de pesquisa.....	77
3.1.	Considerações iniciais.....	77
3.2.	Quanto à natureza.....	77
3.3.	Quanto à abordagem do problema.....	78
3.4.	Quanto aos objetivos.....	79
3.5.	Quanto ao método de pesquisa.....	80

3.5.1	Modelagem	80
3.5.2	Estudo de caso	81
4.	Descrição da pesquisa.....	85
4.1.	Considerações iniciais	85
4.2.	Justificativa da escolha do objeto de estudo.....	85
4.3.	Justificativa da escolha da unidade de análise.....	87
4.4.	Fontes de evidência para coleta de dados.....	89
4.5.	Caracterização dos entrevistados.....	89
4.6.	Seleção do modelo de referência do PDP.....	90
4.7.	Estrutura de apoio ao desenvolvimento de produtos.....	99
4.7.1	Estrutura organizacional.....	99
4.7.2	Projetos de desenvolvimento.....	108
4.7.3	Times de desenvolvimento de produto.....	109
4.8.	Planejamento estratégico de produtos	114
4.8.1	Gestão do portfólio de projetos	116
4.9.	Desenvolvimento de produtos	118
4.9.1	Pesquisa avançada (PA) e Engenharia avançada (EA).....	120
4.9.2	Pré-desenvolvimento de Produto (PPP)	120
4.9.3	Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP).....	135
4.9.4	Indicadores de desempenho.....	149
5.	Análise dos resultados	151
5.1.	Considerações iniciais	151
5.2.	Seleção do modelo.....	151
5.3.	Comparação entre os modelos específicos da empresa e com o modelo de referência de Rozenfeld.....	152
5.3.1	Pré-desenvolvimento de produtos (PPP).....	153
5.3.2	Processo de desenvolvimento de produtos (PDP).....	163
5.3.3	Síntese de ferramentas e técnicas utilizadas	171
6.	Conclusão	175
6.1.	Considerações iniciais	175
6.2.	Adequação de atividades a projetos radicais e plataforma.....	176
6.3.	Adequação de atividades a projetos derivados.....	177
6.4.	Resultados finais.....	178
6.5.	Sugestões para trabalhos futuros	179
	Referências	180

ANEXO A - Questionário para a entrevista semi-estruturada	187
ANEXO B - Quadro de ferramentas, técnicas e métodos	193
ANEXO C - Roteiro de observação	196
ANEXO D - APQP <i>Checklist</i>	198
ANEXO E - Adequação de fases e atividades aos três tipos de projetos	199

1. Introdução

1.1. Contextualização do problema de pesquisa

Segundo Cunha (2008), atualmente as empresas precisaram se adaptar uma nova situação de mercado com o surgimento dos mercados globais.

Com um número cada vez maior de empresas e com uma massa de clientes cada vez mais exigente, com necessidades, gostos e escolhas diferentes, existe constantemente a demanda por novos produtos, capazes de atingir a alta qualidade e com um tempo e custos de desenvolvimento reduzidos; tornando-se parte relevante dos objetivos estratégicos da empresa; onde a adoção de um processo sistemático de desenvolvimento de produtos é considerado atualmente como um fator crítico de sucesso no alcance desses objetivos estratégicos (WHEELWRIGTH e CLARK, 1992a; ROSENTHAL, 1992; COOPER, 1993; PAHL *et al.*, 2005; ROZENFELD *et al.*, 2006; BACK *et al.*, 2008).

Um dos segmentos de mercado que atua fortemente com o PDP é a indústria de autopeças, até mesmo pelas constantes reestilizações nos veículos promovidas pela indústria automobilística, onde segundo Ibusuki e Kaminski (2007), recentes mudanças de mercado e de tecnologia, levam essas empresas a adotarem estratégias de liderança tais como: baixos custos de produção, preços reduzidos, diferenciação de produtos, alta qualidade e maior valor agregado em seus produtos para o cliente.

De acordo com Senter e Flynn (1999) e também Condotta (2004), a imagem da indústria automobilística da primeira metade do século XX consiste de poucas corporações que fabricavam a maioria das peças e componentes necessários nos veículos, conectando essas peças em uma linha de montagem em grandes fábricas. Esse cenário evoluiu do conceito de produção completamente vertical praticado pelo Fordismo para uma estrutura mais complexa, onde indústrias de autopeças desenvolvem, fabricam e fornecem novos produtos que são integrados pelas montadoras na elaboração do produto final.

A indústria automobilística atual é composta por montadoras e indústrias de autopeças e representa um forte impacto na economia mundial. O número de veículos fabricados anualmente no mundo aumentou de 51 milhões em 1998 para 60 milhões de unidades em 2009, onde a maior parte desses veículos é produzida em países do continente asiático, seguido pelo continente europeu e americano, como pode ser visto na Figura 1.1. O Brasil detém uma pequena parcela de participação, com apenas 5,2% desse mercado.

Segundo a *Alliance of Automobile Manufacturers* (AAM, 2011), nos Estados Unidos os veículos de hoje são resultado de mais de 120 anos de pesquisa e desenvolvimento (P&D), e somente em 2008 a indústria automobilística global dedicou 86 bilhões de dólares para P&D, 9% a mais do que o ano anterior.

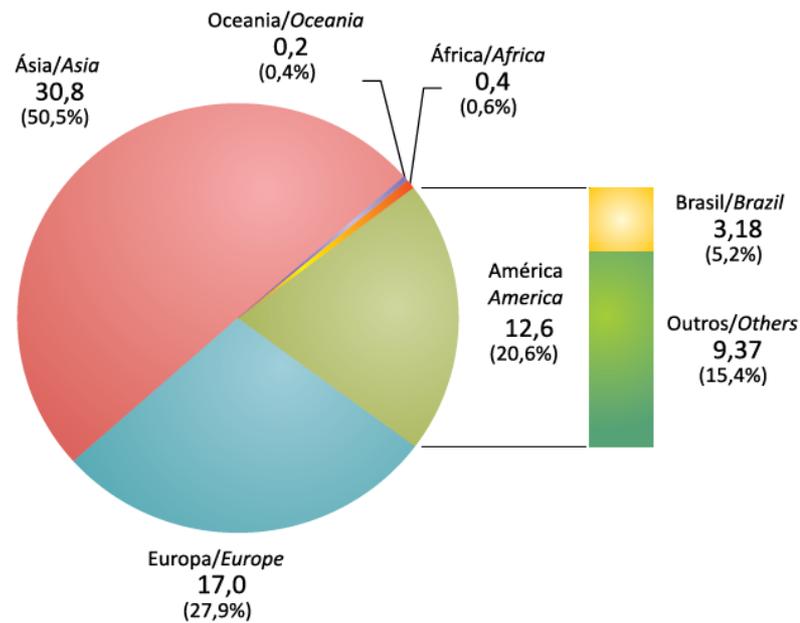


Figura 1.1 - Produção de veículos por continente

Fonte: ANFAVEA (2011)

Esse segmento industrial ainda assegura um notável lugar na vanguarda de inovações tecnológicas e gerenciais e tem sido reconhecido nas últimas décadas como uma das mais competitivas indústrias do mundo e tem direcionado inovações em muitos outros segmentos de mercado (MIGUEL, 2006).

A abertura da economia brasileira no início da década de 1990, aliada a uma série de políticas direcionadas para o setor automotivo, contribuíram para reestruturação das montadoras de automóveis localizadas no país, especialmente nas suas estratégias de desenvolvimento de produtos (DP). O mercado brasileiro, então dominado por Volkswagen, Fiat, Ford e General Motors, incorporou diversas novas montadoras que estabeleceram unidades produtivas no país, como Toyota, Honda, Renault, Peugeot, Citroën, Audi, Nissan, Land Rover, Mitsubishi e Mercedes. Isso intensificou o lançamento de veículos no Brasil na década de 1990, que foi três vezes maior do que o observado nos anos 1980 (COMCIÊNCIA, 2004).

De acordo com os dados divulgados pela Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2011), existem no Brasil 50 fábricas de veículos automotores, sendo que 25 são consideradas montadoras com uma produção de 3,18 milhões de veículos

por ano, ocupando a 6^a posição em unidades produzidas no mundo. Os investimentos no setor em 2009 foram da ordem de 2,7 bilhões de dólares, gerando 1,5 milhão de empregos diretos e indiretos em toda a cadeia produtiva e também 79 bilhões de faturamento, representando 23% do PIB industrial.

Nesse contexto as empresas do setor de autopeças recebem forte influência das montadoras sendo levadas a se reestruturarem, tendendo a não desenvolverem produtos exclusivos e sim acompanhar os projetos dos seus clientes. A reestruturação setorial foi caracterizada pela saída de empresas pequenas e frágeis do mercado e pela realização de fusões e aquisições entre as médias e grandes empresas, o que ainda vem ocorrendo em ritmo reduzido (TOLEDO *et al.*, 2008).

De acordo com o Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores (SINDIPEÇAS, 2011), existem 741 unidades industriais de autopeças no Brasil, sendo que 496 são associadas a esse órgão sindical. Essas empresas têm intensificado o seu crescimento anualmente onde os maiores destinos dos 9,6 bilhões de dólares em exportações têm sido para países como Argentina, Estados Unidos, Alemanha, México, respectivamente.

Segundo o SINDIPEÇAS (2011), a indústria de autopeças no Brasil representa 5% do PIB, onde investe 1,5 bilhão de dólares, contribuindo com 224 mil empregos diretos e gerando um faturamento de 49,8 bilhões de dólares em 2010. Esse segmento é em grande parte internacionalizado, composto na sua totalidade por empresas multinacionais de capital estrangeiro. O capital estrangeiro em 1994 era de 48% e passou para 73,3% em 2010.

Segundo Toledo *et al.* (2008), ocorreu uma reestruturação na indústria brasileira de autopeças nos anos 1990, que passou a ser composta por filiais de empresas transnacionais e hoje representa um importante segmento na produção industrial do país. De acordo com Salerno *et al.* (2002), as transnacionais destacam-se no fornecimento de subconjuntos, módulos ou sistemas, representando mais de 80% do mercado, contra 20% de empresas de capital nacional.

Para Salerno *et al.* (2002), o nível de atividades de P&D em empresas de autopeças é bastante influenciado pelo nível de atividades de P&D em empresas montadoras de veículos. De acordo com esse mesmo autor, a grande maioria dessas atividades realizadas pelas empresas do setor de autopeças ocorre no primeiro e segundo níveis da cadeia de fornecimento das montadoras.

A aplicação de P&D no primeiro e segundo nível na cadeia de fornecimento pode ser

caracterizada, por exemplo, pelo desenvolvimento de novos motores de combustão interna e, conseqüentemente, novos componentes para esses motores. A relevância estratégica dos motores deve ser analisada sob o prisma do próprio desenvolvimento de produtos, considerando que o Brasil presenciou, nos últimos anos, fenômenos como a introdução dos motores de 1.000 cilindradas, dos motores “flexíveis” capazes de operar com qualquer mistura dos combustíveis álcool e gasolina (MAIA, CERRA e ALVES FILHO, 2005).

Recentes pesquisas realizadas pela *Society of Motor Manufacturers and Traders* – SMMT (2004), pelo *World Business Council for Sustainable Development* – WBCSD (2004) e por pesquisadores como Bandivadekar *et al.* (2008) do *Massachusetts Institute of Technology*-MIT, revelam que até 2035 surgirão veículos com motores à combustão interna de alto desempenho que utilizem combustíveis mais limpos (bio-combustível), motores híbridos (elétrico e gasolina ou elétrico e diesel), motores elétricos, motores com célula de hidrogênio e motores compactos com potência de motores maiores (*downsizing*). Esses avanços tecnológicos nos motores permitirão que os veículos sejam mais eficientes, leves, silenciosos, confiáveis, duráveis, com menores custos e menos poluentes (redução da emissão de gases do efeito estufa – CO₂).

Segundo Back *et al.* (2008), através dessas visões futuras dos motores, podem surgir ideias que integrem interfaces de produto, mercado e tecnologia nas empresas de autopeças, dando origem a projetos de desenvolvimento de novos produtos com um grau elevado de inovação, onde surge um novo produto no portfólio que exige uma forma de gestão diferenciada dos produtos já existentes.

Quando uma nova tecnologia é desenvolvida e aplicada a uma necessidade específica de montagem de um veículo, a integração com a montadora se torna mais forte, onde o desenvolvimento de produto da autopeça deve seguir normas específicas de clientes relacionadas a sistemas de qualidade como a VDA 6 (Volkswagen e BMW), a AVSQ italiana (Fiat e Iveco), WAQF francesa (Renault e Peugeot) e a QS 9000 americana (General Motors, Ford e Daimler Chrysler). Essas quatro normas específicas foram uniformizadas numa única norma chamada de ISO TS 16949, aprimorando o relacionamento das diversas montadoras com os seus fornecedores de autopeças (IQA, 2008). Através da ISO TS 16949, as montadoras exigem que seus fornecedores sigam um guia para planejamento de desenvolvimento de seus produtos chamado de *Advanced Product Quality Planning* (APQP) - Planejamento Avançado da Qualidade do Produto, onde a qualidade do produto fornecido é comprovada através de documentos exigidos na homologação do produto final (IQA, 2008;

TORRES JUNIOR e MIYAKE, 2004).

Para Seidel, Loch e Chahil (2005) e também Quintella, Rocha e Alves (2005), todos esses aspectos relacionados a P&D e ao desenvolvimento de produtos automotivos tem se tornado mais complexo a cada ano, envolvendo diversas etapas que devem ser planejadas, implementadas e controladas de forma a minimizar os riscos de insucesso.

Essa forte influência entre as montadoras com as autopeças e a complexidade inerente desses setores, gera a necessidade da adoção de um processo sistemático de desenvolvimento de produto, pois segundo Lagrosen (2005), o sucesso de uma empresa industrial é dependente de sua habilidade de desenvolver novos produtos, onde novos mercados e novas possibilidades de crescimento podem ser criados.

De acordo com Rozenfeld *et al.* (2006), empresas que utilizam o PDP de forma sistemática, além de obterem qualidade de produto e processo, alcançam também sucesso em outros fatores de vantagem competitiva como custo, velocidade e confiabilidade de entrega e flexibilidade. Essa sistematização compreende a utilização das melhores práticas no desenvolvimento de produtos desde a criação da ideia até o lançamento e produção em série (estratégia de produto, gestão da inovação tecnológica, gestão do portfólio, gestão de projetos, revisão de fases, forma de organização de times de trabalho, ferramentas utilizadas em cada fase do PDP, indicadores de desempenho etc.).

Essas melhores práticas podem ser mapeadas, conforme Salgado *et al.* (2010), em modelos de referência padronizados por uma sequência de fases e atividades para condução dos projetos de desenvolvimento, diminuindo os riscos inerentes à complexidade do lançamento de novos produtos. Existem vários modelos na literatura que basicamente se apresentam muito similares, com algumas pequenas diferenças conforme a visão de cada autor no número de etapas ou estágios (WHEELWRIGTH e CLARK, 1992a; ROSENTHAL, 1992; COOPER, 1993; PAHL *et al.*, 2005; ROZENFELD *et al.*, 2006; BACK *et al.*, 2008).

Apesar das similaridades, esses modelos podem ser adaptados de diferentes maneiras em indústrias de diferentes áreas e ramos de atuação. Uma dessas áreas na qual ainda não foi desenvolvido um modelo de referência adaptado de forma científica é a de autopeças, como mostrou o trabalho de Salgado *et al.* (2010). Em vista dessa lacuna, o presente trabalho visa realizar uma análise comparativa para identificar quais as melhores práticas podem ser adaptadas para esse modelo específico nas indústrias de autopeças. As justificativas para a realização desse estudo, assim como a discussão sobre a sua contribuição científica, estão

descritas na seção 1.3 deste presente trabalho.

1.2. Objetivos

O objetivo geral deste presente trabalho é analisar o processo de desenvolvimento de produtos de uma empresa do ramo de autopeças em relação a um modelo de referência selecionado na literatura disponível.

Esse objetivo geral se desdobra nos seguintes objetivos específicos:

- selecionar um modelo de referência da literatura para comparação com o processo de desenvolvimento de produtos empregado pela empresa objeto de estudo através de um método de decisão por múltiplos critérios;
- identificar e analisar as práticas de desenvolvimento de produtos da empresa e compará-las com as melhores práticas do modelo de referência selecionado;
- contribuir no levantamento das melhores práticas para futura adaptação de um modelo de PDP específico para a indústria de autopeças;
- propor recomendações de melhoria para o PDP da empresa estudada.

1.3. Justificativa

Pela análise das informações apresentadas na contextualização do problema de pesquisa (seção 1.1), pode-se observar que o setor de autopeças exerce um forte impacto na economia mundial. Impulsionadas pela concorrência e também pelas crescentes exigências do mercado, empresas do setor de autopeças precisam estar inseridas num processo constante de inovação como parte de sua estratégia de negócio, tanto na criação de novos produtos quanto no aperfeiçoamento dos produtos já existentes no portfólio. Esse fato destaca a importância de se realizar pesquisas no setor automobilístico, onde, conforme Quintela, Rocha e Alves (2005), esse setor recebe e transmite inovações tecnológicas e organizacionais aos demais setores industriais.

A evolução da indústria automobilística caracteriza-se pelo surgimento de novas tecnologias de processo e de produto, que evidencia a crescente complexidade das peças e dos componentes fabricados nas autopeças que serão alocadas nos veículos pelas montadoras. Atividades de desenvolvimento de produto das montadoras se refletem nos fornecedores de autopeças localizados no Brasil, que seguem padrões de desenvolvimento semelhantes, em função das estratégias e atividades de co-desenvolvimento, coordenadas pelas montadoras no

país (TOLEDO *et al.*, 2008).

Contudo, desenvolver produtos de forma rápida e eficiente constitui processo complexo e envolve uma multiplicidade de ações e setores dentro da empresa (desenvolvimento, projeto, planejamento, fornecedores, compra, engenharia, produção, marketing, finanças), com implicações em toda a cadeia produtiva do setor. Isto sucede porque há muitas escolhas a serem feitas para produtos que competem diretamente; por exemplo, a opção em lançar produtos tecnologicamente complexos implica mais horas de engenharia e visa a um determinado segmento de mercado. Tais escolhas terão influência sobre o projeto do produto, sendo definidas segundo a política estratégica adotada pela empresa (CONSONI e CARVALHO, 2002).

Uma grande variedade de pesquisas tem sido feita envolvendo a indústria automobilística e a indústria de autopeças em diferentes áreas de conhecimento. Muitas focam nas estratégias e relações com os clientes e fornecedores na cadeia de suprimentos (SENDER e FLYNN, 1999; TOLETO *et al.*, 2003; POPADIUK *et al.*, 2005; CERRA, MAIA e ALVES FILHO, 2007; PIRES e SACOMANO NETO, 2008), algumas focam gestão financeira, gestão de custos e gestão da produção (RACHID, BRESCIANI FILHO e GITAHY, 2001; VOIGT, SAATMANN e SCHORR, 2008; SILVEIRA e DINIZ, 2002), e outras visam analisar os fatores críticos de sucesso no projeto de veículos automotores e determinantes de competitividade (QUINTELLA, ROCHA e ALVES, 2005; MESQUITA, LAZZARINI e CRONIN, 2007), outros focam nas transformações que ocorrem nesse setor no decorrer dos anos (SEIDEL, LOCH e CHAHIL, 2005; BANDIVADEKAR *et al.*, 2008), estratégias de marketing (SMITH, 2009), estratégia de compras (WEI e CHEN, 2008), gestão ambiental (GONZÁLEZ, SARKIS e ADENSO-DÍAZ, 2008), transferência de conhecimento (CUBILLO-PINILLA, 2008).

Outros pesquisadores focam em estudos sobre o processo de desenvolvimento de produtos no setor automobilístico envolvendo diferentes perspectivas no Brasil: cadeia de suprimento (SALERNO *et al.*, 2002; CERRA, MAIA e ALVES FILHO, 2009; SANTOS e FORCELLINI, 2009), capacidade do desenvolvimento de produtos e modularidade (MIGUEL, 2006), avaliação da divisão do trabalho em atividades de desenvolvimento de produtos entre as matrizes e suas subsidiárias localizadas no Brasil (SANTIN e MARX, 2009), gestão de times de desenvolvimento de produto (LIVIERO e KAMINSKI, 2009), estratégia de produtos e capacitação (CONSONI e CARVALHO, 2002), nível de maturidade do PDP (QUINTELLA e ROCHA, 2006), gestão de custos (IBUSUKI e KAMINSKI, 2007),

organização do trabalho e engenharia simultânea (ZANCUL, MARX e METZKER, 2006).

Em relação à gestão do processo de desenvolvimento de produtos no setor específico de autopeças, observa-se no Brasil pesquisas sobre a implementação de sistema de *gates* no PDP (VALERI *et al.*, 2000), desenvolvimento de produto, processo e produção e suas interfaces (SIMÕES, 2004), sistematização do PDP através da melhoria contínua (AGOSTINETTO, 2006), gestão de projetos de desenvolvimento (SOUZA, 2006), identificação de metodologias, ferramentas e práticas de gestão utilizadas no PDP (FERREIRA, TOLEDO, 2001; TOLEDO *et al.*, 2008), gerenciamento de risco no PDP (SILVA *et al.*, 2010). Apesar dessas pesquisas realizadas no setor de autopeças, de acordo com Toledo *et al.* (2008), pouco se conhece sobre as práticas de gestão do processo de desenvolvimento de produto nesse tipo de empresa e existe um crescimento da adoção de modelos de referência para estruturação e gestão do PDP pelas empresas do setor, mas com implementação parcial.

Os fatores mencionados justificam a escolha de uma empresa de autopeças para realização dessa pesquisa: a sua importância na economia mundial, a complexidade do produto, a dependência do seu PDP com o PDP das montadoras de automóveis, a existência de processos mais estruturados, inovações tecnológicas e organizacionais referentes aos seus produtos e a necessidade de aprimoramento do conhecimento da gestão do processo de desenvolvimento de produtos nesse tipo específico de empresa.

Em se tratando de modelos de referências específicos para o PDP no setor de autopeças as pesquisas ainda são escassas. Através de uma revisão bibliográfica de trabalhos publicados na literatura científica sobre desenvolvimento de produtos, Salgado *et al.* (2010) realizaram um levantamento do estado da arte sobre modelos de referência específicos para o PDP. Nessa pesquisa observou-se uma carência de um modelo específico para o setor de autopeças.

Surge então a necessidade da realização de análises empíricas do PDP de indústrias de autopeças comparando todas as etapas de desenvolvimento com um modelo de referência selecionado metodologicamente na literatura, reduzindo a lacuna existente e contribuindo cientificamente em uma área específica da engenharia de produção. Essa análise comparativa permite identificar quais as melhores práticas desse modelo as empresas do segmento de autopeças poderiam utilizar e de que forma poderiam utilizar. A presente pesquisa não tem por objetivo propor tal modelo adaptado, mas sim identificar as melhores práticas adotadas por empresas desse segmento de mercado.

A contribuição científica esperada deste trabalho é iniciar o levantamento de informações que,

futuramente, possam ser utilizadas por outros pesquisadores para a adaptação de um modelo de referência específico para a indústria de autopeças.

1.4. Estrutura da dissertação

Este trabalho está dividido em seis capítulos. O presente capítulo apresenta a introdução, os objetivos, as justificativas e a estrutura dessa dissertação.

O Capítulo 2 apresenta a síntese teórica dos principais conceitos que fundamentam essa pesquisa como desenvolvimento de produtos, estrutura de apoio ao desenvolvimento de produto, planejamento estratégico de produto, gerenciamento de projetos, modelos de referência para desenvolvimento de produtos e métodos de auxílio à decisão por múltiplos critérios.

O Capítulo 3 apresenta a classificação da pesquisa quanto à natureza, abordagem do problema, objetivos e ao método de pesquisa.

O Capítulo 4 apresenta o desenvolvimento do estudo de caso, abordando tópicos como justificativa da escolha do objeto de estudo e da unidade de análise, fontes de evidências para a coleta de dados, caracterização dos entrevistados, seleção do modelo de referência do PDP, estrutura de apoio ao desenvolvimento de produtos, estrutura organizacional, planejamento estratégico de produtos, gestão do portfólio de projetos e desenvolvimento de produtos.

O Capítulo 5 apresenta a análise dos resultados bem com sugestões de melhoria para o processo de desenvolvimento da empresa objeto de estudo.

Finalmente, no Capítulo 6 são apresentadas as conclusões da pesquisa e as sugestões para futuros trabalhos, seguido da lista de referências e dos apêndices e anexos.

2. Fundamentação teórica

2.1. Considerações iniciais

Este capítulo está estruturado de forma a apresentar primeiramente os conceitos sobre desenvolvimento de produtos, estrutura de apoio ao desenvolvimento de produtos, planejamento estratégico, gerenciamento de projetos e modelos de referência para desenvolvimento de produtos para fundamentar os objetivos principais dessa pesquisa. Finalmente são apresentados os conceitos sobre os principais métodos de auxílio à decisão por múltiplos, destacando o método utilizado para seleção do modelo de referência mais adequado para análise do PDP do objeto de estudo.

2.2. Desenvolvimento de produtos

2.2.1 Conceito de desenvolvimento de produto

A competição entre empresas de diversos segmentos tem impulsionado a criação e o desenvolvimento de novos produtos, bem como aperfeiçoamentos em produtos existentes ou reposicionamento de produtos em novos mercados, mostrando diferentes estratégias de projeto (MELLO, 2005).

Na indústria, segundo Bagno (2007), o termo produto está ligado ao bem físico que é colocado à venda no mercado para geração de suas receitas financeiras. Se no caso industrial o produto é sempre um bem físico, as empresas de serviços (como os bancos ou os correios) aparecem com seus produtos intangíveis, mas também resultantes da organização e atividade de diferentes forças.

Chao e Kavadias (2008) definem produto como um conjunto de atributos de tecnologia e mercado. Esses mesmos autores afirmam que os atributos representam parâmetros chave do produto, como arquitetura principal do produto, tecnologias de componentes, características de projetos e especificações do processo de manufatura.

Desenvolver novos produtos significa para a empresa promover a inovação, investindo em P&D para criar conceitos radicalmente novos que, segundo Chapman e Hyland (2004), é atualmente considerado como requisito chave para o sucesso do negócio. Empresas que definem recursos e executam projetos de desenvolvimento de novos produtos mais eficazmente e eficientemente do que os seus competidores são recompensadas com significativas vantagens estratégicas (WHEELWRIGHT e CLARK, 1994).

A criação de um novo produto depende de estratégias da empresa em relação ao ambiente em que está atuando. Griffin e Page (1996) afirmam que diferentes estratégias produzem diferentes níveis de dependência nos projetos de desenvolvimento de novos produtos e, segundo esses mesmos autores, essas estratégias podem ser classificadas em seis categorias distintas: novos para o mundo, novos para a organização, aditivos a linhas existentes de produto, melhorias/revisões em produtos existentes, reposicionamentos, reduções de custo.

O processo de tomada de decisão da maneira como o produto será desenvolvido difere-se tanto entre as empresas quanto dentro de cada empresa. Diferentes organizações farão diferentes escolhas e podem usar diferentes métodos, mas todas elas tomam decisões sobre uma variedade de questões, tais como o conceito do produto, arquitetura, configuração, arranjos de aquisição e distribuição, cronograma do projeto etc. (KRISHNAN e ULRICH, 2001).

No Quadro 2.1, pode ser observada uma comparação proposta por Krishan e Ulrich (2001) entre perspectivas de decisão no projeto e desenvolvimento de produtos com quatro perspectivas de pesquisas acadêmicas como marketing, organização, projeto de engenharia e gerenciamento de operações.

Quadro 2.1 – Comparação de perspectivas de decisão com de pesquisas acadêmicas

Perspectivas	Marketing	Organização	Projeto de engenharia	Gerenciamento de operações
Perspectiva do produto	Um produto é um conjunto de atributos.	Um produto como um artefato de um processo organizacional.	Um produto é uma complexa montagem de componentes.	O produto é uma sequência de desenvolvimento e/ou etapas do processo de produção.
Métricas típicas de desempenho	"Adequado ao mercado"; Participação de mercado; Utilidade aos consumidores.	"Sucesso do projeto".	"Forma e Função"; Desempenho técnico; Inovação.	"Eficiência"; Custo total; Nível de serviço; <i>Lead time</i> ; Utilização da capacidade.
Paradigma de representação dominante	Utilidade para o cliente como uma função dos atributos do produto.	Nenhum paradigma dominante; Inter-relacionamento organizacional utilizado algumas vezes.	Modelos geométricos; Modelos paramétricos de desempenho técnico.	Diagrama de fluxo de processo; Modelos paramétricos de desempenho do processo.
Exemplos de variáveis de decisão	Nível de atributo do produto, preço.	Estrutura de equipes de desenvolvimento de produto.	Tamanho do produto, forma, configuração, função, dimensões.	Sequência e cronograma do processo de desenvolvimento; Pontos de diferenciação no processo de produção.

Quadro 2.1 – Comparação de perspectivas de decisão com de pesquisas acadêmicas (continuação)

Fatores críticos de sucesso	Posicionamento do produto e preço; Satisfação das necessidades dos clientes.	Alinhamento organizacional; Características da equipe.	Conceito e configuração criativa; Otimização do desempenho.	Seleção de fornecedor e material; Projeto da sequência de produção; Gerenciamento de projeto.
------------------------------------	---	---	--	---

Fonte: Adaptado de Krishan e Ulrich (2001)

Em uma abordagem conceitual, Davila (2000) afirma que o objetivo do desenvolvimento de produto é traduzir uma ideia em um bem físico tangível. Baxter (2000) define desenvolvimento do produto como um processo de transformar uma ideia sobre um produto em um conjunto de instruções para a sua fabricação.

2.2.2 Processo de desenvolvimento de produtos (PDP)

A vantagem competitiva de uma empresa na economia globalizada está relacionada com sua capacidade de introduzir novos produtos no mercado e que estes venham a atrair a atenção dos clientes. Uma das dificuldades encontradas pelas organizações nesse cenário é o gerenciamento integrado do processo de desenvolvimento desses produtos, que devem ser tecnologicamente atualizados, com características de desempenho, custo e distribuição condizentes com o atual nível de exigência dos consumidores (MUNDIM *et al.*, 2002).

O processo de desenvolvimento de produtos (PDP) tem recebido especial atenção por ser reconhecido como fonte de ganhos competitivos. Através da sua sistematização as empresas reduzem custos, aumentam a qualidade dos seus produtos e diminuem os tempos de desenvolvimento. Para que essa sistematização seja efetiva é preciso que o PDP seja melhorado continuamente, de modo que acompanhe a constante necessidade de aprimoramento dos produtos a serem lançados (AGOSTINETTO, 2006).

Segundo Amaral e Rozenfeld (2008), processo é qualquer atividade ou conjunto de atividades que utiliza uma entrada, adiciona valor a ele e fornece uma saída a um cliente específico. Na visão de processos, o desenvolvimento de produtos engloba o conjunto de atividades realizadas pelos diversos setores funcionais da empresa, que permitem a transformação de informações sobre necessidades de mercado em informações e recursos para a produção de um produto específico (AMARAL, 2002).

O PDP consiste em um conjunto de atividades por meio das quais se busca a partir das necessidades do mercado e das possibilidades e restrições tecnológicas, e considerando as

estratégias competitivas e de produto da empresa, chegar às especificações de projeto de um produto e de seu processo de produção, para que a manufatura seja capaz de produzi-lo (ROZENFELD *et al.*, 2006).

A gestão do PDP é complexa e se relaciona com todas as demais atividades da empresa (MUNDIM *et al.*, 2002; TOLEDO *et al.*, 2008). Isso exige a integração entre as áreas funcionais através da formação de equipes multidisciplinares para uma eficiente troca de informações entre as etapas de desenvolvimento.

Numa visão histórica, o PDP foi caracterizado por uma sequência de eventos que marcam a sua evolução ao longo do tempo. Autores como Buss (2008) e Cunha (2008), descrevem essa sequência de eventos que são caracterizados nessa pesquisa através de diferentes ênfases dadas ao processo de desenvolvimento de produtos ao longo do tempo:

- **Produção:** após a Revolução Industrial, no final do século XVIII, culminou-se em avanços tecnológicos nas indústrias; onde o desenvolvimento de produtos consistia em produzir cada vez mais do mesmo tipo de produto, procurando resolver problemas no processo de fabricação e redução de custos. Não existiam as fases iniciais de análise do mercado, identificação de oportunidades, planejamento de produtos e desenvolvimento do conceito.
- **Produto:** a administração científica de Frederick W. Taylor, a administração clássica de Henry Fayol e administração burocrática de Max Weber, foram teorias administrativas que permitiram às empresas aumentarem a eficiência da produção com menores custos, aumentando a oferta de produtos e ocasionando a saturação do mercado. Onde os clientes começaram a exigir não somente acesso a produtos com preços baixos, mas produtos diferenciados e com qualidade que nessa época apresentava muitas não conformidades. A concepção funcional do produto entra em destaque com a fabricação de produtos diferenciados e com alto desempenho técnico, auxiliados pelas ferramentas de controle da qualidade na redução das não conformidades com o surgimento da Gestão da Qualidade Total na segunda metade do século XX.
- **Vendas:** empresas focadas no produto perceberam no final do século XX limitações nessa abordagem, onde a qualidade técnica e o desempenho funcional só permitiriam a diferenciação de produtos enquanto outras empresas ainda não a haviam adotado, sendo facilmente copiáveis. Os clientes só adquiriam o produto se fossem capazes de

avaliar profundamente os seus atributos técnicos. Surge, então, a abordagem na forma de venda do produto, mudando o foco para a forma de divulgação e comercialização do produto, mas não na forma como foram projetados, agregando atividades nas fases finais do processo de desenvolvimento como marketing, divulgação e lançamento do produto.

- **Necessidades dos clientes:** as estratégias agressivas de marketing deixavam os consumidores insatisfeitos pela propaganda enganosa dos vendedores, onde eram convencidos a comprar o que não precisavam ou produtos de baixa qualidade. Aliada a uma oferta abundante de produtos e maior acesso a informação, a resistência e desconfiança dos consumidores obrigaram as empresas a reaproximarem-se dos consumidores e tentarem entender como os consumidores pensavam, compravam e tomavam decisões de compra. Ao invés de achar e convencer os consumidores para comprar os produtos, passaram a tentar criar os produtos certos para os consumidos, adotando-se uma abordagem estratégica para o cliente (BUSS, 2008). A ênfase dessa abordagem é ouvir a “voz do cliente” para desenvolver melhores soluções para as necessidades dos mesmos, mantendo o foco nas fases iniciais do processo de desenvolvimento, onde surgem as ideias que viram produtos de alto valor agregado.

Segundo Cunha (2008), a partir dos anos 1980, as empresas precisaram se adaptar uma nova situação de mercado com o surgimento dos mercados globais. Isso implicou no aumento da concorrência com um maior número de empresas e o surgimento de um cliente cada vez mais exigente, que necessita de um variado número de opções de produto, a custos reduzidos e a intervalos de tempo cada vez menores.

A partir desse momento, o processo de desenvolvimento de produtos passou por diferentes abordagens e diferentes técnicas foram integradas a ele para que as empresas conseguissem desenvolver e lançar um novo produto com maiores chances de sucesso no mercado consumidor. Essa evolução de abordagens é mostrada no Quadro 2.2.

Assim, Kalpic e Bernus (2002) definem o desenvolvimento de novos produtos como o processo que integra diferentes funções empresariais e exige a sua cooperação e coordenação mútua com o objetivo de transformar uma ideia do produto em um produto final disponível para a produção e distribuição no mercado.

Portanto, de acordo com a definição de Clark e Fujimoto (1991), o desenvolvimento de produtos é o processo em que uma organização transforma dados sobre oportunidades de

mercado e possibilidades técnicas em bens e informações para a fabricação de um produto com fins comerciais, através da criação de um projeto específico para cada tipo de produto que uma empresa pretende desenvolver.

Numa abordagem da modelagem de processos de negócio, esse projeto consiste no processo de engenharia típico, centrado na definição das características funcionais e geométricas do produto (as atividades são baseadas principalmente na participação de um departamento de desenvolvimento com a intensa colaboração de outros departamentos técnicos). Devido a complexidade e a amplitude do PDP, são integradas ao processo de concepção outras atividades tecnológicas, de controle, marketing, compras, contabilidade de custos e outras atividades necessárias para ter o “produto pronto”, ou seja, a produção e distribuição aos clientes (KALPIC e BERNUS, 2002).

Para completar a integração das atividades do PDP, surge a preocupação com a gestão do portfólio de produtos, que passa a ocupar destaque entre as preocupações fundamentais das empresas, conduzindo a que o foco na inovação em produto passasse a ser incorporado ao planejamento estratégico das mesmas (CUNHA, 2008).

Quadro 2.2 – Abordagens da evolução do processo de desenvolvimento de produtos

Eras de evolução da gestão do desenvolvimento de produtos	Abordagens do PDP	Foco principal da abordagem	Principais contribuições
Desenvolvimento Sequencial de Produtos	Tradicional ou sequencial.	Divisão de tarefas. Especialização. Ênfase nas áreas funcionais.	As únicas técnicas utilizadas diziam respeito aos produtos.
	Metodologia de projeto.	Divisão de tarefas. Especialização. Ênfase nas áreas funcionais.	Sistematização das atividades por meio de métodos sistemáticos para obtenção de soluções, avaliação, detalhamento e projeto dos processos de fabricação.
Desenvolvimento Integrado de Produtos (DIP)	Engenharia Simultânea (ES)	Uso de equipes multidisciplinares. Busca do paralelismo entre as atividades.	Uso de equipes multidisciplinares. Utilização de um conjunto de metodologias de desenvolvimento integradas em: filosofias, técnicas e métodos.
	<i>Stage-gates</i>	Foco no processo do negócio. Foco na avaliação da transição de fases.	Procedimentos sistemáticos para a transição de fases. Relacionamentos entre transição de fases e a gestão do portfólio.
	Modelo de funil	Foco no processo do negócio. Integração do desenvolvimento de produto com a estratégia de mercado e tecnologia.	Importância da gestão de portfólio. Integração entre o pós-desenvolvimento e o pré-desenvolvimento (aprendizagem e auditoria entre as fases)

Quadro 2.2 – Abordagens da evolução do processo de desenvolvimento de produtos (continuação)

Novas Abordagens para o Desenvolvimento Integrado de Produtos	<i>Lean</i>	Trabalho em equipe. Simplificação e padronização. Ênfase nas fases iniciais. Atividades de busca de novas soluções.	Valorização do <i>Front-End</i> de desenvolvimento, isto é, nas fases iniciais. Uso da padronização e simplificação para diminuir esforço nas atividades rotineiras e aumentar o esforço em testes e busca de novas soluções.
	<i>Design for Six Sigma (DFSS)</i>	Otimização das soluções de projeto utilizando, principalmente, ferramentas estatísticas.	Relacionamento entre o processo de desenvolvimento da tecnologia e de produtos com base na comprovação estatística da robustez da tecnologia.
	Modelos de Maturidade	Possui foco na melhoria incremental e radical do PDP por meio de níveis de maturidade.	Proposição do conceito de níveis de maturidade. Uso de indicadores para avaliar o grau de evolução do processo de negócio.
	Gerenciamento do Ciclo de Vida dos Produtos (PLM)	Integração de todas as etapas do ciclo de vida do produto, incluindo a produção e interprojetos	Gerenciamento integrado de todos os projetos utilizando de ferramentas computacionais. Gerenciamento integrado de todas as etapas do ciclo de vida dos produtos utilizando recursos de TI (Tecnologia da Informação).

Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006)

Para que o desenvolvimento de produtos possa cumprir com o seu papel de contribuir com a competitividade da empresa, de acordo com Rozenfeld *et al.* (2006), um processo eficaz e eficiente de gestão deve ser implementado baseado num modelo de referência que determina a capacidade das empresas de controlarem o processo de desenvolvimento e de aperfeiçoamento dos produtos e de interagirem com o mercado e com as fontes de inovação tecnológica.

Sobre os projetos de desenvolvimento de novos produtos que são criados nas empresas, Wheelwright e Clark (1992a) classificam-nos em quatro tipos; de acordo com a complexidade e o grau de inovação inerente a eles, conforme pode ser visto a seguir e também na Figura 2.1:

- **Pesquisa e desenvolvimento avançados:** processos de desenvolvimento cujo objetivo é o de criar conhecimento (*know-how*) para futuros projetos. Geralmente não têm objetivos comerciais no curto prazo e são inviáveis economicamente;
- **Radical:** quando são incorporadas grandes inovações no produto e no processo, podendo criar uma nova categoria ou família de produtos para a empresa, com a introdução de novas tecnologias ou materiais;
- **Plataformas ou nova geração:** processos de desenvolvimento que incorporam inovações significativas no produto e/ou processo, gerando uma nova família de produtos sem a introdução de novas tecnologias ou materiais, mas com um novo sistema de soluções para o cliente;

- **Derivados ou incrementais:** processos de desenvolvimento que criam um novo produto dentro de uma família, ou seja, seguem as características dessa família.

De acordo com Rosenfeld *et al.* (2006), além desses quatro tipos de projetos de desenvolvimento, existe ainda um outro tipo que é o chamado de *follow-source*. São projetos que chegam da matriz, de outras unidades do grupo ou de clientes e que são adequados e adaptados à realidade local, onde são realizadas atividades de desenvolvimento, validação do processo, de equipamentos e de ferramentas, a produção do lote piloto e o início da produção.

Para Miguel (2008), qualquer um desses tipos de projetos pode ser conduzido através de alianças ou parcerias entre as empresas e instituições para desenvolver um novo produto ou ampliar a linha de produtos, através do compartilhamento de recursos entre si.

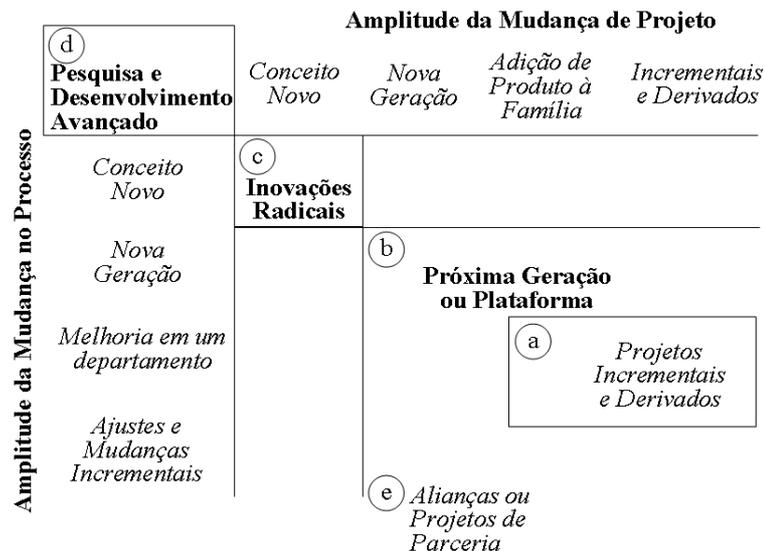


Figura 2.1 – Tipos de projeto de desenvolvimento em relacionados à inovação

Fonte: Adaptado de Wheelwright e Clark (1992b) e Rozenfeld *et al.* (2006).

Na seção seguinte são apresentados os indicadores para medição do desempenho no processo de desenvolvimento de produtos.

2.2.3 Indicadores de desempenho do PDP

A medição de desempenho através de indicadores tem sido considerada um auxílio relevante na busca do sucesso na gestão do processo de desenvolvimento de produtos (SUOMALA e JOKIOINEN, 2003), devido à intensa competitividade internacional, alto nível de qualidade exigida pelo mercado e rápida mudança das tecnologias. O que garante o sucesso de um projeto na introdução de um novo produto no mercado não está relacionado somente à gestão do desempenho financeiro do produto, mas segundo Wheelwright e Clark (1992a), está

também à gestão do desempenho de outros fatores como a confiabilidade de lançar o produto certo, de maneira rápida e no menor custo possível. Esses fatos resumem os principais indicadores de desempenho avaliados no desenvolvimento de novos produtos: qualidade, tempo e custo; conforme proposto pelo guia PMBOK® (PMI, 2004).

Para uma melhor medição dos fatores envolvidos diretamente nos projetos de desenvolvimento alguns autores propõem indicadores para avaliar itens específicos durante as fases de desenvolvimento, além das três dimensões de qualidade, tempo e custo. Griffin e Page (1996) dividiram esses indicadores em três dimensões de sucesso:

- **Cliente:** satisfação do cliente, aceitação do cliente, meta de participação no mercado, meta de crescimento da receita e número de clientes.
- **Financeiro:** lucratividade, taxa interna de retorno, retorno sobre o investimento, *break-even time* (tempo para recuperar o investimento no desenvolvimento de um novo produto a partir de lucros gerados com a venda do novo produto).
- **Desempenho técnico:** vantagem competitiva, velocidade para lançar o produto no mercado, custo no desenvolvimento, qualidade, lançamento do produto a tempo, inovação.

Jayaram e Narasimhan (2007) propõem a avaliação do sucesso no desenvolvimento de novos produtos pela participação de mercado, lucratividade e o *break even time*. Para avaliar a capacidade competitiva no desenvolvimento de novos produtos esses mesmos autores propõem a medição da qualidade em termos de: qualidade do projeto, tempo de lançamento e custo no desenvolvimento.

Krishan e Ulrich (2001) propõem métricas para avaliar o desempenho em diferentes áreas da organização como a participação na perspectiva de marketing, sucesso do projeto para a organização, desempenho técnico e inovação em relação aos projetos de engenharia e *lead time* no que diz respeito ao gerenciamento de operações.

De acordo com Rozenfeld *et al.* (2006), outros indicadores são utilizados para monitorar a produtividade do processo de desenvolvimento de produtos avaliando o portfólio de maneira unificada onde os indicadores aumentam a capacidade da empresa para tomar decisões estratégicas sobre os novos produtos desenvolvidos. Os pesquisadores a seguir propõem esses potenciais indicadores aplicados na melhor seleção dos projetos a serem desenvolvidos, sendo definidos ainda no planejamento estratégico da empresa:

- Cooper, Edgett e Kleinschmidt (2001a, 2004): retorno vs. risco, alinhamento estratégico, alavancagem estratégica, probabilidade de sucesso comercial, probabilidade de sucesso técnico, grau de inovação (patentes).
- Cooper e Kleinschmidt (2007): taxa de sucesso, percentagem de vendas por novos produtos, lucratividade, impacto nas vendas e na lucratividade, recursos investidos em P&D.
- Chao e Kavadias (2008): grau de inovação, gestão de incertezas.
- Griffin e Page (1996): retorno sobre investimento no desenvolvimento, ajuste dos novos produtos a estratégia de negócio, percentual dos lucros dos novos produtos, taxa de sucesso sobre as falhas, percentual das vendas resultantes de novos produtos, percentual das vendas sobre as patentes registradas, percentual dos lucros sobre as patentes registradas.

Como o desenvolvimento de produtos é feito por meio de projetos, cada empresa deve estabelecer os seus indicadores de acordo com a estratégia definida, o tipo de produto a ser desenvolvido e como os projetos são gerenciados em cada fase do processo de desenvolvimento.

Segundo Silva (2001), depois do estabelecimento dos indicadores do processo de desenvolvimento de produtos, é necessário definir o seu grau de prioridade, a respectiva meta de cada indicador, os responsáveis pela coleta dos dados; estabelecer as ações reativas e/ou pró-ativas (plano de ações) e também o plano de implementação e acompanhamento das ações estabelecidas.

A seção seguinte apresenta os conceitos sobre a estrutura de apoio ao desenvolvimento de produtos.

2.3. Estrutura de apoio ao desenvolvimento de produtos

O desenvolvimento de produtos inovadores e competitivos exige das empresas a alocação e uso de recursos em diferentes áreas funcionais que integradas necessitam de uma forma de organização. Exceto para os produtos e projetos mais simples, de acordo com Cooper (1994), a maneira como as empresas se organizam para o desenvolvimento de um novo é um fator crítico de sucesso, onde inovação em produtos deve ultrapassar barreiras da estrutura organizacional funcional para implementar diferentes formas de organização.

Essas diferentes formas de organização definem a estrutura de apoio ao desenvolvimento de

produtos da empresa onde, de acordo com Merwe (2002), o estabelecimento das relações de autoridade na cadeia de comando da organização, os canais formais de comunicação, os times formais de trabalho e as linhas formais de responsabilidades podem ser resumidos em dois tópicos principais: estrutura organizacional e times de trabalho no desenvolvimento de produtos.

2.3.1 Estrutura organizacional

De acordo com Kalpic e Bernus (2002), os projetos de desenvolvimento de produto são mais complexos e maiores em escopo do que a única atividade de engenharia típica, de caráter repetitivo, centrado na definição das características funcionais e geométricas do produto.

São adicionadas a essas atividades outras atividades de diferentes departamentos nas quais Rozenfeld *et al.* (2006) denominaram como áreas do conhecimento: gestão de projetos, meio ambiente, marketing, engenharia de produto, engenharia de processo, produção, suprimentos, qualidade, custos. Segundo Kohn (2006), quanto mais complexo for o grau de trabalho, mais complexas serão as interdependências entre os departamentos funcionais durante as diferentes fases de desenvolvimento do produto.

De acordo com Rozenfeld *et al.* (2006), as empresas precisam organizar as equipes de desenvolvimento eficientemente para que possam realizar o desenvolvimento de produtos de forma efetiva. A organização das atividades de desenvolvimento de produto se refere à forma como os indivíduos que estão trabalhando estão ligados, individualmente ou em grupos, seja formal ou informalmente.

Algumas publicações como Clark e Wheelwright (1993), PMI (2004) e Rozenfeld *et al.* (2006), trazem diferentes, porém as mais tradicionais, maneiras de realizar essa ligação organizacional que ocorrem por meio do alinhamento de funções ou de projetos, ou ambos, onde cada tipo de alinhamento é uma estrutura organizacional a ser adotada por uma empresa na condução de um projeto, conforme mostra o Quadro 2.3.

Quadro 2.3 – Estruturas organizacionais

Clark e Wheelwright (1993)	PMI (2004)	Rozenfeld <i>et al.</i> (2006)
Estrutura funcional	Organização funcional	Estrutura funcional
Time peso leve	Organização matricial fraca	Estrutura matricial peso leve
Time peso pesado	Organização matricial forte	Estrutura matricial peso pesado
Time autônomo	Organização por projeto	Estrutura por projeto
	Organização matricial balanceada	

Fonte: Clark e Wheelwright (1993), PMI (2004) e Rozenfeld *et al.* (2006)

Apesar da classificação dos três autores apresentarem nomes diferentes, ambas possuem na prática o mesmo significado com exceção do PMI (2004), que apresenta uma nova classificação para a estrutura organizacional matricial: a matricial balanceada. Devido à similaridade dos significados, adotou-se uma definição comum para cada tipo de estrutura organizacional, baseada na definição dos três autores.

Estrutura funcional: nesse tipo de estrutura as pessoas são agrupadas por sua área de especialidade ou departamento que realizam funções similares envolvendo um alto grau de especialização de conhecimentos, em termos de formação e experiência. Cada departamento é subordinado a um a gerente funcional que é responsável pela alocação de recursos e pela realização das atividades atribuídas a ele. Ou seja, não existe uma pessoa responsável pelo desenvolvimento como um todo e cada departamento fará o seu trabalho no projeto de desenvolvimento de modo independente dos outros.

Estrutura matricial: é uma combinação de características da estrutura funcional e por projeto. Nela os indivíduos estão ligados a outros tanto por meio das suas áreas funcionais quanto por meio de um ou mais projetos; tendo normalmente dois superiores hierárquicos: um da organização funcional e outro referente ao projeto, sendo dividida em “peso leve” ou fraca, balanceada e “peso pesado” ou forte:

- Na **estrutura matricial “peso leve” ou fraca** o gerente de projeto é mais um coordenador ou facilitador de tarefas de gestão de projetos, não tendo autoridade para tomar decisões sobre o controle das pessoas e sobre os recursos financeiros, que é compartilhado pelos gerentes funcionais de cada departamento.
- Na **estrutura matricial balanceada** existe a equidade entre o gerente funcional e o gerente de projeto na tomada de decisão sobre a distribuição de tarefas e alocação de recursos.
- Já a **estrutura matricial “peso pesado” ou forte** caracteriza-se pela completa autoridade do gerente de projeto sobre os recursos financeiros e sobre os membros do seu time e toma a maioria das decisões para alocação de recursos para o projeto. Mesmo que o trabalho seja realizado dentro de cada departamento, as pessoas podem estar atuando em tempo integral em um projeto específico.

Estrutura por projeto ou times autônomos: indivíduos de diferentes áreas funcionais são formalmente alocados e dedicados ao time de projeto. O gerente de projeto tem total controle sobre seus recursos e a ligação entre as pessoas acontece preferencialmente entre aqueles que

estão trabalhando em um mesmo projeto, pois são deslocadas dos seus departamentos funcionais e dedicadas integralmente ao projeto.

2.3.2 Times de trabalho no desenvolvimento de produtos

A classificação de estrutura organizacional citada na seção 2.3.1 leva em consideração o tipo de divisão de responsabilidades entre gerentes de projeto, gerentes funcionais e projetistas em geral. Interfere na forma pela qual o trabalho poderá ser organizado, mas por si só não a define: as decisões citadas anteriormente (padrões de comunicação, nível de autonomia etc.) são fatores relevantes para avaliar o projeto organizacional vigente (ZANCUL, MARX e METZKER, 2006). Diante disso, é necessário definir qual tipo de estrutura organizacional que uma empresa adota para depois definir os participantes do projeto através da estruturação dos times de trabalho no desenvolvimento de produtos.

Para auxiliar na definição dessa estrutura Rozenfeld *et al.* (2006) propõem uma análise a ser feita através de questões relacionadas a cada tipo de estrutura ligadas a exemplos típicos de organizações e tipos de projetos de desenvolvimento, conforme mostra o Quadro 2.4.

Rozenfeld *et al.* (2006) compararam cada tipo de estruturação ao tipo de organização separadas em perspectiva de liderança, perspectiva do grupo e perspectiva de aprendizagem no desenvolvimento de produtos. O Quadro 2.5 exhibe essa comparação.

Quadro 2.4 – Análise aplicações das estruturas organizacionais

Estrutura organizacional		Exemplos típicos	Questões
Estrutura Funcional		Projetos de customização, projetos do tipo inovação incremental. Projetos de empresas de pequeno porte.	Como garantir a integração entre as diferentes funções para atingir os objetivos do projeto?
Estrutura matricial	"Peso leve" ou fraca	Automóveis tradicionais, aparelhos eletrônicos. Projetos incrementais com alto grau de complexidade.	Como determinar e gerenciar o equilíbrio adequado da equipe, entre a ligação funcional e a do projeto?
	Balanceada	Equilíbrio entre os dois outros tipos de estrutura matricial.	
	"Peso pesado" ou forte	Projetos de sucesso mais recentes da indústria automobilística. Projetos com alto grau de inovação da indústria eletrônica.	
Estrutura por projeto ou autônoma		Empresas que competem por inovação, com grandes mudanças tecnológicas. Ex.: indústria aeroespacial.	Como compartilhar o aprendizado de um projeto para o outro?

Fonte: Adaptado de Rozenfeld *et al.* (2006)

Quadro 2.5 – Comparação das estruturas com características das organizações

Tipos de organização	Funcional	Matricial		Por projeto
		Leve	Pesado	
Perspectiva de Liderança				
Autoridade do gerente de projeto	Pouca ou nenhuma.	Baixa.	Forte.	Forte ou total.
Alocação do gerente de projeto	Tempo parcial.	Tempo parcial.	Tempo integral.	Tempo integral.
Funções do gerente de projeto	Técnicas.	Técnicas e comunicação.	Técnicas, gerenciais, negociação e comunicação.	Técnicas, gerenciais, negociação e comunicação.
Controle sobre o desenvolvimento	Tratada fundamentalmente entre os gerentes funcionais.	Compartilhada entre o líder (menor peso) e os gerentes funcionais.	Compartilhada entre o líder (menor peso) e os gerentes funcionais.	Totalmente do gerente de projeto.
Perspectiva do Grupo				
Participação de outros departamentos funcionais no projeto	Limitada pela burocracia funcional.	Limitada fisicamente.	Extensa.	Extensa.
Comunicação gerente de projeto-linha de frente	Indireta.	Direta e indireta.	Direta.	Direta.
Predominância de autoridade	Líder funcional.	Líder funcional.	Gerente de projeto.	Gerente de projeto.
Perspectiva de Aprendizagem				
Aprendizagem sistêmica de projeto	Baixa.	Moderada.	Grande.	Grande.
Compartilhamento da aprendizagem da especialidade técnica	Alta.	Grande.	Moderada.	Baixa.

Fonte: Adaptado de Rozenfeld *et al.* (2006)

A maioria das pesquisas tem apontado a organização matricial balanceada como a forma mais efetiva para se obter os resultados esperados em uma organização que trabalha com ambientes de projetos. Entretanto, a escolha de um ou outro tipo de estrutura depende muito da natureza dos problemas de projeto. Por exemplo, projetos em que a natureza tecnológica do produto é simples e não muda com muita frequência podem ser mais bem executados em uma estrutura em que se têm claramente definidas as responsabilidades e especialidades de cada indivíduo

ou departamento da organização, ou seja, uma estrutura funcional. Por outro lado, para projetos nos quais a natureza do produto é complexa e apresenta muitas novidades, em que a tecnologia muda ou avança com muita frequência, é indicada uma organização em que as equipes tenham autoridade, autonomia e poder de decisão, tornando o processo ágil, adotando uma estrutura matricial ou por projeto (BACK *et al.*, 2008).

Integração entre as diferentes fases de um projeto de desenvolvimento de um novo produto com a autonomia do time do projeto é considerada como sinônimo de uma das melhores práticas para promover a inovação de produto (CHAPMAN e HYLAND, 2004).

De acordo com Cooper (1994), as investigações sobre o sucesso de novos produtos de forma consistente citam as interfaces entre diversos departamentos como, por exemplo, P&D, engenharia e marketing etc.

A coordenação de pessoas nessas interfaces dentro dos times de projeto exige entradas multidisciplinares para o projeto de novos produtos, características multifuncionais e a definição detalhada dos times e do gerente do projeto. A falta de um time multidisciplinar (*cross-funcional*), com um líder bem definido, e membros da equipe capacitados e dedicados, é provavelmente a principal razão para os atrasos nos projetos, erros no *design* de produtos e equívocos no lançamento do novo produto (COOPER, 1994).

A configuração da equipe de projeto deverá representar os usuários, mesmo que nem todos envolvidos estejam presentes. Essa representação não é necessariamente física ou presencial a todo instante durante o planejamento e a execução do projeto, mas está na forma de expressão de desejos e necessidades, de conhecimentos especializados necessários ao projeto nos momentos de decisão. A definição dos membros também está diretamente associada a natureza do projeto e de suas tarefas e deve ser estabelecida no planejamento do projeto com apoio, por exemplo, de ferramentas como a Estrutura de Desdobramento do Trabalho (EDT) e a matriz de responsabilidades (BACK *et al.*, 2008).

Depois de contextualizar as estruturas organizacionais existentes e a forma como os times de projetos se classificam dentro dessas estruturas, a próxima seção conceitua o planejamento estratégico de produtos como forma de contextualizar a inovação em produtos, a gestão tecnológica de projetos de P&D e o gerenciamento do portfólio de produtos.

2.4. Planejamento estratégico de produtos

Segundo Porter (1996), a estratégia competitiva é a criação de um posicionamento único e

valioso de um produto no mercado que engloba um conjunto de atividades de planejamento diferentes dos concorrentes, para satisfazer todas as necessidades e de ter acesso a todos os consumidores. Um produto para ser estrategicamente competitivo exige planejamento, antes mesmo de iniciar o seu desenvolvimento. O desenvolvimento de produtos é uma atividade contínua e deve ser coerente com a estratégia global de negócios de uma empresa. Várias estratégias de negócio exigem uma ênfase diferente na concepção e desenvolvimento de produtos que deve ser compatível com a sua competência distintiva na introdução de novos produtos (ROSENTHAL, 1992).

O planejamento estratégico é um processo gerencial que não está vinculado a uma função específica dentro da empresa, caracterizando-se como um processo *cross-funcional*. Uma das finalidades do planejamento estratégico é gerar informações que orientem o PDP, principalmente nas suas fases iniciais, quando ocorre a definição do produto, mas também durante todo o processo de desenvolvimento. O planejamento estratégico desdobra-se no planejamento estratégico do produto, orientando o PDP em relação às estratégias tecnológicas (foco da tecnologia central do produto) e nas estratégias de produto da empresa (linhas de produto, segmentos de mercado, canais de distribuição etc.) (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Para Cheng (2000), existe uma tentativa constante de articular as necessidades do mercado com as competências tecnológicas e organizacionais, permitindo continuidade no negócio da empresa. Para esse mesmo autor, a perspectiva estratégica compreende o alinhamento das metas e objetivos da empresa, considerando as particularidades do seu negócio, com o conjunto de projetos em desenvolvimento, relacionando esse conjunto com a capacidade da organização em desenvolver novos produtos.

O objetivo do planejamento estratégico de produtos é obter um plano contendo o portfólio de produtos da empresa, a partir do Planejamento Estratégico da Unidade de Negócios. Na prática, isso significa uma lista descrevendo a linha de produtos da empresa e os projetos que serão desenvolvidos, de maneira a auxiliá-la a atingir as metas estratégicas de negócio. Para os produtos em comercialização, esse portfólio de produtos geralmente inclui uma previsão da retirada do mercado. Com relação aos produtos a serem desenvolvidos, é preciso conter uma primeira descrição de suas características e metas para o início de desenvolvimento, lançamento e retirada (ROZENFELD *et al.*, 2006).

2.4.1 Inovação em produtos

2.4.1.1 Conceitos

Observando o cenário competitivo atual, inovação em produtos é um fator relevante para o sucesso do negócio (CHAPMAN e HYLAND, 2004).

A necessidade de inovação em produtos nunca foi tão grande. Atualmente os ciclos de vida dos produtos são mais curtos do que nunca foram e novos produtos tornam os antigos obsoletos. Impulsionados pela globalização dos mercados, os avanços tecnológicos e as necessidades dos clientes estão em constante mudança e a inovação em produtos é agora um dos desafios prioritários. O problema é que lançar novos produtos bem sucedidos não é tão fácil. Estima-se que mais de 50% dos recursos que as empresas dedicam à concepção, desenvolvimento e lançamento de novos produtos vão para empreendimentos que não conseguem ser bem sucedidos, eles falham no mercado, ou nem sequer chegam ao mercado. Apenas um em cada quatro projetos de desenvolvimento são bem-sucedidos comercialmente e um terço de todos os lançamentos de novos produtos falham (COOPER, 2000). Para muitos produtos essa realidade ainda ocorre nos dias atuais.

Para autores como McDermott e O'Connor (2002), a inovação é definida como uma nova tecnologia ou combinação de tecnologias que oferecem benefícios de valor para a empresa e para o mercado. Diante disso, a invenção de um novo produto que traga um diferencial para a empresa diante os seus concorrentes caracteriza a conceito de inovação.

Porém, conforme Vilarouca (2008), a invenção transforma-se em inovação quando é praticamente implementada ou usada, ou seja, a inovação é a implementação econômica de uma invenção. Segundo a OECD (2005), a inovação tecnológica inicia-se pela percepção da oportunidade de oferecer um novo produto ou serviço aos clientes que resulta numa invenção baseada em tecnologia, abrangendo tarefas de desenvolvimento, produção e marketing empenhadas para o sucesso comercial da invenção.

De acordo com Negri e Salerno (2005), em um estudo realizado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2005), 1,7% das empresas brasileiras inovam e diferenciam produtos. Apesar desse baixo valor, elas são responsáveis por 25,9% do faturamento industrial no Brasil, representam 13,2% do emprego gerado e são mais produtivas. As outras são empresas especializadas em produtos padronizados que representam 21,3% da indústria e empresas que não diferenciam produtos representando 77,1%, como a grande maioria.

O processo de inovação pode envolver um simples projeto inovador ou um empreendimento

de alto risco envolvendo clientes, fornecedores e grupos *cross-funcional* dentro da organização, onde a complexidade individual dos produtos frequentemente requer um grande número de projetistas, engenheiros e gerentes de projetos trabalhando através de uma empresa estendida a locais geograficamente distribuídos (CHAPMAN e HYLAND, 2004).

2.4.1.2 Processo de inovação

Uma empresa que promova a inovação em produtos está então inserida num ambiente muito competitivo e de constante mudança, onde surge a necessidade de prever futuros desenvolvimentos, tanto próprios como dos concorrentes.

De acordo com Back *et al.* (2008), determinadas estratégias da organização direcionam os esforços para a busca de ideias de novos produtos, que deverão ser desenvolvidas e selecionadas. As ideias selecionadas poderão ser implementadas sob diferentes tecnologias. Quando essa definição for obtida, considerando ainda informações do mercado e de produção, define-se um projeto de desenvolvimento de produto que deverá ser planejado, executado e controlado; como pode ser visto na Figura 2.2.

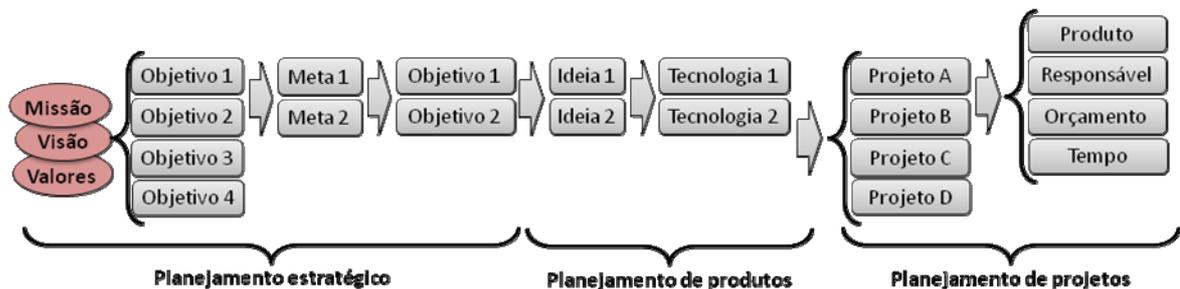


Figura 2.2 – Contextualização do planejamento de produtos

Fonte: Adaptado de Back *et al.* (2008)

Desde pequenas mudanças nos produtos existentes até a criação de um produto radicalmente novo, as empresas podem inovar em produtos através de diferentes níveis. Os tipos de projetos de desenvolvimento, definidos por Wheelwright e Clark (1992a) e Rozenfeld *et al.* (2006) descritos na seção 2.2.2 da presente pesquisa, especificam o grau de inovação de um produto ou de um projeto de desenvolvimento: pesquisa e desenvolvimento avançados, radical, plataformas ou nova geração, derivados ou incrementais e *follow-source*.

Essa classificação pode ser comparada na ferramenta funil de inovação desenvolvida por Clark e Wheelwright (1993), que de acordo com Zien e Buckler (1997), tem sido utilizada pelas empresas para desenvolvimento de novos produtos (vide Figura 2.3).

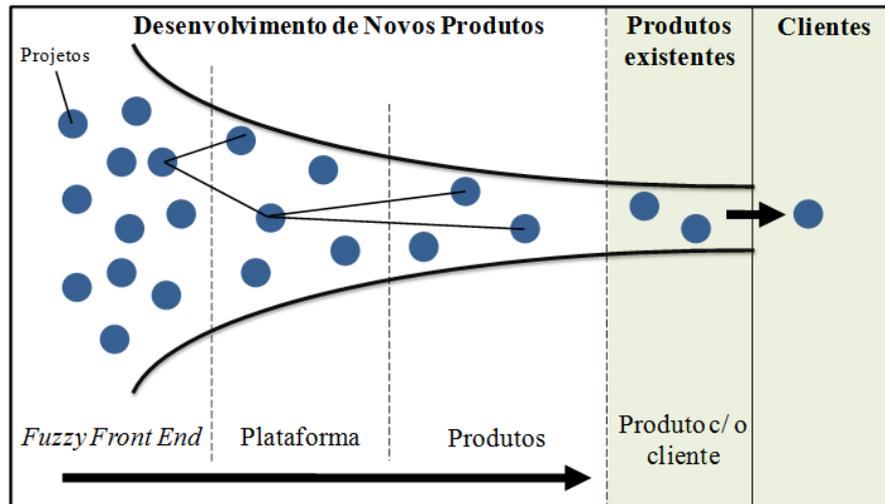


Figura 2.3 – Funil tecnológico de desenvolvimento de novos produtos
 Fonte: Adaptado de Clark e Wheelwright (1993)

O funil de inovação se inicia com o pensamento para geração e exploração de ideias para novos produtos, onde existe um alto nível de incerteza sobre o produto a ser inventado. Nesse caso encontram-se os projetos de pesquisa e desenvolvimento avançados e radicais; autores como Khurana e Rosenthal (1998) denominam esses projetos como *fuzzy front ends*.

Na segunda parte do funil, das ideias que seguiram em frente, surgem os projetos plataforma ou nova geração que, segundo Cooper (2007), se referem aos projetos de desenvolvimento de novas tecnologias, cujo objetivo é criar novos conceitos, novos processos de fabricação, gerando conhecimento e competências para explorar novos mercados com produtos diferenciados.

Na terceira parte do funil, surgem os projetos derivados ou incrementais que derivam da evolução de uma tecnologia desenvolvida, fruto de um projeto de P&D para ser aplicado em um produto que futuramente será destinado a um cliente. Nessa parte encaixam-se também os projetos *follow-source*.

A proposta do funil de inovação de Clark e Wheelwright (1993) é que desde a criação da ideia inventiva, passando pelo desenvolvimento de novas tecnologias até chegar aos projetos de produtos destinados aos clientes, somente os produtos com maior probabilidade de sucesso cheguem ao mercado, garantindo eficácia e atendimento às metas da estratégia competitiva da empresa, ou seja, o número de projetos diminui na medida em que se caminha para o final do funil, representado na figura 2.9.

A manutenção de padrões de competitividade baseada em novos produtos e processos, oriundos de, cada vez mais, intensas atividades de P&D, só se torna viável quando a empresa

percebe que seus investimentos serão protegidos e, por algum tempo, ela terá preservado para si seu espaço no mercado, livre de concorrências. Essa proteção se dá através do sistema de patentes que vem se fortalecendo, à medida que aumentam consideravelmente os investimentos feitos em P&D pelas empresas. A importância do sistema é confirmada, quando se sabe que mais de 300 mil novos pedidos de patentes são depositados anualmente no mundo cobrindo todas as áreas da tecnologia; e mais de 70% da documentação técnica originada no mundo somente é publicada sob a forma de documento de patente. Assim, o uso do sistema de patentes passa a ser uma importante ferramenta para acompanhamento da evolução tecnológica (HEMAIS *et al.*, 2000).

2.4.1.3 Gestão tecnológica de projetos de P&D

No processo de inovação, permite-se destacar a criação da ideia como identificação de oportunidades de novos produtos até a definição do desenvolvimento de novas tecnologias através de projetos de P&D, pois segundo Cooper (2007), projetos de P&D são importantes para o crescimento da empresa em longo prazo, onde uma grande quantidade de recursos deve ser alocada de forma estratégica, devido ao alto risco e ao alto nível de incerteza inerente a esse tipo de projeto.

O processo de P&D normalmente realiza atividades de pesquisa voltadas para o desenvolvimento ou domínio das tecnologias, isto é, soluções baseadas em fenômenos físicos e químicos voltadas para a solução de problemas bastante específicos. O resultado desse processo é o domínio da tecnologia, isto é, conhecimentos e soluções tecnológicas que serão utilizadas no processo de desenvolvimento de produtos. Somente as soluções tecnológicas que forem consideradas estáveis e maduras deverão ser incorporadas nos projetos de novos produtos. As soluções tecnológicas fornecidas ao PDP tanto podem ser desenvolvidas a partir de objetivos e planos internos da P&D, como podem ser desenvolvidas a partir de demandas ou solicitações do próprio PDP. Essas atividades podem ser realizadas internamente à empresa e ou em parcerias, por exemplo, com instituições de pesquisa e até mesmo de ensino (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Grandes inovações exigem novas habilidades, níveis de entendimento do mercado, saltos em habilidades de novos processos e sistemas de toda a organização. O novo produto ou processo desenvolvido é tão distinto das atividades atuais e existentes dentro da empresa que o processo de trazê-lo ao mercado pode não ser o mesmo comparado com todos os outros produtos existentes na empresa (MCDERMOTT e O'CONNOR, 2002). Na perspectiva da

gestão de P&D para Suomala e Jokioinen (2003), buscar o sucesso de novos produtos pode ser um desafio, uma vez que as perspectivas de êxito normalmente variam de acordo com sua fase no processo de inovação.

A ideia do produto pode apresentar-se de várias formas: descrição das características necessárias ao produto, descrição funcional do produto, descrição dos seus princípios de funcionamento ou uma combinação das anteriores. Também são encontradas ideias de produtos na forma de visões de características futuras dos produtos (BACK *et al.*, 2008).

Para se chegar à visão futura dos produtos, autores como Phaal, Farrukh e Probert (2004) e Willyard e McClees (1987), propõe a utilização de uma técnica chamada de *Technology Roadmapping* que visa o gerenciamento da tecnologia. De acordo com Phaal, Farrukh e Probert (2004), o *Technology Roadmapping* é uma técnica amplamente utilizado nas empresas para auxiliar o planejamento estratégico de longo prazo. A abordagem fornece, através de uma estrutura gráfica, maneiras para explorar e comunicar as relações entre a evolução e desenvolvimento de mercados, produtos e tecnologias ao longo do tempo. Com isso a inovação acontece de maneira constante na empresa, onde novas ideias são transformadas em produtos de forma que a tecnologia aplicada esteja alinhada a estratégia da empresa, agora e no futuro. Ele revela as inter-relações entre os parâmetros do mercado de produtos e tecnologia, e identifica os objetivos que justificam os esforços da empresa (KAPPEL, 2001).

Segundo Phaal, Farrukh e Probert (2001), a abordagem *Technology Roadmapping* é muito flexível em termos de “produto” ou “processo” e pode ser aplicada para avaliar o impacto da tecnologia em várias áreas dentro da empresa: planejamento de produto, planejamento de serviços, planejamento estratégico, planejamento de longo prazo, planejamento do conhecimento, planejamento de programas, planejamento de processos e planejamento de integração.

A Figura 2.4, proposta por Phaal, Farrukh e Probert (2004), apresenta um *Technology Roadmapping* genérico que mostra ao longo do tempo com camadas ou categorias de informações, como a tecnologia pode ser alinhada ao desenvolvimento de produtos e serviços, estratégia de negócios e oportunidades de mercado; referenciando as tendências do produto para o futuro.

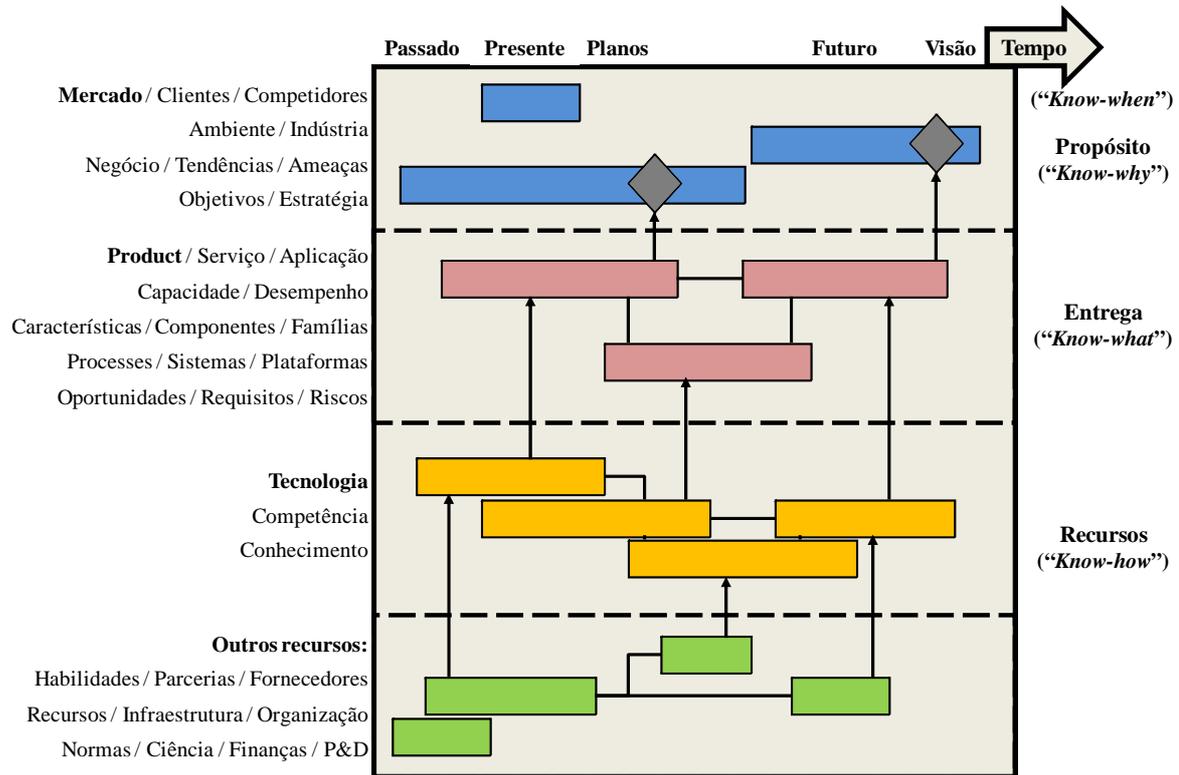


Figura 2.4 – *Technology Roadmapping* genérico

Fonte: Adaptado de Phaal, Farrukh e Probert (2004)

A elaboração de um *Technology Roadmapping* ocorre na forma de *workshops*, conforme mostra a Figura 2.5. Os três primeiros *workshops* focam no levantamento de informações para as três camadas principais do mapa (mercado, produto e tecnologia) e o último *workshop* traz os três temas juntos para a construção do mapa (PHAAL, FARRUKH e PROBERT, 2004).



Figura 2.5 – *Workshops* para a construção do *Technology Roadmap*

Fonte: Adaptado de Phaal, Farrukh e Probert (2004)

2.4.2 Gerenciamento do portfólio de produtos

Gestão de portfólio de um novo produto apresenta um desafio difícil, pois os recursos devem

ser alocados entre os programas de inovação e cada programa pode representar direções conflitantes em termos de estratégia empresarial (CHAO e KAVADIAS, 2008).

Uma empresa tem geralmente diversas possibilidades de desenvolvimento de novos produtos, direcionados para vários mercados, e tem que decidir quais produtos serão desenvolvidos em determinado período (MIGUEL, 2008). Essa tomada de decisão é denominada como gestão de portfólio que consiste na seleção ou priorização adequada de projetos de desenvolvimento antes mesmo de executá-los, analisando características como potencial de vendas, tendência de mercado, vantagem competitiva, custo, viabilidade técnica e econômica, risco e outros (MIGUEL, 2008).

Dentro do planejamento estratégico, os produtos são classificados em portfólios. Dentro de cada portfólio são criados os projetos de desenvolvimento. De acordo com Rozenfeld *et al.* (2006), na criação de um projeto é preciso conter uma primeira descrição das características do produto, bem como as metas para o início do desenvolvimento, lançamento e retirada. Depois são alocados recursos humanos, financeiros e tecnológicos para que o processo de desenvolvimento do novo produto possa seguir em frente.

Gerenciamento de portfólio é um processo de decisão dinâmico, através do qual uma lista de novos produtos ativos do negócio é constantemente atualizada e revisada. Nesse processo, novos projetos são avaliados, selecionados e priorizados; projetos existentes podem ser acelerados, não priorizados ou cancelados; e os recursos são alocados e realocados aos projetos ativos. O processo de decisão do portfólio é caracterizado por informações incertas e mutantes, oportunidades dinâmicas, múltiplos objetivos e considerações estratégicas, interdependência entre projetos, múltiplas localizações e tomadores de decisão (COOPER, EDGETT e KLEINSCHMIDT, 2001a). Para Archer e Ghaemzadeh (1999), um portfólio de projetos é um grupo de projetos que são realizados sob o patrocínio e gestão de uma organização específica.

Cooper (2000) apresenta quatro metas da gestão de portfólio:

- a) Alocar recursos para maximizar o valor do portfólio;
- b) Desenvolver o balanceamento de projetos do portfólio (ou seja, equalizar a quantidade de projetos de longo prazo com os de curto prazo, projetos de baixo risco com os de alto risco, projetos inovadores com os de baixa inovação, projetos de alta lucratividade com os de baixa lucratividade);
- c) Alinhar o portfólio à estratégia do negócio;

d) Manter um número adequado de projetos para a quantidade de recursos disponíveis.

Através de uma pesquisa bibliográfica realizada por Castro e Carvalho (2010), foram identificados cinco modelos de gerenciamento de portfólio, entre os quais se pode citar: Wheelwright e Clark (1992), Cooper, Edgett e Kleinschmidt (1997), Archer e Ghasemzadeh (1999), Rabechini Jr., Maximiano e Martins (2005) e PMI (2006). Através da análise desses modelos, os autores consideraram que o gerenciamento de portfólio de uma empresa pode ser dividido em sete etapas: alinhamento com prioridades estratégicas, definição dos recursos, classificação dos projetos, avaliação individual, seleção e priorização dos projetos, alocação dos recursos e controle do portfólio.

Dentre todas essas sete etapas, Cooper (2000) destaca a etapa de seleção e priorização dos projetos, onde a sequência de importância dos mesmos é definida, permitindo que a empresa consiga alocar recursos de forma estratégica e para os projetos adequados, onde os investimentos em P&D podem ser otimizados.

Essa seleção permite o gerenciamento do conjunto de projetos associados aos objetivos estratégicos da organização de forma compatível com os recursos disponíveis para sua realização. Empresas que definem recursos e executam projetos de desenvolvimento de novos produtos mais eficazmente e eficientemente do que os seus competidores são recompensadas com significantes vantagens estratégicas (WHEELWRIGHT e CLARK, 1994).

Ghasemzadeh e Archer (2000) destacam algumas dificuldades associadas à seleção de portfólio: presença de critérios qualitativos e quantitativos e, frequentemente, conflitantes, presença do risco e da incerteza, necessidade de balanceamento de importantes fatores, interdependência entre projetos e grande número de portfólios factíveis.

Para diminuir as dificuldades existentes, Cooper, Edgett e Kleinschmidt, (2001a) apresentam algumas técnicas que são utilizadas na seleção ou priorização dos projetos nos portfólios. Dentre essas técnicas pode-se citar o **modelo de notas**, onde os especialistas de um determinado portfólio da empresa avaliam e pontuam os projetos baseados em alguns critérios (financeiros, alinhamento estratégico do negócio, probabilidade de sucesso técnico e probabilidade de sucesso comercial), definido a prioridade dos projetos pelo total da multiplicação dos valores dados pelos especialistas para cada projeto; outra técnica é o **diagrama de bolhas** onde um gráfico com três dimensões (dois eixos e o diâmetro da bolha) é desenhado para o portfólio de projetos da empresa, comparando a viabilidade técnica do projeto, a atratividade do mercado e a importância desse projeto para a estratégia de negócio

da empresa.

Castro e Carvalho (2010) sintetizam as sete etapas do gerenciamento de portfólio na Figura 2.6, criando uma ligação entre o planejamento estratégico de produtos com o gerenciamento de projetos, desde o desenvolvimento da estratégia no nível estratégico, passando pelo nível intermediário da empresa, onde são definidos como atingir os objetivos e metas do plano estratégico, até chegar ao nível operacional, onde os projetos os recursos foram alocados e os projetos começam a serem gerenciados dentro de cada portfólio.

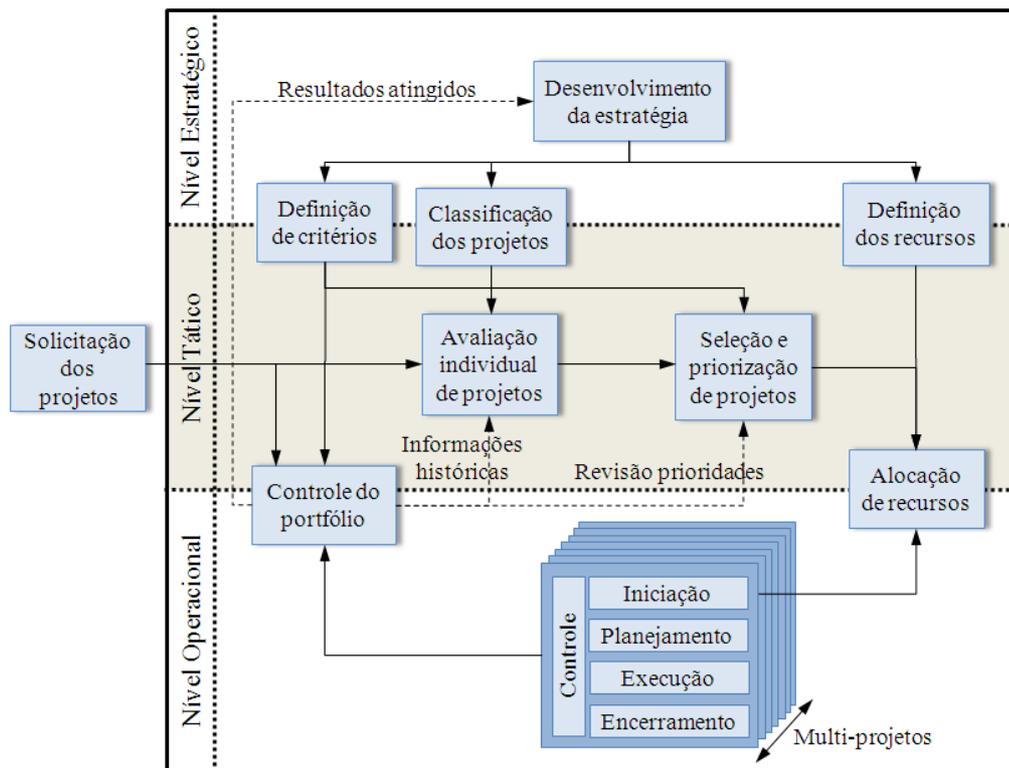


Figura 2.6 – Análise das fases do gerenciamento de portfólio

Fonte: Adaptado de Castro e Carvalho (2010)

Atualmente, pesquisadores têm estudado maneiras para definir um portfólio de projetos que estejam alinhados à estratégia da empresa, mas ao mesmo tempo satisfaçam as perspectivas de inovação da empresa em relação ao mercado, produto e tecnologia.

Diante dessa premissa, Oliveira e Rozenfeld (2010) propõem um método para integrar a abordagem *Technology Roadmapping* (TRM) com o gerenciamento de portfólio nas fases iniciais do desenvolvimento de produtos, numa sequência de atividades para promover a identificação de oportunidades de novos produtos, definição de projetos de novos produtos e seleção desses projetos.

A Figura 2.7 mostra o resultado dessa integração onde as atividades foram organizadas para

melhorar a eficácia e a eficiência do pré-desenvolvimento de produto. Após a seleção do portfólio de projetos e alocação de recursos os mesmos começam a ser gerenciados e conduzidos através das fases do modelo de PDP adotado na empresa.

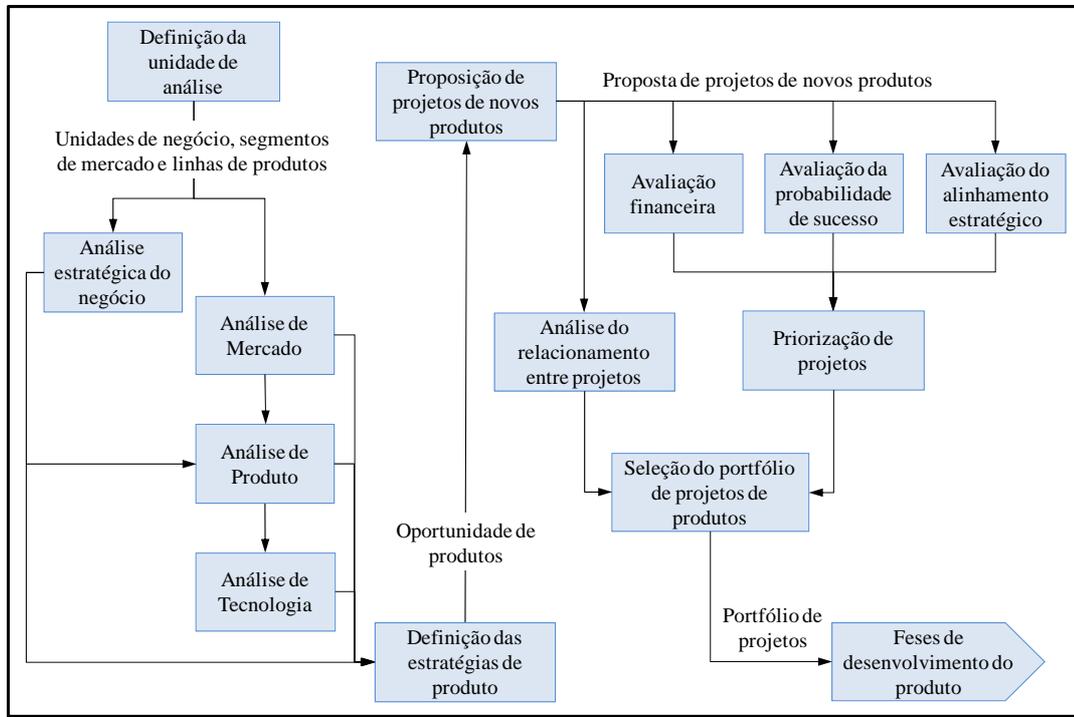


Figura 2.7 – Integrando a abordagem TRM com o gerenciamento de portfólio

Fonte: Adaptado de Oliveira e Rozenfeld (2010)

2.5. Gerenciamento de projetos

De acordo com o *Project Management Body of Knowledge - PMBOK* (PMI, 2004), um projeto pode ser definido como um esforço temporário empreendido para criar um produto, um serviço ou um resultado exclusivo. Esse projeto precisa ter um começo, meio e fim bem definidos, deve criar um produto único, possuir elaboração progressiva e deve ser orientado ao planejamento estratégico da empresa. A gestão de projetos é então a maneira como esse projeto é conduzido dentro da empresa pela equipe do projeto, onde o PMI (2004) propõe a utilização de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas através de cinco processos diferentes, porém relacionados entre si, que delimitam as atividades do projeto: iniciação, planejamento, execução, monitoramento, controle e encerramento.

Segundo Tatikonda e Rosenthal (2000), o gerenciamento eficaz de projetos de desenvolvimento de produtos utilizando novas tecnologias pode ser estudado pela caracterização dos projetos em termos dos desafios tecnológicos que a equipe de desenvolvimento vai enfrentar para conduzir o projeto até o seu fim, onde as características do projeto de desenvolvimento de produtos são extremamente importantes.

Para Junior e Carvalho (2003), essas características do projeto são identificadas no desempenhar das funções relacionadas em todas as fases do desenvolvimento do produto, onde gerentes de projetos e membros de equipes devem estar orientados em: buscar resultados, planejar e acompanhar os prazos e custos, estabelecer especificações, gerenciar o escopo e as mudanças etc. No entanto, uma equipe de alto desempenho se desenvolve realizando também funções relacionadas às questões pessoais. Nesse aspecto cabe lembrar dos modelos de competências muito discutidos atualmente, explorando naturalmente o âmbito dos relacionamentos e atitudes. As competências organizacionais, por seu lado, se referem à possibilidade de indivíduos ou equipes de conduzirem seus projetos de forma a alcançarem os objetivos propostos, dando maior competitividade às empresas (RABEQUINI JUNIOR e CARVALHO, 2003).

O gerenciamento das características do projeto foi dividido pelo PMI (2004) em nove áreas de conhecimento: integração, escopo, tempo, custo, qualidade, recursos humanos, comunicação, aquisição e riscos. Cabe ao gerente do projeto ou à equipe, definir quais áreas deverão ser utilizadas em um projeto específico para que os desafios de lançar um novo produto no mercado possam ser superados pela excelência na forma de gerenciar projetos.

2.6. Modelos de referência para desenvolvimento de produtos

Para Davila (2000), o desenvolvimento de produtos é um processo incerto, por isso precisa ser estruturado através de fases bem definidas onde cada fase termina com uma tomada de decisão sobre o futuro do projeto do novo produto. De acordo com Pahl *et al.* (2005), uma metodologia de projeto é um procedimento planejado de ações a serem tomadas durante o desenvolvimento de sistemas técnicos.

Essas fases representam o processo de negócio como um fluxo contínuo de atividades com entradas e saídas bem distintas que possibilitam o sucesso ou o insucesso da empresa no lançamento de um produto no mercado. Segundo Bremer e Lenza (2000), pelos processos de negócios pode-se materializar as políticas gerenciais, os fluxos de documentos e informações, os procedimentos operacionais e os processos de manufatura.

O desempenho do processo de desenvolvimento de um novo produto não depende somente da eficácia e eficiência da realização das atividades, mas também do grau de integração entre elas. Essa integração requer a adoção de mútuos mecanismos de ajustamento de coordenação, comunicação lateral e técnicas de solução de problemas (CARBONARA e SCOZZI, 2006).

Conforme Kalpic e Bernus (2002), a adoção de um modelo de referência do processo de

desenvolvimento de novos produtos para sequenciar as atividades através de fases, auxiliam no planejamento, programação, gerenciamento e execução de projetos de desenvolvimento.

Com um modelo de referência, afirmam Rozenfeld *et al.* (2006), pode-se obter uma visão única do processo de desenvolvimento de produtos, nivelando-se os conhecimentos entre os atores que participam de um desenvolvimento específico. Isso garante a sistematização e documentação do PDP. Isso permite que as particularidades de cada projeto e da equipe de desenvolvimento sejam atendidas e, ao mesmo tempo, garante-se a utilização das melhores práticas em cada fase do projeto.

O modelo de referência contribui para que as empresas passem a executar um processo de desenvolvimento de produtos mais formal e sistemático, integrando aos demais processos empresariais, com os participantes da cadeia de fornecimento e com os clientes finais. Fornece, ainda, os meios para que as empresas inovem e desenvolvam, dentro de suas fábricas, novos produtos (BACK *et al.*, 2008).

Através de um estudo bibliográfico, Suarez, Jung e Caten (2009) identificaram vários modelos de desenvolvimento de produto (DP) e modelos de processo de desenvolvimento de produto (PDP) elaborados por diversos autores, contextualizando-os por marcos históricos da ciência e tecnologia que podem ter influenciado suas concepções, conforme ilustra a Figura 2.8.

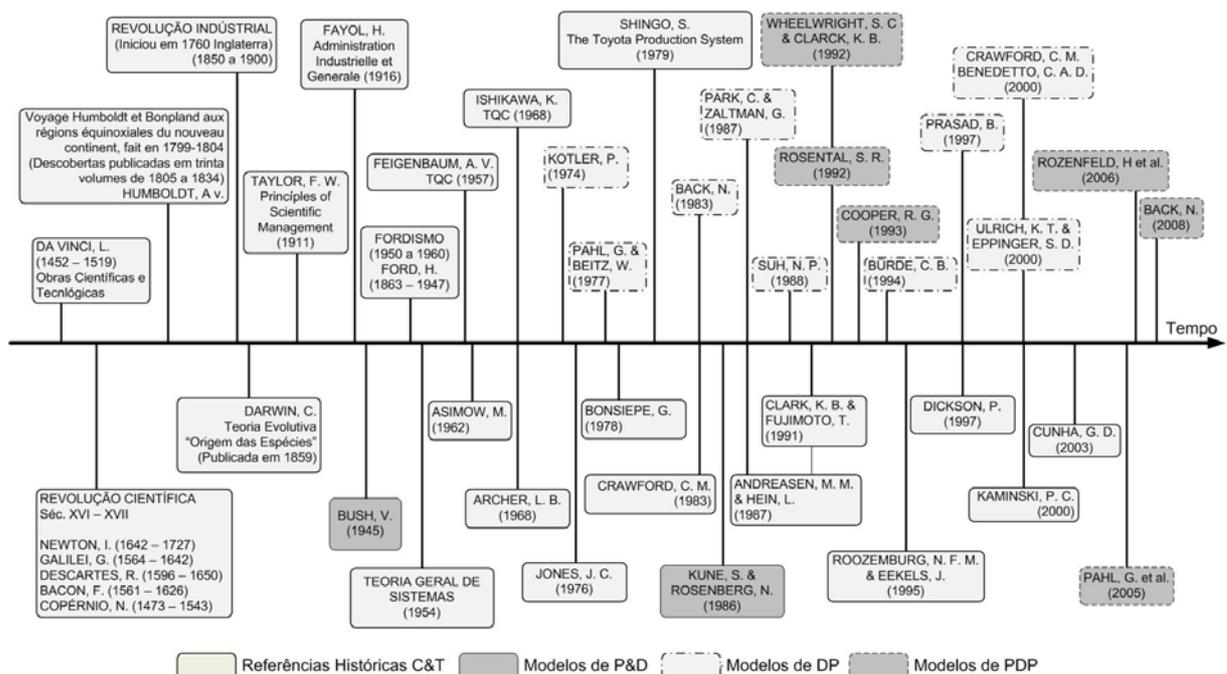


Figura 2.8 – Modelos de referência contextualizados por marcos históricos

Fonte: Adaptado de Suarez, Jung e Caten (2009)

Dentre os modelos de DP e PDP, foram escolhidos seis modelos de PDP apresentados na Figura 2.8, devido ao fato de focarem mais na gestão do processo de desenvolvimento e por serem os mais referenciados na literatura, apesar de caracterizar também o projeto do produto. São os seguintes autores: Wheelwright e Clark (1992a), Rosenthal (1992), Cooper (1993), Pahl *et al.* (2005), Rozenfeld *et al.* (2006) e Back *et al.* (2008).

Nos itens 2.5.1 a 2.5.6 esses modelos serão detalhados, destacando-se as principais etapas, a forma de implementação e as características específicas de cada um.

2.6.1 Modelo de projeto e desenvolvimento de produto de Steven C. Wheelwright e Kim B. Clark

De acordo com Wheelwright e Clark (1992a), o processo no qual as empresas transformam ideias e conceitos em protótipos funcionais, por meio do projeto de engenharia detalhado, testes, preparação da produção e fábricas para a operação comercial, é o caminho que novos produtos seguem para serem lançados no mercado.

Esses autores propõem uma estrutura detalhada com elementos básicos que permitem aumentar a eficácia e eficiência no projeto e desenvolvimento de novos produtos, conforme mostra a Figura 2.9.

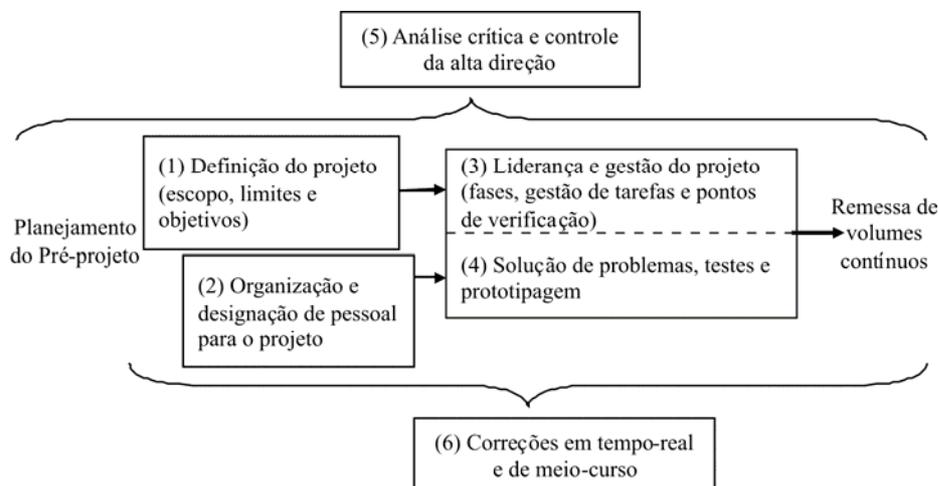


Figura 2.9 – Modelo de desenvolvimento de produto de Wheelwright e Clark

Fonte: Adaptado de Wheelwright e Clark (1992a)

A primeira atividade desse modelo é a **definição do projeto**, que compreende o desenvolvimento do conceito inicial, a definição e delimitação do esforço de projeto, obtenção das entradas preliminares internas e externas e a venda do projeto para alta direção da empresa.

O resultado dessa etapa é a determinação do escopo do projeto de desenvolvimento, dos

limites das partes constituintes, dos objetivos do projeto e dos compromissos de alocação de recursos.

A **organização e designação de pessoal para o projeto** é a segunda atividade do modelo e trata da definição das pessoas que farão parte da equipe de projeto e como elas se organizarão para realizar o trabalho. Detalhes como a localização física, reuniões, natureza de cada responsabilidade individual, contratação e treinamento especializado, relacionamento e utilização de grupos de apoio são definidos nessa etapa.

Como terceira atividade aparece a **liderança e gestão do projeto**, onde existe a escolha do tipo de responsabilidade individual dada para coordenação e liderança do projeto, definindo continuidade naquela atribuição e estabelecendo expectativas de como essa liderança será executada. Envolve também a maneira na qual as tarefas são divididas e agrupadas em fases e como essas tarefas são gerenciadas.

A atividade quatro **solução de problemas, teste e prototipagem** está intimamente relacionada com a terceira atividade, porém o seu foco está nos passos individuais do trabalho, na forma como os mesmos são conduzidos e na forma como o conhecimento necessário para solucionar um problema é desenvolvido. Os testes e prototipagens servem para validar o progresso do projeto em relação aos prazos, para confirmar a adequação das escolhas realizadas e para focar os esforços de projeto nas tarefas remanescentes.

Na quinta atividade, **análise crítica e controle da alta direção**, ocorre a intervenção da alta direção na equipe de projeto, que realiza a análise crítica, avalia e modifica o projeto e seus objetivos conforme o necessário. Promove também boas oportunidades para incentivo e motivação da equipe de projeto para a continuidade dos trabalhos e possíveis alterações de seu foco.

E, por último, a atividade de **correções em tempo real e de meio-curso** serve para diminuir quaisquer ambiguidades ou incertezas associadas com os esforços de desenvolvimento do processo ou produto. Esta fase lida com avaliações e medições da situação atual do projeto, replanejamento, resequenciamento e redefinição das tarefas remanescentes, resolvendo as diferenças entre solução do problema no laboratório e diretamente com o cliente.

2.6.2 Modelo de desenvolvimento de produto de Stephen R. Rosenthal

Segundo Rosenthal (1992), para aumentar a probabilidade de sucesso através da inovação, a gerência das empresas deve se esforçar para ter consistência e disciplina no caminho em que atividades de projeto e desenvolvimento de produtos são conduzidas atualmente. Dentro desse

contexto, o processo de inovação precisa ser estruturado para promover oportunidade apropriada de análise do projeto e desenvolvimento de novos produtos para atingir um significativo valor agregado ao cliente.

Esse modelo de desenvolvimento de novos produtos se divide em cinco fases e quatro *gates*, conforme mostra a Figura 2.10. A estrutura foi baseada no modelo de gerenciamento de operações tradicional, onde entradas são convertidas em saídas.

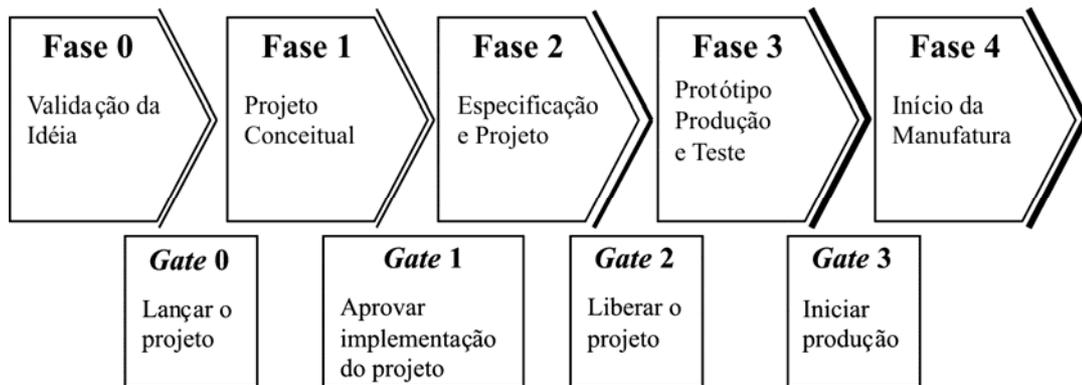


Figura 2.10 – Modelo das fases do desenvolvimento de produto de Rosenthal

Fonte: Adaptado de Rosenthal (1992)

A fase de validação da ideia, chamada de **fase 0**, compreende a identificação da ideia para um novo produto. A alta direção lança a fase de validação da ideia de um novo produto pela reunião de uma pequena equipe com representantes da área técnica e de marketing, para tentar identificar alguma oportunidade de mercado com tecnologia disponível. A responsabilidade pela criação das ideias do novo produto pode ser de algum grupo particular, de empresas onde a inovação é fortemente enfatizada ou de algum colaborador ou cliente da organização que tenha uma boa ideia.

Para Khurana e Rosenthal (1998), as responsabilidades da equipe nessa fase são: identificar necessidades dos clientes, segmentos de mercado e situações competitivas; realizar avaliação de uma tecnologia de capacidades e requisitos atuais; identificar requisitos essenciais do produto; testar o conceito; especificar os recursos necessários para terminar o projeto; identificar riscos e desafios.

A **fase 1**, chamada de projeto conceitual, demonstra a viabilidade do negócio em termos técnicos, que é explorada pela definição da estrutura do produto (elementos individuais e seus relacionamentos). Além dela, existe a viabilidade de marketing, avaliada em termos da estratégia do negócio, objetivos de vendas, táticas de marketing, requisitos de recursos associados e cronograma de lançamento do produto.

Nessa fase as ideias se tornam mais concretas como especificações comerciais, incluindo atributos estéticos e de desempenho do produto e seu preço. Tais especificações comerciais estabelecem as expectativas dos clientes e orientam o trabalho dos projetistas e engenheiros de produção na identificação dos atributos de forma, ajuste e função do produto.

Khurana e Rosenthal (1998) descrevem que ao final dessa fase, tanto o produto quanto o projeto precisam ser definidos, e participantes chave do projeto e recursos de apoio funcionais precisam ser especificados.

A **fase 2**, especificação e projeto, tem como meta alcançar o lançamento do projeto para o novo produto. Nesse contexto, protótipos de engenharia são desenvolvidos para estabelecer a viabilidade técnica e servir como base para o desenvolvimento de uma capacidade de manufatura adequada.

Através desses protótipos, especificações detalhadas do produto e do processo são desenvolvidas, definindo para que servirá o produto, como será a sua aparência, como o mesmo será utilizado e também uma lista completa de materiais que inclui todas as partes e componentes do produto.

A meta da **fase 3**, chamada de produção de protótipo e teste, é atingir o lançamento do novo produto com projeto e manufatura validados, onde o produto completo é produzido em uma corrida piloto de baixo volume e é testado sob várias condições que aproximam a faixa total do ambiente de utilização típica pelo cliente.

Essa fase oferece a oportunidade para se aprender se o produto, sob condições realistas de manufatura e uso, está apto para atender às especificações da qualidade estabelecidas para o mesmo e se estas atendem às necessidades competitivas. Em caso de sistemas ou produtos complexos é comum essa fase ser quebrada em subfases separadas tal como construção do modelo de engenharia, montagem inicial, integração e aprovação.

O propósito básico é descobrir qualquer defeito no projeto e na manufatura que possa ser corrigido antes que a produção de grande volume e a entrega ocorram, permitindo que riscos e custos associados sejam reduzidos significativamente.

Como saídas dessa fase, os planos detalhados para o lançamento do produto continuam a ser desenvolvidos, assim como os programas de treinamento para a força de vendas e de serviço de campo são desenvolvidos.

A **fase 4**, chamada de início da manufatura, tem como tarefa central atingir gradualmente a

capacidade de produção necessária para atender os volumes de vendas projetados, enquanto atende satisfatoriamente as metas de custo unitário, conformidade às especificações de desempenho e outros indicadores da qualidade, incluindo satisfação dos clientes.

Em algumas indústrias um esforço especial é requerido para assegurar que o próprio processo de manufatura opere como projetado. Isso frequentemente requer a procura de qualidade e custo do produto melhorado pela redução da variabilidade do processo de manufatura. Essa redução da variabilidade é alcançada por atividades de otimização realizadas por membros da equipe de projeto do produto que ainda podem estar envolvidos nessa fase.

O início da manufatura é a última fase do modelo de Rosenthal que também pode ser chamada de comercialização. Ela inclui uma quantidade considerável de atividade de marketing associada com a implementação do plano de vendas e a transição da responsabilidade pelo produto da equipe responsável pelo seu projeto para as equipes de marketing e manufatura responsáveis pela continuidade do negócio. Nessa fase devem-se considerar atividades de marketing, serviço ao cliente e serviço de campo.

A tarefa de realizar a revisão do processo de trabalho que ocorre entre duas fases consecutivas é chamada por Rosenthal (1992) de *gate* (ou ponto de decisão). Cada *gate* envolve uma revisão formal do *status* do projeto de desenvolvimento do novo produto comparado com seu objetivo original em termos de funcionalidade, qualidade e custo do produto.

Se um critério de saída preestabelecido é definido e a revisão executiva é concluída com êxito, então recursos adicionais são alocados para o projeto e várias responsabilidades são atribuídas para a próxima fase. Se um projeto falha em uma das revisões, o projeto é cancelado ou permanece na fase atual até que os problemas identificados sejam resolvidos. O *gate* proporciona um importante *feedback* para a alta direção, ajudando a manter o seu envolvimento e comprometimento pelo ciclo inteiro.

2.6.3 Modelo de desenvolvimento de produto de Robert G. Cooper

Visando aumentar a eficiência do processo de desenvolvimento de produtos, Cooper (1993) propôs um sistema de desenvolvimento de novos produtos denominado como *Stage-Gate*TM. Segundo Cooper (1993), o *stage-gate* é um modelo conceitual e operacional para mover um novo produto da ideia para o lançamento. É um plano para melhorar a eficiência e eficácia no gerenciamento do processo de desenvolvimento do novo produto.

O sistema *stage-gate*, conforme mostra a Figura 2.11, desdobra o processo de inovação e do desenvolvimento do produto em estágios predeterminados, onde cada estágio consiste de um

conjunto de atividades predefinidas, multifuncionais, paralelas e constituído por pessoas de diferentes áreas funcionais da organização.

Para Cooper (2007), cada estágio consiste de atividades de melhores práticas para serem empreendidas pela equipe de projeto. Essas atividades são projetadas para obter informação vital e por meio disso reduzir os riscos desconhecidos do projeto de um estágio para outro. A saída de cada estágio é um conjunto de entregas.

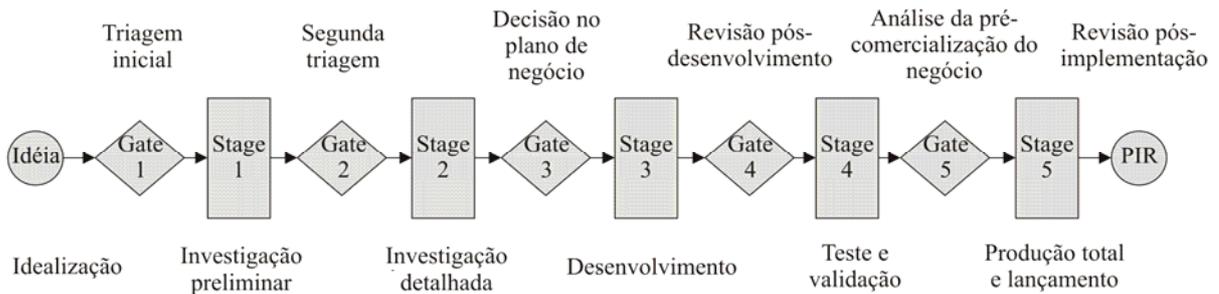


Figura 2.11 – Modelo de desenvolvimento de produto de Cooper

Fonte: Adaptado de Cooper (1993)

A entrada de cada estágio é um *gate*, que serve para verificar o processo como um controle da qualidade e também como um ponto de tomada de decisão (continua/aborta). A equipe de gestão se reúne com a equipe de projeto para decidir se o projeto merece financiamento adicional e recursos para mover-se para o próximo estágio (COOPER, 2007).

Ideia: o processo de desenvolvimento do produto inicia com a ideia de um novo produto ou uma melhoria em um produto já existente. Atividades de concepção incluem pesquisa básica, sessões de grupos de criatividade, geração do cenário sobre mercados futuros e possibilidades tecnológicas, programas de visitação do cliente e outras técnicas de criatividade. A ideia é submetida para avaliação no *gate 1*.

Gate 1: Triagem inicial: é o primeiro ponto de decisão para comprometimento de recursos ao projeto. O projeto nasce nesse ponto e se a decisão é “continuar”, o projeto passa para o estágio 1. A decisão inicial é para comprometer uma quantidade de tempo e dinheiro no projeto de pesquisa onde existem os seguintes critérios, segundo Cooper (2007): alinhamento estratégico e impacto, alavancagem estratégica, probabilidade de sucesso técnico, probabilidade de sucesso comercial, recompensa se for bem sucedido.

Estágio 1: Investigação preliminar: o objetivo do estágio 1 é elaborar um escopo rápido do projeto e desenvolver uma avaliação preliminar do mercado incluindo pesquisas em bibliotecas, contatos com usuários chave e testes rápidos da concepção com usuários potenciais. O objetivo é determinar o tamanho do mercado, mercado potencial e uma possível

aceitação.

Uma avaliação técnica preliminar também é realizada para definir as possíveis rotas de manufatura e levantar os possíveis custos, tempos e riscos envolvidos na execução do projeto.

Gate 2: Segunda triagem: o *gate 2* é uma repetição das atividades realizadas no *gate 1*, onde o projeto é reavaliado, porém de forma mais rigorosa com base em informações adicionais fornecidas pelo estágio anterior, lidando com força de vendas e reação do cliente para o produto proposto, potencial legal, técnico e regulatório, e todos os resultados dos novos dados coletados do estágio 1.

Estágio 2: Investigação detalhada: de acordo com Cooper (1993), o plano de negócio é construído nesse estágio e abre as portas para o desenvolvimento do produto. Esse estágio define claramente o produto e verifica a atratividade do projeto antes de altos gastos.

Dentre as atividades deste estágio inclui-se a definição do mercado alvo, delineamento do conceito do produto, posicionamento estratégico do produto, benefícios que devem ser entregues, atributos, requisitos, especificações e necessidade dos clientes.

É realizada também uma avaliação técnica detalhada onde necessidades dos clientes e desejos dos consumidores são traduzidas em soluções técnicas e economicamente viáveis.

Para finalizar esse estágio, uma análise financeira é feita, envolvendo abordagem de fluxo de caixa descontado e análise de sensibilidade para identificar todos os possíveis riscos do projeto.

Gate 3: Decisões no plano de negócio: esse ponto de decisão envolve uma avaliação das atividades do estágio 2, checando se as atividades foram realizadas conforme planejado e se os resultados foram positivos. Esse é o *gate* final antes do estágio de desenvolvimento, que representa o último ponto no qual o projeto pode ser abortado antes de se iniciar grandes gastos. Uma vez passado o *gate 3*, o comprometimento financeiro do projeto é substancial, por isso uma análise dos resultados financeiros é um indicador importante para tomada de decisão nesse *gate*.

Estágio 3: Desenvolvimento: a ênfase no estágio 3 é no trabalho técnico que evidencia a implementação do plano de desenvolvimento do produto físico. Planos detalhados de teste em protótipos, planos de lançamento, planos de produção, incluindo requisitos de recursos de produção, são criados nesse estágio.

Paralelo a essas atividades é realizado o planejamento de marketing, o planejamento do

processo de fabricação e uma análise financeira atualizada, enquanto assuntos regulatórios, legais e de patentes são resolvidos.

Gate 4: Revisão Pós-desenvolvimento: nesse ponto de decisão, o trabalho de desenvolvimento é revisado e verificado, garantindo que o projeto tenha atingido o nível de qualidade esperado, e que o produto desenvolvido seja realmente consistente com a definição original especificada no *gate* 3. Através de dados novos e mais precisos é realizada uma revisão da análise financeira.

Estágio 4: Teste e validação: esse estágio testa e avalia a viabilidade completa do projeto tal como a viabilidade do produto, do processo de produção, aceitação do cliente e viabilidade econômica do projeto.

Atividades propostas para este estágio, segundo Cooper (1993) são:

- Teste no produto: para verificar a qualidade e o desempenho do mesmo sob condições controladas,
- Produção piloto: para testar o processo de produção e para determinar com mais precisão os custos de produção.
- Teste do usuário: para verificar as funções do produto sob condições atuais de uso e para medir reações de clientes potenciais, para estabelecer intenção de compra.
- Mercado pré-teste: para medir a reação do cliente, a efetividade do plano de lançamento retorno esperado.
- Análise financeira revisada: verificar a viabilidade econômica do projeto baseado em dados mais precisos de custo e retorno sobre o investimento.

Gate 5: Análise da pré-comercialização do negócio: esse *gate* baseia-se na qualidade das atividades do estágio de teste e validação e seus resultados. Segundo Cooper (1993), esse último ponto de decisão abre as portas para o lançamento da comercialização total e produção total, onde o critério para prosseguir com o projeto é a análise do retorno financeiro esperado.

Estágio 5: Produção total e lançamento: esse estágio final envolve a implementação do plano de marketing para o lançamento e do plano de produção do novo produto desenvolvido.

PIR: Revisão Pós-implementação: em algum momento após o lançamento, o projeto do novo produto deve ser concluído. A equipe é dispensada e o produto torna-se regular na linha de produtos da empresa. Esse é o ponto em que o desempenho do projeto é revisado. Os últimos dados de receita, custos, gastos, lucros, tempo são comparados como medida de

desempenho. Essa revisão marca o fim do projeto (COOPER, 1993).

Cooper (1994) apresenta alguns resultados positivos alcançados por empresas que implementaram o sistema *stage-gate*: melhor comunicação, menos reciclagem e retrabalho, maior taxa de sucesso no lançamento de novos produtos, detecção de falhas mais antecipadas e menor tempo no desenvolvimento de produtos.

2.6.4 Modelo de desenvolvimento e projeto de produto de Gerhard Pahl e outros

Pahl *et al.* (2005) definem o desenvolvimento e projeto de um produto como um processo de planejamento que se desdobra em quatro etapas de trabalho principais, conforme pode ser visto na Figura 2.12.

De acordo com esse modelo, o desenvolvimento inicia-se com a etapa de **planejamento e esclarecimento da tarefa**, que consiste na análise da situação do mercado, da empresa e da conjuntura com o objetivo de coletar informações e sobre os requisitos a serem colocados nos produtos, identificar e selecionar ideias para a formulação da proposta de um novo produto.

O resultado dessa etapa é a definição informativa de uma lista de requisitos que deve estar sempre atualizada e sintonizada às necessidades do desenvolvimento do projeto para ser enviada à etapa de trabalho subsequente.

A segunda etapa do modelo é chamada de **concepção**. A ideia principal dessa etapa é o desenvolvimento de um princípio de solução através da lista de requisitos elaborada pela etapa anterior.

O princípio de solução pode ser obtido quando a estrutura de funcionamento do produto assume uma forma mais concreta. Essa concretização inclui certa ideia dos materiais a serem utilizados, um dimensionamento prévio e aproximado do produto e também a consideração de recursos tecnológicos (PAHL *et al.*, 2005).

Em seguida o princípio de solução é avaliado com base em critérios técnicos e econômicos, e as características que não satisfazem as exigências da lista de requisitos são eliminadas, definindo assim o conceito do produto.

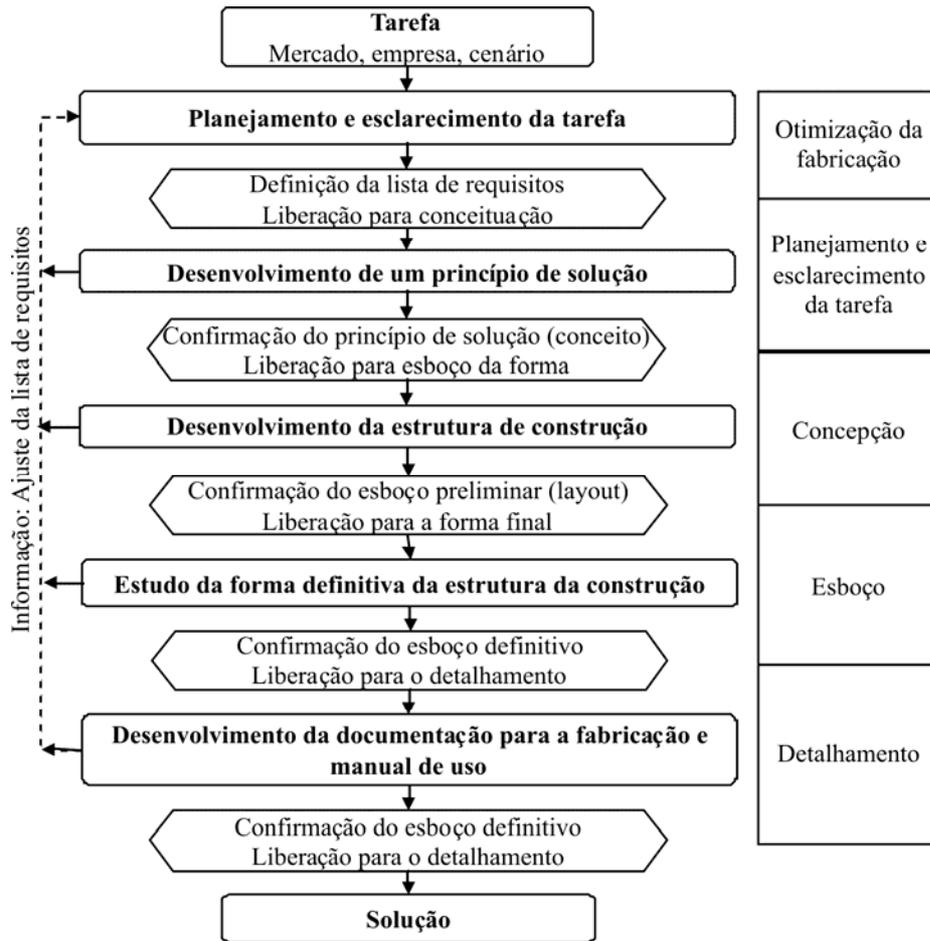


Figura 2.12 – Modelo de desenvolvimento de novos produtos de Pahl *et al.*

Fonte: Adaptado de Pahl *et al.* (2005)

A próxima etapa o **anteprojeto**, determina de forma clara e completa, a estrutura de construção de um produto, partindo da estrutura de funcionamento ou da solução preliminar e também baseando-se em critérios técnicos e econômicos. O anteprojeto global definitivo já representa um controle da função, da durabilidade, da compatibilidade espacial, materiais; sendo que, custos aplicados devem se mostrar viáveis para que o projeto possa ir para próxima etapa.

A quarta e última etapa do modelo é o **detalhamento**, que consiste de prescrições definitivas sobre a forma, dimensionamento e acabamento superficial do produto, definição de todos os materiais, verificação das possibilidades de produção, bem como os custos definitivos. Essa etapa complementa a estrutura de construção do produto e o resultado do detalhamento é a definição da tecnologia de produção e da solução.

É elaborada também a lista de componentes do produto e também as suas respectivas instruções para produção e montagem.

2.6.5 Modelo de desenvolvimento de produto de Henrique Rozenfeld e outros

Com base em metodologias, estudos de caso, experiências e melhores práticas desenvolvidas nos últimos anos, Henrique Rozenfeld e uma equipe de pesquisadores criaram o modelo de referência unificado para desenvolvimento de produtos (ROZENFELD *et al.*, 2006), conforme mostra a Figura 2.13. Esse modelo é genérico, mas é voltado para o setor de bens de consumo duráveis e empresas de tecnologia de fabricação mecânica.

De acordo com Amaral e Rozenfeld (2008), o modelo de referência se divide em três macrofases: Pré-Desenvolvimento, Desenvolvimento e Pós-desenvolvimento. Cada macrofase se divide em fases, atividades e tarefas que, em conjunto, descrevem as melhores práticas para gestão do processo de desenvolvimento de produto.

Existem atividades que se repetem em todas as fases do desenvolvimento, como a atividade “avaliar fase” (*gates*), “monitoramento da viabilidade econômico-financeira” e “documentação das decisões tomadas e lições aprendidas”.

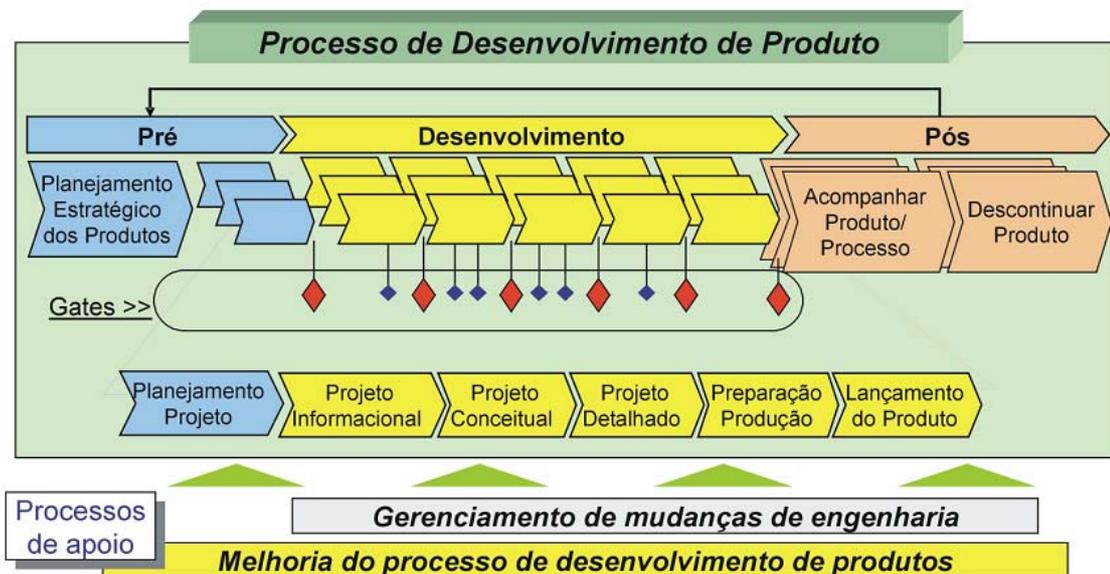


Figura 2.13 – Modelo unificado de desenvolvimento de produtos de Rozenfeld *et al.*

Fonte: Rozenfeld *et al.*(2006)

A primeira fase do modelo de referência de Rozenfeld *et al.* (2006) é o **planejamento estratégico de produtos**, que compreende a elaboração de um plano com a descrição do portfólio de produtos da empresa com base no planejamento estratégico da unidade de negócios. Na elaboração do planejamento estratégico, a empresa precisa estar atenta às reações do mercado, isto é, quais os hábitos e necessidades dos clientes, que novas tecnologias estão sendo desenvolvidas, o que os concorrentes estão oferecendo. Com essas

informações a empresa consegue atingir as suas metas estratégicas de negócio, através da definição da linha de produtos e dos projetos que serão desenvolvidos.

As pessoas que atuam nessa fase são os membros da diretoria e os gerentes funcionais. Os resultados dessa fase são a aprovação do portfólio de produtos e a minuta do projeto, que é um documento que contém a descrição básica do produto que autoriza o início do projeto do produto que será desenvolvido.

Na segunda fase do modelo, denominada como **planejamento do projeto**, realiza-se o planejamento macro de um dos projetos de um novo produto definido na fase anterior.

No planejamento do projeto são definidas informações extremamente importantes para execução do projeto e redução dos riscos de falhas na macrofase de desenvolvimento. Essas informações são: escopo do projeto, escopo do produto, previsões das atividades e sua duração, prazos, orçamento, definição do pessoal responsável, recursos para realizar o projeto, análise de riscos e indicadores de desempenho para o projeto e produto.

Através das informações levantadas no planejamento do projeto, inicia-se a fase **projeto informacional**, que tem como principal atividade a definição das especificações-meta do produto, onde um conjunto completo de informações são identificadas.

A primeira informação é o levantamento de todas as necessidades dos clientes que podem ser pessoas ou organizações. Essas necessidades identificadas através da “voz do cliente” são tratadas formando os chamados requisitos dos clientes, mas ainda expressos de maneira subjetiva. Esses requisitos são transformados em requisitos do produto, passando a ser descritos por meio de características técnicas e mensuráveis. Por último, são definidos parâmetros quantitativos e mensuráveis que o produto deverá ter para atender às necessidades dos clientes, que são as chamadas especificações-meta.

A próxima fase é chamada de **projeto conceitual**, cujo principal objetivo é a busca de soluções para o projeto. Nessa fase primeiramente define-se a função global do produto que, em seguida, é desdobrada em várias funções para posteriormente ser definida a melhor função para o produto. Cada função desdobrada recebe um princípio de solução através da utilização de métodos de criatividade, permitindo criar alternativas de solução que dão origem às concepções. Ocorre então a escolha de uma concepção que melhor atende as especificações-meta, ou seja, será definido a forma e o princípio de funcionamento do produto para satisfazer as necessidades dos clientes.

Principais resultados dessa fase: arquitetura do produto, *layout* e estilo do produto,

macroprocesso de fabricação.

Com o objetivo de desenvolver e finalizar todas as especificações do produto prossegue a fase de **projeto detalhado**. Através de informações da concepção do produto ocorre nessa fase o detalhamento dos sistemas, subsistemas e componentes do produto, resultando na documentação final e na configuração do produto. Ocorre também o planejamento do processo de fabricação e montagem, o projeto de recursos (ferramentais, máquinas e instalações), o desenvolvimento de fornecedores para os recursos e a otimização do produto e do processo através da análise de protótipos funcionais. Em seguida, o estudo de viabilidade econômico-financeira é atualizada para completar a documentação final do produto.

Os resultados finais dessa fase são: estrutura final do produto, desenhos finais com tolerâncias, planos de processos, protótipo funcional e projeto dos recursos.

As próximas duas fases **preparação da produção e lançamento do produto** têm o objetivo de colocar o produto no mercado, atendendo aos requisitos dos clientes e seguindo as especificações finais do produto e processo de fabricação. Apesar disso, essas duas fases possuem algumas atividades distintas. A preparação da produção inicia-se com a obtenção dos recursos de fabricação solicitados na fase anterior. Logo depois ocorre a produção do lote piloto, definição dos processos de produção e manutenção. Com o produto do lote piloto ocorre a homologação do processo e as atividades genéricas dessa fase. Já as atividades de lançamento do produto englobam desenvolvimento dos processos de venda, distribuição, atendimento ao cliente, assistência técnica e campanhas de marketing para intensificar a venda do produto.

Depois do lançamento do produto a empresa quer alcançar as metas de lucratividade e participação no mercado. Para isso existem as duas fases de pós-desenvolvimento, que permite o entendimento de todo o ciclo de vida do produto. Uma dessas fases é **acompanhar produto e processo** que compreende o acompanhamento do produto na produção e no mercado, identificando necessidades ou oportunidades de melhoria. As principais atividades são: auditoria pós-projeto, avaliação da satisfação do cliente, monitoramento do desempenho do produto e registro das lições aprendidas.

A outra fase e última do modelo de referência é chamada de **descontinuar produto**, que envolve atividades quando o produto não apresenta mais vantagens econômicas (volume de vendas, contribuição para o lucro e crescimento da empresa) e estratégicas (vantagem competitiva, participação do mercado e imagem da marca).

Essa fase compreende o fim da assistência técnica e atendimento ao cliente, bem como o fim da fabricação das peças de reposição. Deve garantir que a retirada do produto do mercado cause o menor impacto aos consumidores, empresa e meio ambiente.

2.6.6 Modelo de desenvolvimento de produto de Nelson Back e outros

Através de pesquisas e experiências realizadas pelo NeDIP (Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos), Back *et al.* (2008) propõem um modelo de referência para o processo de desenvolvimento de produtos industriais, conforme pode ser visualizado na Figura 2.14.

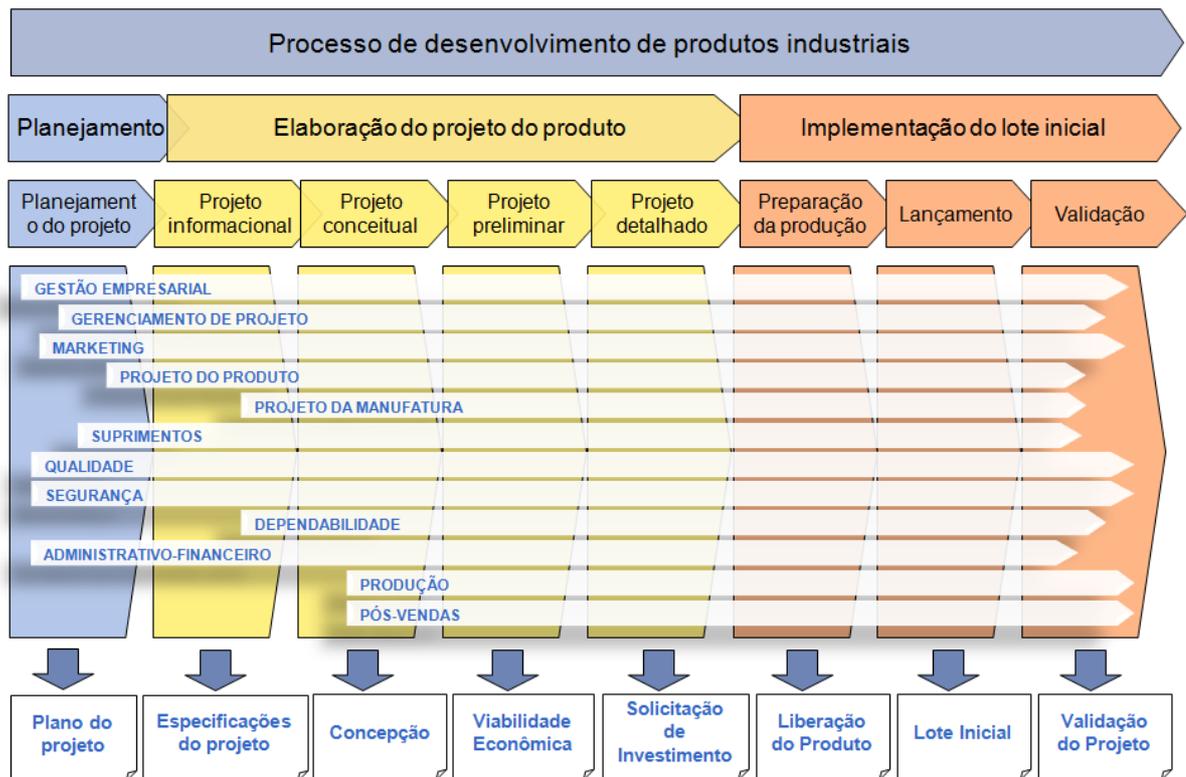


Figura 2.14 – Modelo de desenvolvimento de produto de Back *et al.*

Fonte: Adaptado de Back *et al.* (2008)

Apoiado nos princípios da engenharia simultânea e no gerenciamento de projetos, o modelo se divide em três macrofases: planejamento do projeto, elaboração do projeto do produto e implementação do lote piloto. As macrofases se decompõem em oito fases, que ao final de cada fase, o resultado obtido é avaliado, permitindo a passagem para a próxima fase.

A primeira fase do modelo de Back *et al.* (2008) é o **planejamento do projeto**. Com base nas estratégias de negócio da empresa ocorre a abertura de um novo projeto dentro da organização e o planejamento de marketing é iniciado e aprovado. A declaração do escopo do projeto é elaborada e detalhada com informações relevantes, tais como a justificativa e restrições do

projeto, objetivos do projeto, característica do produto que será desenvolvido, decomposição do projeto e avaliação dos riscos para as áreas envolvidas na organização.

O resultado é o plano do projeto do produto que orientará as demais fases do processo de desenvolvimento.

A segunda fase é o **projeto informacional**, onde são definidas as especificações de projeto do produto. Como primeira atividade dessa fase, ocorre a identificação das necessidades e requisitos dos clientes. A partir desses requisitos, são elaborados os requisitos do projeto do novo produto, considerando alguns atributos funcionais, ergonômicos, de segurança, de modularidade, estéticos e legais.

Na conclusão dessa fase as especificações do projeto são avaliadas, é realizada a análise econômico e financeira e o plano do projeto é atualizado como requisito para a próxima fase.

Para estabelecer a estrutura funcional do produto, inicia-se a próxima fase, chamada de **projeto conceitual**. A estrutura funcional é atividade de se definir a função global e as subfunções do produto quando o mesmo estiver sendo utilizado pelo cliente. Através da análise comparativa das especificações do projeto, do custo meta, dos riscos de desenvolvimento, das metas de qualidade, de segurança e de dependabilidade, consegue-se conceber o novo produto.

Outra atividade dessa fase é o desenvolvimento dos possíveis processos de fabricação a serem utilizados e definição dos prazos com os fornecedores para desenvolvimento do projeto preliminar e detalhado das subfunções especificadas na estrutura funcional.

A fase **projeto preliminar** começa com a determinação do *layout* final do produto, que é feito pela determinação dos requisitos de forma (dimensões, posição, material, segurança, ergonomia e manufatura), dos componentes a serem utilizados e do processo de fabricação, para que o produto atenda às necessidades do mercado. Em seguida realiza-se o desenvolvimento do plano de fabricação, teste de protótipo e definição da estrutura preliminar do produto. Por último é feita a análise de viabilidade econômica que é avaliada para atender o plano estratégico da empresa.

O **projeto detalhado** destina-se ao teste e aprovação do protótipo, otimização e determinação das especificações finais do produto, detalhamento do plano de manufatura e preparação da solicitação de investimento.

Na fase de **preparação da produção**, ocorre a obtenção de recursos para a fabricação do

produto envolvendo atividades como liberação para construção do ferramental, compra, recebimento, instalação, teste e preparação das máquinas operatrizes, dos dispositivos e ferramentas para implementação da linha de produção. Em seguida é produzido o lote piloto, na qual as peças resultantes são analisadas em testes de homologação e certificação da conformidade do produto. Para concluir essa fase os custos e investimentos envolvidos no desenvolvimento são rastreados e prossegue com a liberação para lançamento do produto.

A penúltima fase do modelo denomina-se **lançamento do produto**. Essa fase inicia-se com a produção do lote inicial que atenderá as primeiras solicitações dos clientes que receberam a divulgação comercial do produto através das ações do planejamento de marketing. A produção começa a ser acompanhada para verificar os padrões de qualidade e se o produto está conforme definido no escopo do projeto.

Ocorre então o lançamento do produto no mercado através da apresentação do mesmo aos consumidores e vendedores. A área de pós-venda começa a acompanhar os produtos vendidos após a comercialização do lote inicial.

Na última fase de **validação do produto**, o projeto é encerrado, sendo realizada a avaliação da satisfação do cliente, o monitoramento do desempenho do produto, levantamento de informações sobre segurança na utilização e operação, permitindo a validação junto ao cliente final.

2.6.7 Abordagens dos modelos de referência nas empresas

As empresas atualmente estão competindo em um ambiente que é global, intenso e dinâmico. Muitas organizações estão utilizando novas estratégias de negócio, novas abordagens organizacionais e novos processos de negócios para melhorar continuamente o seu processo de desenvolvimento de produtos (PHILLIPS, NEAILEY e BROUGHTON, 1999). Isso inclui a adaptação de um modelo de referência genérico a uma realidade atual do processo de negócio de uma empresa.

De acordo com Amaral (2002), os modelos genéricos são elaborados a partir das melhores práticas do PDP e representam uma aplicação mais ampla e geral que pode ser utilizado como referência para o desenvolvimento de modelos específicos. Já os modelos específicos são modelos que representam ou são utilizados por uma organização através de um processo de adaptação. Para Rozenfeld *et al.* (2006), os modelos de referência também podem ser classificados como genéricos quando aplicados a certos setores industriais, onde são diferenciados por uma combinação de fatores.

Rozenfeld e Amaral (1999) desenvolveram uma tipologia que identificou esses fatores de diferenciação que influenciam na gestão do processo de desenvolvimento de produtos e que servem de base para elaboração de modelos de referência específicos para uma determinada empresa, conforme mostra a Figura 2.15.

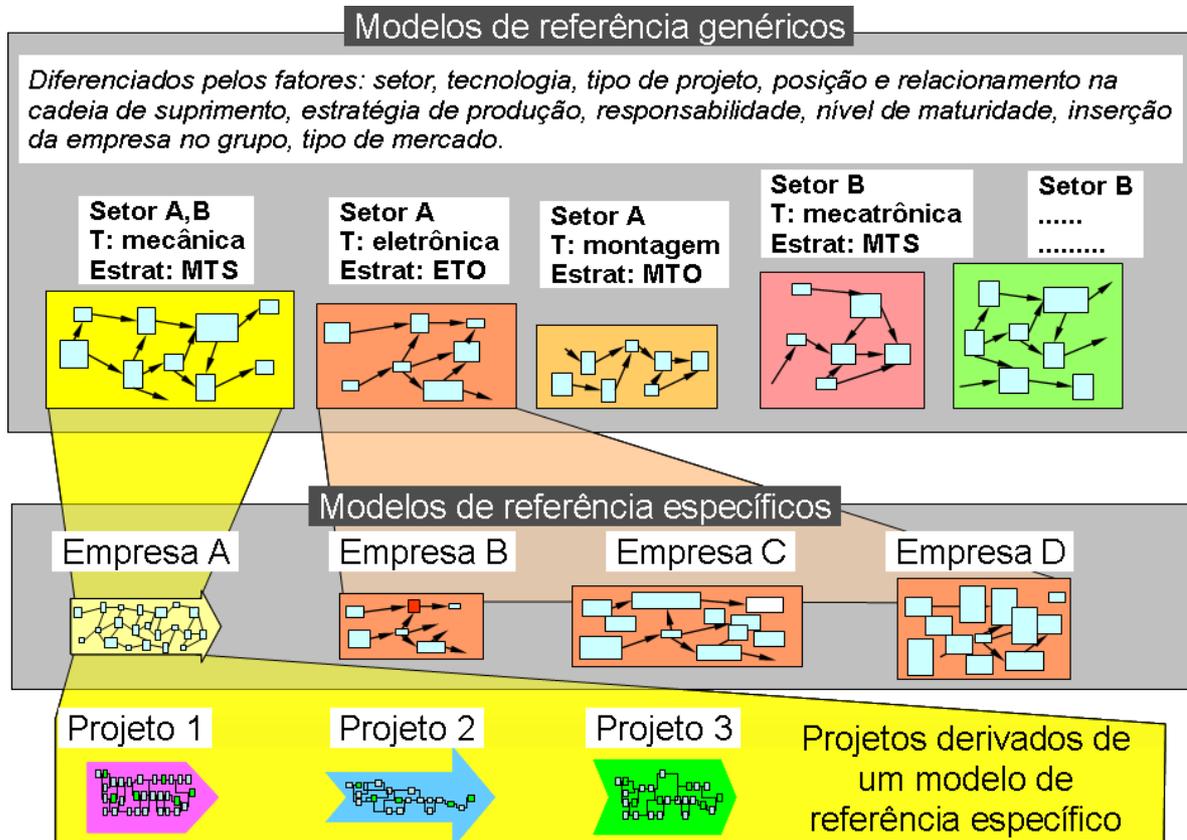


Figura 2.15 – Modelos de referência genéricos específicos e projetos

Fonte: Adaptado de Rozenfeld *et al.* (2006)

Entre esses fatores apresentados nessa tipologia, Rozenfeld *et al.* (2006) apresentou os principais fatores utilizados para adaptação de modelos específicos com base em um modelo genérico, onde as fases e atividades podem ser simplificadas ou não, de acordo com a classificação da empresa nesses fatores:

- **Tipo de projeto de desenvolvimento** - já definido na seção 2.2.2 desse presente trabalho por Wheelwright e Clark (1992b) e Rozenfeld *et al.* (2006):
 - P&D avançado,
 - Radical,
 - Plataforma,
 - Derivado

– *Follow-source.*

• **Posição na cadeia de suprimentos:**

- Montador: fornece seus produtos para o mercado de consumo final e possui contato com os consumidores. Exemplo: fabricantes de eletrodomésticos, produtos da linha branca (máquinas de lavar, secadoras, geladeiras etc.), automóveis, eletroeletrônicos etc.
- Fornecedor de equipamentos e ferramental: é semelhante ao montador, mas o seu produto é o meio de produção de um cliente final. Tanto ele quanto o montador podem comprar de outro fornecedor de equipamentos e ferramental. Esses equipamentos e ferramental podem ser universais como uma máquina ferramenta de linha, ou um equipamento ou um ferramental específico, projetados para produzir um produto em particular. Exemplo: fornecedor de moldes de injeção e forjamento, de equipamentos de medição etc.
- Fornecedor de primeiro nível: fornece sistemas que fazem parte de um produto final de um montador ou fornecedor de equipamentos. Exemplo: fornecedor de chassis e estrutura para indústria de caminhões, motores de combustão.
- Fornecedor de segundo nível: fornece subsistemas ou componentes que fazem parte dos produtos dos fornecedores de primeiro nível.
- Fornecedor de commodities: fornece subsistemas ou componentes padronizados no mercado, cujas características básicas são definidas por normas seguidas por todas as empresas que atuam no setor e o nível de qualidade é similar. Os produtos de diferentes concorrentes podem ser intercambiáveis e a definição de onde comprar é baseada no preço, sendo que a qualidade é equiparada pela obediência aos padrões. Normalmente, esses produtos são utilizados por empresas de várias cadeias produtivas. Exemplo: fornecedor de rolamento, anéis de vedação, filtro etc.
- Fornecedor de matéria-prima: frequentemente é tratado como um fornecedor de commodities. Porém, surgem hoje em dia materiais especiais (como plásticos condutores de eletricidade, plásticos de engenharia etc.) e, nesses casos, essas empresas assumem papéis diferentes, podendo inclusive participar do PDP no momento da especificação dos requisitos do produto.
- Fornecedor de tecnologia: desenvolve tecnologia a ser incorporada nos produtos

dos parceiros da cadeia de suprimentos. Eles possuem centros de pesquisa e desenvolvimento. A tecnologia é desenvolvida em instituições de pesquisa (como universidades e institutos estatais) ou em áreas de P&D dentro das próprias empresas. Na maioria das vezes a tecnologia vem de outros países, normalmente sede de multinacionais instaladas no Brasil.

- Fornecedor de serviços: há fornecedores de serviços de desenvolvimento de um produto (fornecedor de serviços de desenhos, cálculos, prototipagem, marketing etc.). Existem fornecedores de serviços envolvidos com a manufatura do produto final (serviços de usinagem especial, tratamento térmico, medição dimensional, injeção plástica etc.).

- **Relacionamento na cadeia de suprimento:**

- Parceria de risco: ocorre quando uma empresa se associa à empresa que está coordenando o desenvolvimento para dividir os riscos. Os contratos são de longo prazo, onde deverão durar durante todo o ciclo de vida do produto. A empresa é parceira em todas as fases do PDP e assume o investimento no desenvolvimento e no custeio na produção de um subsistema do produto. Em contrapartida receberá uma parte das receitas de vendas. Ocorre normalmente com fornecedores de primeiro nível.
- Parceiro de tecnologia: o objetivo de fornecimento é a tecnologia que pode fazer parte do produto do fornecedor. Em muitos casos é uma empresa dentro do mesmo grupo, ou laboratório de P&D da organização. Instituições e centros de pesquisa também podem exercer esse tipo de parceria, através de contratos de longo prazo com as empresas, garantindo a constante inovação dos produtos desenvolvidos.
- Co-desenvolvedor: esse tipo de fornecedor participa da definição dos requisitos do subsistema e de seu desenvolvimento. São responsáveis por sistemas ou módulos complexos e possuem domínio completo da tecnologia, participando da equipe de projeto e auxiliando na especificação do produto final. Geralmente o co-desenvolvimento acontece com fornecedores de primeiro nível.
- Fornecedor de serviços: possuem alto nível de capacitação técnica, mas apresentam uma menor interface com o processo de desenvolvimento, de acordo com as características do produto e do processo de fabricação. Esses fornecedores recebem os requisitos dos produtos e as peças da empresa e desenvolvem uma solução, por

exemplo, a melhoria de um processo de fabricação dessas peças. Classificam-se em fornecedores de serviços de engenharia ou fornecedores de serviços de manufatura, desenvolvendo ferramentais, máquinas, sistemas de automação e outros equipamentos para fabricação. Fazem parte desse tipo, fornecedores de primeiro e segundo nível.

- Fornecedor de peças padrão: enquadram-se nesse caso fornecedores de commodities e de segundo nível, quando os seus produtos não forem estratégicos para o cliente. Esses fornecedores participam na produção de sistemas e componentes de menor valor agregado e não possui acordos de parceria, onde o produto é desenvolvido e comercializado através de catálogos.
- **Estratégia de produção:** para Bremer e Lemza (2000), o processo de negócio de gestão da produção deve ser modelado de acordo com as restrições dos diferentes tipos de sistemas produtivos. O desenvolvimento de produto exige que os sistemas produtivos estejam alinhados com as estratégias da empresa, as capacidades de manufatura e com as necessidades dos clientes. Diferentes estratégias, capacidades e necessidades dos clientes definem diferentes ambientes de planejamento e controle da manufatura, nas quais atividades de gerenciamento da demanda são executadas (VOLLMANN *et al.*, 2005). Vollmann *et al.* (2005) classificam esses ambientes de manufatura para entender como as atividades se diferem em cada sistema produtivo e também como o cliente participa na definição do produto final:
 - Produção para estoque (MTS – *Make to Stock*): esse ambiente possui o foco na manutenção do estoque de produtos acabados, onde o cliente compra diretamente desse estoque disponível. Baseada em previsões de demanda, esse sistema é característico de empresas que fabricam produtos padronizados ou commodities, onde interação direta dos clientes com o desenvolvimento e fabricação dos produtos é muito pequena ou inexistente. Os sistemas MTS têm como principal vantagem a rapidez na entrega dos produtos, mas os custos com estoques tendem a ser grandes e os clientes não têm como expressar diretamente suas necessidades a respeito dos produtos.
 - Montagem sob encomenda (ATO – *Assembly to Order*): nesse ambiente os sistemas e os componentes são produzidos ou comprados para um estoque intermediário e, somente após o recebimento dos pedidos dos clientes contendo as especificações, o

produto final é montado de acordo com a demanda. Os pedidos devem ser configurados e os clientes devem ser informados da data de entrega do produto final, onde a interação dos clientes com o desenvolvimento dos produtos é limitada. Nos sistemas ATO as entregas dos produtos tendem a ser de médio prazo e as incertezas da demanda (quanto ao mix e volume dos produtos) são gerenciadas pelo excesso no dimensionamento do estoque de subconjuntos e capacidade das áreas de montagem.

- Produção sob encomenda (MTO – *Make to Order*): no ambiente MTO somente após a entrada do pedido é que os componentes são produzidos e montados no produto final. Nesse sistema existe uma interação maior do cliente com o desenvolvimento do produto, onde as especificações são traduzidas em termos de manufatura na empresa, onde podem ocorrer mudanças, mesmo que o produto já esteja na fase de fabricação. A engenharia exerce uma forte função no ambiente MTO, estabelecendo qual material será utilizado, quais etapas serão requeridas na fabricação e os custos envolvidos. Os tempos de entrega tendem a ser de médio a longo prazo e as listas de materiais são usualmente únicas para cada produto.
- Engenharia sob encomenda (ETO – *Engineering to Order*): possui quase as mesmas características do ambiente MTO, que somente após a entrada do pedido é que os componentes são produzidos e montados no produto final. A interação com o cliente é ainda mais forte onde o mesmo participa no projeto do produto na especificação de materiais, peças e componentes de maneira mais detalhado, pois o ambiente ETO é caracterizado por produtos altamente customizados.

Vale a pena salientar ainda que muitas empresas utilizam modelos de referência do PDP integrados ao sistema de gestão do ciclo de vida do produto (Sistema PLM) que, de acordo com Ming *et al.* (2008), tem sido empregado recentemente como um modelo de negócios estratégicos para apoiar a gestão, disseminação e utilização dos ativos do produto, incluindo dados, informações, conhecimentos etc. Os sistemas PLM auxiliam na gestão do portfólio de produtos, processos e serviços desde o conceito inicial, através do projeto, engenharia, lançamento, produção e uso, até o fim da vida útil do produto.

2.7. Métodos de auxílio à decisão por múltiplos critérios

Existem atualmente vários métodos de auxílio à decisão por múltiplos critérios, mas de acordo com Salomon (2004), os métodos mais utilizados em pesquisas são: *Analytic*

Hierarchy Process (AHP), Elimination et Choix Traduisant la Réalité (ELECTRE) e Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (MACBETH).

Existe outro método conhecido como *Analytical Network Process (ANP)* que avalia a dependência entre critérios e alternativas da hierarquia proposta por Saaty (2008). De acordo com Salomon, Montevechi e Pamplona (1999), o AHP tem preferência sobre os outros métodos de decisão multicritérios, desde que se disponha de tempo para a tomada de decisão, exista no máximo nove alternativas e que estas alternativas e os critérios sejam independentes.

O AHP é um método de auxílio à decisão por múltiplos critérios baseado na quebra da complexidade do problema pela decomposição hierárquica em partes menores, ou variáveis, homogeneamente agrupadas (objetivo, critérios, subcritérios e alternativas), seguida da mensuração qualitativa (julgamento subjetivo) ou quantitativa da importância relativa dessas variáveis, em cada nível da hierarquia, por meio de comparações pareadas, transportadas para valores numéricos de uma escala de razão em matrizes recíprocas positivas. A partir dessas matrizes, o problema sofre um processo de síntese matemática pela derivação de vetores de prioridade normalizados, os quais, de forma aditiva no sentido inverso da decomposição hierárquica, expressam a ordem das alternativas frente ao objetivo (GUIMARÃES, 2007).

A justificativa para escolha do AHP na tomada de decisão é a sua extensa aplicabilidade, simplicidade, facilidade de uso e ótima flexibilidade (HO, 2008). Segundo esse mesmo autor, esse método pode ser integrado com outras técnicas, por exemplo, programação matemática, *Quality Function Deployment (QFD)*, análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats*) e *Data Envelopment Analysis (DEA)*, tornando-o mais realista por considerar não somente fatores qualitativos e quantitativos, mas também limitações de recursos existentes nas organizações.

Outras vantagens que se podem destacar na utilização do AHP são: a não necessidade de um software proprietário (SALOMON, 2004), exigência de um menor número de julgamentos em relação ao ANP (SALOMON e MONTEVECHI, 1997) e a análise de consistência das comparações, mostrando os julgamentos inconsistentes (CHENG e LI, 2003). Por essas razões, adotou-se neste presente trabalho o AHP para a seleção do modelo de referência a ser comparado na empresa objeto de estudo.

Para Ho (2008), o AHP apresenta três operações principais: construção da hierarquia, análise de prioridade e verificação da consistência. Desenvolvido por Thomas L. Saaty na década de 1970, o AHP é, segundo Saaty (2008), uma teoria de medição relativa baseada na comparação

entre pares de julgamentos de especialistas para se obter uma escala de prioridades. As comparações são feitas usando-se uma escala de julgamentos absolutos que representa o quanto uma determinada alternativa estabelece dominância sobre outra em relação a um determinado critério.

De acordo com Saaty (1991), a inconsistência se refere à falta de transitividade de preferências, onde a violação dessa transitividade é considerada um desastre lógico. Segundo Cheng e Li (2003), os julgamentos inconsistentes podem ocorrer devido a:

- Respostas arbitrárias: se os provedores da informação sentem-se incomodados sobre o problema ou se eles não estão dispostos a fornecer seus julgamentos.
- Erros descuidados: se as questões são insuficientemente desenvolvidas e os provedores da informação são muito confusos para dar uma informação precisa.
- Falta de conhecimento ou experiência relevante: respostas de pessoas que não dominam o conhecimento ou não tem experiência para dar o julgamento apropriado no problema.

O método tem sido amplamente utilizado em diversas áreas de aplicação por diversos pesquisadores para seleção de alternativas baseadas em critérios pré-definidos e resolução de problemas na tomada de decisões, que deixaram de ser subjetivas e arbitrárias para serem objetivas e mais realistas.

Guimarães (2007) utilizou o AHP para selecionar um equipamento médico-hospitalar, Al-Harbi (2001) introduziu a utilização do método com gerenciamento de projetos, Hsiao (2002) integrou as técnicas de QFD, *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) e *Design for Assembly* (DFA) com o AHP para desenvolver um projeto de produto com alta qualidade e menores custos. Muller e Fairlie-Clarke (2001) utilizaram o AHP para determinar os fatores de correlação para estimar o impacto na lucratividade das várias questões do produto a serem dedicadas por uma empresa durante o PDP. Hsu e Chen (2008) fizeram uso do AHP para selecionar a mais apropriada franquia de lojas de bens duráveis. Rosa, Sellito e Mendes (2006) separaram fornecedores em aglomerados através da aplicação do AHP no setor de compras.

Em relação à seleção de modelos para processo de desenvolvimento de produtos e seleção de abordagens de gestão do conhecimento, Fass *et al.* (2009) aplicaram o AHP para selecionar o modelo de PDP mais adequado para empresas de base tecnológica e Neves *et al.* (2009), utilizaram esse mesmo método para selecionar uma abordagem de gestão do conhecimento

que atendesse aos critérios aplicáveis à tomada de decisão e gerenciamento de riscos em projetos de empresas de base tecnológica.

Diante dessa contextualização, a presente pesquisa utiliza o AHP como um método de auxílio à decisão para selecionar um modelo de referência PDP que será utilizado para a análise do processo de desenvolvimento de produtos da empresa selecionada como objeto de estudo. A fundamentação teórica para aplicação do AHP bem como a aplicação do mesmo se encontram na seção 4.6.

3. Processo de pesquisa

3.1. Considerações iniciais

O processo de pesquisa é desenvolvido mediante o concurso do conhecimento disponível e a utilização cuidadosa de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos. A forma com que o observador interage com o ambiente pesquisado para a detecção dos problemas ou para a proposição de soluções, bem como a maneira como formula as hipóteses, adquire e processa os dados, necessita estar norteado por métodos e técnicas específicos que se adaptem à natureza da pesquisa e à realidade investigada (MIGUEL, 2007).

Alinhado aos seus objetivos, a presente pesquisa pretende analisar como uma empresa do segmento de autopeças desenvolve seus produtos e como cada etapa do seu modelo utilizado pode ser delineada em comparação a um modelo de referência selecionado na literatura, construindo um conhecimento empírico que contribua no levantamento de informações para adaptação de um modelo específico para a indústria de autopeças em geral por futuros pesquisadores e para validação empírica do modelo de referência selecionado. O Quadro 3.1 apresenta a classificação da pesquisa empregada no presente trabalho quanto à sua natureza, quanto à abordagem do problema, quanto aos objetivos gerais e também quanto ao método de pesquisa empregado.

Quadro 3.1 – Classificação da pesquisa

Classificação	Descrição
Quanto à natureza	Aplicada
Quanto à abordagem do problema	Combinado (quan→QUAL)
Quanto aos objetivos	Descritivo com elementos de pesquisa explicativa
Quanto ao método de pesquisa	Estudo de caso

Fonte: Elaborado pelo autor

As seções seguintes deste presente capítulo descrevem detalhadamente o processo de pesquisa em relação à sua classificação proposta.

3.2. Quanto à natureza

Para Marconi e Lakatos (1999), a pesquisa de natureza aplicada caracteriza-se na solução de problemas específicos através de aplicações práticas. Como a presente pesquisa pretende analisar o PDP de uma empresa da indústria de autopeças, surge a oportunidade de aplicação empírica de conhecimentos para solução de problemas reais e específicos da empresa, onde

essa solução de problemas contribui cientificamente para o aprimoramento do conhecimento relacionado ao desenvolvimento de produtos como uma área específica da engenharia de produção.

3.3. Quanto à abordagem do problema

De acordo com Creswell e Plano Clark (2007), a abordagem de pesquisa combinada é um projeto de pesquisa com pressupostos que direcionam a coleta e a análise dos dados e a combinação das abordagens qualitativa (Qual) e quantitativa (Quan) em um único estudo ou em uma série de estudos. Sua premissa central é que o uso combinado das abordagens qualitativas e quantitativas oferece um melhor entendimento dos problemas de pesquisa do que qualquer uma dessas abordagens isoladas.

Os métodos combinados utilizam um sistema de notações próprio para auxiliar na descrição dos procedimentos, métodos e produtos de seus estudos. Tratam-se de ferramentas úteis para ilustrar e comunicar a complexidade inerente aos delineamentos dos métodos combinados. A notação utiliza o sinal de adição (+) para indicar os métodos que ocorrem de forma simultânea e setas (→) para indicar métodos que ocorrem em sequência. Os parêntesis indicam os métodos que estão embutidos em outros métodos. As letras maiúsculas e minúsculas são empregadas para indicar a importância relativa dos métodos dentro de um estudo (CRESWELL e PLANO CLARK, 2007). A seguir encontram-se alguns exemplos da utilização do sistema de notação:

- **QUAN + QUAL:** esta notação indica que as abordagens quantitativas e qualitativas foram usadas ao mesmo tempo durante a pesquisa e ambas possuem a mesma ênfase no estudo;
- **QUAL → quan:** esta notação indica que os métodos foram usados em sequência, com a abordagem qualitativa sendo empregada antes da quantitativa, sendo que a primeira tem mais ênfase no estudo.
- **quan → QUAL:** esta notação indica que os métodos foram usados em sequência, com a abordagem quantitativa sendo empregada antes da qualitativa, sendo que a segunda tem mais ênfase no estudo.
- **QUAN (qual):** esta notação indica que a abordagem qualitativa foi embutida em um projeto quantitativo.

Com relação à forma de abordar o problema, a presente pesquisa será de caráter combinada,

onde será contemplada em uma primeira análise os dados quantitativos e, posteriormente, uma abordagem qualitativa, utilizando a notação $\text{quan} \rightarrow \text{QUAL}$.

3.4. Quanto aos objetivos

Voss, Tsikriktsis e Frohlich (2002) afirmam que existem áreas dinâmicas nas quais novas práticas estão constantemente surgindo. Isso caracteriza essa pesquisa como descritiva com elementos de pesquisa explicativa. Descritiva no sentido de abordar um tema amplo como o desenvolvimento de produto, descrevendo as características, transformando e delimitando-o a uma lacuna pouco explorada por outros pesquisadores, onde proposições são transformadas em variáveis de estudo, existindo uma relação entre essas variáveis.

O caráter explicativo ilustra a relevância dessa pesquisa descrita na justificativa, como enfatizam Toledo *et al.* (2008), que pouco se conhece sobre as práticas de gestão do processo de desenvolvimento de produto das empresas de autopeças no Brasil, quanto mais sobre modelos de referência para sistematização do PDP nesse tipo de indústria.

De acordo com Yin (2005), a pesquisa explicativa permite a investigação de fenômenos à medida que ocorrem, procurando responder questões do tipo “como”, “porque” e permitindo o desenvolvimento de proposições do processo de construção do conhecimento.

Alinhado aos seus objetivos, a presente pesquisa pretende explicar como a empresa objeto de estudo desenvolve seus produtos e como cada etapa do seu modelo pode ser delineada em comparação a um modelo de referência selecionado na literatura, baseando-se numa lógica dedutiva e buscando explicar relações de causa e efeito entre alternativas.

Para Creswell e Plano Clark (2007), o delineamento explicativo é um método combinado de duas fases. O propósito geral desse delineamento é que os dados qualitativos auxiliam a explicar ou estruturar os resultados quantitativos iniciais. Começa-se com a coleta e análise de dados quantitativos. A primeira fase é seguida por uma subsequente coleta e análise de dados qualitativos. Essa segunda fase de dados qualitativos é planejada para que siga (ou se conecte) os resultados da primeira fase quantitativa. Essa sequência de abordagem é mostrada na Figura 3.1.

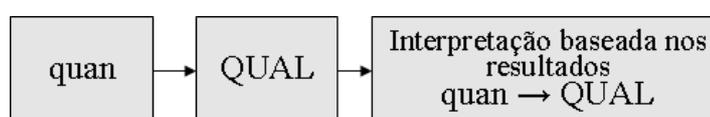


Figura 3.1 – Delineamento explicativo

Fonte: Adaptado de Creswell e Plano Clark (2007)

Detalhando a característica explicativa, Creswell e Plano Clark (2007) propõem o modelo da seleção dos participantes, usado quando o pesquisador necessita de informações quantitativas para identificar e selecionar participantes para um estudo qualitativo mais profundo.

No estudo de caso dessa pesquisa se aplica primeiramente a abordagem quantitativa onde é utilizado o AHP. Dentre os modelos de referência identificados na literatura, aplica-se o AHP para selecionar o que mais se adéqua para análise do processo de desenvolvimento de produtos da empresa objeto de estudo. Na sequência aparece a abordagem qualitativa na qual se dá mais ênfase nesse presente trabalho, onde ocorre a análise do PDP da empresa tendo por base o modelo de referência selecionado.

3.5. Quanto ao método de pesquisa

3.5.1 Modelagem

A presente pesquisa levanta a seguinte questão a ser respondida com o método de modelagem:

Qual o modelo de referência do PDP mais se adéqua para analisar todo o processo de desenvolvimento de produtos da empresa do setor de autopeças objeto de estudo? Essa pergunta norteia a parte quantitativa da presente pesquisa, onde utiliza-se a modelagem como procedimento metodológico, conforme definida por Bertrand e Fransoo (2002). Para atingir o objetivo da modelagem no estudo quantitativo aplica-se o AHP como um método de auxílio à decisão por múltiplos critérios através do *software Expert Choice*[®]. Segundo Salomon (2004), a modelagem consiste, basicamente, da identificação dos critérios e das alternativas de decisão, da atribuição de valores de importância para os critérios e valores de desempenho para alternativas e, finalmente, da síntese dos resultados.

A utilização do AHP para selecionar dentre os seis modelos citados na fundamentação teórica (WHEELWRIGTH e CLARK, 1992a; ROSENTHAL, 1992; COOPER, 1993; PAHL *et al.*, 2005; ROZENFELD *et al.*, 2006; BACK *et al.*, 2008) o que melhor se adéqua para realizar uma análise do PDP de uma empresa de autopeças pode ser justificado por (tal como SALGADO *et al.*, 2010):

- Cada autor interpreta o processo de desenvolvimento de produtos por uma diferente ótica;
- Cada modelo é apresentado em etapas ou em estágios que variam de indústria para indústria;

- Muitos modelos do PDP são similares, mas diferenciam-se na quantidade de fases;
- Os modelos possuem diferentes níveis de detalhamento de acordo com a necessidade de cada empresa;
- Existe um baixo número de trabalhos publicados para modelos de PDP específicos;
- A seleção para a adequação de um modelo específico para uma empresa ainda é feito apenas sob a ótica do pesquisador, utilizando como justificativas o fato do modelo ser o mais citado na literatura, ser o mais recente ou, até mesmo, a proximidade entre os setores industriais;
- A maioria das pesquisas realizadas sobre o tema utilizam abordagens qualitativas para proposição de modelos;
- O AHP permite a seleção do modelo de forma menos dependente dos conceitos de um pesquisador, mas através da opinião de diferentes especialistas em PDP envolvidos com o problema a ser resolvido.

3.5.2 Estudo de caso

A presente pesquisa levanta as seguintes questões a serem respondidas com o método de modelagem:

Que fases são utilizadas no processo de desenvolvimento de produtos em uma empresa de autopeças comparadas a um modelo de referência genérico selecionado na literatura de PDP? Quais as práticas utilizadas em cada fase? Que informações são importantes para uma futura adaptação de um modelo de PDP específico para a indústria de autopeças?

Observando as questões que norteiam a parte qualitativa dessa presente pesquisa é adotado como método o estudo de caso único, onde o processo de desenvolvimento de produtos é complexo e abrangente. Na empresa objeto de estudo dessa pesquisa haverá uma investigação de fenômenos à medida que ocorrem, procurando responder questões do tipo “como” e “porque”, e permitindo o desenvolvimento de proposições do processo de construção do conhecimento. De acordo com Yin (2001), o estudo de caso é um estudo de natureza empírica que investiga um determinado fenômeno dentro de um contexto real de vida, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto em que ele se insere não são claramente definidas.

Voss, Tsikriktsis e Frohlich (2002) destacam como vantagem da utilização do estudo de caso

único a oportunidade que ele permite para observações mais profundas sobre o objeto de estudo, apesar de possuir as suas limitações no que diz respeito ao desenvolvimento de novas teorias.

O estudo de caso é a estratégia escolhida ao se examinarem acontecimentos contemporâneos, mas quando não se podem manipular comportamentos relevantes (YIN, 2005). De acordo com esse mesmo autor o que diferencia o estudo de caso de outros métodos é a sua capacidade de lidar com uma ampla variedade de evidências (documentos, entrevistas estruturadas ou semi-estruturadas e observação).

Segundo Filippini (1997), em estudos de caso, como o da presente pesquisa, a empresa objeto de estudo será estudada em detalhes em sua configuração natural, onde a observação de uma realidade e uma abordagem indutiva será adotada.

Para realização dessa pesquisa, adotou-se a estrutura de elaboração de estudo de caso proposta por Miguel (2007), onde as fases estão resumidas na Figura 3.2.

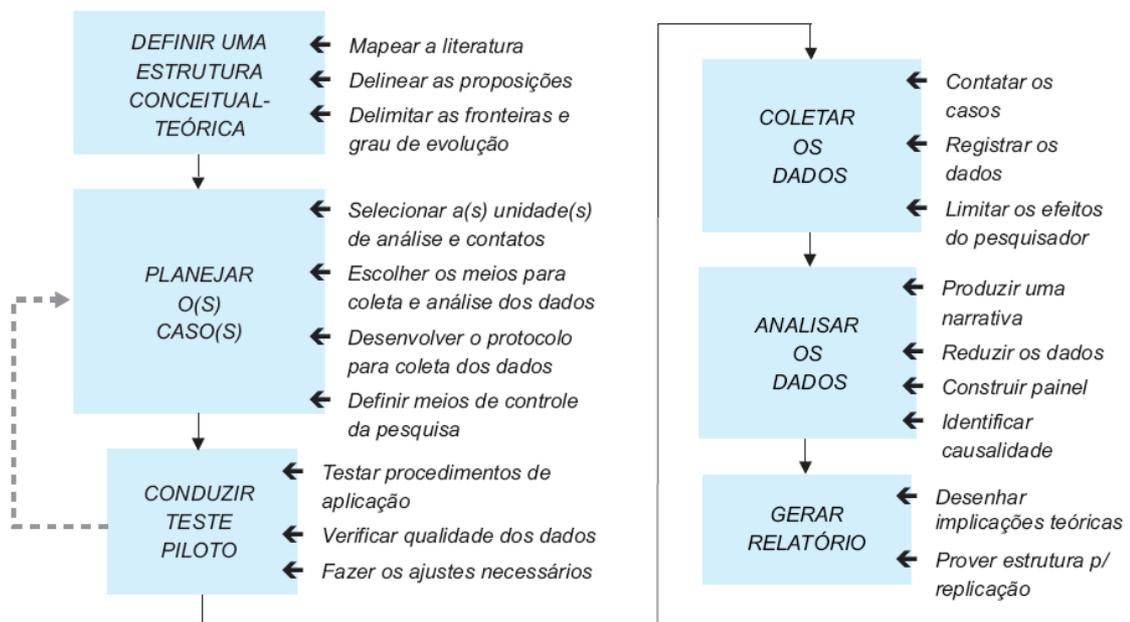


Figura 3.2 – Etapas para elaboração de um estudo de caso

Fonte: Miguel (2007)

Através da revisão de literatura e do levantamento bibliográfico em trabalhos já publicados sobre o tema dessa pesquisa, foi possível delimitar a fronteira do que será investigado e assim definir uma **estrutura conceitual-teórica**, que proporcionou o aprofundamento teórico por parte do pesquisador e o estado da arte sobre o tema estudado. Foi possível também identificar lacunas que justificam a relevância dessa pesquisa.

Como se trata de um estudo de caso único, para o **planejamento do caso** selecionou-se como objeto de estudo para a pesquisa uma empresa multinacional alemã do ramo de autopeças que produz componentes de motores automotivos.

Segundo Voss, Tsiriktsis e Frohlich (2002), um princípio subjacente na coleta de dados dos estudos de caso é a triangulação, ou seja, a combinação e uso de diferentes métodos para estudar um mesmo fenômeno, como fontes teóricas, empíricas e análises do pesquisador. Nesse contexto, para a coleta de dados da presente pesquisa, foram utilizadas técnicas como observação direta, análise documental (documentos internos da empresa, manuais, *intranet*, procedimentos e registros) e um questionário (vide Anexo A) que foi aplicado através de entrevistas semi-estruturadas.

Como o planejamento definiu a realização de um estudo de caso único, não foi **conduzido um teste piloto**.

A etapa de coleta de dados foi iniciada com uma análise preliminar do PDP da empresa, visando estratificar a abrangência do protocolo de pesquisa. Nesta análise preliminar empregou-se a observação direta e a análise documental, permitindo-se a coleta de dados para identificar as fases do modelo de referência para desenvolvimento de produtos da empresa e sua comparação preliminar com os modelos de referência teóricos identificados na literatura. A análise preliminar foi realizada apenas na unidade fabril localizada no sul de Minas Gerais, não incluindo o centro de tecnologia da empresa estudada.

O quadro 3.2 apresenta o delineamento da pesquisa realizada na análise preliminar.

Quadro 3.2 – Delineamento da pesquisa empregada no teste piloto

Aspecto	Conceitos e práticas
Seleção do objeto de estudo	Unidade fabril, responsável pela gestão do PDP, de uma multinacional alemã do ramo de autopeças.
Elaboração do referencial teórico	Estudo sobre modelos de referência para o processo de desenvolvimento de produtos: Pahl <i>et al.</i> (2005), Cooper (1993), Wheelwright e Clark (1992) e Rozenfeld <i>et al.</i> (2006).
Coleta de dados	Observação direta e análise de documentos internos da empresa: manuais, <i>intranet</i> , procedimentos e registros. Conversas informais com responsáveis pela área de PDP da empresa.
Análise de dados	Interpretação dos dados qualitativos; lógica indutiva; reflexões com base em anotações do pesquisador.

Posteriormente, a etapa de coleta de dados foi realizada de uma forma mais aprofundada e está descrita no Capítulo 4 do presente trabalho. Na sequência do procedimento metodológico empregado, dado pela Figura 3.2, os dados foram analisados (vide Capítulo 5), culminando

com as conclusões (vide Capítulo 6), gerando o presente trabalho de dissertação.

4. Descrição da pesquisa

4.1. Considerações iniciais

Este capítulo apresenta os resultados da análise documental, observações diretas do pesquisador e entrevistas realizadas na empresa objeto de estudo deste trabalho.

4.2. Justificativa da escolha do objeto de estudo

A empresa selecionada como objeto de estudo é uma multinacional alemã que atua no setor de autopeças, com 115 unidades de produção em quatro continentes, e que emprega aproximadamente 50.000 pessoas. Além de atuar no setor de autopeças, se classifica como fornecedora de primeiro e segundo nível da cadeia de suprimentos, atua como parceira de tecnologia de grandes montadoras e possui um sistema de produção sob encomenda.

Essa empresa é um dos três principais fornecedores mundiais de sistemas de pistão, componentes de cilindro, sistemas de trem de válvulas e sistemas de filtração de ar e líquidos. Desde a sua fundação vem em constante crescimento e aumentando cada vez mais a diversidade do seu portfólio de produtos, que atualmente se divide em pistão, anel, camisa, pino, biela, bronzina, bucha, eixo de comando e filtro, como pode ser visto na Figura 4.1.

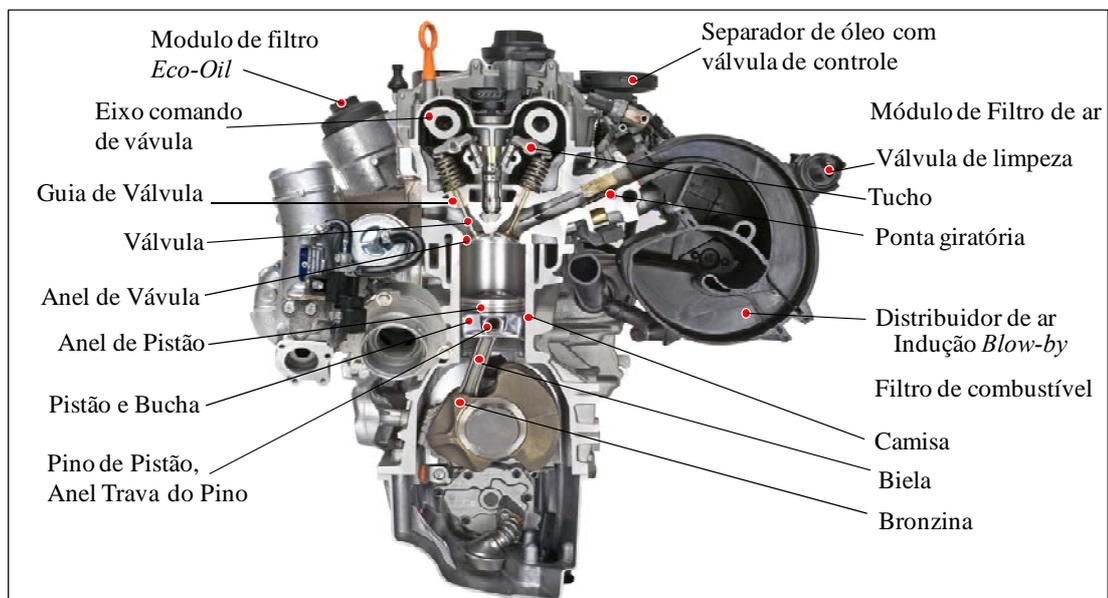


Figura 4.1 – Portfólio de produtos representados em um motor automotivo

Esta ampla gama de produtos permite uma carteira de clientes ampla e variada, em alguns casos até fora do ramo automotivo. Entre eles estão conceituadas empresas como: Volkswagen, Audi, BMW, John Deere, Porsche, Opel, Toyota, Ford, General Motors,

DaimlerChrysler, Fiat, Renault, Peugeot, MWM, Cummins, Scania, Volvo, International, Caterpillar, Honda, Husqvarna, Elgin, Caterpillar, Yamaha e Perkins. Metade de sua produção é exportada para montadoras nos Estados Unidos e Europa.

Desde 1950 atuando no Brasil, a empresa conta atualmente com nove unidades, caracterizadas na presente dissertação como unidades de negócio, conforme o Quadro 4.1.

Quadro 4.1 – Unidades de negócios da empresa no Brasil

Descrição	Produtos e Serviços	Localização
Unidade de Negócio 1 (UN1)	Pistões e Bielas, Filtros, Sistemas de Trem de Válvulas	Mogi Guaçu (SP)
Unidade de Negócio 2 (UN2)	Centro de Distribuição e Vendas	Limeira (SP)
Unidade de Negócio 3 (UN3)	Anéis de pistão	Itajubá (MG)
Unidade de Negócio 4 (UN4)	Buchas	Itajubá (MG)
Unidade de Negócio 5 (UN5)	Bronzinas	São Bernardo do Campo (SP)
Unidade de Negócio 6 (UN6)	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Novas Tecnologias (CT) Engenharia de Aplicações e Vendas	Jundiaí (SP)
Unidade de Negócio 7 (UN7)	Sinterizados	Indaiatuba (SP)
Unidade de Negócio 8 (UN8)	Comercialização de filtros industriais	Mogi Guaçu (SP)
Unidade de Negócio 9 (UN9)	Forjas de Bielas e outros	Queimados (RJ)

A empresa hoje é símbolo de qualidade em seus produtos, serviços e atendimento, sendo certificada pelas normas ISO/TS 16949, ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001. Recebe prêmios específicos de clientes por alto desempenho em qualidade, logística e atuação comercial.

A empresa objeto de estudo do presente trabalho foi escolhida com base na sua importância no mercado de autopeças mundial. Esse fato torna-se relevante, pois a empresa tem intensificado o seu crescimento nos últimos anos para aumentar sua competitividade, principalmente em países como o Brasil, por meio de inovações tecnológicas no desenvolvimento de produtos. Ela conta com seis centros de pesquisa e desenvolvimento

espalhados pelo mundo, realiza aquisições de concorrentes e parcerias estratégicas, e ocupa o segundo lugar no mercado mundial da sua categoria, representando uma participação de mercado de 30% no Brasil, comparado a outros cinco concorrentes.

4.3. Justificativa da escolha da unidade de análise

Dentre as unidades de negócios da empresa no Brasil, foram escolhidas duas unidades para a análise no presente trabalho com o objetivo de delimitar a pesquisa ao desenvolvimento de anéis de pistão, onde as unidades localizadas no Brasil são líderes mundiais no desenvolvimento desse componente, quando comparadas às outras unidades da empresa em outros países. Entretanto, a forma de desenvolver novos produtos é a mesma em todas as unidades do mundo e para todos os tipos de produtos. As unidades selecionadas foram:

- **Centro de Tecnologia (CT)** - foi escolhido por ser o centro onde são criados novos produtos através de ideias voltadas para a inovação da empresa no mercado de autopeças. Trata-se a unidade de negócio 6 do Quadro 4.1.
- **Unidade de negócio 3** – refere-se a UN3 do Quadro 4.1 e foi escolhida por ser responsável pela fabricação de anéis de pistão. É a unidade que presta suporte ao desenvolvimento mundial de anéis de pistão, tanto para projetos de inovação quanto para projetos destinados aos produtos já desenvolvidos, onde já existe um cliente envolvido. É onde são desenvolvidos os processos de fabricação, produção de protótipos, amostras e onde alta tecnologia é aplicada aos processos de engenharia de manufatura, que exige a grande complexidade relacionada aos anéis de pistão.

Apesar da simples aparência do anel de pistão, uma alta e avançada tecnologia é utilizada para desenvolvê-lo e fabricá-lo, devido à complexidade exigida à sua função no funcionamento do motor de combustão interna de um veículo.

De acordo com Penido Filho (1983), o motor de combustão interna tem por objetivo transformar energia térmica em energia mecânica, diretamente utilizável. Após a mistura combustível/ar ser comprimida na câmara de combustão de cada cilindro, inicia-se uma queima, a qual libera uma força contra a cabeça do pistão, forçando este a deslocar-se na direção do virabrequim (eixo de manivelas). A biela, elemento de ligação entre o pistão e o virabrequim, transmite a força atuante na cabeça do mesmo (resultante da expansão dos gases) ao colo do virabrequim, fazendo com que este gire. Converte assim o movimento retilíneo alternado do pistão em movimento rotativo do virabrequim, conforme mostra a Figura 4.2.

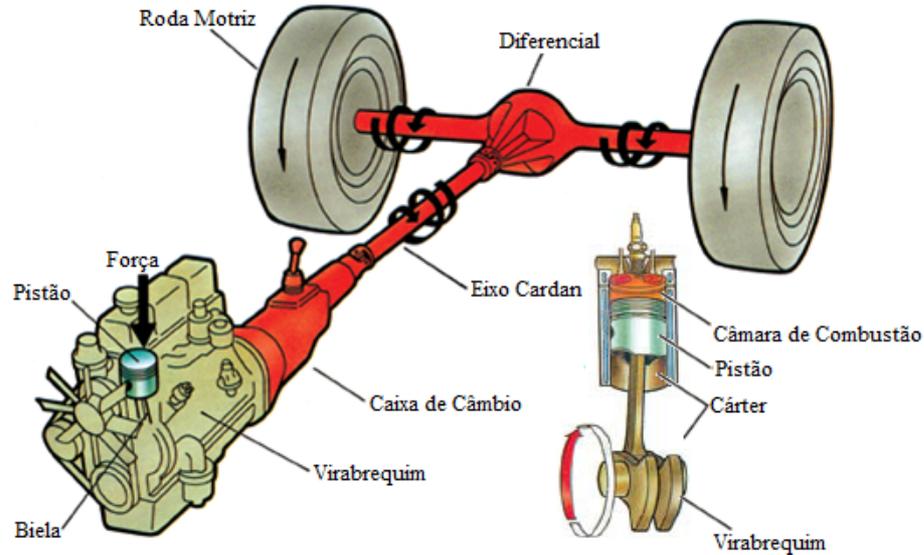


Figura 4.2 – Princípio de funcionamento do motor de combustão interna

O anel é um elemento circular, elástico e com elevada força de expansão, localizado nos pistões. São peças de metal que, quando instaladas nos cilindros dos motores, tornam-se circulares e autoexpansivas, proporcionando uma vedação móvel entre a câmara de combustão e o cárter do motor. Segundo Tian, Liu e Rabuté (2003), a vedação é a principal função do anel de pistão em motores de combustão interna. Em geral, o objetivo do projeto do anel de pistão é a redução do consumo de óleo e do “*blow-by*” (mistura de ar, combustível e óleo que passa através dos anéis, pistão e paredes do cilindro da câmara de combustão fluindo para o cárter por unidade de tempo) exigidos com a mínima quantidade de atrito e desgaste. Em síntese, as principais funções dos anéis de pistão são: vedar a câmara de combustão, transmitir o calor da combustão para as paredes do cilindro e controlar o consumo de óleo e a lubrificação. A Figura 4.3 mostra a localização dos anéis no pistão.

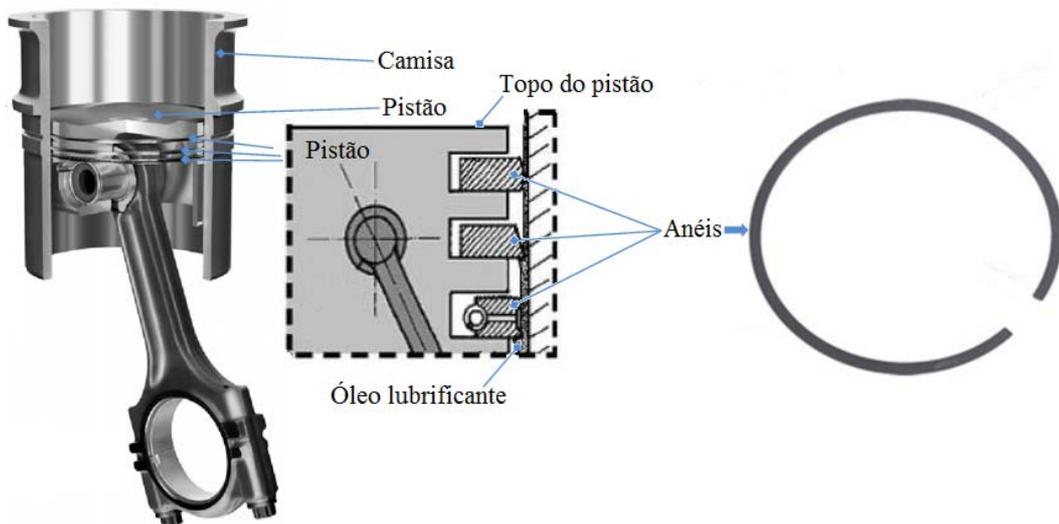


Figura 4.3 – Localização dos anéis no pistão

4.4. Fontes de evidência para coleta de dados

Para realização da coleta de dados foram utilizadas as seguintes fontes de evidência: observação direta, análise de documentos internos da empresa (manuais, *intranet*, procedimentos e registros) e entrevistas semi-estruturadas realizadas com um questionário (Anexo A).

Esse questionário utilizado nas entrevistas é composto de quatro partes. As três primeiras partes são questões gerais relativas a todos os projetos de desenvolvimento da empresa: estrutura de apoio ao desenvolvimento de produto e tecnologia; planejamento estratégico de produto e tecnologia e gestão de projetos de desenvolvimento. Trata-se do resultado de uma adaptação feita pelo autor dessa pesquisa do questionário desenvolvido por especialistas em Processo de Desenvolvimento de Produtos da Universidade de São Paulo (USP São Carlos). O conteúdo das perguntas dessas quatro primeiras partes foi elaborado segundo os modelos teóricos de Rozenfeld *et al.* (2006) e Crevelling e Slutsky (2003).

A última parte desse questionário é composta por questões específicas sobre o processo de desenvolvimento de produtos, cujas perguntas foram elaboradas pelo pesquisador, segundo o modelo de referência selecionado AHP (vide seção 4.6), para analisar dois projetos de desenvolvimento da empresa objeto de estudo: o Projeto A, de pré-desenvolvimento de produto, ou seja, o desenvolvimento de uma nova tecnologia a ser aplicada num novo produto; e o Projeto B, de desenvolvimento de um produto destinado ao cliente. Posteriormente, realizou-se o estudo intracaso, onde o processo de desenvolvimento de cada projeto foi comparado com o modelo de Rozenfeld *et al.* (2006); e o estudo intercasos, onde realizou-se a comparação entre os projetos de desenvolvimento dentro de cada modelo utilizado pela empresa.

Junto ao questionário foi utilizado um quadro para verificar as principais ferramentas, técnicas e métodos aplicados em cada fase do PDP, conforme mostra o Anexo B. Com o intuito de auxiliar na observação direta e análise de documentos foi utilizado um roteiro de observação, adaptado de Agostinetti (2006), que pode ser visto no Anexo C.

4.5. Caracterização dos entrevistados

O desenvolvimento de produto da empresa abrange vários departamentos. Para fins de coleta de dados nessa etapa, foram entrevistadas pessoas que trabalham há mais de três anos diretamente na gestão das equipes de desenvolvimento de produto, atuando como gerente ou chefe dessas equipes. Algumas dessas pessoas exercem sua função na UN3 de Itajubá e outras

no CT em Jundiaí (UN6), onde os resultados das suas atividades integram o desenvolvimento do produto. O Quadro 4.2 apresenta um resumo dos dados dos respondentes.

Quadro 4.2 – Características dos entrevistados

Entrevistados	Tempo de empresa	Departamento	Função	Tempo de experiência em desenvolvimento de produtos	Formação acadêmica
Entrevistado 1	8 anos	Planejamento do Produto	Chefe de Planejamento do Produto	8 anos	Engenharia Mecânica
Entrevistado 2	11 anos	Tecnologia do Produto	Especialista Global de anéis	11 anos	Mestrado em Engenharia Mecânica
Entrevistado 3	25 anos	Gestão de Produtos	Gerente de Planejamento do Produto	11 anos	Mestrado em Engenharia de Produção
Entrevistado 4	7 anos	Tecnologia do Produto	Especialista Global de anéis	5 anos	Engenharia Mecânica
Entrevistado 5	3 anos	Planejamento do Produto	Engenheiro de Planejamento do Produto	5 anos	Engenharia Mecânica
Entrevistado 6	8 anos	Planejamento do Produto	Analistas de Planejamento do Produto	4 anos	Administração de empresas

4.6. Seleção do modelo de referência do PDP

A seleção do modelo de referência para o PDP, conforme sugere Fass *et al.* (2009), foi realizada por meio do método de auxílio a decisão multicriterial AHP entre seis modelos apontados na fundamentação teórica dessa dissertação como os que mais focam na gestão do processo de desenvolvimento, apesar de caracterizar também o projeto do produto. Esses modelos são os dos seguintes autores: Wheelwright e Clark (1992a), Rosenthal (1992), Cooper (1993), Pahl *et al.* (2005), Rozenfeld *et al.* (2006), Back *et al.* (2008).

Esses seis modelos de referência são as alternativas a serem inseridas no modelo do AHP. Para facilitar a inserção dessas informações no *software Expert Choice*, cada modelo foi abreviado através de siglas, conforme o Quadro 4.3.

Depois de definidas as alternativas, foram definidos os critérios a serem usados para selecionar as alternativas disponíveis. A determinação dos critérios foi baseada em artigos

publicados que caracterizam o PDP de indústrias de autopeças, entrevistas com seis especialistas que atuam há mais de três anos diretamente no PDP da empresa (vide Quadro 4.2) e através de uma análise comparativa preliminar entre esses seis modelos de referência do PDP com o modelo de PDP utilizado na empresa, utilizando informações coletadas nessa entrevista (resultados no Quadro 4.4).

Quadro 4.3 – Abreviação dos modelos de referência

Modelos de referência	Abreviação
Pahl <i>et al.</i> (2005)	PAH
Wheelwright e Clark (1992a)	WCL
Rosenthal (1992)	ROS
Cooper (1993)	COO
Back <i>et al.</i> (2008)	BAC
Rozenfeld <i>et al.</i> (2006)	ROZ

Os critérios adotados foram:

- **Inovação:** inovação na indústria através da criação e desenvolvimento de produtos e tecnologia;
- **Integração dos processos:** integração do PDP com outros processos da empresa, com os participantes da cadeia de fornecimento e com os clientes finais;
- **Sistematização do PDP:** formalização e sistematização do PDP, ferramentas de apoio que o modelo propõe ao processo de tomada de decisão.

Com base nas informações das alternativas e dos critérios foi construída a hierarquia do AHP da Figura 4.4 que, segundo Saaty (2008), pode ser estruturada em uma árvore de decisão, dividindo-a em níveis, colocando no primeiro nível o objetivo, nos níveis intermediários os critérios e os subcritérios, e nos menores níveis as alternativas.

Os mesmos especialistas citados no Quadro 4.2 foram selecionados para realizar os julgamentos do AHP. Por esse motivo eles participaram de um seminário sobre os seis modelos estudados, com duração aproximada de 15 horas, onde foram detalhados os principais conceitos, diferenças e fases propostas pelos autores de cada modelo de referência, bem como as atividades de casa fase que auxiliam na análise do PDP da empresa.

Quadro 4.4 – Comparação das fases dos modelos teóricos com o modelo da empresa

Macro-fase	Item	Etapas do processo de desenvolvimento de produtos	Wheelwright e Clark (1992a)	Rosenthal (1992)	Cooper (1993)	Pahl <i>et al.</i> (2005)	Rozenfeld <i>et al.</i> (2006)	Back <i>et al.</i> (2008)	Empresa estudada	
Pré	1	Identificação das oportunidades de negócio (geração de idéias)			X	X	X			
	2	Priorização da melhor idéia para o negócio		X			X			
	3	Análise do mercado (formulação estratégica)			X	X	X	X	X	
	4	Estudo de viabilidade (física, econômica, financeira)		X	X	X			X	
Desenvolvimento	5	Concepção do produto	X	X	X	X	X	X	X	
	6	Pontos de avaliação do projeto (<i>Stage-gate</i>)		X	X		X		X	
	7	Definição da equipe de projeto	X				X		X	
	8	Planejamento do projeto	X	X	X		X	X	X	
	9	Definição das entradas do projeto	X				X		X	
	10	Projeto dos processos					X	X	X	
	11	Definição das especificações do produto e seus componentes		X		X	X	X	X	
	12	Definição das saídas de projeto	X				X		X	
	13	Definição de métodos de produção				X	X		X	
	14	Definição do ferramental					X	X	X	
	15	Verificação do projeto	X	X			X		X	
	16	Testes do projeto (validação do projeto)	X	X	X	X	X	X	X	
	17	Protótipo (modelo de laboratório)	X		X		X	X		
	18	Produção/operação piloto (baixo lote)	X	X	X		X	X	X	
	19	Desenvolvimento de programas de treinamento		X						
	20	Desenvolvimento de campanhas publicitárias			X		X			
	21	Lançamento do produto no mercado			X		X	X	X	
	Pós	22	Monitoramento de pós-venda					X	X	
		23	Reavaliação e análise crítica do projeto	X		X				
24		Descontinuar produto					X			

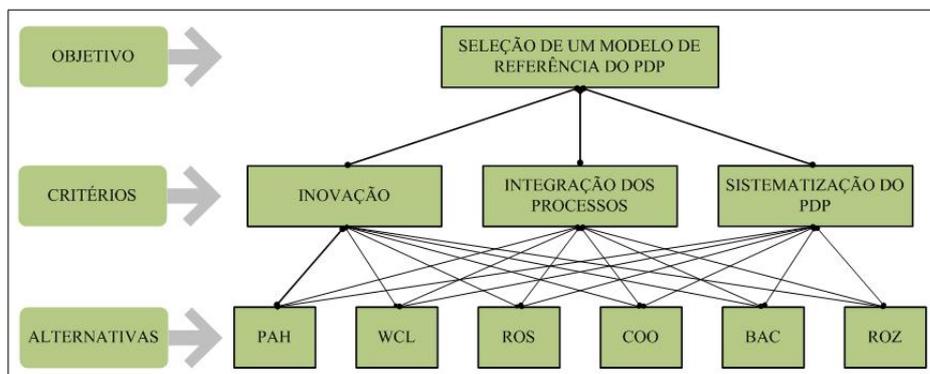


Figura 4.4 – Estrutura hierárquica da presente pesquisa

Após conhecerem os modelos, os especialistas realizaram os julgamentos entre critérios e também entre as alternativas em relação a cada critério, resultando em uma matriz pareada dos elementos da hierarquia.

A escala utilizada nos julgamentos é a proposta por Saaty (1991), composta por números absolutos de 1 a 9, como mostra o Quadro 4.5. De acordo com Al-Harbi (2001), as matrizes são preenchidas com $n(n-1)$ julgamentos, onde n é a ordem da matriz.

Quadro 4.5 – Escala Fundamental de Saaty

Intensidade de importância	Definição	Explicação
1	Mesma importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra.
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre os valores adjacentes	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.
Recíprocos dos valores acima de zero	Se uma atividade i recebe uma das designações diferentes acima de zero, quando comparado com a atividade j , então j tem um valor recíproco quando comparado com i .	Uma designação razoável.
Racionais	Razões resultantes da escala.	Se a consistência tiver de ser forçada para obter valores numéricos n , para completar a matriz.

Fonte: Saaty (1991)

Em seguida foi realizada a combinação de todos os julgamentos realizados por cinco especialistas através da média geométrica dos julgamentos para se chegar aos vetores de prioridade geral “ V ” e também aos pesos de priorização dos critérios e das alternativas “ W ”, conforme proposto por Saaty e Shang (2007). O entrevistado 2 (vide quadro 4.2) não participou nesta etapa.

Existem outros dois métodos para realizar a combinação dos julgamentos. Um deles, de

acordo com Saaty (2003), é quando surge a necessidade de agrupar os julgamentos via autovetor, ou seja, quando os julgamentos entre os indivíduos que compõem determinado grupo são dispersos. Para Saaty e Shang (2007), o outro método é realizado pela votação consenso, quando a tomada de decisão precisa ser realizada em grupo e se faz necessário agregar as preferências dos indivíduos em uma classificação consenso, que exige que o grupo entre em acordo sobre cada entrada da matriz de julgamento.

De acordo com Al-Harbi (2001), depois da construção das matrizes pareadas dos critérios e alternativas, é necessário avaliar a consistência dos julgamentos dos especialistas, o que Saaty (1991) denominou como razão de consistência (CR), sendo determinado pela Equação 1.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad [1]$$

Onde, CI é chamado de índice de consistência, representado pela Equação 2 e RI é o índice randômico médio, determinado estatisticamente pelo *Oak Ridge National Laboratory* (SAATY, 1991), podendo ser selecionado de acordo com a ordem “n” das matrizes dos julgamentos na Tabela 4.1.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{(n - 1)} \quad [2]$$

Onde, λ_{max} é o autovalor encontrado na matriz de comparação pareada dos critérios e das alternativas, e n representa a ordem da matriz.

Tabela 4.1 – Índice randômico do AHP

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56

Fonte: Saaty (1991)

Segundo Hsiao (2002), se o valor do CR for superior a 10% os julgamentos estão inconsistentes e devem ser revisados. Na presente pesquisa os julgamentos dos critérios e das alternativas em relação a cada critério foram consistentes, pois o CR calculado em cada matriz apresentou um valor inferior a 10%.

A Tabela 4.2 mostra a matriz de comparação dos critérios com os seus respectivos pesos relativos.

Tabela 4.2 – Matriz de julgamento e priorização dos critérios

	Inovação	Integração do processo	Sistematização do PDP	Autor Vetor (V)	Pesos (W)
Inovação	1	4,514	3,936	2,610	67,82%
Integração do processo	0,222	1	1	0,605	15,72%
Sistematização do PDP	0,254	1	1	0,633	16,46%
$\lambda_{max} = 3,0021$					
CR = 0,18%					

O critério inovação apresentou uma diferença significativa em relação aos critérios integração do processo e sistematização do PDP, assumindo um peso relativo de 67,82% na hierarquia do AHP. É interessante ressaltar que a empresa investe constantemente no desenvolvimento de seus produtos, criando inovações tecnológicas para atender as necessidades dos seus clientes. Em segundo lugar aparece o critério sistematização do PDP com 16,46% e, em terceiro, o critério integração do processo com 15,72%.

As Tabelas 4.3, 4.4 e 4.5 mostram a matriz de comparação dos modelos de PDP em relação a cada critério, com os seus respectivos pesos relativos.

Tabela 4.3 – Matriz de julgamento dos modelos para o critério inovação

Inovação	PAH	WCL	ROS	COO	BAC	ROZ	Autor Vetor (V)	Pesos (W)
PAH	1	0,608	0,242	0,237	0,172	0,140	0,307	3,76%
WCL	1,644	1	0,370	0,412	0,278	0,206	0,493	6,04%
ROS	4,129	2,702	1	0,871	0,375	0,226	0,968	11,85%
COO	4,227	2,426	1,149	1	0,308	0,226	0,968	11,85%
BAC	5,827	3,594	2,667	3,245	1	0,530	2,140	26,19%
ROZ	7,137	4,856	4,416	4,416	1,888	1	3,294	40,31%
$\lambda_{max} = 6,1821$								
CR = 2,94%								

Tabela 4.4 – Matriz de julgamento dos modelos para o critério integração do processo

Integração do processo	PAH	WCL	ROS	COO	BAC	ROZ	Autor Vetor (V)	Pesos (W)
PAH	1	0,608	0,326	0,361	0,157	0,144	0,343	4,31%
WCL	1,644	1	0,699	0,803	0,242	0,202	0,596	7,50%
ROS	3,064	1,431	1	0,922	0,312	0,270	0,836	10,51%
COO	2,766	1,246	1,084	1	0,291	0,268	0,814	10,24%
BAC	6,382	4,129	3,201	3,438	1	1,084	2,608	32,79%
ROZ	6,943	4,959	3,707	3,728	0,922	1	2,757	34,66%
$\lambda_{max} = 6,0320$								
CR = 0,52%								

Tabela 4.5 – Matriz de julgamento dos modelos para o critério sistematização do PDP

Sistematização do PDP	PAH	WCL	ROS	COO	BAC	ROZ	Autor Vetor (V)	Pesos (W)
PAH	1	0,803	0,322	0,276	0,245	0,187	0,385	5,07%
WCL	1,246	1	0,506	0,669	0,268	0,193	0,529	6,95%
ROS	3,104	1,974	1	0,871	0,467	0,281	0,943	12,39%
COO	3,630	1,495	1,149	1	0,488	0,281	0,975	12,81%
BAC	4,076	3,728	2,141	2,048	1	0,488	1,787	23,48%
ROZ	5,335	5,194	3,554	3,554	2,048	1	2,991	39,31%

$\lambda_{max} = 6,0850$
CR = 1,38%

A multiplicação dos pesos (w) relativos dos critérios da Tabela 4.2 pelos pesos (w) relativos de cada alternativa disponíveis nas Tabelas 4.3, 4.4 e 4.5, resulta no vetor de prioridade geral, ou seja, o vetor de decisão que ordena a prioridade de uma alternativa em relação às outras, obtendo o resultado final do AHP. Esse resultado pode ser visto na Tabela 4.6.

Tabela 4.6 – Classificação final das alternativas

Modelo	Vetor de decisão	Classificação
ROZ	39,26%	1°
BAC	26,78%	2°
COO	11,75%	3°
ROS	11,73%	4°
WCL	6,42%	5°
PAH	4,06%	6°

Baseado nas informações da Tabela 4.6, o modelo selecionado pelo AHP para ser utilizado na análise do processo de desenvolvimento de produtos da empresa objeto de estudo do presente trabalho é o de Rozenfeld *et al.* (2006), aparecendo em primeiro lugar com um peso na hierarquia de 39,26%.

Para uma melhor compreensão das variáveis que compõem o modelo de decisão, realizou-se a análise de sensibilidade, iniciando-se pela análise global dos pesos relativos dos critérios em relação ao objetivo e ao desempenho das alternativas com relação aos critérios, como mostra a Figura 4.5.

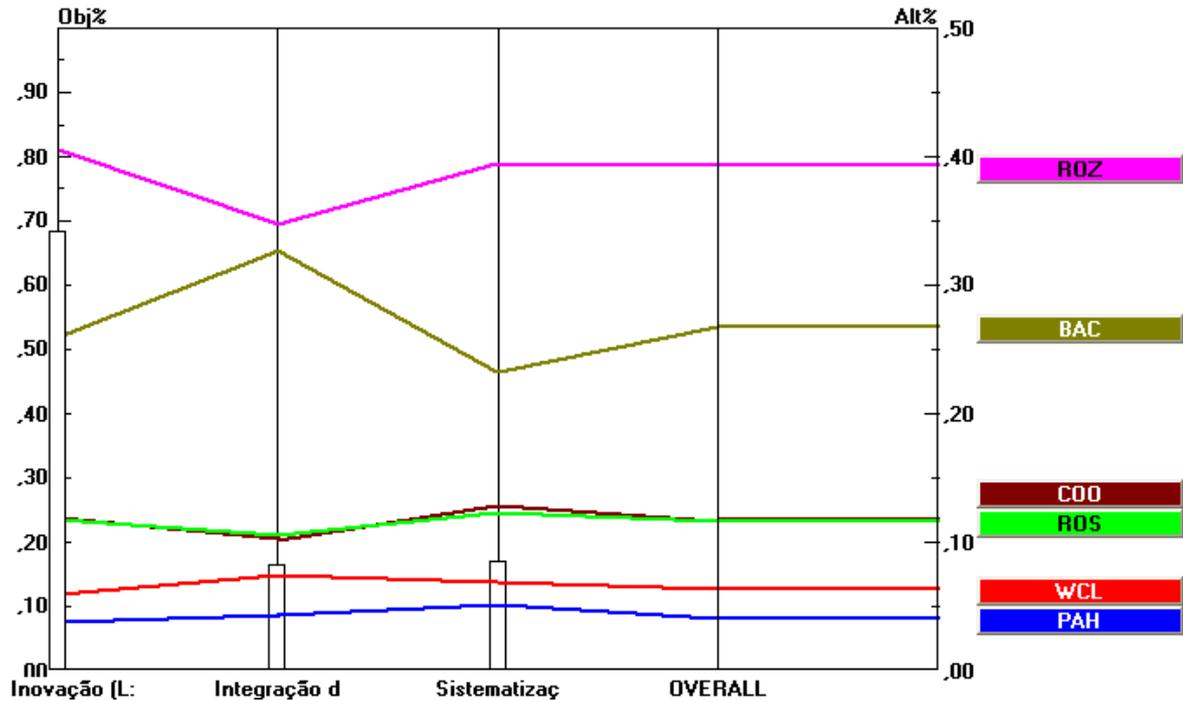


Figura 4.5 – Análise global do AHP

O peso dos critérios com relação às alternativas apresentou o critério inovação com 67,82% do objetivo, seguida pela sistematização do PDP com 16,46% e, por último, a integração do processo com 15,72%. Levando em consideração o objetivo proposto, o critério de maior peso foi a inovação. Analisando-se as alternativas com relação aos critérios, o modelo de Rozenfeld *et al.* (2006) apresentou maior participação em relação aos demais modelos, considerando os três critérios de decisão, ou seja, ele é superior em todos os parâmetros disponíveis para realizar a análise do processo de desenvolvimento de produtos da empresa objeto de estudo dessa pesquisa.

As prioridades finais são muito dependentes dos pesos dos critérios. A análise de sensibilidade tem por objetivo avaliar até que ponto se pode flexibilizar o peso de um determinado critério possibilitando a ocorrência de inversão das alternativas. Essa avaliação se dá por meio da proposição de cenários, que fornecem informações sobre a estabilidade do resultado. Se o resultado for sensível a pequenas mudanças os julgamentos poderão ser reavaliados. No caso dessa aplicação do AHP, qualquer alteração nos pesos dos três critérios analisados como inovação, integração do processo e sistematização do PDP, não se altera a alternativa de decisão que é a seleção do modelo de Rozenfeld *et al.* (2006), continuando em primeiro lugar com um peso na hierarquia de 39,26% conforme pode ser visto nas Figuras 4.6, 4.7 e 4.8.

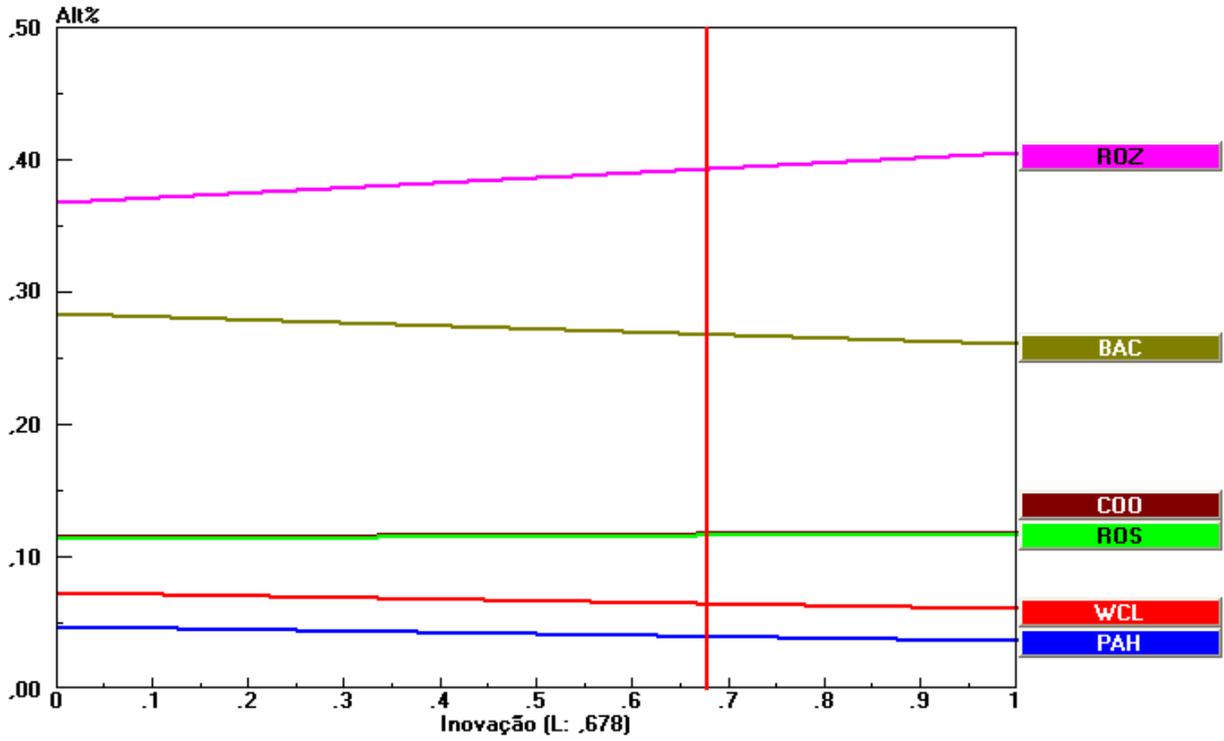


Figura 4.6 – Análise de sensibilidade do critério Inovação

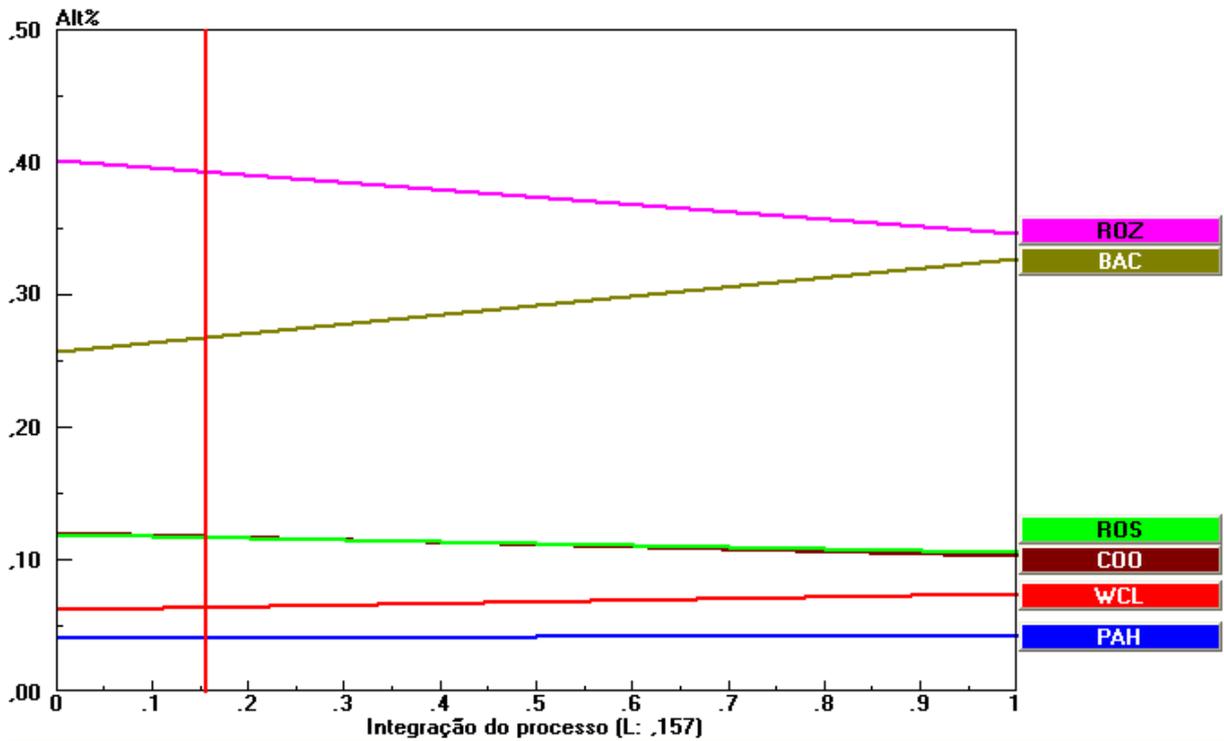


Figura 4.7 – Análise de sensibilidade do critério Integração do Processo

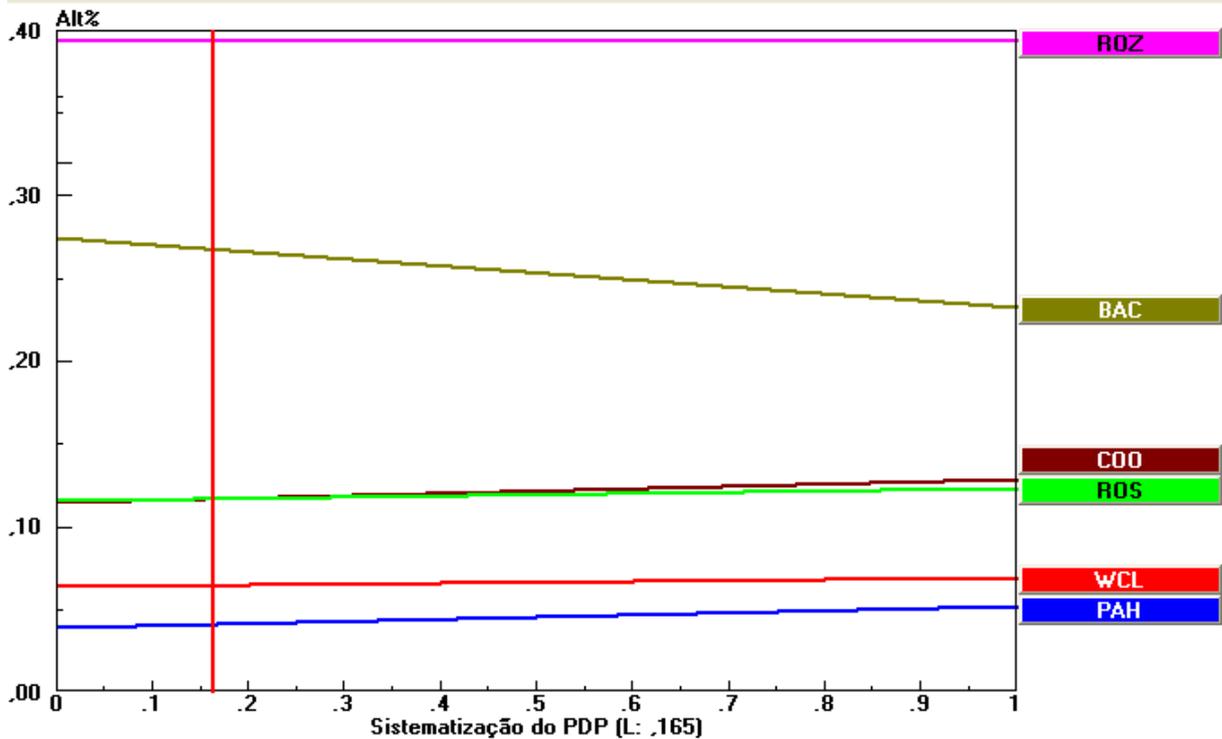


Figura 4.8 – Análise de sensibilidade do critério Sistematização do PDP

4.7. Estrutura de apoio ao desenvolvimento de produtos

4.7.1 Estrutura organizacional

A estrutura organizacional de desenvolvimento de produtos leva em consideração a forma de divisão de responsabilidades entre os diferentes departamentos que atuam nas unidades produtivas e nos centros tecnológicos localizados em vários países onde a empresa objeto de estudo mantém suas atividades. Leva em consideração também a forma como a autoridade é distribuída dentro de cada departamento entre diretores, gerentes, engenheiros, líderes de projetos e analistas em geral. Isso permite uma comunicação que garante o aperfeiçoamento do uso dos recursos e integração do processo de gerenciamento do ciclo de vida do produto (PLM – *Product Lifecycle Management*) para que os objetivos estratégicos no desenvolvimento de produtos possam ser alcançados, como a inovação, redução de custos, redução de falhas, redução do tempo de lançamento de um novo produto e, ao mesmo tempo, com alta qualidade.

Na estrutura de desenvolvimento de produtos existe uma diretoria mundial subordinada à presidência da matriz da empresa na Alemanha. Essa diretoria se localiza no Brasil e é responsável pelo desenvolvimento de Sistemas de Motores e Componentes. Subordinadas a essa diretoria, existem as diretorias regionais de desenvolvimento de Sistemas de Motores e

Componentes: Desenvolvimento de Produto Alemanha (EUROPA 1), Desenvolvimento de Produto Inglaterra (EUROPA 2), Desenvolvimento de Produto NAFTA, Desenvolvimento de Produto MERCOSUL, Desenvolvimento de Produto Japão (ASIA 1) e Desenvolvimento de Produto China (ASIA 2). Cada diretoria regional é responsável por um dos seis centros tecnológicos de pesquisa e desenvolvimento. Existem ainda entre essa estrutura dois departamentos de apoio: Gerenciamento da Inovação e Gerenciamento da Qualidade no Desenvolvimento de Produto. Essa estrutura pode ser visualizada na Figura 4.9.

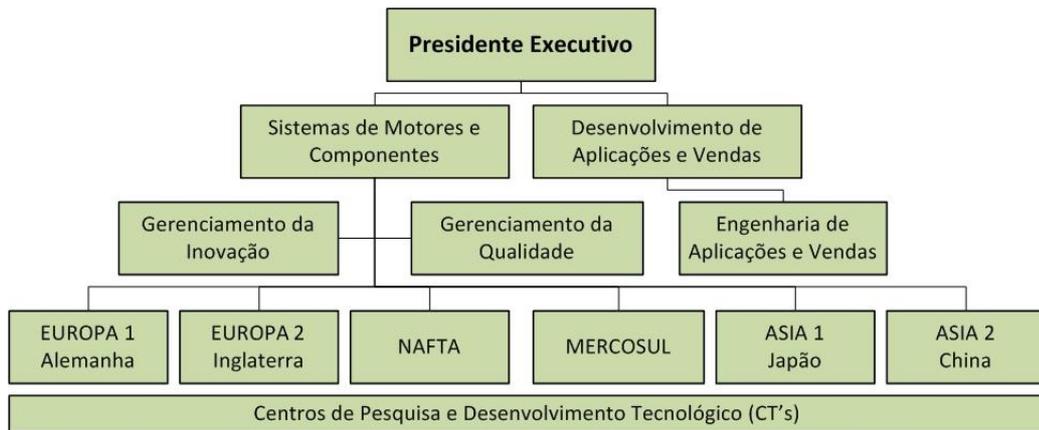


Figura 4.9 – Estrutura mundial de desenvolvimento de produtos da empresa

Apesar dos centros tecnológicos de pesquisa e desenvolvimento (CT's) estarem divididos por região, não significa que cada região irá desenvolver um único produto do portfólio de produtos da empresa. Todos os CT's participam de alguma forma do desenvolvimento de novas tecnologias para todos os produtos do portfólio. O que ocorre é que cada CT lidera o desenvolvimento de um determinado tipo de produto, recebendo auxílio dos outros CT's.

Dentre os seis CT's, o responsável mundial pelo desenvolvimento do portfólio de anéis de pistões, produto na qual essa pesquisa se baseia para analisar o desenvolvimento de produtos da empresa, é o **Centro Tecnológico de Pesquisa e Desenvolvimento do MERCOSUL**, chamado de UN6 no Quadro 4.1.

Localizado no Brasil, mais precisamente na cidade de Jundiá, desenvolve novas tecnologias de produto, materiais e processos oferecendo suporte técnico às outras unidades de negócio da empresa no Brasil. Atualmente conta com 239 funcionários e compreende seus esforços na transformação de ideias em novos produtos para atender as necessidades dos clientes na aplicação de requisitos técnicos dos motores como: diminuição do consumo de óleo ou combustível, aumento da potência e da eficiência, aumento da vida útil do motor e diminuição das emissões de gases nocivos à atmosfera.

O CT também realiza atividades na criação de tecnologias de produtos específicos para permitir a inovação da empresa em mercados altamente competitivos. O CT conta com laboratórios de testes de motores, calibração, testes de emissões de gases, simulações e laboratório de ruído e vibração, que permite o desenvolvimento de um produto confiável e robusto.

A organização da estrutura de desenvolvimento de produto no CT se caracteriza por uma interface orientada por atividades de desenvolvimento, uma interface orientada pelo mercado e outra interface orientada por cliente. Essas três interfaces exigem um alto grau de especialização em termos de formação e experiência, onde se observa características funcionais na estrutura. Ao mesmo tempo, essa estrutura está ligada a projetos de desenvolvimento, onde todo o conhecimento de cada área específica será aplicado na criação de um novo produto.

Diante dessas premissas, a estrutura organizacional do CT classifica-se como matricial do tipo peso pesado ou forte por participar na coordenação de projetos estratégicos da organização que exigem um alto grau de inovação, uma forte natureza de P&D, e que necessitam ser planejados simultaneamente. Existe uma matriz tarefa x responsabilidade que define o que cada departamento deve fazer dentro de cada projeto de desenvolvimento. A Figura 4.10 mostra detalhes das três interfaces.

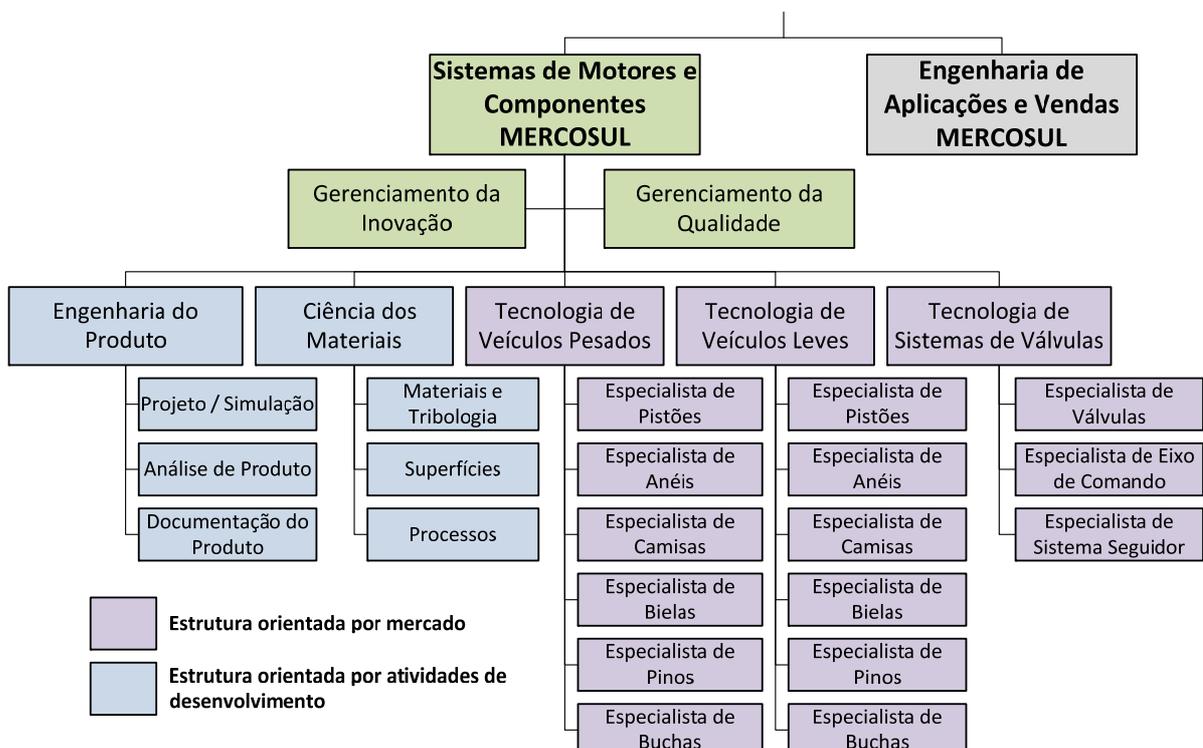


Figura 4.10 – Estrutura de Sistemas e Componentes de Motores do MERCOSUL

4.7.1.1 Departamentos de apoio ao desenvolvimento de produtos

4.7.1.1.1 Gerenciamento da inovação

O gerenciamento da inovação é um departamento de apoio responsável por monitorar todos os canais aptos a liderar um produto, conceito, material ou processo inovador, tão bem quanto à criação de ideias em relação a um produto específico a um possível delineamento para outros produtos ou sistemas. Nesse departamento atuam engenheiros responsáveis por analisar se o novo projeto não está infringindo alguma patente de algum concorrente e também entrar com o pedido de patente das inovações inerentes aos novos produtos ou processos criados para garantir os direitos de propriedade intelectual nos novos conhecimentos adquiridos pela empresa.

Os objetivos principais dessa área são:

- Propor projetos de inteligência competitiva e projetos de suporte a propriedade intelectual da empresa;
- Manter informado das atividades dos competidores e de suas futuras tendências;
- Ajudar na análise de patentes e o seu valor para os novos negócios;
- Criar cenários para avaliar as tendências tecnológicas para permitir uma decisão antecipada sobre as demandas do mercado;
- Promover eventos para incentivar a cultura de inovação;
- Visualizar, estruturar e apresentar para o comitê tecnológico as novas propostas de projetos recebidas de todos os possíveis canais;
- Coordenar os projetos de inovação até serem considerados maduros o suficiente para serem direcionados para o grupo de tecnologia de produto;
- Apresentar artigos para os clientes e preparar a força de vendas para melhorar a imagem da empresa como líder de mercado inovador e tecnológico.

4.7.1.1.2 Gerenciamento da qualidade no desenvolvimento de produtos

O Gerenciamento da Qualidade no Desenvolvimento de Produtos é um departamento de apoio responsável em garantir a qualidade e o melhor desempenho possível em eficácia e eficiência no desenvolvimento de novas tecnologias, tornando-as uma solução que satisfaça as necessidades dos clientes quando essa nova tecnologia estiver disponível no mercado. Esse departamento de apoio atua nos centros tecnológicos e divide-se em quatro áreas, onde cada

uma executa uma função específica no desenvolvimento de produtos da empresa na aplicação de ferramentas de qualidade e também de gerenciamento de projetos:

- **Planejamento da Qualidade:** Engenharia Robusta, Revisão de Projetos, Análise de Modos e Efeitos de Falhas de Projetos (DFMEA), Desdobramento da Função Qualidade (QFD), aplicação de ferramentas estatísticas e lições aprendidas.
- **Melhoria Contínua:** *Balanced Scored Card*, plano macro de gestão estratégica, projetos de melhoria, times de melhoria e lições aprendidas.
- **Sistema de Gestão da Qualidade:** processo de negócio, normas e procedimentos, diretrizes, relatório de gestão da qualidade, auditorias internas e externas, controle de testes de equipamentos.
- **Escritório de Assistência aos Projetos:** gerenciamento dos portfólios de projetos, reuniões de revisão dos portfólios, reuniões de aprovação de *gate*, fórum tecnológico, relatório de projetos de desenvolvimento, Base de Dados do Portfólio (BDP), Documento de Gestão do Projeto (DGP).

Como o tema da presente pesquisa está relacionado à gestão de desenvolvimento de produtos, o **Escritório de Assistência ao Projeto (EAP)** é o que é mais citado e, por isso, exige uma descrição mais detalhada dessa área. O EAP é um escritório que acompanha o desempenho de todos os projetos de pré-desenvolvimento da empresa, apoiando os líderes no gerenciamento dos portfólios em relação ao escopo, tempo de desenvolvimento, orçamento, qualidade e comunicação, conforme os conceitos do Guia PMBOK, Guia de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos do PMI (PMI, 2004).

Nessa área atuam analistas de projetos que executam atividades específicas nas quais se pode destacar:

- Auxílio na seleção e priorização de projetos mais importantes para o negócio, realizando a gestão de portfólio de projetos;
- Definição de padrões, metodologias e ferramentas de gerenciamento dos projetos;
- Treinamento e auditoria na correta utilização das ferramentas de gerenciamento dos projetos;
- Garante que o modelo de desenvolvimento específico da empresa seja utilizado corretamente na gestão do projeto, seguindo todas as fases e *gates* de desenvolvimento;

- Planejamento e realização das reuniões de revisão dos portfólios;
- Planejamento e realização das reuniões de aprovação de gate, auxiliando a diretoria no processo de tomada de decisão;
- Gerenciamento da Base de Dados do Portfólio (BDP), onde ficam armazenadas todas as informações dos projetos;
- Aplicação do Documento de Gestão do Projeto (DGP), que é o sistema utilizado pelos líderes para realizar a gestão dos projetos;
- Atualiza informações dos projetos arquivados garantindo a rastreabilidade, histórico do projeto, gerenciamento da informação e documentação de lições aprendidas;
- Emite relatório com os indicadores de desempenho do processo de desenvolvimento de produtos;
- Realização de fóruns tecnológicos para que colaboradores do CT possam apresentar novas ideias, novos projetos em andamento, novos procedimentos aplicados, dissertações de mestrado ou teses de doutorado em andamento ou concluídas etc.;
- Criação da conta e da estrutura analítica do projeto (EAP) no SAP, para alocação de recursos financeiros e humanos na execução do projeto;
- Promover a comunicação do projeto em relação aos times de desenvolvimento, líderes de projeto, diretoria, parceiros externos como universidades, departamentos envolvidos, tudo isso acontecendo de forma global.

4.7.1.2 Estrutura orientada por atividades de desenvolvimento

4.7.1.2.1 Engenharia de produto

Tem como responsabilidade a definição das diretrizes dos projetos, normas e parâmetros de análise de falhas para um produto específico. Participa na definição das regras e confecção dos desenhos para todas as tecnologias de produtos que forem desenvolvidos pela área de tecnologia do produto, tanto dos projetos de pré-desenvolvimento quanto para os projetos de clientes.

A engenharia de produto se divide em quatro atividades principais:

- **Documentação do produto:** essa área elabora as normas que serão utilizadas no cálculo do projeto de todas as novas tecnologias que forem desenvolvidas pela área de

tecnologia do produto. Com os resultados do cálculo do projeto e do desenho elaborado, essa área elabora o *Failure Mode and Effect Analysis for Design* (DFMEA), que significa identificar todas as possíveis falhas que possam ocorrer no projeto e os efeitos dessas falhas no produto final. Toda a documentação será utilizada para elaboração do projeto e simulação do produto.

- **Projeto/Simulação:** através de ferramentas computacionais são criados nessa área os projetos de simulação dos componentes dos produtos para garantir a qualidade e a robustez do desenvolvimento. A utilização da simulação numérica por elementos finitos é realizada para otimização da geometria das peças em um ambiente virtual. Isso permite que a empresa consiga determinar as dimensões ideais do produto em desenvolvimento, analisar o comportamento e prever o tempo de vida útil do mesmo em função da sua aplicação. Essa área também realiza cálculos técnicos dos projetos e, através desses cálculos, são elaborados os desenhos com as dimensões dos novos produtos no sistema CAD.
- **Análise do produto:** depois da elaboração da documentação do produto e execução do projeto, um lote de amostra ou protótipo é submetido a testes laboratoriais e de motores para garantir que o novo produto atenda a todos os requisitos solicitados. Essa área é responsável por acompanhar os testes e verificar se ocorreram falhas no produto durante os testes, onde um relatório é elaborado para comprovar a aprovação do novo produto desenvolvido. Quando ocorrem falhas em algum motor que já esteja sendo utilizado pelo cliente, todos os componentes desse motor que foram fornecidos pela empresa são recolhidos e analisados por essa área para verificar o motivo da falha e solicitar a revisão do projeto.

4.7.1.2.2 Engenharia de materiais

Na área de ciência dos materiais são elaborados os conceitos dos materiais base e coberturas de alta tecnologia a serem aplicados nos produtos, para proporcionar desgastes reduzidos, alta resistência a escoriações, baixo atrito e alta conformabilidade. Ainda nessa área são definidos os processos para aplicação dessas novas tecnologias aos produtos em desenvolvimento. A área de ciência dos materiais se divide em: Materiais e Tribologia, Superfícies e Processos.

4.7.1.3 Estrutura orientada pelo mercado

4.7.1.3.1 Tecnologia de produto

Desempenha suas atividades no desenvolvimento de uma nova tecnologia que a empresa

ainda desconhece. Na área de tecnologia do produto são criados os **projetos de pré-desenvolvimento** da empresa, permitindo que a mesma consiga ótimo desempenho no processo de inovação. Nessa área existem os especialistas de produto que atuam como líderes de projetos de pré-desenvolvimento para diferentes produtos, definindo características técnicas, custos, abordagem mercadológica e tempo de lançamento do novo produto no mercado.

Outras responsabilidades dos especialistas de produto relacionados ao **Portfólio de Projetos de Pré-desenvolvimento**: avaliação de mercado e demanda de produtos, coordenação de reuniões para definir a lista de projetos prioritários, coordenação da utilização da plataforma de demanda para validar projetos de pré-desenvolvimento, apresentação de novos produtos desenvolvidos, definição das demandas mínimas dos produtos para liberação nas fases de desenvolvimento.

Além de atuar em projetos de pré-desenvolvimento, os especialistas de produto podem atuar em **projetos de clientes**, prestando apoio na validação e definição da tecnologia que melhor se ajusta aos requisitos do cliente, coordenando as reuniões do Comitê de Revisão do Projeto (CRP) no PDP e prestando suporte técnico entre o departamento de vendas e as unidades produtivas em relação aos produtos existentes no portfólio.

Outras responsabilidades dos especialistas de produto relacionados ao **Portfólio de Projetos de Clientes**: auxílio na definição do conceito do produto junto ao cliente, apresentação do portfólio de produtos, *benchmarking*, análise de tendências de mercado, avaliação técnica dos resultados dos testes dos produtos.

A área de tecnologia do produto é orientada pelo mercado onde atuam os especialistas de cada produto da empresa:

- **Tecnologia de veículos pesados:** especialistas de pistões, anéis, camisas, bielas, pinos e buchas.
- **Tecnologia de veículos leves:** especialista de pistões, anéis, camisas, bielas, pinos e buchas.
- **Tecnologia de sistemas de válvulas:** Especialista de produto válvulas, de produto eixo de comando e de produto sistema seguidor.

4.7.1.4 Estrutura orientada por cliente: engenharia de aplicação e vendas

A Engenharia de Aplicações é a estrutura de relacionamento técnico-comercial com as montadoras, buscando adequar o portfólio de componentes de motores da empresa ao

processo de montagem do veículo automotivo. Depois da conclusão de um projeto de pré-desenvolvimento, onde uma nova tecnologia inovadora fica disponível no portfólio de produtos, a engenharia de aplicação verifica a real necessidade dos clientes e oferece a venda de uma solução específica para cada tipo de demanda dos motores automotivos. Desse processo surge um novo projeto de desenvolvimento gerenciado por um engenheiro de aplicação, que é chamado de projeto de cliente.

4.7.1.5 Estrutura da unidade de fabricação

Além das áreas envolvidas no desenvolvimento do portfólio de anéis de pistões que estão localizadas no CT, existem outros departamentos envolvidos que estão localizados em outras unidades de negócio. Nesse caso existe a unidade de fabricação de anéis localizada em Itajubá no estado de Minas Gerais, a UN3 do Quadro 4.1. Essa unidade começou as suas atividades em 1997 e, atualmente, produz 298 milhões de peças por ano. Ela possui 2.290 funcionários e tem se tornado a planta líder mundial do grupo na produção de anéis de pistão.

A Figura 4.11 mostra a estrutura básica com sete departamentos subordinados à gerência da unidade de fabricação: controladoria, produção, qualidade, logística, fábrica de máquinas/ferramentaria, engenharia de processo e gestão de produtos. Existem outros departamentos que não foram colocados nessa estrutura, pois são áreas corporativas e não refletem diretamente no processo de desenvolvimento de produtos (PDP).

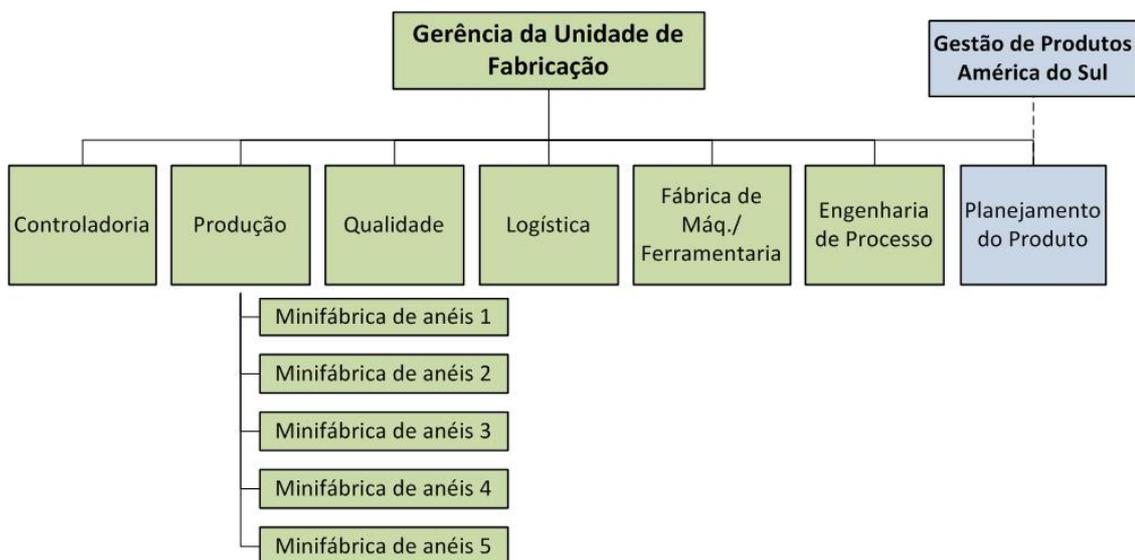


Figura 4.11 – Estrutura da unidade de fabricação

O departamento de planejamento de produto é o principal responsável por liderar os projetos de desenvolvimento de produtos relacionados a projetos de clientes dentro da linha do produto na unidade de fabricação. Subordinado à gerência da unidade de fabricação e também à área

de apoio de Gestão de Produtos da América do Sul, apresenta uma estrutura matricial do tipo peso leve ou fraca, que apesar de participarem de projetos estratégicos que são destinados aos clientes, predominam a autoridade dos gerentes funcionais para controlar os recursos disponíveis. Divide-se em cinco times, onde cada time é responsável pelos projetos de um grupo específico de clientes, como pode ser visto na Figura 4.12.

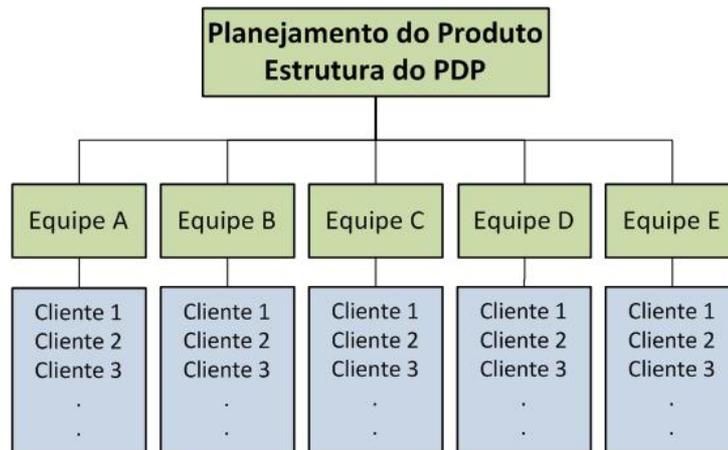


Figura 4.12 – Estrutura do Planejamento do Produto

Cada equipe de projeto está ligada a outras áreas funcionais que aplicam conhecimentos específicos dentro de cada fase do PDP, para que o projeto do cliente possa ser planejado e executado de forma eficaz e eficiente.

A área de apoio de Gestão de Produtos da América do Sul é responsável por planejar as atividades do *Post Box Office* (PBO) global de anéis de pistão. O PBO permite que a empresa consiga alcançar a coordenação global e a flexibilidade das unidades de fabricação de anéis, simultaneamente, desde o início do PDP para otimizar os resultados, minimizar os investimentos e evitar a competição entre as unidades de fabricação de anéis no mundo, por meio da diminuição dos preços, enquanto proporciona o suporte adequado aos representantes de vendas localizados em todas as regiões, ajudando-os a agregar valor ao cliente.

4.7.2 Projetos de desenvolvimento

4.7.2.1 Projetos de pré-desenvolvimento

São projetos de desenvolvimento de novas tecnologias de produto ou processo ainda não conhecidas ou dominadas pela empresa. Podem derivar de uma investigação profunda de uma visão científica e tecnológica para que a empresa possa adquirir conhecimento e ampliar o seu portfólio de produtos ou podem derivar de uma necessidade do mercado em melhorar um produto já existente.

Esses tipos de projetos podem iniciar nas etapas de pesquisa, engenharia avançada e pré-desenvolvimento de produto (PPP), e terminam no final da etapa do PPP, pois são caracterizados por produtos que ainda não receberam aplicação a um cliente. Os projetos de pré-desenvolvimento são classificados pelo tipo de projeto e pela duração, e representam atualmente 40% dos projetos de desenvolvimento da empresa.

Existem na empresa quatro tipos de portfólios nos quais os projetos de pré-desenvolvimento se enquadram: inovação, pré-desenvolvimento de produto, pré-desenvolvimento de materiais, ferramentas básicas e tecnologias de sistemas por mercado. Somente os dois primeiros portfólios são detalhados no presente trabalho, pois são os mais importantes e um sucede o outro dentro do PPP:

- **Inovação:** consiste de projetos para avaliação de novas ideias que podem ou não derivar o desenvolvimento de novos produtos ou novos materiais a serem aplicados nos produtos existentes.
- **Pré-desenvolvimento de produto:** projetos de pré-desenvolvimento de produtos que futuramente, se aprovados, serão aplicados a clientes, onde se inicia o processo de desenvolvimento do produto na unidade de fabricação em alta escala. Divide-se por produto: pistão, anel, camisa, pino, biela, bronzina, bucha, eixo de comando e filtro.

4.7.2.2 Projetos de clientes

São projetos de desenvolvimento de produtos ou processo onde o conceito já está bem definido e caracteriza-se como um compromisso de entrega ao cliente final. Quando um cliente necessita desenvolver um componente para o seu motor e a empresa já possui conhecimento suficiente para produzi-lo com qualidade, inicia-se um projeto para adequar esse componente à demanda solicitada, de acordo com os requisitos específicos do cliente. Esses tipos de projetos seguem somente as etapas do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) e representam atualmente 60% dos projetos de desenvolvimento da empresa.

4.7.3 Times de desenvolvimento de produto

Como o desenvolvimento completo de anéis de pistão passa por todas as etapas de todo o processo de P&D da empresa, um conjunto de atividades precisam ser realizadas por pessoas de diferentes departamentos de ambas as unidades de negócio da empresa: centro tecnológico de pesquisa e desenvolvimento do MERCOSUL (UN6) e unidade de fabricação de anéis (UN3).

Dependendo do tipo de projeto outras unidades de negócio também podem estar envolvidas no desenvolvimento. O desempenho do desenvolvimento de um novo produto não depende somente da eficácia e eficiência da realização dessas atividades, mas também do grau de integração entre elas. Essa integração ocorre tanto nos projetos de pré-desenvolvimento quanto nos projetos de clientes, pois times formais de desenvolvimento são formados por pessoas de cada departamento. Nesses times cada um executa a sua característica funcional dentro de um projeto de desenvolvimento específico, onde se verificou a predominância do arranjo organizacional matricial.

Alinhado aos objetivos estratégicos e ao arranjo organizacional predominante no desenvolvimento de produto, a empresa apresenta times de desenvolvimento bem organizados e formais que exigem um alto grau de especialização em termos de formação e experiência e, ao mesmo tempo, estão ligados à projetos de desenvolvimento onde todo o conhecimento de cada área específica será aplicado na criação de um novo produto.

Assim, existem especialistas que atuam de maneira específica dentro do projeto e também áreas de apoio que acompanham e providenciam recursos necessários para o sucesso do mesmo, apresentando diferentes papéis dentro dos projetos de pré-desenvolvimento e dos projetos de clientes.

4.7.3.1 Times dos projetos de pré-desenvolvimento

No PPP a responsabilidade pela execução das atividades de desenvolvimento de anéis dentro de cada etapa é dos grupos multidisciplinares com foco no desenvolvimento de uma nova tecnologia de produto para promover a inovação do portfólio.

Como no CT os times multifuncionais se organizam de forma matricial do tipo peso pesado ou forte, observa-se uma forte presença do líder do projeto, que atua como gerente do mesmo perante os outros membros, podendo tomar decisão sobre orçamento, requisitos técnicos e tempo de duração do projeto.

Quando surge uma nova ideia para desenvolver um produto, um especialista do departamento de tecnologia do produto é nomeado como líder do projeto, dependendo do mercado que o produto vai atender e também o tipo de portfólio. No caso de anéis para pistão, a maioria dos projetos são liderados por especialistas do CT localizado no Brasil, devido a unidade de fabricação líder de anéis estar localizada nessa região. O líder do projeto interage com o time de projeto e o time de apoio ao projeto.

4.7.3.1.1 Time de projeto

Depois da nomeação do líder, o mesmo se reúne com os gerentes dos departamentos de Engenharia de Aplicações e Vendas, Engenharia de Produto, Engenharia de Materiais, Tecnologia de Produto e Engenharia de Processo para definir quais profissionais dessas áreas formarão o time do projeto. Esses profissionais são especialistas de áreas funcionais que atuam de forma específica no projeto, como mostra a Figura 4.13.

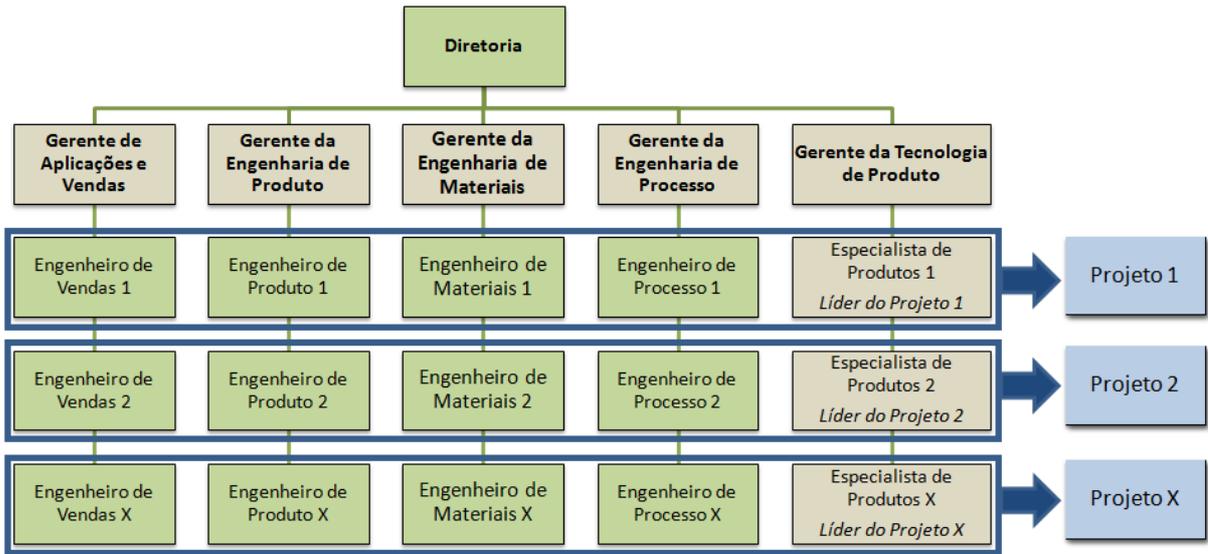


Figura 4.13 – Estrutura matricial da equipe de projeto de pré-desenvolvimento

4.7.3.1.2 Times de apoio ao projeto

Existem áreas de apoio que aprovam, acompanham os projetos e providenciam recursos necessários para o sucesso do mesmo. Essas áreas atuam de maneira gerencial e sistêmica, interagindo com o líder do projeto e com as áreas funcionais, tais como:

Diretores mundiais e regionais de desenvolvimento: desempenham funções estratégicas no PDP atuando como patrocinadores do projeto. Um novo projeto só pode ser iniciado com a aprovação da diretoria, que providencia os recursos financeiros, humanos e técnicos. De acordo com os resultados do projeto entre as etapas de desenvolvimento, a diretoria é responsável por tomar a decisão sobre se o projeto deve continuar, ser fechado, ficar parado por um determinado tempo ou ser revisado nas etapas anteriores.

Time do escritório de assistência ao projeto (EAP): analistas que apoiam o líder de projeto na gestão do projeto em relação ao escopo, tempo de desenvolvimento, orçamento, qualidade e comunicação, conforme os conceitos do Guia PMBOK.

Time de gerenciamento da inovação: responsável por analisar se o novo projeto não está infringindo alguma patente de algum concorrente, bem como entrar com o pedido de patente

das inovações inerentes aos novos produtos ou processos criados, de forma a garantir os direitos de propriedade intelectual nos novos conhecimentos adquiridos pela empresa.

Parceiros externos: são constituídos por clientes, fornecedores e universidades que podem atuar em algum projeto específico, auxiliando no desenvolvimento do produto.

4.7.3.2 Times dos projetos de clientes

No PDP a responsabilidade pela execução das atividades de desenvolvimento de anéis dentro de cada etapa é dos grupos multidisciplinares que são chamados de “grupos matriciais com foco no cliente” de cada área ou unidade de fabricação, formado para atuar em desenvolvimentos específicos, dependendo da importância e estratégia do negócio. Nos projetos de clientes atuam o Gerente do Projeto, o time do projeto e os times de apoio ao projeto:

4.7.3.2.1 Gerente do projeto

Nesse tipo de projeto que já foi um projeto de pré-desenvolvimento e está sendo destinado a um cliente, um engenheiro de vendas que se localiza no CT é nomeado como gerente do projeto por estar na linha de frente junto ao cliente. A definição desse gerente depende do cliente no qual o novo produto está sendo aplicado, que o caracterizará como gerente principal da conta desse cliente.

O gerente do projeto interage com o time de projeto e o time de apoio ao projeto para formar os grupos multidisciplinares com estrutura matricial do tipo peso leve ou fraca, onde predominam a autoridade dos gerentes funcionais para controlar os recursos disponíveis. Dentre as tarefas e responsabilidades do gerente de projeto podem-se destacar: estruturar o projeto, definindo os marcos (eventos) do projeto, o planejamento do projeto, os subprojetos e os pacotes de tarefas dos subprojetos; criar, controlar e assumir responsabilidade sobre orçamentos e custos dos projetos, monitorar o andamento do projeto; propor o time de projeto em coordenação com os gerentes das linhas de produto; fornecer *feedback* em caso de gargalo de capacidade; informar o comitê responsável em caso de riscos iminentes no projeto e desvios no planejamento; apresentar relatório de *status* do projeto para os diferentes comitês e implementar a decisão dos comitês; realizar reuniões das equipes principais para garantir o fluxo da informação; planejar e implementar soluções em caso de conflitos organizacionais, técnicos e comerciais.

4.7.3.2.2 Time de projeto

Como a maior parte do desenvolvimento é feito na unidade de fabricação de anéis em Itajubá, um engenheiro de planejamento do produto é nomeado como **Líder de projeto** para atuar na linha do produto dentro da unidade de fabricação. Dentre as tarefas e responsabilidades do líder de projeto podem-se destacar: planejar e providenciar recursos; priorizar tarefas com o comitê de direção; liberar os pacotes de trabalho para os membros do projeto; Fornecer informação em relação às capacidades dos gargalos; auxiliar o gerente do projeto com a criação do orçamento do desenvolvimento; dedicar-se aos prazos assumidos, recursos e orçamentos; auxiliar o gerente de projeto.

Depois da nomeação do gerente e do líder no projeto, os mesmos se reúnem com os gerentes dos departamentos de Engenharia de Processo, Engenharia da Qualidade e Engenharia de Produto para definir quais profissionais dessas áreas formarão o time do projeto, baseado no tipo de tecnologia de produto e do processo do anel que está sendo desenvolvido. Esses profissionais são especialistas de áreas funcionais que atuam de forma específica no projeto, como mostra a Figura 4.14.

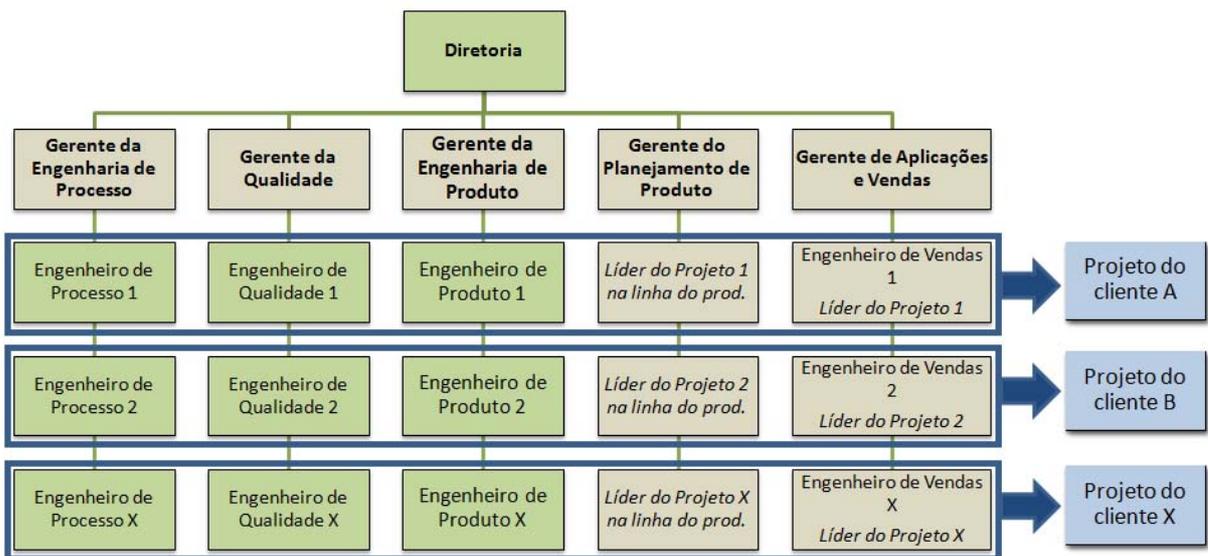


Figura 4.14 – Estrutura matricial da equipe de projeto de cliente

4.7.3.2.3 Times de apoio ao projeto

Existem áreas de apoio que aprovam, acompanham os projetos e providenciam recursos necessários para o sucesso do mesmo. Atuam de maneira gerencial, sistêmica ou funcional, interagindo com o líder do projeto. Essas áreas são:

Gerência de vendas e gerência da unidade de fabricação: desempenham funções estratégicas no PDP atuando como patrocinadores do projeto. Um novo projeto só pode ser

iniciado com a aprovação da diretoria, que providencia recursos financeiros, humanos e técnicos. De acordo com os resultados do projeto entre as etapas de desenvolvimento, a diretoria é responsável por tomar decisão se o projeto deve continuar, ser fechado, ficar parado por um determinado tempo ou ser revisado nas etapas anteriores. A alta direção atua nos comitês de aprovação e revisão do projeto entre as fases do PDP.

Outros departamentos funcionais no PDP: existem também outras áreas subordinadas à gerência da unidade de fabricação que executam suas atividades de forma integrada com o departamento de Planejamento de Produto, prestando apoio dentro de cada especialidade funcional no PDP, entre as quais podem-se citar: Controladoria, Produção, Logística, Fábrica de Máquinas e Ferramentaria, Gestão de Produtos da América do Sul, Engenharia do Produto, Engenharia de Materiais e Tecnologia do Produto.

4.8. Planejamento estratégico de produtos

O mercado de autopeças, sendo altamente competitivo, exige que a empresa defina estratégias tecnológicas de mercado que sejam bem planejadas e integradas a todos os processos e unidades de negócios da empresa, aumentando as chances de sucesso dos produtos desenvolvidos e lançados a cada ano.

Como primeira atividade do planejamento estratégico, os diretores mundiais e regionais da empresa se reúnem para definir as estratégias da empresa baseados na missão e visão, desdobrando essas estratégias em objetivos macro, orientados por diferentes fontes de informações e análises feitas por especialistas: tendências tecnológicas dos motores automotivos, análise de concorrentes, mapa estratégico, demandas de clientes, melhoria de processos internos das unidades de negócio.

Com as informações coletadas, a alta direção da empresa elabora um mapeamento para prever as tecnologias a serem aplicadas nos motores automotivos para os próximos 10 ou 20 anos, considerando perspectivas de tecnologia, mercado e produto. Esse mapeamento direciona a empresa para a criação de novas ideias de produtos, alinhando a estratégia às tendências tecnológicas através de visões de características futuras dos motores (eficiente, limpo, barato, pequeno, leve, silencioso, confiável e durável). O mapeamento tecnológico original da empresa não está disponível na presente pesquisa, pois contém informações confidenciais. O que consta para exemplificá-lo é um mapeamento semelhante realizado pela *Society of Motor Manufacturers and Traders* - SMMT (2004) e adaptado por Back *et al.* (2008), que pode ser visto na Figura 4.15.

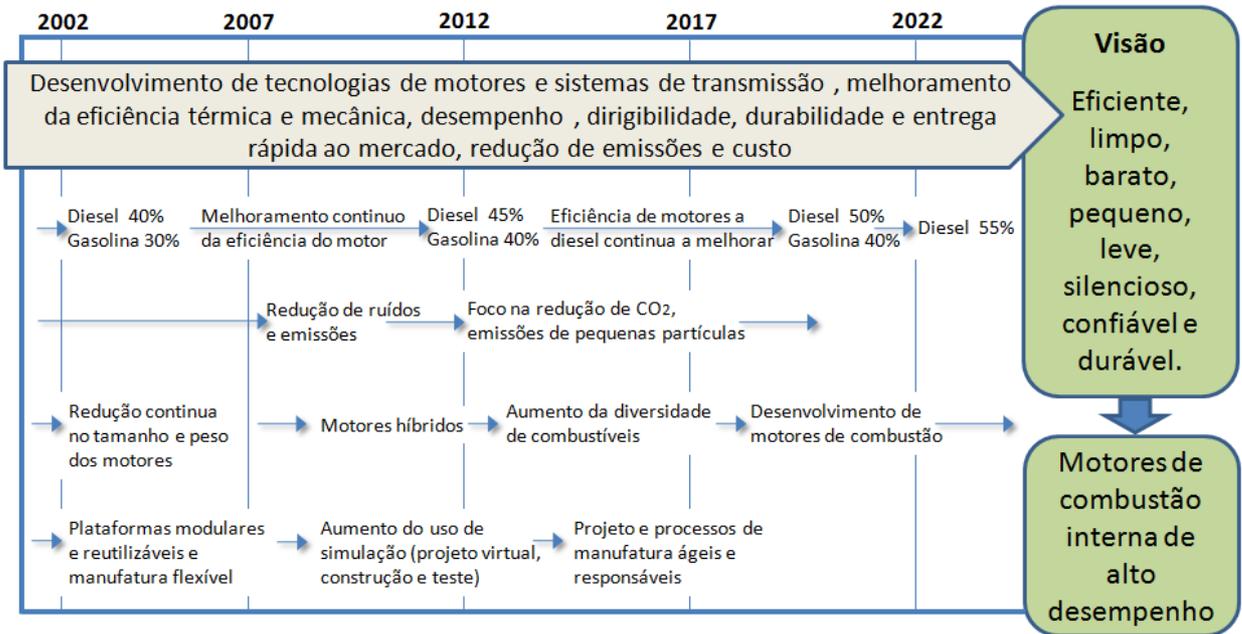


Figura 4.15 – Mapeamento tecnológico dos motores automotivos

Fonte: Adaptado de SMMT (2010) e Back *et al.* (2008)

Em seguida, é elaborado o planejamento estratégico de produtos com base no planejamento estratégico da empresa, onde os objetivos macro são desdobrados em objetivos mais definidos para cada centro de tecnologia e também para cada unidade de fabricação. Os diretores regionais se reúnem com os gerentes e desdobram esses objetivos em metas divididas em quatro perspectivas: financeiro, clientes, processos internos e aprendizagem. Para cada meta existem indicadores para medir o desempenho de cada departamento dentro da sua atividade no desenvolvimento de produtos.

Como próximo passo do planejamento estratégico de produtos, ocorre a alocação de recursos financeiros para que possam ser criados novos projetos e para dar continuidade nos projetos de pré-desenvolvimento e projetos de clientes.

A alocação do orçamento para os projetos de pré-desenvolvimento ocorre em função do segmento de mercado na qual o novo produto se destina, ou seja, em qual tipo de motor o produto será usado caso tornar-se um projeto de cliente.

Para os projetos de clientes a alocação depende das oportunidades de negócio, ou seja, na medida em que os projetos de pré-desenvolvimento forem sendo concluídos e os produtos sendo vendidos aos clientes, o orçamento é distribuído gradualmente aos projetos.

Essa alocação de orçamento aqui descrita ainda é feita de forma macro para cada tipo de projeto (pré-desenvolvimento ou cliente). A divisão é feita com mais detalhes na gestão do

portfólio, depois que ideias se transformam em projetos.

4.8.1 Gestão do portfólio de projetos

Dentro do pré-desenvolvimento surgem projetos em diferentes portfólios. Todos os projetos, independente do tipo de produto, surgem de ideias oriundas do planejamento estratégico de um novo produto. Portanto, começam dentro do portfólio de inovação. Depois esses projetos continuam dentro do portfólio de produto em uma linha de produto específica: pistão, anel, camisa, pino, biela, bronzina, bucha, eixo de comando ou filtro.

O que ocorre nas etapas do pré-desenvolvimento é a gestão do portfólio de projetos realizado pelo Comitê Global de Tecnologia, que se trata de uma reunião para decidir quais produtos devem ser desenvolvidos dentro da empresa. Esse comitê é composto por pessoas de diferentes departamentos e funções, atuando como especialistas em diferentes frentes de trabalho nas quais se pode citar: diretoria mundial e diretorias regionais de desenvolvimento do produto, departamento de tecnologia do produto, engenharia de aplicação e vendas, engenharia de processo, gerentes das unidades de fabricação, planejamento do produto, escritório de assistência ao projeto, e outros departamentos dependendo dos projetos a serem definidos.

O método utilizado pela empresa para gestão do portfólio é um modelo baseado em notas, chamado pela empresa de Matriz de Avaliação do Projeto (MAP). A MAP é uma planilha localizada dentro do Documento de Gestão do Projeto (DGP), onde cada projeto é avaliado num índice quantitativo de 1 a 5 pelos especialistas que fazem parte do comitê, antes mesmo da reunião acontecer, de acordo com alguns critérios: importância estratégica para o negócio, atratividade tecnológica, benefícios potenciais para o cliente, atratividade do mercado, viabilidade técnica, viabilidade comercial/risco no desenvolvimento.

Depois que o projeto é avaliado individualmente, a MAP calcula o consenso de todos os especialistas em cada projeto, exibindo uma pontuação geral, como mostra a Tabela 4.7 e gera o gráfico de radar representado pela Figura 4.16.

Tabela 4.7 – Matriz de Avaliação do Projeto (MAP)

Critérios	Nota de 1-5					Nota média
	Time de especialistas					
	Espec. 1	Espec. 2	Espec. 3	Espec. 4	Espec. 5	
Importância estratégica para o negócio	2	1	3	2	3	2,2
Atratividade tecnológica	4	4	3	2	3	3,2
Benefícios potenciais para o cliente	5	3	3	3	4	3,6
Atratividade do mercado	2	3	3	2	2	2,4
Viabilidade técnica	5	3	4	2	5	3,8
Viabilidade comercial	5	4	3	5	5	4,4
Nota	2000	432	972	240	1800	1017
Media Geométrica	3,55	2,75	3,15	2,49	3,49	3,17

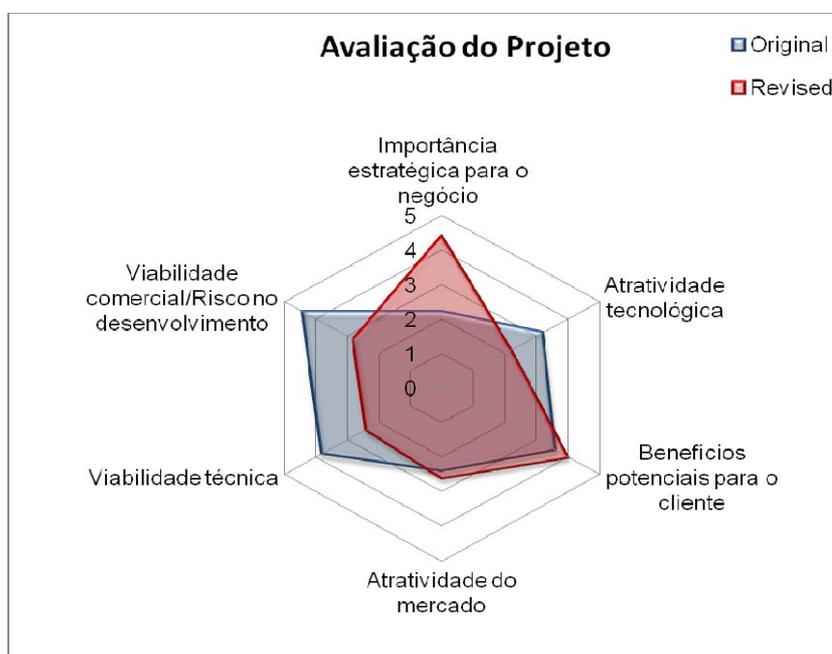


Figura 4.16 – Gráfico da MAP em relação ao consenso dos especialistas

Outro gráfico gerado é o gráfico de bolhas (vide Figura 4.17) que possui três dimensões (dois eixos e o diâmetro da bolha), comparando a viabilidade técnica do projeto, a atratividade do mercado e a importância desse projeto para a estratégia de negócio da empresa.

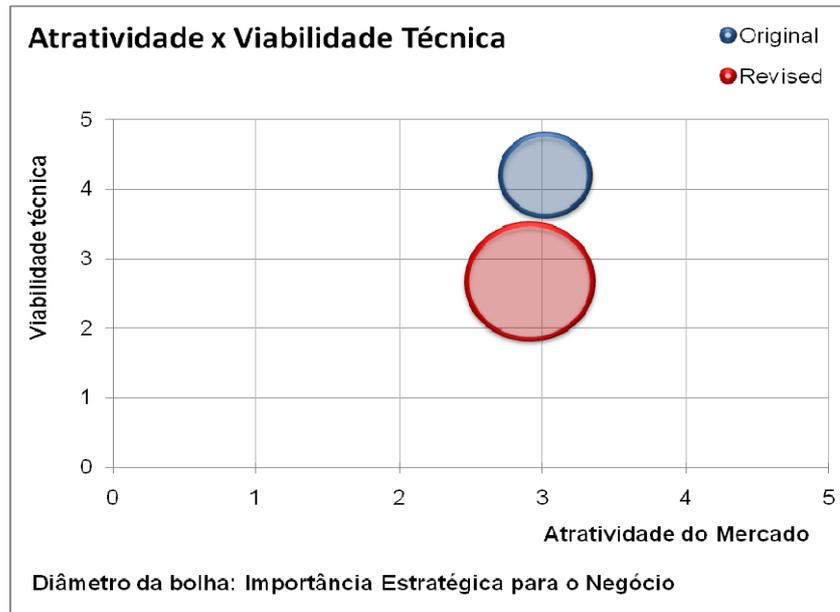


Figura 4.17 – Gráfico da MAP comparando viabilidade, atratividade e estratégia

Baseado na nota geral do consenso dos especialistas, no mapeamento tecnológico dos motores e nas demandas e oportunidades regionais, os projetos são comparados entre si pelo comitê, ocorrendo a priorização e a seleção dos projetos mais importantes para o negócio.

Isso permite definir quantos e quais projetos serão desenvolvidos dentro de cada portfólio, de acordo com a capacidade da região de manuseá-los ao mesmo tempo, com o foco na estratégia da empresa em relação ao mercado, na redução do tempo de lançamento do produto e na otimização dos recursos investidos em P&D, permitindo o balanceamento do portfólio.

Com esse balanceamento, é possível definir um *mix* de projetos capaz de desenvolver produtos inovadores com alto risco, mas também projetos com menores riscos, que ao mesmo tempo tragam maior retorno financeiro para a empresa.

4.9. Desenvolvimento de produtos

A empresa aplica a abordagem *Product Lifecycle Management* (PLM), que é o processo de gerenciamento de todo o ciclo de vida de um produto, desde a ideia inicial, a concepção até seu *design* e manufatura, chegando ao serviço de entrega para o cliente.

O PLM substituiu o pensamento em “departamentos e aplicações” pelo pensamento “processos amplos da empresa” como uma estratégia para permitir a integração de toda a estrutura de apoio ao desenvolvimento de produtos, tanto dos centros de tecnologia quanto das unidades de fabricação, no desenvolvimento de toda a linha de produtos oferecida pela empresa. Desde a ideia até o lançamento do produto, existem processos bem definidos que resumem o PLM da empresa: processo de P&D, processo de vendas, processo de

desenvolvimento, processo de início da produção em série, processo de produção em série e processo pós-mercado, como mostra a Figura 4.18.

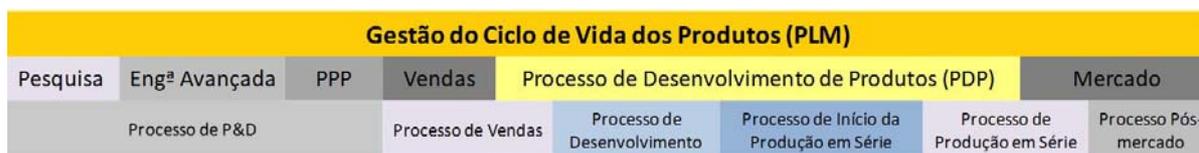


Figura 4.18 – Processos do PLM da empresa

Para que os objetivos de cada processo possam ser alcançados, o PLM da empresa foi dividido em quatro macrofases sequenciais, nas quais o desenvolvimento de produtos é integrado a todos os outros processos da empresa, departamentos e times de projetos. Essa integração ajuda a diminuir as incertezas do produto durante o seu desenvolvimento, aumentando o sucesso comercial depois do seu lançamento. As macrofases do PLM da empresa são: Pesquisa Avançada (PA), Engenharia Avançada (EA), Pré-desenvolvimento de Produto (PPP) e Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP), conforme mostra a Figura 4.19.

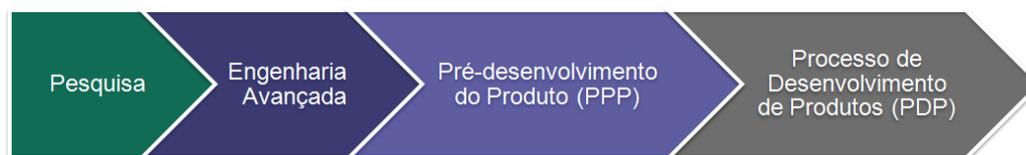


Figura 4.19 – Macro fases do PLM da empresa

No Quadro 4.6 cada macrofase é classificada de maneira geral levando-se em consideração o tempo de desenvolvimento, o nível de inovação, a alocação de responsabilidade e o tipo do projeto de desenvolvimento.

Quadro 4.6 – Características principais de cada macro fase

	Tempo de desenvolvimento	Nível de Inovação	Alocação de Responsabilidade	Tipo de Desenvolvimento
Pesquisa	7 - 30 anos	P&D avançado	Centralizada (corporativa)	Novo para o mercado e novo para a empresa.
Engenharia Avançada	3 - 10 anos	P&D avançado	Centralizada (corporativa)	Novo para o mercado ou novo para a empresa.
PPP	0 - 5 anos	Radical Plataforma	Centralizada / Descentralizada	Novo para o mercado ou novo para a empresa; novos produtos para aperfeiçoar os já existentes.
PDP	0 - 3 anos	80% Incremental 20% <i>Follow-source</i>	Descentralizada	Desenvolvimento futuro de produtos existentes.

Nas seções 4.9.1 a 4.9.3, cada macrofase do PLM é detalhada, onde são utilizados modelos específicos de desenvolvimento de produtos para mapear e padronizar a condução dos projetos, permitindo a engenharia simultânea e a participação dos times multifuncionais para reduzir o tempo de desenvolvimentos dos produtos.

4.9.1 Pesquisa avançada (PA) e Engenharia avançada (EA)

Trata-se da investigação científica de base realizada para adquirir novos conhecimentos, produtos e tecnologias através de um conceito de inovação de pesquisa e desenvolvimento avançados, criando conhecimento para futuros projetos e não possuindo objetivos comerciais no curto prazo.

Destina-se a criação de um portfólio de produto novo que a empresa ou outro concorrente nunca desenvolveu, revolucionando o mercado de autopeças. Possui objetivos de longo prazo, onde a pesquisa avançada leva em média de sete a 30 anos e, em seguida, a engenharia avançada leva, aproximadamente, de três a 10 anos.

A pesquisa avançada e a engenharia avançada não são objeto da presente pesquisa devido a:

- Serem atividades corporativas e centralizadas na matriz da empresa na Alemanha, atuando em segmentos muito específicos e que dificultam o acesso aos dados;
- Maioria dos projetos de P&D surgirem já na macrofase de PPP;
- Possuírem alto nível de inovação radical, tendo ainda pouca informação dentro da empresa para se realizar um estudo de caso;
- São válidos para um único ou limitado número de produtos, operações, métodos ou sistemas.

4.9.2 Pré-desenvolvimento de Produto (PPP)

Dentro das atividades relacionadas ao processo de P&D da empresa, existe o Pré-desenvolvimento de Produto (PPP). O PPP permite que a empresa crie novos produtos dentro dos portfólios já disponíveis para atender uma demanda do mercado ou derivar de uma necessidade em melhorar um produto já existente, baseados em uma investigação profunda de uma visão científica e tecnológica.

O PPP é aplicado com o objetivo de lançar um novo produto de forma mais rápida e, ao mesmo tempo, com maiores chances de sucesso, permitindo a empresa inovar com produtos de alta complexidade no mercado automotivo, onde a competitividade aumenta a cada dia e o

ciclo de vida dos produtos está cada vez mais reduzido.

No PPP surgem os projetos de pré-desenvolvimento que se caracterizam por projetos de desenvolvimento de novas tecnologias de produto ou processo ainda não conhecidas ou dominadas pela empresa, e por produtos que ainda não receberam aplicação a um cliente. Representando 40% dos projetos de desenvolvimento, duram em média até cinco anos e classificam-se nos níveis de inovação radical ou incremental. São direcionados, principalmente, a um objetivo específico com metas mais definidas do que os processos de Pesquisa e Engenharia Avançada no PLM da empresa e os resultados são, principalmente, para um único produto ou processo.

O PPP da empresa foi mapeado em um modelo que possui uma série de fases e pontos de decisão (*gates*) entre as fases, com o objetivo de aumentar a eficiência e a eficácia no gerenciamento de projetos de novos produtos. Esse modelo começa com a ideia da criação de um produto dentro da linha de produtos existentes (pistão, anel, camisa, pino, biela, bronzina, bucha, eixo de comando e filtro) no portfólio de inovação e, depois, passa para o seu portfólio específico de produto.

O modelo é constituído por dois portfólios: portfólio de inovação e portfólio de produto onde o último é a sequência do primeiro. O portfólio de inovação está estruturado em três fases e o portfólio de produto está estruturado em cinco fases, na qual os projetos seguem o fluxo coordenado pelo líder de projeto e pelos times multifuncionais. Cada portfólio é detalhado nos itens 4.8.2.3 e 4.8.2.4 respectivamente.

O PPP da empresa foi avaliado através da análise de um projeto de pré-desenvolvimento relacionado à inovação e desenvolvimento de uma nova tecnologia de um anel de pistão para um motor, que futuramente será uma nova solução para o portfólio de produtos da empresa a ser oferecida para uma montadora da indústria automobilística.

Esse projeto foi selecionado por se tratar de um desenvolvimento concluído recentemente, que permite acesso a uma quantidade maior de informações do que se fosse selecionado um projeto que estivesse nas fases iniciais de desenvolvimento. As informações estratégicas e técnicas do projeto de P&D não estão sendo mencionados, pois se tratam de dados confidenciais da empresa na qual a sua divulgação não é permitida. Esse projeto foi denominado como **Projeto A**.

4.9.2.1 Documento de gestão do projeto

Quando o **Projeto A** estiver na fase de solicitação do projeto no portfólio de inovação e a

conta no SAP já estiver disponível, o mesmo será cadastrado na **Base de Dados do Portfólio (BDP)**. O BDP é um sistema utilizado para armazenar todas as informações utilizadas para realização da gestão do portfólio de projetos e também da gestão do processo de desenvolvimento de produtos relacionado aos projetos de pré-desenvolvimento.

No BDP os dados referentes a todos os projetos trafegam de forma segura, pois é um sistema que permite diferentes controles de acesso para que informações estratégicas e confidenciais não se percam. Ele também permite a comunicação em tempo real com todos os CT's e unidades de fabricação da empresa. A Figura 4.20 mostra uma tela de visualização do BDP.

The screenshot shows the 'PRD Project Review' application interface. At the top, there are buttons for 'New Project', 'Edit', 'Export', 'Admin', and 'Delete'. Below these is a table with the following columns: Project-No., Title, Project Leader, Product, Time, Budget, Goal, Passed Development Gate, and Portfolio Type. The table contains 11 rows of project data. On the left side, there is a navigation menu with sections for 'Projects', 'Help', 'Logs', and 'Configuration'. The 'Projects' section is expanded, showing a list of project statuses: 1) Active Projects, 2) Future Projects, 3) On Hold Projects, 4) Closed Projects, 5) All Status, and 6) Projects on Draft.

Project-No.	Title	Project Leader	Product	Time	Budget	Goal	Passed Development Gate	Portfolio Type
00131	Project A		Ring	Red	Green	Green	DG 1	Product Predevelopment
00452	Project B		Ring	Red	Yellow	Green	DG 0	Product Predevelopment
00135	Project C		Ring	Yellow	Yellow	Red	DG 0	Product Predevelopment
01406	Project D		Ring	Yellow	Green	Green	DG 1	Product Predevelopment
01419	Project E		Ring	Red	green	green	DG 1	Product Predevelopment
00567	Project F		Ring	Yellow	Red	Green	DG 0	Product Predevelopment
00525	Project G		Ring	red	Green	green	DG 1	Product Predevelopment
02284	Project H		Ring	Green	Green	Green	DG 1	Product Predevelopment
00059	Project I		Ring	Yellow	Green	green	DG 0	Product Predevelopment
02290	Project J		Ring	Red	Green	green	DG 0	Product Predevelopment
01341	Project K		Ring	Green	Green	Green	DG 0	Product Predevelopment

Figura 4.20 – Tela de visualização da BDP

Dentro de cada projeto cadastrado no BDP, o líder cria o **Documento de Gestão do Projeto (DGP)**. Trata-se de um sistema em Excel utilizado pelo líder para fazer a gestão do projeto, de acordo com os processos de iniciação, planejamento, execução, controle e encerramento. Nele são armazenadas todas as informações necessárias para controlar o projeto, fase a fase, e também nos pontos de decisão para mudança de fase, até a conclusão do projeto. Esse sistema é dividido em planilhas, onde cada uma tem uma função específica, tais como:

- **Contrato do projeto:** informações essenciais para criação do projeto como título do projeto, número, líder, time, *status* (futuro, ativo, parado e fechado), grupo de produto, tipo de portfólio, mercado de aplicação, objetivos, duas principais entregas para cada fase do projeto, resultados esperados, resultados alcançados, orçamento planejado e consumido anualmente.
- **Planejamento:** possui estrutura de fases, de acordo com o modelo de PPP da empresa, onde se cadastram as atividades de cada fase, bem como o cronograma, o orçamento planejado, revisado e consumido para cada fase e os responsáveis por cada atividade.

- **Matriz de avaliação do projeto (MAP):** matriz utilizada por especialistas e diretores para fazer a gestão do portfólio nos quais estão envolvidos.
- **Revisão do portfólio:** parte do DGP utilizado nas reuniões de revisão do portfólio para revisão da fase. É dividido por pontos de decisão, de acordo com o modelo de PPP da empresa, e também por indicadores (verde, vermelho e amarelo) para avaliação dos requisitos exigidos em cada fase: entregas, orçamento, tempo, objetivo, produto, processo, patente, custo do produto, mercado e lições aprendidas.
- **Aprovação do *gate*:** parte do DGP utilizado nas reuniões de aprovação do *gate*.

4.9.2.2 Revisão e aprovação de fases

A avaliação, o monitoramento e o controle dos recursos, bem como o andamento do projeto na mudança de cada fase, são feitos em cada ponto de decisão, onde atuam os times de apoio ao projeto.

4.9.2.2.1 Revisão de fase

A cada dois meses o EAP realiza a reunião de revisão do portfólio, onde participam o analista de projeto do EAP, líderes dos projetos que estão sendo revisados, times de projeto, especialistas de produtos de diferentes CT's, unidades de fabricação localizados no Brasil e no exterior e gerentes regionais de desenvolvimento de produto. Seguindo a data planejada para o término de cada *gate*, o EAP seleciona os projetos que precisam ser revisados na reunião onde todos os requisitos de cada fase são analisados e cada requisito recebe um indicador luminoso verde, amarelo ou vermelho: se atendeu, se existe alguma informação pendente ou se não atendeu. Todas as informações dessa reunião são atualizadas na planilha de revisão do portfólio.

Como resultado dessa revisão surge informações necessárias para diferentes tipos de tomada de decisões dependendo da fase em que o projeto estiver: abertura do projeto, mudança de fase, conclusão, fechamento ou congelamento do projeto por um determinado período.

4.9.2.2.2 Aprovação de fase

Projetos em diversas situações de andamento ou conclusão são submetidos à reunião de aprovação do *gate*, onde os diretores tomam decisão sobre esses projetos de acordo com os indicadores definidos. Nessa reunião organizada pelo EAP, os diretores mundiais e regionais de desenvolvimento analisam diferentes projetos que são apresentados pelos líderes que necessitam de diferentes decisões: aprovação de *gate*, projetos que precisam de mais recursos

financeiros, projetos com atividades do *gate* atrasadas, projetos em conclusão e projetos sendo cancelados por não atingirem os objetivos. Assim, o respectivo *gate* recebe um indicador luminoso geral, onde os diferentes tipos de tomada de decisões são efetivados: abertura do projeto, mudança de fase, conclusão, fechamento ou congelamento do projeto por um determinado período:

- Verde: *gate* aprovado. O projeto pode prosseguir para a próxima fase ou projeto concluído.
- Amarelo: informações insuficientes para aprovação. Revisar documentação, relatórios de testes etc.
- Vermelho: *gate* reprovado. Algumas razões para a reprovação: o objetivo não está sendo alcançado, o orçamento consumido ultrapassou o planejado, existe alguma restrição de patente, o custo do produto será muito elevado etc. Nesse caso, duas outras decisões podem ser tomadas: fechamento ou congelamento do projeto.

A Figura 4.21 ilustra o esquema de realização da reunião de revisão do portfólio de projetos e também da reunião de aprovação do *gate*.

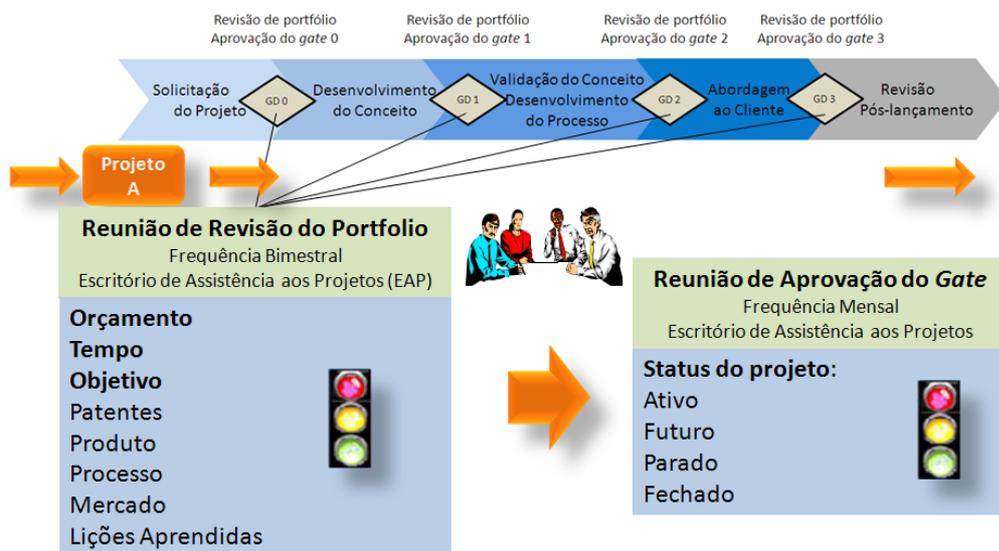


Figura 4.21 – Fluxo de gestão dos projetos dentro dos portfólios

O DGP atualiza o BDP que envia *e-mails* para os líderes, para os times de projetos e para o time de apoio com informações atualizadas a respeito do *status* do mesmo: se existem atividades no cronograma atrasadas, se o orçamento consumido está ultrapassando o planejado etc. Isso tudo acontecendo de forma automática a cada fase do processo de desenvolvimento.

4.9.2.3 Portfólio de inovação

Trata-se da exploração de novas ideias que podem ou não derivar o desenvolvimento de novos produtos ou novos materiais a serem aplicados nos produtos existentes. Os projetos de inovação abordam tecnologias de produto ainda pouco exploradas através de avaliações de curta duração, desenvolvem ideias com parceiros externos como fornecedores, universidades, clientes e órgãos de fomento à inovação. Se uma nova ideia pouco explorada for direto para o portfólio de produto, a empresa pode fazer um alto investimento num projeto de cinco fases com alto grau de riscos e incertezas, e a probabilidade do projeto falhar é grande, trazendo maiores prejuízos para empresa, caracterizando-se como inovação radical.

Para isso existe o portfólio de inovação, onde a ideia é transformada num possível produto a ser desenvolvido, através do modelo de PPP de três fases (solicitação do projeto, desenvolvimento do conceito e validação do conceito) e três *gates* de decisão (GD), um ao final de cada fase, conforme pode ser visto na Figura 4.22.

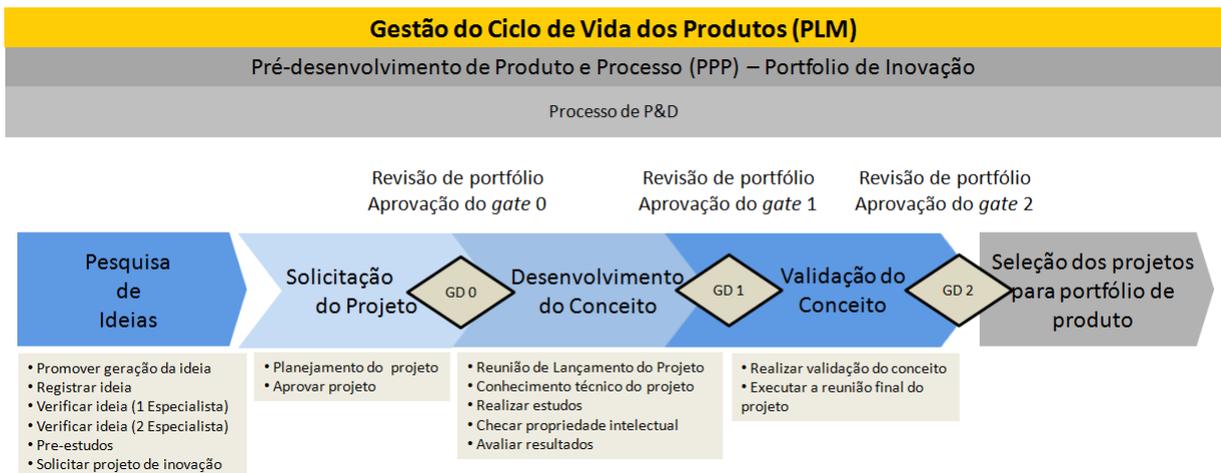


Figura 4.22 – Modelo de PPP para inovação da empresa objeto de estudo

4.9.2.3.1 Pesquisa de ideias

Baseados nas tendências tecnológicas dos motores automotivos para os próximos anos, objetivos estratégicos da empresa, demanda de clientes, análise de concorrentes e oportunidades de novos negócios, um especialista, ou um grupo de especialistas, localizados nos CT's da empresa elaboram ideias para a criação de novos produtos.

Essas novas ideias são registradas em um sistema chamado de “Fábrica de Inovação”. Trata-se de uma base de dados da *intranet* para manusear e armazenar novas ideias de produtos e processos dadas pelos colaboradores da empresa com o objetivo de aproveitar o seu capital intelectual e promover a inovação. Essas ideias passam por um fórum de inovação onde são

verificadas por dois ou mais especialistas, juntamente com o departamento de gerenciamento da inovação. Nesse fórum não analisados que estado da arte essas ideias refletem no portfólio de produtos, se estão alinhadas às demandas globais da empresa, se não infringe alguma patente de um concorrente, ou seja, se realmente será no futuro uma solução tecnológica oriunda de P&D a ser aplicada a um cliente.

Depois dessa avaliação, as ideias que foram aprovadas em todos os requisitos estão aptas para se tornarem projetos do portfólio de inovação, permitir um estudo mais aprimorado e para que a ideia se torne um conceito a ser aplicado num produto. Na presente pesquisa, uma determinada ideia foi aprovada e se tornou o **Projeto A**. Trata-se da criação de uma nova tecnologia a ser aplicada em anéis de pistão para promover a inovação da empresa em um motor de um determinado veículo. Dessa forma são selecionados e priorizados os projetos de inovação, criando e aprimorando conceitos nunca antes explorados, constatado pela análise de patentes.

4.9.2.3.2 Solicitação do projeto

Para iniciar o planejamento do **Projeto A**, um especialista de produto do departamento de tecnologia do produto é nomeado como líder do projeto. Essa nomeação que depende do mercado que o produto vai atender e também o tipo de portfólio. No caso de anéis para pistão, a maioria dos projetos é liderada por especialistas do CT localizados no Brasil, devido a unidade de fabricação líder de anéis estar localizada nessa região. Logo depois, o líder seleciona as pessoas que farão parte do time de projeto: engenheiro de vendas, engenheiro de produto, engenheiro de materiais e engenheiro de processo, formando uma estrutura matricial de gestão do projeto. Em seguida, o líder do projeto elabora o Documento de Gestão do Projeto (DGP) e cadastra esse documento na Base de Dados do Portfólio (BDP), onde o projeto ainda é considerado como projeto futuro, mas recebe uma proposta de abertura na reunião de revisão conforme descrito na seção 4.9.2.2.1.

Gate de Decisão 0 (GD0) – é o ponto de decisão onde o projeto é aprovado para ser aberto conforme a seção 4.9.2.2.2 na qual recebe um número sequencial gerado pelo SAP® para alocação do orçamento.

4.9.2.3.3 Desenvolvimento do conceito

Para iniciar essa fase o líder do projeto realiza uma reunião de lançamento do projeto com os integrantes do time para planejar o desenvolvimento do conceito, desdobrar os objetivos do projeto e os *deliverables* em atividades e prazos para os membros do time, onde o cronograma

do projeto é seguido e controlado pelo DGP.

Como o **Projeto A** ainda está no portfólio de inovação, o líder de projeto, juntamente com o time, realizam estudos para verificar se a ideia pode ser transformada num projeto de um novo produto através de cálculos, simulação numérica e teste de bancada nos laboratórios da empresa em protótipos já existentes, para aplicar o conceito da ideia e não pela elaboração de um fluxo de processo preliminar e fabricação de protótipos na unidade de fabricação, como é feito no portfólio de produto.

Esses testes de bancada podem ser ensaios mecânicos de dureza, resistência ao desgaste, corrosão, atrito, ruptura, composição química dos materiais, resistência térmica, teste de vedação etc. Esses estudos são embasados no conhecimento tecnológico dos especialistas do time, pesquisas científicas em parcerias com universidades, parcerias estratégicas com fornecedores e clientes.

O próximo passo é proteger o conhecimento adquirido nos estudos de aprimoramento da ideia. A proteção do conhecimento adquirido na pesquisa ocorre quando o novo desenvolvimento é feito através de parcerias com fornecedores externos, onde esse fornecedor assina um contrato de confidencialidade com a empresa, para que nenhuma informação do projeto possa ser compartilhada com concorrentes. Dependendo do nível de envolvimento de fornecedores no projeto, a proteção do conhecimento pode ocorrer antes mesmo da realização dos estudos.

Para garantir que a ideia possa realmente ser transformada num produto em relação a questões legais relacionadas às patentes, o líder do projeto, juntamente com um engenheiro do departamento de gerenciamento da inovação, realiza o estudo da propriedade intelectual do conceito, ou seja, verifica-se se o conceito do novo produto não está infringindo alguma patente de algum concorrente. Caso não exista restrição, quando o **Projeto A** passar para o portfólio de produto, esse estudo será realizado novamente, onde o engenheiro de gerenciamento da inovação entrará com um pedido de patente para garantir os direitos de propriedade intelectual nos novos conhecimentos adquiridos pela empresa.

Para finalizar essa fase, a engenharia do produto elabora o relatório com os resultados dos testes e envia para o líder de projeto, que atualiza o DGP e indica o projeto para a reunião de revisão do portfólio conforme a seção 4.9.2.2.1.

Gate de Decisão 1 (GD1) – é o ponto de decisão onde o desenvolvimento do conceito é avaliado para verificar se o projeto pode prosseguir para a próxima fase conforme a seção

4.9.2.2.2.

4.9.2.3.4 Validação do conceito

Como primeira atividade da validação do conceito, o líder do projeto, junto com o time, analisa os relatórios dos testes realizados pela engenharia de produto. O objetivo é avaliar se os resultados alcançados no novo conceito da ideia atingiram os resultados esperados, de acordo com os objetivos definidos no DGP, verificando se a ideia, quando virar produto, atingirá as especificações esperadas em condições reais de funcionamento do motor.

Em grande parte dos projetos é necessário realizar novas simulações e novos testes de bancada nos protótipos para validar o conceito. O que não acontece frequentemente em projetos de inovação é a realização de testes de motores, devido ao alto custo dos mesmos. Esses testes somente são feitos no portfólio de produto, caso a ideia do **Projeto A** seja aprovada no portfólio de inovação.

Em seguida, o líder do projeto se reúne com todos os envolvidos no projeto, tais como o time do projeto, o time de gerenciamento da inovação, parceiros externos (universidades, fornecedores, possíveis clientes), para realizar o relatório final de validação do conceito. A finalidade disso é reduzir os riscos e incerteza de uma nova ideia pouco explorada, tornando o **Projeto A** apto para prosseguir para o portfólio de produto. Todo o conhecimento gerado e armazenado em cada fase do portfólio de inovação será utilizado em cada fase do portfólio de produto para que o processo de transformação da ideia em um produto possa ser feito num menor período de tempo.

Para concluir a validação do conceito, o líder do projeto atualiza o DGP e o **Projeto A** é enviado para a reunião de revisão do portfólio, conforme a seção 4.9.2.2.1.

Gate de Decisão 2 (GD2) – é o ponto de decisão onde a validação do conceito é avaliado para verificar se o projeto pode prosseguir para a próxima fase conforme a seção 4.9.2.2.2.

O EAP organiza a reunião de aprovação de *gate*. Os diretores mundiais e regionais de desenvolvimento analisam diferentes projetos que são apresentados pelos líderes que necessitam de diferentes decisões: aprovação de *gate*, projetos que precisam de mais recursos financeiros, projetos com atividades do *gate* atrasadas, projetos em conclusão e projetos sendo cancelados por não atingirem os objetivos. Nesse caso, o Projeto A foi concluído no portfólio de inovação e segue para o portfólio de produto, exigindo um novo planejamento e uma nova alocação de recursos.

4.9.2.4 Portfólio de produto

Depois que a ideia foi criada e aprimorada no portfólio de inovação, o conceito é agora aplicado a um portfólio específico de produto, onde são alocados maiores recursos para tornar o desenvolvimento de um produto viável tecnicamente e economicamente para a empresa. De acordo com a Figura 4.23, o modelo de PPP para produto possui cinco fases (solicitação do projeto, desenvolvimento do conceito, validação do conceito, desenvolvimento do processo e abordagem ao cliente) e quatro *Gates* de Decisão (GD) ao final de cada fase, sendo caracterizado, na maioria dos casos, como radical e, em outros casos, como plataforma.

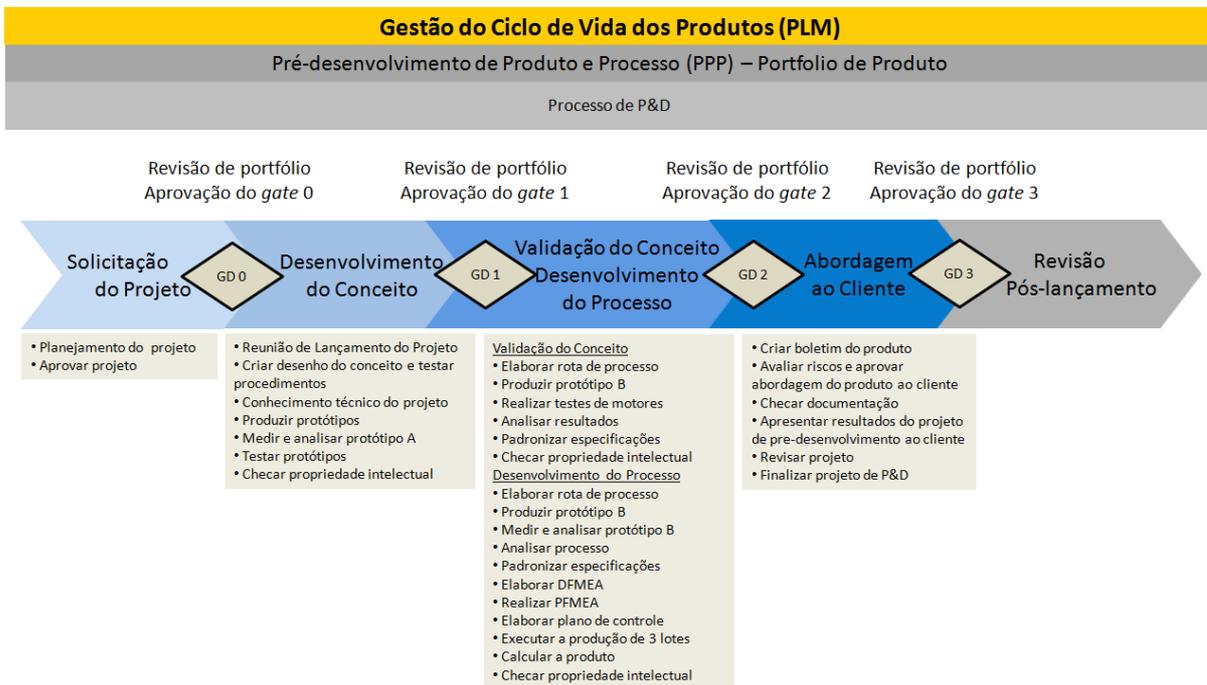


Figura 4.23 – Modelo de PPP produto da empresa objeto de estudo

4.9.2.4.1 Solicitação do projeto

As ideias de produtos no **Projeto A** criadas e aprimoradas no portfólio de inovação que se tornaram viáveis economicamente e tecnicamente e estão alinhadas às estratégias da empresa e não infringem nenhuma patente, são selecionadas e transferidas para o portfólio específico de produto baseado nos princípios do gerenciamento de portfólio. Agora, com o mesmo líder e time de projeto, mas com uma alocação de orçamento diferente, devido a necessidade de se realizar uma pesquisa mais aprofundada no desenvolvimento de uma nova tecnologia de produto. O líder do projeto elabora um novo DGP de cinco fases, cadastra na BDP como projeto futuro e propõe a abertura do mesmo na reunião de revisão do portfólio conforme descrito na seção 4.9.2.2.1.

Gate de Decisão 0 (GD0) – ponto de decisão onde a solicitação do projeto é avaliado para

verificar se o projeto pode prosseguir para a próxima fase conforme a seção 4.9.2.2.2.

4.9.2.4.2 Desenvolvimento do conceito

No desenvolvimento do conceito o líder do projeto realiza uma reunião de lançamento do projeto com os integrantes do time para planejar o desenvolvimento do conceito, desdobrar os objetivos do projeto e as entregas em atividades e prazos para os membros do time, onde o cronograma do projeto deve ser seguido e controlado pelo DGP.

O líder de projeto, atuando como especialista em anéis de pistão, elabora o projeto do conceito do novo produto que será gerado pela ideia do **projeto A**. Baseado no conhecimento tecnológico do time, na avaliação de normas de produtos já existentes, em pesquisas científicas em parcerias com universidades e na análise funcional, o líder do projeto realiza estudos e consegue definir o desenho preliminar do anel com a nova tecnologia em desenvolvimento. Esse desenho contém as especificações de dimensões, materiais, novos procedimentos de aplicações nos motores, quais testes de bancada e de motores serão necessários para alcançar os resultados esperados nessa fase e planejamentos desses testes com a engenharia de produto.

Toda a tecnologia criada ou aprimorada passa por um estudo de *benchmarking* por parte do time do projeto, para verificar se alguma outra empresa, concorrente ou não, desenvolve ou já aplica o mesmo procedimento. Com esse estudo a empresa consegue aprender com as melhores práticas já implementadas ou também pode proteger o conhecimento da nova tecnologia que será desenvolvida se conseguir lançar o produto antes dos concorrentes.

A proteção do conhecimento adquirido na pesquisa ocorre quando o novo desenvolvimento é feito através de parcerias com fornecedores externos, onde esse fornecedor assina um contrato de confidencialidade para que nenhuma informação do projeto possa ser compartilhada com concorrentes.

Com o desenho do produto já criado, o líder do projeto entra em contato com a engenharia de processo da unidade de fabricação de anéis para elaborar o fluxo preliminar do processo de fabricação que, juntamente com a produção, fabrica o lote de Protótipos A, que serão utilizados nos testes de evidência do conceito e aplicação da nova tecnologia.

O engenheiro de processo elabora esse fluxo, solicita a fabricação dessas peças e, em seguida, envia as mesmas para o departamento de qualidade que realiza um estudo metrológico e metalúrgico com o objetivo de garantir as especificações técnicas do produto a ser testado. A engenharia de processo envia os protótipos para o CT, dando continuidade ao conceito a ser

criado.

O líder de projeto solicita à engenharia de produto a realização de testes específicos de bancada com os protótipos nos laboratórios do CT, de acordo com o objetivo do projeto e os resultados esperados na fase de desenvolvimento do conceito, para evidenciar a viabilidade técnica de aplicação da nova tecnologia. Esses testes de bancada podem ser ensaios mecânicos de dureza, resistência ao desgaste, corrosão, atrito, ruptura, composição química dos materiais, resistência térmica, teste de vedação etc. A engenharia de produto elabora um relatório com os resultados dos testes e envia para o líder do projeto analisar. Isso se torna a base para conclusão do conceito do produto.

Antes da conclusão do conceito, o líder do projeto, juntamente com um engenheiro do departamento de gerenciamento da inovação, verifica a propriedade intelectual do produto. Nesse estudo verifica-se se o novo conceito não está infringindo alguma patente de algum concorrente. Caso não esteja infringindo, verifica-se a possibilidade de entrar com um pedido de patente da inovação inerente ao novo produto criado para garantir os direitos de propriedade intelectual nos novos conhecimentos adquiridos pela empresa.

Para finalizar essa fase, o líder do projeto analisa os relatórios dos testes para avaliar se os resultados alcançados no novo conceito do produto atingiram os resultados esperados. Então, o DGP é atualizado.

Para finalizar essa fase, a engenharia do produto elabora o relatório com os resultados dos testes e envia para o líder de projeto, que atualiza o DGP e indica o projeto para a reunião de revisão do portfólio conforme a seção 4.9.2.2.1.

Gate de Decisão 1 (GD1) – é o ponto de decisão onde o desenvolvimento do conceito é avaliado para verificar se o projeto pode prosseguir para a próxima fase conforme a seção 4.9.2.2.2.

4.9.2.4.3 Validação do conceito e desenvolvimento do processo

Nessas duas fases, algumas atividades são realizadas de forma simultânea para reduzir o tempo de desenvolvimento do produto, por isso estão juntas e possuem um único *gate*. Mesmo assim, possuem algumas atividades diferentes que merecem ser tratadas separadamente. Enquanto a validação do conceito visa verificar se o novo produto atinge as especificações esperadas em condições reais de funcionamento do motor, o desenvolvimento do processo de um projeto de pré-desenvolvimento visa realizar estudos para verificar se a nova tecnologia criada no **Projeto A** pode ser reproduzida em alta escala de produção e com a

qualidade exigida em um anel de pistão, para que no futuro possa tornar-se um projeto de cliente.

A primeira atividade consiste na elaboração da rota de fabricação mais detalhada do produto, onde o líder do projeto interage com a unidade de fabricação de anéis para criar um fluxo sequencial de operações e também a definição e a verificação dos recursos necessários para produzir o lote de Protótipos B. Com base no desenho padronizado do produto, e também em normas de processos para cada operação, a engenharia de processo realiza o planejamento do processo, onde se define o fluxo de fabricação do anel. A engenharia de processos inclui o fluxo e o roteiro de fabricação no SAP, que consistem em procedimentos e parâmetros para utilização das máquinas, especificações de ferramentas e tempo padrão para execução das atividades.

Em seguida, a produção executa a fabricação das peças do lote de Protótipos B e envia essas peças para o departamento de qualidade que realiza a análise e medição dessas peças de acordo com as especificações técnicas do projeto. A engenharia de processo envia os protótipos para o CT, onde serão utilizados nos testes de motores para validar a aplicação funcional da nova tecnologia desenvolvida do **Projeto A**.

Validação do conceito

O líder de projeto envia o lote de protótipos para o laboratório para a realização dos testes de motores. O objetivo é verificar o desempenho da nova tecnologia aplicada no produto numa condição real de funcionamento, de acordo com o objetivo do projeto e os resultados esperados na fase de validação do conceito. Devido ao alto custo desses testes, eles só são feitos a partir da validação do conceito. Em alguns casos específicos, realiza-se testes de motores no desenvolvimento do conceito. Dependendo do projeto de pré-desenvolvimento os seguintes requisitos podem ser avaliados nos testes para validar o conceito: durabilidade, *blow-by* (mistura de ar, combustível e óleo que passa através dos anéis, pistão e paredes do cilindro da câmara de combustão fluindo para o cárter por unidade de tempo), desgaste, controle de emissões de poluentes, emissões de ruído, consumo de óleo, atrito, consumo de combustível etc.

Em seguida, o engenheiro de produto elabora um relatório com os resultados dos testes e envia para o líder do projeto analisar, onde o mesmo compara os resultados esperados com os resultados encontrados no **Projeto A**. Se o teste atendeu às especificações esperadas, é feita a padronização dessas especificações para esse grupo de produto dentro do portfólio de anéis,

onde a engenharia de produto elabora as normas e o desenho com as dimensões, material e tratamentos térmicos ou superficiais.

Desenvolvimento do processo

Com a liberação do desenho padronizado na validação do conceito, a engenharia de produto elabora o DFMEA (*Design FMEA*) para analisar as possíveis falhas que possam ocorrer no desenho e seus efeitos no produto acabado, onde são gerados planos de ação para corrigir essas falhas.

É elaborado também pela engenharia de processos o PFMEA (*Process FMEA*) do fluxo de produção criado nessa fase, para analisar as possíveis falhas que possam ocorrer no processo de fabricação e seus efeitos no produto acabado, onde são gerados planos de ação para corrigir essas falhas.

A produção do Protótipo B foi somente para validar o conceito. Agora, o líder do projeto solicita a fabricação de mais três lotes dessas peças para desenvolver e validar o processo de fabricação da nova tecnologia. Isso exige a determinação das quantidades e programação da produção, aquisição de ferramentas, gabaritos e equipamentos e a criação do plano de controle (descrição das medidas dimensionais, amostragem de material e testes de desempenho que devem ser realizadas durante a construção do protótipo).

Depois que a produção fabricou os três lotes, as peças são enviadas ao engenheiro de processo que, juntamente com um engenheiro de qualidade, realizam a análise dimensional, análise metalúrgica, estudo de capacidade do processo e avaliação de refugo de produção, visando verificar se as especificações do produto foram alcançadas com o processo de produção definido. O líder de projeto recebe o relatório com os resultados dessas análises, mostrando que todos os requisitos foram considerados satisfatórios para o **Projeto A**.

Dependendo do nível de inovação do produto, como no caso do **Projeto A** que se trata de um pré-desenvolvimento novo que exigiu uma nova operação na rota de processo, foi necessário desenvolver uma nova máquina em parceria com um fornecedor externo. Isso exigiu novos investimentos que são considerados no cálculo da viabilidade econômica do novo produto a ser lançado no mercado.

Com as especificações mais detalhadas do novo produto, o líder do projeto, juntamente com o time de gerenciamento da inovação, realiza um novo estudo de patente, para verificar se está infringindo alguma ou se o novo produto pode ser patenteado. Essa é uma atividade realizada tanto para validação do conceito quanto para o desenvolvimento do processo.

Para concluir a validação do conceito, o líder do projeto atualiza o DGP e o **Projeto A** é enviado para a reunião de revisão do portfólio, acompanhando o que foi descrito na seção 4.9.2.2.1.

Gate de Decisão 2 (GD2) – é o ponto de decisão onde a validação do conceito é avaliado para verificar se o projeto pode prosseguir para a próxima fase conforme a seção 4.9.2.2.2.

4.9.2.4.4 Abordagem ao cliente

A fase de abordagem ao cliente é a última do modelo de PPP dentro do PLM da empresa estudada. Torna-se, então, a fonte de alimentação de informações de novos produtos que surgem dentro dos portfólios de produtos da empresa para iniciar-se o PDP.

Como primeira atividade dessa fase, o líder de projeto revisa as fases anteriores de desenvolvimento do conceito, validação do conceito e desenvolvimento do processo. Analisa os relatórios de testes de bancada, testes de motores, desenhos e cálculos do novo produto, relatórios de capacidade do processo, estudo de viabilidade econômica e relatórios de patentes alcançadas. Com essa análise verificam-se os riscos do lançamento desse novo produto e também a sua apresentação aos clientes. Se os resultados dessa análise garantem que o produto tem condições de ser lançado, o líder do projeto atualiza o DGP.

Em seguida, o time do projeto elabora a apresentação de lançamento do novo produto para divulgação na empresa, chamada de boletim de um novo produto. Esse boletim contém informações gerais, como: título do projeto, objetivo, resultados, mercado alvo, descrição técnica de aplicação, vantagens técnicas do novo anel em funcionamento do motor (dependendo do projeto pode reduzir atrito, diminuir consumo de óleo e combustível, diminuir emissões de poluentes na atmosfera, diminuir ruído, aumentar o desempenho do mesmo). O boletim pode mostrar fotos e desenhos do anel, resultados de simulações numéricas e gráficos comparativos dos testes de motores.

Outra apresentação é elaborada para que a engenharia de aplicação possa utilizá-la para divulgar e oferecer esse novo produto aos clientes. Além de conter informações do boletim, apresenta informações mais detalhadas para auxiliar os engenheiros de vendas a aplicar o novo anel desenvolvido como uma solução inovadora para o motor de um veículo.

Para concluir a abordagem ao cliente, o líder do projeto atualiza o DGP e o **Projeto A** é enviado para a reunião de revisão do portfólio, acompanhando as informações da seção 4.9.2.2.1.

Gate de Decisão 3 (GD3) – é o ponto de decisão onde a abordagem ao cliente é avaliada para verificar se o projeto pode ser concluído conforme a seção 4.9.2.2.2. No caso do **Projeto A**, o líder apresentou os resultados descritos no DGP e no boletim onde recebeu aprovação do GD3. O campo de aprovação do *gate* no DGP foi atualizado com o sinal verde para concluir o projeto.

Encerra-se, então, o projeto de pré-desenvolvimento para iniciar o projeto de cliente. Nesse caso específico, o novo produto criado no **Projeto A**, estará disponível para ser oferecido a uma montadora para iniciar-se o **Projeto B**, através do departamento de engenharia de aplicação e vendas, finalizando o projeto de P&D.

4.9.3 Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP)

Dando continuidade ao ciclo de vida do anel de pistão desenvolvido, a próxima macro-fase é o Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP), que se define como a abordagem de um produto de pré-desenvolvimento ao cliente específico.

A alta complexidade do produto e a ampla quantidade de tecnologia envolvida fazem com que a estratégia de produção da empresa seja sob encomenda, para que consiga atender os requisitos de qualidade e de produtividade exigidos pelas montadoras.

Assim, a abordagem do produto consiste em vender aos clientes as peças que ainda serão fabricadas e que exigem a passagem por um PDP, cujo objetivo é o desenvolvimento de um produto específico a um cliente, pronto para produção em série.

O PDP padroniza e define todas as funções envolvidas no processo de desenvolvimento incluindo tarefas, responsabilidades e interfaces claras e objetivas, que auxiliam o time de desenvolvimento no alcance dos objetivos estratégicos da empresa que é a alta qualidade, curto tempo de desenvolvimento e com custos reduzidos.

No PDP surgem os projetos de clientes que se caracterizam pela necessidade de um cliente desenvolver um componente para o seu motor. O conceito desse componente já está desenvolvido e a empresa já possui conhecimento suficiente para produzi-lo com qualidade.

Inicia-se, então, um projeto para adequar esse componente à demanda solicitada, de acordo com os requisitos específicos, assumindo o compromisso de entrega ao cliente final. Dos projetos de clientes, 80% podem ser classificados por derivados ou incrementais, onde um novo produto é derivado de uma família de produto já existente; e 20% por *follow-source*, quando o objetivo do projeto é a alteração de planta produtiva, sendo necessária somente a

adequação da capacidade produtiva e a validação do processo.

O PDP da empresa é baseado: na VDA 6.0, norma de qualidade para fornecedores da indústria automotiva alemã; na ISO/TS 16949, norma de padrões de qualidade exigida para fornecedores da indústria automotiva em geral, que engloba requisitos de todas as outras normas; no manual do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP) que apresenta as diretrizes para produzir um plano da qualidade do produto que dê suporte ao desenvolvimento de produto; e também em práticas de gerenciamento de projetos para assegurar um desenvolvimento do produto padronizado.

O PDP está estruturado em um fluxo de cinco fases (desenvolvimento do conceito, confirmação do projeto, desenvolvimento do produto/processo, início da produção em série e finalização do projeto), conforme mostra o modelo da Figura 4.24.

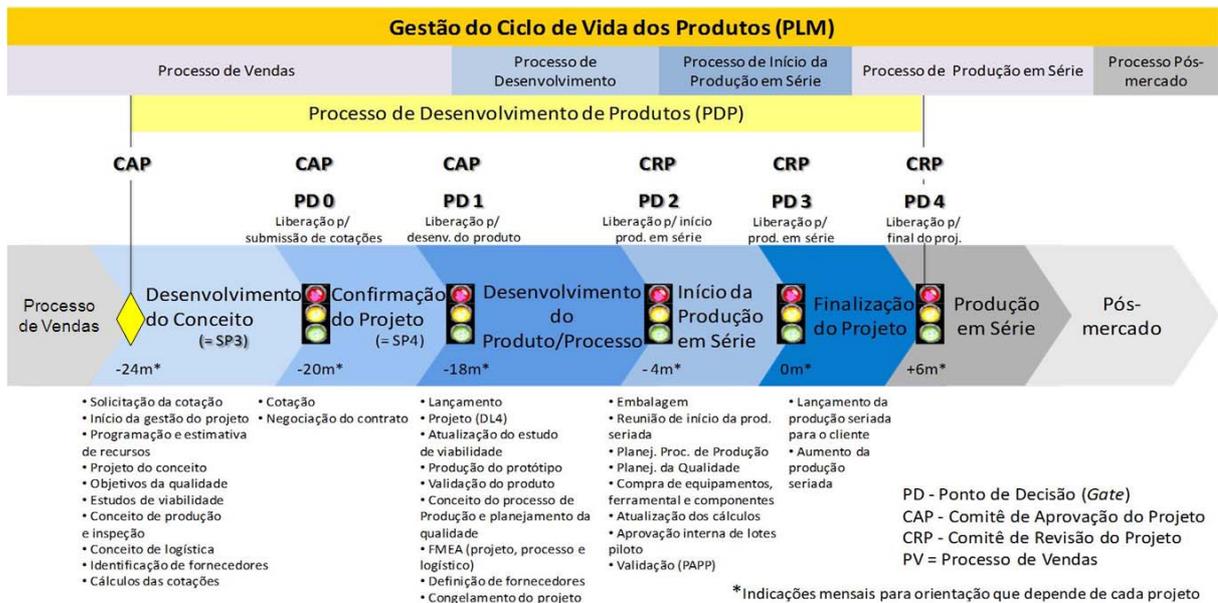


Figura 4.24 – Modelo de PDP da empresa objeto de estudo

Durante o andamento das fases um integrante do time do departamento da qualidade é responsável por realizar uma avaliação do projeto para verificar se todos os requisitos de cada fase do PDP foram atingidos. Essa avaliação é feita por um documento chamado *APQP Check-list*, conforme pode ser visto no ANEXO D.

Nesse modelo existem cinco pontos de decisão entre as fases do desenvolvimento (PD ou *Quality Gates* - QG), numerados de 0 a 4, para avaliar, monitorar e controlar o andamento do projeto antes da mudança de fase. Nesses pontos de decisão atuam o Comitê de Aprovação do Projeto (CAP) e o Comitê de Revisão do Projeto (CRP).

- CAP: esse comitê é liderado pelo departamento de vendas e envolve o gerente do

projeto, a alta direção, os gerentes funcionais e o time de projeto. Atuam na definição dos objetivos do projeto, aprovação de recursos financeiros, orçamentos, modificações importantes e nomeação dos profissionais que atuarão no projeto, desde a definição do conceito no PD0 até a confirmação do projeto no PD1.

- CRP: é organizado pelo líder de projeto na linha do produto dentro da unidade de fabricação. Composto por gerentes e especialistas do desenvolvimento do processo e do produto, vendas e controladoria, cujas tarefas são analisar o andamento do projeto, revisar o cronograma, orçamento e atividades e mostrar os passos da próxima fase. Atua entre o PD2 e o PD4.

De acordo com os resultados entre as fases de desenvolvimento, o projeto pode continuar até ser concluído com sucesso, ser fechado, ficar parado por um determinado tempo ou ser totalmente revisado. Um indicador luminoso em cada ponto de decisão (PD) informa se a fase do PDP foi aprovada ou não: sinal verde indica que os objetivos do PDP foram aprovados para prosseguir, sinal amarelo indica que existem restrições e a fase precisa ser revisada e o sinal vermelho indica que é necessário parar com as atividades para uma análise mais detalhada.

A necessidade da empresa de desenvolver um novo produto já sendo aplicado a um cliente surge quando uma indústria automobilística está projetando um novo motor e precisa desenvolver fornecedores de peças por um determinado período de tempo que garantem as características de funcionamento especificadas para esse motor.

Através da análise de um projeto de cliente relacionado ao desenvolvimento de anéis para um motor de uma grande montadora da indústria automobilística são descritas as atividades do PDP. Esse projeto é a aplicação do anel desenvolvido no Projeto A. Ele foi selecionado por se tratar de um desenvolvimento concluído recentemente, que permite uma quantidade maior de informações do que se fosse selecionado um projeto que estivesse nas fases iniciais de desenvolvimento. As informações do projeto, bem como o cliente para qual ele se destina, não são mencionados, pois tratam-se de dados confidenciais da empresa, cuja divulgação não é permitida. Por esse motivo denominou-se como **Projeto B**.

4.9.3.1 Processo de venda

Para iniciar o PDP o departamento comercial da montadora entra em contato com o departamento de vendas da empresa estudada para solicitar o desenvolvimento do novo anel de pistão a ser aplicado em um motor de um modelo de automóvel específico. O engenheiro

de vendas de anéis que fez o contato é nomeado como gerente desse projeto e também fica responsável pela gestão de relacionamento com esse cliente.

Esse engenheiro recebe, junto com o primeiro contato, a documentação chamada de Lista de Requisitos (LDR), que contém nome do veículo que está sendo desenvolvido, data de início da produção do mesmo, o volume de produção anual e as informações iniciais do motor e do produto, como pode ser visto no Quadro 4.7.

Quadro 4.7 – Lista de requisitos do cliente (LDR)

Lista de Requisitos do Cliente (LDR)	
Veículo	XXXXXX
Data de início de produção	XXXXXX
Volume de produção anual	XXXXXX
Informações do motor	Informações do produto
Nome	Desenho do cliente
Modelo	Tipo de anel
Aplicação	Altura do anel
Número de cilindros	Espessura radial
Diâmetro do cilindro	Cobertura do anel
Potência	Material
RPM	Face de contato
Torque	.
Taxa de compressão	.
Potência de combustão máxima	.
.	.

Com a LDR em mãos, o engenheiro de vendas cria um novo projeto no SAP[®] (que nesse caso denomina-se **Projetos B**), preenchendo o Formulário de Oportunidade de Vendas (FOV) com as informações iniciais do produto. O FOV armazena as informações a respeito do pedido do cliente que serão utilizadas posteriormente na cotação e gera o número do projeto relativo a esse pedido.

A partir do número do projeto gerado, o gerente do projeto usa o *cProjects* para construir a estrutura de fases do PDP e atividades do projeto, bem como a definição dos prazos de cada atividade e os recursos que serão necessários para desempenhá-las, conforme pode ser visto na Figura 4.25.

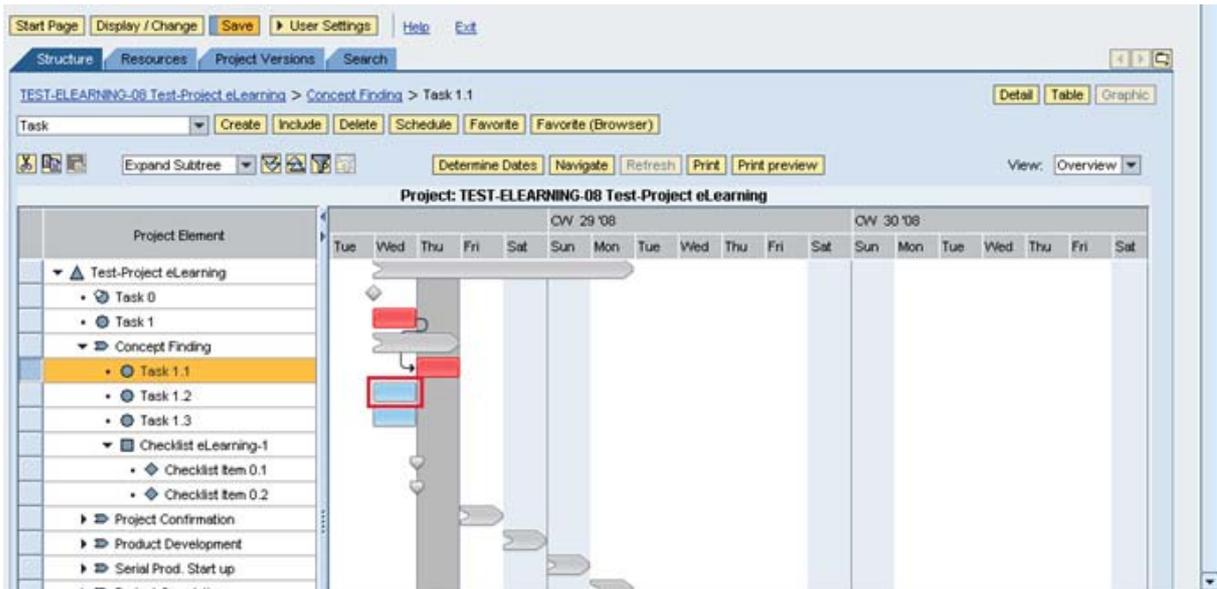


Figura 4.25 – Tela de visualização do *cProjects*

O *cProjects* é um sistema de gerenciamento de projetos integrado ao SAP® semelhante ao MS-Project® da Microsoft®. Nesse sistema, o gerente do projeto também define quem irá participar do projeto e quais serão as permissões de acesso que cada membro do projeto irá ter aos documentos gerados durante o projeto.

Após essas definições iniciais, os membros do projeto recebem *e-mails* automáticos do sistema tão logo a data de execução de suas atividades seja alcançada. Cabe a eles mudar os *status* das suas respectivas tarefas a medida que elas progredem e/ou finalizam, permitindo ao líder do projeto ter um acompanhamento real da situação do projeto.

Avaliação da fase – aprovação do processo de vendas

Ao final dessa fase o gerente do projeto submete o Projeto B à reunião do CAP para apresentar as informações da solicitação do cliente e os resultados para avaliação do projeto:

- Apresentação do gerente do projeto: Engenheiro de vendas 1;
- Classificação do projeto de acordo com o nível: Projeto B – Nível 2;
- Definição do pedido do projeto preliminar: Número do Projeto B;
- Definição do time do projeto: Engenheiro de processo 1, Engenheiro de qualidade 1, Engenheiro de produto1, Líder do projeto 1;
- Liberação de orçamento para a próxima fase do PDP: definição do conceito.

Depois que o projeto foi aprovado no PAC, o gerente do projeto muda o *status* de “In

progress” para “*Data transferred*” no SAP e salva a FOV, então o Projeto B está liberado no *cProjects* e torna-se ativo para iniciar-se as fases do PDP.

4.9.3.2 Desenvolvimento do conceito

O principal objetivo dessa fase no Projeto B é transformar os requisitos do cliente em um projeto de um produto funcional, viável técnica e economicamente para empresa, e com um preço de venda competitivo no mercado de autopeças, ou seja, ocorre o lançamento oficial do projeto do cliente. Os principais departamentos funcionais que atuam nessa fase são: Engenharia de Aplicações e Vendas, Controladoria, Logística, Gestão de Produtos da América do Sul, Engenharia do Produto, Engenharia de Processo e Planejamento do Produto.

O gerente do projeto faz uma reunião com o time de projeto definido no último CAP para planejar o desenvolvimento do conceito, definir os objetivos do projeto, distribuir atividades para os membros do time e realizar a análise da LDR, comparando-a com o conceito de especificações funcionais definidas em normas internas. Nessa reunião, o objetivo do projeto é desdobrado em metas, atividades e prazos para cada membro do time, definindo-se o cronograma preliminar no projeto que é atualizado no *cProjects*.

Conforme os requisitos exigidos pelo cliente na LDR, o conceito preliminar do Projeto B é desenvolvido pela engenharia do produto, por meio de normas de produtos criadas pelo resultado de um projeto de pré-desenvolvimento, análise funcional e simulação. A partir daí consegue-se definir o desenho preliminar do anel, contendo especificação de dimensões, tratamentos e coberturas que vão atender futuramente as especificações do motor em desenvolvimento da montadora.

Na sequência é realizado o estudo de viabilidade técnica pelos departamentos de engenharia de processo, produção, logística e qualidade. A engenharia de processo elabora o fluxo preliminar do processo de fabricação e, juntamente com a produção, determinam se esse novo processo é robusto e se a produção possui equipamentos suficientes e capacidade para produzi-lo, além de definir novos *layouts* na unidade de fabricação de anéis.

Baseado no conceito do produto e no local onde o mesmo será fabricado, o departamento de logística planeja os recursos materiais, de armazenagem, o transporte e a forma de distribuição dos anéis acabados para o cliente quando o mesmo entrar em produção em série. A qualidade verifica os requisitos de qualidade do cliente e compara com os próprios objetivos de qualidade da empresa, conforme a especificação técnica ISO/TS 16949, além de definir o conceito de inspeção para garantir as dimensões especificadas do anel.

O gerente de projeto, juntamente com o time, elabora a estimativa de recursos que serão utilizados para a produção em massa do novo anel, de acordo com a demanda do cliente, sejam eles recursos humanos, recursos para fabricação do produto e para o aumento da capacidade produtiva, caso haja o aumento da demanda. Essa estimativa de recursos interfere na necessidade de novos investimentos, no orçamento do projeto e na identificação de novos fornecedores.

O orçamento é calculado com base no custo por hora das atividades nos departamentos funcionais envolvidos no projeto, que já é previamente estabelecido, de acordo com o tipo de atividade desempenhada por cada profissional. Outros valores que entram no cálculo do orçamento são o custo de fabricação de amostras, o custo de aquisição de ferramentas, máquinas e equipamentos e os custos de medição e testes de motores. O orçamento também engloba a necessidade de investimento para o aumento das instalações da unidade de fabricação para produção em massa, gerando como resultado o cálculo da viabilidade econômica do projeto.

Na próxima atividade do desenvolvimento do conceito, o gerente do projeto prepara a Requisição de Cotação (RDC) do Projeto B, com base na LDR e nas atividades de desenho preliminar, preço esperado do produto, dados preliminares de processo, ferramental e embalagem, estimativa de recursos e cálculo de viabilidade econômica, acrescentando o volume de produção anual de anéis.

A RDC é enviada para o departamento de controladoria da unidade de fabricação de anéis para calcular o preço mínimo de venda (PMV). O PMV é uma cotação que representa o menor preço que o anel pode ser vendido para que seja viável economicamente para empresa, considerando todos os custos envolvidos e a margem de lucro.

Nessa etapa, além da empresa objeto de estudo, outros potenciais fornecedores de anéis estão sendo analisados pelos clientes, onde somente dois serão aprovados para atender a demanda sobre um determinado produto.

Avaliação da fase pelo CAP – PD 0

Ao final dessa fase, o gerente do projeto submete o Projeto B à reunião do CAP para apresentar as informações desse projeto em relação ao conceito do produto para fixação do preço do produto e liberação da cotação para o cliente. Na apresentação são avaliados os seguintes tópicos para que o projeto prossiga para a próxima fase: cronograma do projeto e definição de recursos, lucratividade, custos de investimento, orçamento agregado ao projeto,

conceito técnico, unidade de fabricação do novo produto, análise de risco do projeto, cotação sugerida.

4.9.3.3 Confirmação do projeto

Nessa fase, o gerente do Projeto B entra em contato com o cliente para apresentar o conceito preliminar do produto, suas especificações funcionais e possíveis adaptações para atender os requisitos do novo veículo.

Se o conceito preliminar atendeu aos requisitos do cliente, inicia-se a negociação do contrato, onde o gerente informa a cotação do produto para que o cliente possa analisar se o PMV oferecido é competitivo em relação aos outros fornecedores de autopeças. Se o contrato foi aprovado, a empresa é nomeada como fornecedora da montadora para o anel em desenvolvimento e o FOV é atualizado.

Avaliação da fase pelo CAP – PD 1

Nessa última reunião do CAP, o gerente do projeto apresenta o resultado da negociação com o cliente, aprovando o Projeto B da empresa para ser fornecido em larga escala de produção. O contrato, a análise de risco e a classificação do nível do projeto são completamente revisados. Se o CAP aprovar os resultados dessa fase, a fase de desenvolvimento do produto e processo é iniciada.

4.9.3.4 Desenvolvimento do produto e processo

Essa fase tem como objetivo desenvolver o produto e o processo para que a empresa consiga se tornar fornecedora de produção em série. O desenvolvimento do produto visa a fabricação de um produto que corresponda aos requisitos do cliente, onde amostras são construídas e validadas tanto pela empresa quanto pelo cliente. O desenvolvimento do processo visa criar um fluxo de fabricação e também a definição e a verificação dos recursos necessários para transformar a matéria-prima em um produto acabado.

Depois que foi nomeada pelo cliente para desenvolver o projeto do novo anel, e o projeto foi aprovado pelo último CAP, o gerente do projeto prepara a reunião de lançamento atualizando todas as informações existentes do projeto no *cProjects* (tanto informações conceituais preliminares, que agora serão detalhadas no desenvolvimento do produto, quanto o planejamento das atividades do projeto).

A reunião de lançamento do projeto é a uma reunião interna onde o gerente de projeto apresenta para a unidade de fabricação a nomeação como futura fornecedora de um anel para

o motor de um veículo. Nessa etapa o gerente define um engenheiro de planejamento do produto como líder do Projeto B para atuar na linha do produto dentro da unidade de fabricação.

São definidas também as tarefas e responsabilidades de cada membro do time a serem realizadas durante o andamento do projeto, o fluxo de informação e comunicação entre o time do projeto e os departamentos funcionais, além de examinar as datas importantes do cliente para adaptá-las ao plano do Projeto B, conforme mostra o Quadro 4.8.

Quadro 4.8 – Datas importantes para o cliente

Datas importantes para o cliente	
Cotação	mês/ano
1ª Amostra	mês/ano
2ª Amostra	mês/ano
3ª Amostra	mês/ano
PPAP	mês/ano
Início da Produção	mês/ano
Entrega do 1º lote ao cliente	mês/ano
Lotes de produção em série	mês/ano

Para finalizar a reunião de lançamento, o líder elabora o cronograma detalhado das atividades do projeto dentro das fases do PDP e atualiza o *cProjects* para uma gestão eficiente do tempo de desenvolvimento do produto.

Em relação ao desenvolvimento do produto, a engenharia de produto elabora o desenho do anel, conforme as especificações funcionais do motor acordadas com o cliente e também de acordo com as normas de produto estabelecidas nos projetos de pré-desenvolvimento.

Depois da liberação do desenho, cria-se o DFMEA (*Design FMEA*) para analisar as possíveis falhas que possam ocorrer no desenho e seus efeitos no produto acabado, onde são gerados planos de ação para corrigir essas falhas. Logo após a conclusão do DFMEA, a engenharia do produto realiza uma simulação numérica de acordo com as características do anel, onde se pode simular o funcionamento do mesmo no motor do veículo através de um *software* computacional para identificar possíveis falhas que possam ocorrer antes mesmo da liberação

do desenho.

Após a liberação do desenho pela engenharia de produto, o líder do projeto convoca o time para realizar a revisão do desenho para verificar se as especificações estão conforme com as normas de produto, de processo e da qualidade.

Em seguida, o líder do Projeto solicita o cadastro do produto no SAP pela engenharia do produto para que o processo possa ser planejado. O planejamento de processo é feito pela engenharia de processos que define o fluxo de fabricação do anel, baseado no desenho e em normas de processos para cada operação necessária para transformar a matéria-prima em um anel acabado. A engenharia de processos inclui o fluxo e o roteiro de fabricação no SAP, que consistem em procedimentos e parâmetros para utilização das máquinas, especificações de ferramentas e tempo padrão para execução das atividades.

Outra atividade da engenharia de processos é a criação do PFMEA (*Process FMEA*) para analisar as possíveis falhas que possam ocorrer no processo de fabricação e seus efeitos no produto acabado, onde são gerados planos de ação para corrigir essas falhas.

O líder do projeto nessa etapa solicita a primeira amostra, que consiste na fabricação de um pequeno lote de peças, baseado no desenho e no fluxo de fabricação elaborado anteriormente e que servirá para validação do produto. Exige-se a determinação das quantidades e programação da produção, aquisição de ferramentas, gabaritos e equipamentos e a criação do plano de controle (descrição das medidas dimensionais, amostragem de material e testes de desempenho que devem ser realizadas durante a construção do protótipo).

O lote da primeira amostra é enviado para o CT fazer a validação do produto através da realização de testes de motores. O anel de amostra é submetido a condições extremas de funcionamento em um laboratório experimental, onde os quatro principais testes realizados são: teste de dinamômetro, teste de engripamento, teste de durabilidade acelerada 200 h, teste de durabilidade 1000 h.

O conceito de logística foi planejado de forma preliminar na fase de desenvolvimento do conceito. Nessa atual fase, esse conceito é ampliado, e os recursos materiais, de armazenagem, de transporte e a forma de distribuição dos anéis acabados são detalhados. Leva-se em consideração para tanto os volumes de vendas e os possíveis *leadtimes* que podem ser calculados previamente de acordo com as características do produto, antes mesmo de entrar em produção em série.

Essas atividades, em caráter de amostra, são planejadas e executadas pelo departamento de

planejamento do produto interagindo com o departamento logístico. Para identificar e eliminar possíveis falhas que possam ocorrer no sistema logístico é também elaborado o FMEA logístico, ou LFMEA (*Logistic FMEA*), que ajuda a empresa garantir que o produto será entregue no prazo certo, local certo e na quantidade certa que o cliente solicitar.

Relacionado ao planejamento de distribuição do produto, o planejamento do produto junto com a qualidade elaboram o projeto de embalagem dos anéis de pistão, que devem seguir as condições de conservação do produto, especificações do cliente, normas ambientais e locais de armazenagem e de distribuição.

O anel de pistão por se tratar de uma peça de ferro fundido ou de aço deve receber uma camada de óleo antes de ser embalado para evitar a oxidação pela umidade do papel. Devido às regras de preservação ambiental, alguns clientes não aceitam que seus anéis sejam oleados. Isso levou a empresa a desenvolver uma embalagem especial que não permite a oxidação do anel, mesmo estando sem a camada de óleo, e que também não degrada o meio ambiente.

De acordo com os volumes de produção negociados com o cliente, na qual a empresa deverá fornecer no futuro, é feito uma atualização do estudo de viabilidade técnica no que diz respeito ao estudo de capacidade mais detalhado no fluxo e no roteiro de fabricação do anel para identificar a necessidade de compra de novas máquinas, equipamentos e também fabricar novos ferramentais. Esse fato exige a atualização do estudo de viabilidade econômica, pois pode aumentar ou não os custos e investimentos do produto.

Se o primeiro lote de amostras for aprovado nos testes de motores, de acordo com as especificações do projeto, o líder do projeto solicita a produção de mais dois lotes de amostras para verificar se o processo é robusto e para garantir que irá atingir resultados satisfatórios ao desempenho do motor. Esses dois lotes são embalados e enviados à montadora para realizar testes de campo. Esse teste de campo significa montar os anéis no motor do veículo e submetê-lo a diferentes condições de funcionamento. Ao final do teste gera-se o relatório de validação do produto recebendo aprovação do cliente.

Depois da validação do produto, a empresa recebe informação do cliente que a mesma foi indicada como fornecedor em série e o desenho do produto é concluído e liberado em duas versões: um desenho interno com informações bem detalhadas e outro externo que é enviado ao cliente.

Avaliação da fase pelo CRP – PD 2

Ao final dessa fase o gerente do projeto e o líder do projeto submetem o Projeto B à reunião

do CRP para apresentar os resultados do mesmo em relação ao desenvolvimento do produto e do processo, antes de liberá-lo para passar para o início da produção em série. A atividade consta de: apresentação de relatórios do projeto em relação a custo, maturidade, datas, recursos e gestão de mudança, revisão dos desenhos do produto, análise dos relatórios do DFMEA, PFMEA e LFMEA para garantir a menor ocorrência de falhas no produto.

4.9.3.5 Início da produção em série

Depois do produto e processo serem desenvolvidos, a fase de iniciar a produção em série serve para demonstrar que o produto pode ser fabricado em massa com a qualidade alcançada na produção da amostra. Tratam-se das atividades da cadeia de suprimentos, do ponto de vista interno, objetivando a obtenção do anel do Projeto B, onde o conceito de produção em série criado na fase de desenvolvimento do produto e processo deve ser implementado.

Para iniciar essa fase, o gerente do projeto, juntamente com o líder e o time do projeto, realiza uma reunião para planejar o início da produção em série, onde todas as informações referentes ao respectivo projeto do cliente são atualizadas no *cProjects*, no que diz respeito às tarefas a serem executadas e quem devem executá-las. Os demais departamentos funcionais envolvidos são notificados que as atividades dessa fase para o Projeto B estão sendo iniciadas.

A embalagem projetada na fase anterior é agora criada por um fornecedor externo para facilitar a distribuição do produto, seguindo as condições de conservação, especificações do cliente, normas ambientais e locais de armazenagem.

Em seguida, acontece o planejamento do processo de produção do lote piloto que, posteriormente, será utilizado na homologação do produto. Essa atividade envolve os departamentos de engenharia de processos e a logística, no que diz respeito ao planejamento e controle da produção (PCP).

Para determinar se a empresa conseguirá atender a demanda prevista para o cliente, são feitas simulações no fluxo de produção com base nos equipamentos e operadores disponíveis nas células. São analisados os tempos existentes no mapeamento da cadeia de valor que resultam no cálculo do *lead time* do produto em desenvolvimento, seguindo os requisitos da produção enxuta (*Lean Production* - busca tornar as empresas mais flexíveis e capazes de atender às necessidades dos clientes).

Com essa simulação o processo é otimizado e o fluxo de fabricação planejado e validado na fase anterior é agora atualizado com informações referentes a produção em massa na qual uma ou mais operações podem ser acrescentadas ou retiradas. O resultado dessa atividade

gera a atualização do *layout* da fábrica e novos equipamentos podem ser adquiridos, novos operadores são contratados e o fluxo celular do lote piloto é fechado, resultando na atualização do PFMEA.

Na próxima atividade, a engenharia de processo solicita para a ferramentaria a fabricação das ferramentas, gabaritos e equipamentos de inspeção que serão utilizados no processo produtivo. É solicitada também a compra ou fabricação interna de novas máquinas e equipamentos, caso haja necessidade. Ao receber todos esses recursos de fabricação, os mesmos são instalados e os operadores são treinados para o início da produção do lote piloto.

Em seguida, o gerente do projeto solicita a elaboração do Processo de Aprovação de Peças de Produção (PPAP), que é um documento exigido a todas as empresas que fornecem para o ramo automobilístico. Ele garante que o novo produto desenvolvido consegue ser produzido em larga escala e, ao mesmo tempo, atende todos os requisitos do cliente.

Para elaboração desse documento, o líder do projeto solicita a produção do lote piloto através da abertura de uma ordem de produção de anéis (OPA) de, aproximadamente, 300 peças, que contém o desenho do anel, o fluxo de fabricação e o plano de controle da qualidade.

O departamento de qualidade elabora o PPAP através de estudos estatísticos do lote piloto e emite o documento para ser enviado ao cliente com o seguinte conteúdo: desenho do anel, Documento de Mudança de Engenharia Autorizada, Aprovação de Engenharia, DFMEA, Diagrama de Fluxo de Processo, PFMEA, Plano de Controle, Análise do Sistema de Medição (MSA), resultados dimensionais, registros de material/teste de performance, Estudos do Processo Inicial, Documentação dos Laboratórios Selecionados, Relatório de Aprovação de Aparência, Amostra das Peças de Produção, Requisitos Específicos do Cliente, Certificado de Submissão de Peça (PSW).

Avaliação da fase pelo CRP – PD 3

Ao final dessa fase, o gerente do projeto e o líder do projeto submetem o Projeto B à reunião do CRP para apresentar os resultados do mesmo em relação ao início da produção em série antes da conclusão do projeto. A atividade consta de: apresentação de relatórios do projeto em relação a custo, maturidade, datas, recursos e gestão de mudança, plano de validação do lote piloto, finalização do PFMEA e do LFMEA, avaliação do PPAP a ser enviado ao cliente, atualização do estudo de viabilidade econômica.

4.9.3.6 Finalização do projeto

Depois que o Projeto B foi aprovado pelo CRP no PD3, o documento PPAP e o lote piloto são enviados ao cliente para realizar a homologação do produto, para uma avaliação mais detalhada dos anéis resultantes do lote piloto, avaliação dos meios de medição e avaliação da capacidade do processo para garantir a qualidade do produto, mesmo produzindo em grandes volumes, de acordo com a demanda do cliente.

Outro item que é analisado na finalização do projeto é a certificação dos fornecedores para garantir que os mesmos consigam fornecer matérias primas, componentes e outros requisitos para produção dos anéis de forma a não comprometer a relação cliente-fornecedor em toda a cadeia de fornecimento.

Se o cliente aprovar o PPAP e, conseqüentemente, homologar o produto, o Projeto B é concluído. Daí são definidos o preço do produto, o fluxo de processo definitivo e o desenho. O gerente de projeto e a equipe mantêm suas responsabilidades para o desenvolvimento do projeto até que as melhorias e testes na produção em série e os possíveis aumentos de demanda sejam completados.

O desenvolvimento do produto é concluído através de uma reunião de lançamento do produto resultante do Projeto B. O gerente do projeto apresenta os resultados do desenvolvimento, em quais motores e veículos serão utilizados, data de aprovação do PPAP, data de início da produção, unidade de fabricação, período de fornecimento e volume de fornecimento anual. Conclui-se o processo com um relatório final elaborado pelo gerente de projeto, que inclui as lições aprendidas.

Avaliação da fase pelo CRP – PD 4

Ao final dessa fase o gerente do projeto e o líder do projeto submetem o Projeto B à reunião do CRP para apresentar os resultados do mesmo em relação a conclusão do projeto. Inclui-se, além dos documentos citados na avaliação da fase pelo CRP (PD 3), a análise das lições aprendidas.

4.9.3.7 Produção em série e pós-mercado

Depois que o projeto foi concluído, a equipe de projeto assume outro projeto de cliente e inicia-se a produção em série, onde são solicitados pelos clientes novos cadastros do novo anel no mercado de produção. Cada cadastro representa um lote de peças, de acordo com a necessidade da linha de montagem da montadora. Os pedidos do cliente começam a entrar na

empresa pela logística via EDI (*Electronic Data Interchange*), em lotes de grandes volumes de produção, e a produção é aumentada continuamente até ao volume combinado.

Depois que o consumidor final comprou o veículo que utiliza o anel que foi resultado desse desenvolvimento e começa utilizá-lo, geralmente, com o passar do tempo, esse anel começa a sofrer desgastes e, ao final da sua vida útil, precisa ser substituído. A substituição dessa peça é feita pela compra de um novo item em uma loja de autopeças. A fase pós-mercado trata da fabricação de novos lotes desse mesmo anel para as lojas de autopeças do mercado de reposição até o final do seu ciclo de vida.

4.9.4 Indicadores de desempenho

A visão da empresa em desenvolvimento de produtos que foi definida no planejamento estratégico é desdobrada em objetivos e metas para cada departamento envolvido no PPP e no PDP que, integrados, trabalham matricialmente e liderados pelo gerente do projeto.

Para verificar se os objetivos e metas estão sendo alcançados e também para melhorar a precisão dos planos de desenvolvimentos futuros, a empresa utiliza-se de indicadores de desempenho para medição de todas as atividades de desenvolvimento, tanto nos projetos de desenvolvimento de uma nova tecnologia no modelo PPP (vide quadro 4.9), quanto nos projetos relacionados a aplicação de um produto para uma montadora no modelo PDP (vide quadro 4.10).

Quadro 4.9 – Indicadores de desempenho no PPP

Financeiro	<ul style="list-style-type: none"> • Percentual dos custos de P&D nas vendas globais • Percentual dos custos de P&D por produto • Percentual dos custos nos projetos de PPP comparados com PDP
Eficiência no desenvolvimento de novos produtos	<ul style="list-style-type: none"> • Número de projetos ativos: capacidade de trabalhar com muitos e diferentes projetos, alcançando os resultados esperados e mantendo o tempo de desenvolvimento • Número de projetos concluídos: quantidade de produtos lançados e a taxa de sucesso do pré-desenvolvimento • Número de projetos cancelados: quantidade de produtos terminados em qualquer fase por não alcançar os resultados esperados • Número de patentes conseguidas: taxa de inovação do pré-desenvolvimento • Tempo de desenvolvimento: tempo de lançamento de uma nova tecnologia de produto

Quadro 4.10 – Indicadores de desempenho no PPP (continuação)

Eficácia no desenvolvimento de produtos	<ul style="list-style-type: none"> • Percentual de vendas oriundas de novas tecnologias • Percentual de vendas oriundas de patentes • Percentual de projetos dentro do prazo • Percentual de projetos dentro do orçamento • Percentual de projetos dentro do objetivo
---	--

Quadro 4.11 – Indicadores de desempenho no PDP

Financeiros	<ul style="list-style-type: none"> • Percentual das vendas geradas por novos projetos de clientes; • Valor alvo do projeto; • Número de equilíbrio do projeto; • Produtividade do desenvolvimento; • Comparação do custo e receita por projeto.
Não financeiros	<ul style="list-style-type: none"> • Datas planejadas x Datas realizadas; • Tempo de desenvolvimento; • Número de PPAP's aprovados; • Numero de reclamações dos clientes; • Percentual dos projetos concluídos com sucesso em relação aos projetos iniciados.

Esses indicadores são gerados com informações fornecidas pelo time envolvido no projeto e atualmente eles são utilizados para realizar ações corretivas no portfólio de projetos integrados ao processo de melhoria incremental do desenvolvimento de produtos, por meio do acompanhamento das ações estabelecidas.

5. Análise dos resultados

5.1. Considerações iniciais

Este capítulo estrutura a análise dos resultados pela seleção do modelo, comparação entre os modelos específicos da empresa e com o modelo de referência de Rozenfeld *et al.* (2006).

5.2. Seleção do modelo

A utilização de um método de decisão por múltiplos critérios para selecionar entre os seis modelos de referência para o PDP (WHEELWRIGTH e CLARK, 1992a; ROSENTHAL, 1992; COOPER, 1993; PAHL *et al.*, 2005; ROZENFELD *et al.*, 2006; BACK *et al.*, 2008) o que melhor se adéqua para realizar uma análise do PDP de uma empresa de autopeças se mostrou relevante, pois contribuiu para a diminuição do subjetivismo, tendenciosidade e arbitrariedade desse processo, ao contrário do que se percebeu na literatura, onde Salgado *et al.* (2010) citam que os modelos ainda são selecionados de forma qualitativa, subjetiva, sob a ótica do pesquisador e por ser o mais citado em publicações sobre desenvolvimento de produtos.

A despeito de alguns críticos considerarem o uso de especialistas que não conhecem os modelos como um ponto fraco no emprego do método, na presente pesquisa foi realizado um seminário para treinamento desses especialistas sobre os seis modelos, antes dos julgamentos. Considera-se que esta ação tenha sido suficiente para sanar tal deficiência.

Além disso, como no caso da presente pesquisa, onde o objetivo era identificar um modelo de referência para comparação com a sistemática adotada para o PDP da empresa, os cinco especialistas selecionados eram as pessoas mais capacitadas para tal, uma vez que trabalham na empresa objeto de estudo há mais de três anos nos departamentos diretamente relacionados ao desenvolvimento de produtos. Assim sendo, não conhecer de antemão os modelos até pode ser considerado como uma vantagem, evitando a ocorrência de tendenciosidade por algum deles.

Nos julgamentos dos critérios, a inovação foi o critério de maior prioridade pela opinião dos cinco especialistas apresentando uma diferença significativa de 67,82% na hierarquia do AHP, comparado a 16,46% e 15,72% dos critérios sistematização do PDP e integração do processo, respectivamente. Essa priorização evidencia que a empresa considera o critério inovação como de maior ênfase no desenvolvimento de novos produtos e o adota como estratégia de negócio, criando inovações tecnológicas para atender as necessidades dos seus

clientes.

Em relação às alternativas, o modelo de Rozenfeld *et al.* (2006) apresentou maior peso relativo de 39,26% em relação aos demais modelos, considerando os três critérios de decisão. Por esse motivo, esse foi o modelo selecionado para analisar o processo de desenvolvimento de produtos na empresa objeto de estudo neste presente trabalho.

5.3. Comparação entre os modelos específicos da empresa e com o modelo de referência de Rozenfeld

A comparação dos modelos específicos de PPP e PDP da empresa com o modelo de referência de Rozenfeld *et al.* (2006) consiste na verificação de quais atividades e tarefas propostas em cada fase do modelo de referência a empresa realiza (totalmente ou parcialmente) e quais atividades e tarefas não realiza. Numa visão mais abrangente, essa comparação verifica também quais atividades praticadas no processo de desenvolvimento de produtos específicos da empresa que não foram especificadas pelo modelo de referência adotado.

Cada modelo específico da empresa (PPP e PDP) está sendo comparado entre si para identificar as diferenças existentes entre as práticas de desenvolvimento de produtos entre projetos de pré-desenvolvimento e projetos de clientes; e também estão sendo comparados com o modelo de referência de Rozenfeld *et al.* (2006) para identificar as melhores práticas de desenvolvimento de produtos propostas por esse modelo selecionado na literatura.

No fluxo de gestão dos projetos, dentro dos portfólios que pode ser visualizado na Figura 5.1, está representado o modelo de funil onde somente os produtos que realmente trazem resultados de sucesso para a empresa prosseguem durante todas as fases de desenvolvimento até chegar ao mercado, onde o número de projetos diminui na medida em que se caminha para o final do funil. Essa prática foi proposta por Clark e Wheelwright (1993) e tem sido muito utilizada nas empresas, conforme Zien e Buckler (1997).

Observa-se que o anel de pistão, apesar de parecer simples, é um produto de características complexas, tanto no modelo de PPP quanto no modelo de PDP, no que diz respeito a sua função e aplicabilidade no motor de combustão interna. O que se diminui no ciclo de vida desse produto é o grau de inovação, na medida em que se prossegue nas fases no funil de desenvolvimento.

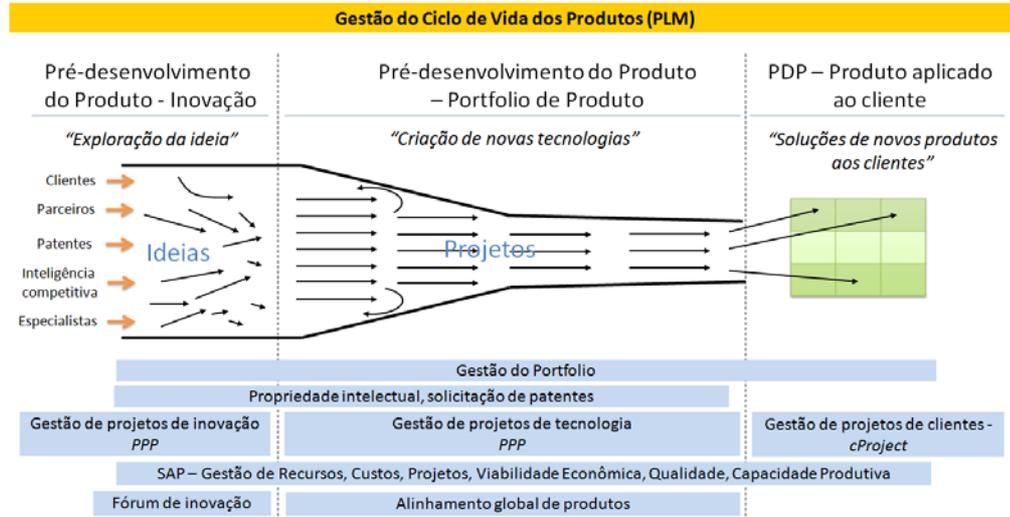


Figura 5.1 – Fluxo de gestão dos projetos dentro dos portfólios

Desde a exploração da ideia, passando pela criação de novas tecnologias que podem ser uma nova solução para um cliente no futuro, são utilizados conceitos de gerenciamento da inovação, gerenciamento de projetos, gerenciamento de portfólio e gestão de projetos.

5.3.1 Pré-desenvolvimento de produtos (PPP)

Com os resultados do **Projeto A** de pré-desenvolvimento de produto analisado, observa-se a exploração da ideia para o desenvolvimento de uma nova tecnologia ou produto com nível de inovação radical, onde existe um alto grau de incerteza sobre a tecnologia de autopeças a ser inventada, passando, portanto, pelo portfólio de inovação no fluxo de três fases e três *gates* de decisão dentro do PPP (solicitação do projeto, desenvolvimento do conceito e validação do conceito).

Assim que o conceito preliminar dessa ideia é validado, percebe-se a diminuição do grau de incerteza da inovação. Assim, o **Projeto A** segue para o portfólio de produto no fluxo de cinco fases e quatro *gates* de decisão dentro do PPP (solicitação do projeto, desenvolvimento do conceito, validação do conceito, desenvolvimento do processo e abordagem ao cliente), onde o conceito da nova tecnologia é aplicada a um produto específico com um nível de inovação ainda radical ou plataforma.

Comparando-se o PPP da empresa no portfólio de inovação com o modelo de referência proposto por Rozenfeld *et al.* (2006), suas fases podem ser delineadas dentro das macrofases de pré-desenvolvimento e desenvolvimento, verificando-se como os projetos recebem diferentes ênfases na exploração de ideias para o desenvolvimento de novas tecnologias de produto, como pode ser visto na Figura 5.2.

Modelo de Rozenfeld <i>et. al.</i> (2006)		Modelo específico PPP - Inovação		
		Solicitação do Projeto	Desenvolvimento do Conceito	Validação do Conceito
Pré	Planejamento Estratégico de Produtos	✓		
	Planejamento do Projeto	✓		
Desenvolvimento	Projeto Informacional		✓	
	Projeto Conceitual		✓	
	Projeto Detalhado			✓
Processos de Apoio	Gerenciamento de Mudanças de Engenharia	✓	✓	✓
	Melhoria do PDP	✓	✓	✓

Figura 5.2 – Comparação do modelo PPP de inovação com o modelo de referência

O portfólio de inovação possui as suas principais atividades realizadas nas primeiras fases do modelo de referência como planejamento estratégico de produtos, planejamento do projeto, projeto informacional, projeto conceitual e projeto detalhado. Nessas fases são integradas as atividades de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D), voltado à criação de novas tecnologias, devido ao alto grau de inovação relacionado a esse tipo de desenvolvimento.

Planejamento estratégico do produto: a fase de planejamento estratégico de produtos existe de maneira estruturada e está relacionada a todos os projetos de pré-desenvolvimento, como já foi mencionado anteriormente no Capítulo 4. O que acontece no portfólio de inovação, de forma paralela ao planejamento estratégico, é a pesquisa de ideias, onde especialistas de produto e colaboradores sugerem ideias para novas tecnologias ou novos materiais a serem aplicados nos produtos e as cadastram no sistema “Fábrica de Inovação”, localizado na intranet.

Essas ideias são avaliadas no fórum de inovação e, se forem aprovadas, passam pela gestão do portfólio para se tornarem projetos. A gestão do portfólio acontece de forma integrada ao planejamento estratégico da empresa, nas quais todas as atividades propostas pelo modelo de referência são utilizadas conforme mostra o Quadro 5.1.

Como pode ser visto na seção 4.8.1 deste presente trabalho, a análise do portfólio de produtos da empresa é feita através de um modelo baseado em notas dos especialistas devido as incertezas da tecnologia a ser desenvolvida. Por esse motivo, nas fases do portfólio de inovação a viabilidade econômica do projeto é realizada de forma parcial.

Planejamento do projeto: o planejamento do projeto acontece na solicitação do projeto e também está relacionado a todos os projetos de pré-desenvolvimento. Na solicitação do

projeto ocorre a nomeação do líder do projeto, a definição do time, a elaboração do documento de gestão do projeto (DGP) e cadastro desse documento na base de dados do portfólio (BDP). O grande diferencial dessa fase é a utilização do DGP na gestão dos projetos, onde são registrados o contrato do projeto, o planejamento, a matriz de avaliação do projeto (MAP), a planilha de revisão do portfólio e a planilha de aprovação do *gate*, integrando a gestão do portfólio à gestão do projeto, atividade não identificada no modelo de referência.

A maioria das atividades dessa fase do modelo de referência é realizada com exceção da adaptação do modelo de referência, pois já existem dois modelos específicos de acordo com o tipo de projeto. Os indicadores de desempenho já estão definidos antes mesmo do projeto iniciar e para todos os projetos de desenvolvimento, por esse motivo essa atividade não é realizada nessa fase; de acordo com o Quadro 5.2.

Quadro 5.1 – Atividades e tarefas do planejamento estratégico

Atividades e tarefas do planejamento estratégico	Realizadas	Realizadas parcialmente	Não realizadas
Definir escopo da revisão do Plano Estratégico de Negócios (PEN)	X		
Planejar atividades para a revisão do PEN	X		
Consolidar Informações sobre tecnologia e mercado	X		
Revisar o PEN	X		
Analisar o Portfólio de Produtos da Empresa	X		
Propor mudanças no portfólio de produtos	X		
Verificar viabilidade do portfólio de produtos		X	
Decidir início do planejamento de um produto do portfólio	X		

Quadro 5.2 – Atividades e tarefas do planejamento do projeto

Atividades e tarefas do planejamento do projeto	Realizadas	Realizadas parcialmente	Não realizadas
Definir interessados do projeto		X	
Definir escopo do produto	X		
Definir escopo do projeto	X		
Detalhar escopo do projeto	X		
Adaptar o modelo de referência			X
Definir atividades e sequencia	X		
Preparar cronograma	X		
Avaliar riscos	X		
Preparar orçamento do projeto	X		
Analisar a viabilidade econômica do projeto		X	
Definir indicadores de desempenho			X
Definir plano de comunicação		X	
Planejar e preparar aquisições	X		
Preparar Plano de Projeto	X		

Projeto informacional e conceitual: as fases de projeto informacional e conceitual

correspondem ao desenvolvimento do conceito. Nessa fase o levantamento de informações e o desenvolvimento do conceito da nova tecnologia são realizados através do conhecimento técnico do time sobre a nova ideia em avaliação.

Os Quadros 5.3 e 5.4 mostram a definição das atividades dessas duas fases do modelo de referência onde grande parte dessas atividades são realizadas no que diz respeito a exploração da ideia de uma nova tecnologia que poderá ser aplicada no produto.

Quadro 5.3 – Atividades e tarefas do projeto informacional

Atividades e tarefas por fase	Realizadas	Realizadas parcialmente	Não realizadas
Revisar e Atualizar o Escopo do Produto		X	
Detalhar ciclo de vida do produto e definir seus clientes			X
Identificar os requisitos dos clientes do produto			X
Definir requisitos do produto	X		
Definir especificações meta do produto	X		
Monitorar a viabilidade econômico-financeira do produto		X	
Avaliar fase	X		
Aprovar fase	X		
Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas	X		

Quadro 5.4 – Atividades e tarefas do projeto conceitual

Atividades e tarefas por fase	Realizadas	Realizadas parcialmente	Não realizadas
Modelar funcionalmente o produto	X		
Desenvolver princípios de solução para as funções	X		
Desenvolver as alternativas de solução para o produto	X		
Definir arquitetura para o produto	X		
Analisar Sistemas, Subistemas e Componentes (SSC)	X		
Definir ergonomia e estética			X
Definir fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento	X		
Selecionar a concepção do produto	X		
Planejar o processo de manufatura macro			X
Atualizar estudo de viabilidade econômica		X	
Monitorar a viabilidade econômico-financeira do produto		X	
Avaliar fase	X		
Aprovar fase	X		
Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas			

Dessa forma, algumas atividades são realizadas no modelo da empresa que não acontecem no modelo de referência analisado: atualização do mapeamento das tendências tecnológicas e de mercado, pesquisas científicas em parcerias com universidades, testes de protótipos já existentes em laboratórios do CT (corpos de prova) para se avaliar a aplicabilidade funcional

da nova tecnologia, identificação de características técnicas e únicas da nova tecnologia, proteção dos conhecimentos adquiridos nos estudos através da assinatura do contrato de confidencialidade pelos parceiros externos e a análise da propriedade intelectual para verificar se os resultados alcançados nos estudos não estão infringindo patentes de concorrentes, evitando problemas futuros com barreiras comerciais.

A atividade de identificação dos requisitos dos clientes do produto no projeto informacional é realizada parcialmente devido ao fato de que na maioria dos projetos de pré-desenvolvimento não existe o envolvimento de um cliente específico, pois a nova tecnologia em desenvolvimento precisa estar madura o suficiente para ser oferecida no mercado. Ao final desse projeto essa tecnologia será oferecida ao mercado na forma de um projeto de cliente, onde os seus requisitos específicos são observados.

A não realização das duas atividades da fase do projeto conceitual do modelo de referência se justifica pelo seguinte motivo: no projeto de inovação ainda não é realizado o planejamento do processo de manufatura macro pois ainda se está realizando a exploração da ideia da nova tecnologia. Por se tratar do desenvolvimento de um componente interno do motor, não é necessário se definir a ergonomia do produto, pois não existe uma interação direta desse produto com o cliente final.

Projeto detalhado: o projeto detalhado corrobora com a validação do conceito, onde o líder analisa os relatórios dos estudos do conceito desenvolvido para verificar se com a aplicação dessa nova tecnologia em um produto, as especificações esperadas de funcionamento do motor serão atingidas. São realizados novos estudos de maneira mais detalhada para comprovar e validar o primeiro estudo.

Elabora-se, então, o relatório final para a conclusão do Projeto A dentro do portfólio de inovação, seguindo para o portfólio de produto. Atividade não realizada no modelo de referência: replicação dos testes nos protótipos para validar e comprovar o conceito da tecnologia em desenvolvimento.

No portfólio de inovação, além de focar nas fases iniciais no modelo de Rozenfeld *et al.* (2006), observa-se no Quadro 5.5 a aplicação parcial das atividades do projeto detalhado como exemplo a otimização do produto e a não aplicação das outras atividades, como por exemplo, planejar recursos de fabricação e montagem, pois o objetivo é desenvolver e finalizar todas as especificações da tecnologia que serão aplicadas no produto.

Permite-se verificar a necessidade de adaptação das fases de um modelo de referência para

esse tipo de aplicação, onde existe o desenvolvimento de um produto complexo e ao mesmo tempo com um alto grau de inovação.

Assim que o conceito preliminar dessa ideia é validado, percebe-se a diminuição do grau de incerteza da inovação. Assim, o **Projeto A** segue para o portfólio de produto no fluxo de cinco fases e quatro *gates* de decisão dentro do PPP (solicitação do projeto, desenvolvimento do conceito, validação do conceito, desenvolvimento do processo e abordagem ao cliente), onde o conceito da nova tecnologia é aplicada a um produto específico com um nível de inovação ainda radical ou plataforma.

Quadro 5.5 – Atividades e tarefas do projeto detalhado

Atividades e tarefas por fase	Realizadas	Realizadas parcialmente	Não realizadas
Criar e detalhar SSCs, documentação e configuração		X	
Decidir por fazer ou comprar SSC		X	
Desenvolver fornecedores		X	
Planejar o processo de fabricação e montagem			X
Projetar recursos de fabricação			X
Avaliar SSCs, configuração e documentação do produto e processo		X	
Otimizar Produto e Processo		X	
Criar material de suporte do produto			X
Projetar embalagem			X
Planejar fim de vida do produto			X
Testar e Homologar produto			X
Enviar documentação do produto a parceiros		X	
Monitorar a viabilidade econômico-financeira do produto		X	
Avaliar fase	X		
Aprovar fase	X		
Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas	X		

Comparando-se o modelo de PPP da empresa no portfólio de produto com o modelo de referência proposto por Rozenfeld *et al.* (2006), suas fases podem ser delineadas dentro das macrofases de pré-desenvolvimento e desenvolvimento, verificando-se como os projetos recebem diferentes ênfases no desenvolvimento de novas tecnologias de produto, como mostra a Figura 5.3.

O portfólio de produto possui as suas principais atividades realizadas em todas as fases do modelo de referência com exceção das fases de preparação da produção do produto e descontinuar produto no mercado. Todo o conhecimento gerado e armazenado em cada fase do portfólio de inovação será utilizado em cada fase do portfólio de produto, para que o processo de transformação da ideia em um produto possa ser feito em um menor período de

tempo.

Modelo de Rozenfeld <i>et. al.</i> (2006)		Modelo específico PPP - Produto			
		Solicitação do Projeto	Desenvolvimento do Conceito	Validação do Conceito/ Desenvolvimento do Processo	Abordagem ao Cliente
Pré	Planejamento Estratégico de Produtos	✓			
	Planejamento do Projeto	✓			
Desenvolvimento	Projeto Informacional		✓		
	Projeto Conceitual		✓		
	Projeto Detalhado			✓	
	Preparação da Produção do Produto				
	Lançamento do Produto				✓
Pós	Acompanhar Produto e Processo				
	Descontinuar Produto no Mercado				
Processos de Apoio	Gerenciamento de Mudanças de Engenharia	✓	✓	✓	✓
	Melhoria do PDP	✓	✓	✓	✓

Figura 5.3 – Comparação do modelo PPP de produto com o modelo de referência

Planejamento estratégico do produto: assim como no portfólio de inovação, a fase de planejamento estratégico de produtos existe de maneira estruturada e está relacionada a todos os projetos de pré-desenvolvimento, bem como às atividades propostas pelo modelo de referência no Quadro 5.1. No portfólio de produto o planejamento estratégico mantém o seu foco na gestão do portfólio, onde alguns projetos mal sucedidos podem ser fechados e novos projetos podem ser abertos, atualizando constantemente a lista de projetos em desenvolvimento.

Planejamento do projeto: o planejamento do projeto acontece na solicitação do projeto, mas agora de forma simplificada, uma vez que o Projeto A já foi planejado no portfólio de inovação. Nesse momento, o líder somente atualiza o DGP com um orçamento mais elevado e com um novo cronograma, onde as atividades do modelo de referência do Quadro 5.2 já realizadas são revisadas para a continuação do projeto no portfólio de produto.

Projeto informacional e conceitual: assim como no portfólio de inovação, as fases de projeto informacional e conceitual correspondem ao desenvolvimento do conceito com diferenças nas atividades realizadas. Através do conhecimento técnico do time, avaliação de normas de produto, pesquisas científicas em parcerias com universidades e análise funcional da tecnologia aprimorada no portfólio de inovação, o líder elabora o desenho preliminar do anel com essa nova tecnologia.

Um estudo de *benchmarking* é realizado para verificar se alguma outra empresa concorrente está desenvolvendo o mesmo produto, de forma a aprender com as melhores práticas e lançar o produto no mercado antes dos concorrentes. Com base nesse desenho a engenharia de processo elabora o fluxo de processo preliminar e a produção produz o primeiro lote de protótipo, que passa por uma análise metrológica e metalúrgica para garantir especificações técnicas do protótipo.

Com esses protótipos são realizados testes de bancada nos laboratórios do CT através de ensaios mecânicos que verificam se a nova tecnologia pode ser aplicada no produto anel de forma que a sua aplicação funcional traga resultados esperados para o motor do veículo. Em relação a comparação das atividades, os Quadros 5.3 e 5.4 mostram a existência ou não das mesmas nesse portfólio com a diferença que no portfólio de inovação o planejamento macro do processo de manufatura não é realizado e no portfólio de produto é realizado parcialmente.

Algumas atividades que estão presentes no modelo da empresa não foram encontradas no modelo de referência: pesquisas científicas para aplicação da tecnologia no produto em parceria com universidades, definição dos testes a serem feitos nos protótipos para desenvolver o conceito do novo produto, realização de simulação para verificar se o procedimento de teste é robusto o suficiente para avaliar a aplicação da tecnologia do produto, proteção dos conhecimentos adquiridos nos estudos através da assinatura do contrato de confidencialidade pelos parceiros externos, realização dos testes de bancada e teste de motor de curta duração nos protótipos e análise da propriedade intelectual para ver se os resultados alcançados nos estudos não estão infringindo patentes de concorrentes e aplicação do pedido de patente para garantir a proteção do novo conhecimento adquirido.

Projeto detalhado: o projeto detalhado corrobora com a validação do conceito e o desenvolvimento de processo que acontecem de forma simultânea dentro do modelo de PPP. Enquanto a validação do conceito visa verificar se o novo produto atinge as especificações esperadas em condições reais de funcionamento do motor, o desenvolvimento do processo visa realizar estudos para verificar se a nova tecnologia aplicada ao produto pode ser reproduzida em alta escala de produção e com a qualidade exigida num anel de pistão, para que no futuro possa tornar-se um projeto de cliente.

Com o desenho do novo produto, a engenharia de processo elabora o fluxo de processo mais detalhado, os parâmetros de utilização das máquinas, especificações de ferramentas e tempo padrão para execução das atividades. Em seguida, a produção produz o segundo lote de protótipo que passa por uma análise metrológica e metalúrgica e são enviadas para os

laboratórios do CT, onde o líder solicita a realização dos testes de motores para verificar o desempenho da nova tecnologia aplicada no produto numa condição real de funcionamento.

Com os resultados desses testes ocorre a padronização das especificações para esse grupo de produto dentro do portfólio de anéis, dando origem às normas específicas de produto, conforme o conceito validado. De acordo com o desenho padronizado na validação do conceito, ocorre a elaboração do DFMEA (*Design FMEA*), do PFMEA (*Process FMEA*) e a fabricação de mais três lotes dessas peças para desenvolver e validar o processo de fabricação da nova tecnologia, exigindo a aquisição de ferramentas, gabaritos e equipamentos, e a criação do plano de controle. Nessas peças são feitas a análise dimensional, análise metalúrgica e estudo de capacidade do processo, para verificar se as especificações do produto foram alcançadas com o processo de produção definido.

Das atividades citadas acima no modelo da empresa, algumas não foram encontradas no projeto detalhado no modelo de referência como: produção do segundo lote de protótipos, realização dos testes de motores e a atualização do estudo de propriedade intelectual, onde podem surgir novas características no produto que podem ser patenteadas para garantir a proteção do conhecimento adquirido.

O Quadro 5.6 mostra as atividades do projeto detalhado do modelo de referência que são realizadas nessa fase. Atividades antes não realizadas no portfólio de inovação como otimizar produto e planejar recursos de fabricação e montagem, agora são realizadas, pois o conceito da nova tecnologia está sendo aplicado e validado em um produto específico do portfólio.

Como o nível de inovação ainda é alto antes da validação do conceito, onde desempenho do resultado ainda não tem um compromisso com o cliente final, algumas atividades não realizadas como a criação do material de suporte do produto, projeto da embalagem e o planejamento do fim de vida do produto; outra atividade influenciada por esse fato é a análise de viabilidade econômica que ainda é difícil de ser realizada e por isso é feita parcialmente.

Lançamento do produto: o lançamento do produto no modelo de referência envolve atividades como venda, distribuição, atendimento ao cliente, assistência técnica e campanhas de marketing para intensificar a venda do produto. A fase de abordagem ao cliente no modelo de PPP pode ser relacionada a essa fase do modelo de referência no que diz respeito ao lançamento de uma nova tecnologia aplicada a um produto no mercado, verificando quais as potenciais montadoras nas quais esse produto poderá ser oferecido como uma solução para o lançamento de um veículo.

Essa fase tem uma forte ligação com a fase processo de vendas do modelo de PDP e marca a finalização do projeto de pré-desenvolvimento, onde um boletim técnico é elaborado para divulgação da nova tecnologia de produto disponível aos clientes. No Quadro 5.7 podem ser vistas as atividades do modelo de referência realizadas. As três atividades não realizadas se justificam pela não existência ainda de um cliente específico ligado a esse projeto de desenvolvimento.

Quadro 5.6 – Atividades e tarefas do projeto detalhado

Atividades e tarefas por fase	Realizadas	Realizadas parcialmente	Não realizadas
Criar e detalhar SSCs, documentação e configuração		X	
Decidir por fazer ou comprar SSC		X	
Desenvolver fornecedores	X		
Planejar o processo de fabricação e montagem	X		
Projetar recursos de fabricação		X	
Avaliar SSCs, configuração e documentação do produto e processo	X		
Otimizar Produto e Processo	X		
Criar material de suporte do produto			X
Projetar embalagem			X
Planejar fim de vida do produto			X
Testar e homologar produto		X	
Enviar documentação do produto a parceiros		X	
Monitorar a viabilidade econômico-financeira do produto		X	
Avaliar fase	X		
Aprovar fase	X		
Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas	X		

Quadro 5.7 – Atividades e tarefas do lançamento do produto

Atividades e tarefas por fase	Realizadas	Realizadas parcialmente	Não realizadas
Planejar lançamento	X		
Desenvolver processo de vendas	X		
Desenvolver processo de distribuição			X
Desenvolver processo de atendimento ao cliente	X		
Desenvolver processo de assistência técnica			X
Promover marketing de lançamento	X		
Lançar produto	X		
Gerenciar lançamento	X		
Atualizar plano de fim de vida			X
Monitorar a viabilidade econômico-financeira		X	
Avaliar fase	X		
Aprovar fase	X		
Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas	X		

Duas atividades encontradas nessa fase do modelo da empresa não foram encontradas no modelo de referência: elaboração do boletim técnico para divulgação da nova tecnologia de produto e avaliação dos riscos no lançamento dessa nova tecnologia.

Preparação da produção, acompanhamento do produto e processo e descontinuação do produto no mercado: no pré-desenvolvimento de produto não foram encontradas as fases de preparação da produção do produto, acompanhar produto e processo e descontinuar produto no mercado. Isso se justifica pelo objetivo dessa macrofase que é o desenvolvimento de projetos de novas tecnologias através do processo de pesquisa e desenvolvimento, na qual a robustez da nova tecnologia foi validada através de testes de protótipos, onde não existe ainda o envolvimento de um cliente específico no projeto.

Processos de apoio: as atividades dos processos de apoio de gerenciamento de mudança de engenharia e melhoria incremental do PDP foram identificadas ao longo das fases do pré-desenvolvimento e não agrupadas em fases distintas institucionalizadas e integradas ao modelo específico da empresa. No caso da melhoria incremental do PDP, existe um departamento focado nesse tipo de atividade, para que novos sistemas e ferramentas sejam utilizados para melhoria contínua na criação de um novo produto.

Avaliar fase e aprovar fase: assim como no modelo de Rozenfeld *et al.* (2006), em todas as fases do modelo de PPP foram observadas as atividades de avaliar fase e aprovar fase. Essas atividades são caracterizadas por um processo sistemático de mudança de fases em cada *gate* de decisão durante o processo de desenvolvimento da empresa, que é gerenciado pelo escritório de assistência ao projeto (EAP), através de reuniões de revisão do portfólio e reuniões de aprovação de *gate* que atuam como um filtro, retirando do portfólio projetos que não trarão resultados positivos para a empresa conforme o funil de desenvolvimento da Figura 5.2, alinhando a mudança de fase com a gestão do portfólio.

5.3.2 Processo de desenvolvimento de produtos (PDP)

Depois que a tecnologia foi desenvolvida e testada no produto anel, esse produto está disponível à empresa para ser oferecido a uma montadora tornando-se fornecedor de primeiro nível, ou a uma indústria de motores tornando-se fornecedor de segundo nível.

Com a apresentação do novo produto ao cliente, o mesmo entra em contato com o departamento de vendas da empresa, enviando a lista de requisitos com as especificações técnicas do motor. O engenheiro de aplicações e vendas inicia o **Projeto B** para adequar esse componente aos requisitos específicos desse motor, assumindo um compromisso de entrega

ao cliente final.

Os resultados do **Projeto B** analisado mostram que o mesmo passa pelo fluxo de cinco fases e cinco pontos de decisão dentro do PDP (desenvolvimento do conceito, confirmação do projeto, desenvolvimento do produto/processo, início da produção em série e finalização do projeto), onde o nível de inovação do projeto é derivado ou *follow-source*.

Comparando-se o PDP da empresa com o modelo de referência proposto por Rozenfeld *et al.* (2006), suas fases podem ser delineadas dentro das macrofases de pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento, verificando-se como o projeto de cliente recebe diferentes ênfases se comparado com o projeto de pré-desenvolvimento, conforme se diminui o grau de inovação do **Projeto A** para o **Projeto B** e na medida em que prossegue no funil de desenvolvimento. Essa comparação pode ser vista na Figura 5.4.

A empresa estudada apresenta uma estrutura de PDP padronizada e influenciada pelos requisitos específicos das montadoras, já que apresenta uma estratégia de produção sob encomenda. Ela segue as exigências da especificação técnica ISO TS 16949 e também os requisitos específicos de clientes, apresentando bastante similaridade com o modelo APQP (Planejamento Avançado da Qualidade do Produto).

Modelo de Rozenfeld <i>et. al.</i> (2006)		Modelo específico PDP - Cliente		Processo de Vendas	Desenvolvimento do Conceito	Confirmação do Projeto	Desenvolvimento do Produto/Processo	Início da Produção em Série	Finalização do Projeto	Produção em Série	Pós-mercado
Pré	Planejamento Estratégico de Produtos										
	Planejamento do Projeto	✓									
Desenvolvimento	Projeto Informacional	✓									
	Projeto Conceitual		✓	✓							
	Projeto Detalhado				✓						
	Preparação da Produção do Produto					✓					
	Lançamento do Produto							✓			
Pós	Acompanhar Produto e Processo									✓	✓
	Descontinuar Produto no Mercado										
Processos de Apoio	Gerenciamento de Mudanças de Engenharia	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Melhoria do PDP	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Figura 5.4 – Comparação do PDP com as fases do modelo de referência

Planejamento estratégico de produtos: como 80% desses projetos de clientes são derivados ou incrementais e 20% são *follow-source*, não foram evidenciadas diretamente no modelo de PDP as fases de planejamento estratégico de produtos. Porém, as atividades dessas duas fases

existem de maneira estruturada para todos os produtos nos projetos de pré-desenvolvimento, que desse ponto em diante dá origem aos projetos de clientes.

Planejamento do projeto e projeto informacional: o planejamento do projeto de cliente e o projeto informacional são realizados dentro da fase do processo de vendas do modelo de PDP.

No processo de vendas o gerente do projeto recebe todas as informações referentes ao produto em desenvolvimento e define o cronograma das atividades. Existe um software de gestão de projetos integrado ao sistema SAP[®] chamado de *cProject* que permite aos gestores visualizarem em tempo real todos os projetos de desenvolvimento, verificar em que etapa eles se apresentam dentro do PLM, analisar o *status* das atividades, prazos e recursos através dos gráficos de Gantt.

As atividades do planejamento de projetos de clientes acontecem de forma similar aos projetos de P&D, a diferença está no *software* utilizado e também na atividade de análise de viabilidade econômica, que agora é realizada de forma mais detalhada devido ao acesso a uma quantidade maior de informações do produto. O Quadro 5.8 mostra a comparação com o modelo de referência de Rozenfeld *et al.* (2006), onde a maioria das atividades são realizadas com exceção da adaptação do modelo de referência e da definição dos indicadores de desempenho.

Quadro 5.8 – Atividades e tarefas do planejamento do projeto

Atividades e tarefas do planejamento do projeto	Realizadas	Realizadas parcialmente	Não realizadas
Definir interessados do projeto	X		
Definir escopo do produto	X		
Definir escopo do projeto	X		
Detalhar escopo do projeto	X		
Adaptar o modelo de referência			X
Definir atividades e sequência	X		
Preparar cronograma	X		
Avaliar riscos	X		
Preparar orçamento do projeto	X		
Analisar a viabilidade econômica do projeto	X		
Definir indicadores de desempenho			X
Definir plano de comunicação		X	
Planejar e preparar aquisições	X		
Preparar Plano de Projeto	X		

O Quadro 5.9 mostra que a maioria das atividades do projeto informacional do modelo de referência não é realizada e duas atividades são realizadas parcialmente. Isso acontece porque

o escopo do produto e também as informações necessárias ao desenvolvimento do produto já foram coletadas e testadas no desenvolvimento da tecnologia mostrada no Quadro 5.3. Agora com a redução da incerteza referente ao produto em desenvolvimento, a atividade de análise de viabilidade econômica é realizada na íntegra dentro do PDP.

Quadro 5.9 – Atividades e tarefas do projeto informacional

Atividades e tarefas por fase	Realizadas	Realizadas parcialmente	Não realizadas
Revisar e Atualizar o Escopo do Produto			X
Detalhar ciclo de vida do produto e definir seus clientes			X
Identificar os requisitos dos clientes do produto	X		
Definir requisitos do produto		X	
Definir especificações meta do produto		X	
Monitorar a viabilidade econômico-financeira do produto	X		
Avaliar fase	X		
Aprovar fase	X		
Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas	X		

Algumas atividades inerentes a essa fase do processo de venda não são realizadas nas fases de planejamento do projeto e projeto informacional do modelo de referência, nas quais podem se destacar: desenvolvimento do processo de venda, estabelecer processo comercial com os clientes, oferecer soluções tecnológicas de produtos já existentes no portfólio.

Projeto conceitual: essa fase do modelo de Rozenfeld corrobora com a fase de desenvolvimento do conceito e confirmação do projeto que aborda o projeto conceitual do modelo de referência. Diferente do projeto conceitual que ocorre no pré-desenvolvimento, agora o objetivo é adaptar a nova tecnologia às necessidades de um cliente específico, desenvolvendo um projeto de um produto viável técnica e economicamente, e com um preço competitivo no mercado.

Como resultado, é enviado ao cliente o projeto preliminar com a cotação do produto para avaliação, levando a empresa a se tornar um possível fornecedor de componentes de motores. No Quadro 5.10, as atividades não realizadas como modelar funcionalmente o produto e definir fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento não são realizadas e a maioria das outras atividades são simplificadas, pois a modelagem funcional do conceito do produto e a definição parâmetros como forma, materiais, dimensões e capacidades já foram desenvolvidos no pré-desenvolvimento.

Quadro 5.10 – Atividades e tarefas do projeto conceitual

Atividades e tarefas por fase	Realizadas	Realizadas parcialmente	Não realizadas
Modelar funcionalmente o produto			X
Desenvolver princípios de solução para as funções		X	
Desenvolver as alternativas de solução para o produto		X	
Definir arquitetura para o produto		X	
Analisar Sistemas, Subistemas e Componentes (SSC)		X	
Definir ergonomia e estética		X	
Definir fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento		X	
Selecionar a concepção do produto		X	
Planejar o processo de manufatura macro	X		
Atualizar estudo de viabilidade econômica	X		
Monitorar a viabilidade econômico-financeira do produto	X		
Avaliar fase	X		
Aprovar fase	X		
Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas	X		

Como a empresa desenvolve e fabrica produtos sob encomenda, o desenvolvimento do projeto com o cliente só começa quando o mesmo aprova o conceito preliminar e a cotação do produto na fase de confirmação do projeto. Por esse motivo existem atividades distintas dessas duas fases do modelo que não existem no projeto conceitual do modelo de referência de Rozenfeld *et al.*: adaptação da tecnologia de produto aos requisitos específicos do cliente elaborando o conceito preliminar do produto, cálculo do preço mínimo de venda baseado no conceito preliminar (cotação) e negociação do contrato com o cliente com o conceito preliminar e o preço mínimo de venda.

Projeto detalhado: a fase de desenvolvimento do produto e do processo do modelo de PDP da empresa se compara com a fase do projeto detalhado do modelo de referência. Existe uma interação maior do gerente e do líder do projeto dentro da unidade de fabricação de anéis que consiste no detalhamento do projeto preliminar, DFMEA, simulação numérica, cadastro do produto no SAP®, planejamento de processos, PFMEA, produção de amostras, testes de motores em laboratório, conceito logístico com a elaboração do LFMEA, testes de campo e validação do produto com a liberação do desenho final.

O Quadro 5.11 mostra que praticamente todas as atividades do projeto detalhado são realizadas no desenvolvimento do produto e processo da empresa. A atividade de planejar fim de vida é realizada parcialmente devido a tarefa de descontinuação do produto, que será tratada a seguir.

Foram encontradas atividades distintas no desenvolvimento do produto e processo da empresa, que não foram encontradas no projeto detalhado do modelo de referência. Algumas delas como um diferencial e outras por serem requisitos específicos de empresas que fornecem para o mercado automobilístico: atualização do plano do projeto conforme as datas importantes acordadas com o cliente no fechamento do contrato (*milestones*), adaptação dos requisitos específicos do cliente às especificações funcionais da tecnologia de produto desenvolvida no pré-desenvolvimento e de acordo com as especificações da ISO TS-16949, produção do primeiro lote de amostra, teste da primeira amostra em motores nos laboratórios experimentais do CT para validar o produto, análise de falhas no processo logístico (embalagem, armazenagem e transporte) através do FMEA Logístico (LFMEA), produção do segundo e do terceiro lotes de amostra, teste de campo no cliente do segundo e terceiro lotes de amostra em condições reais de funcionamento para validação final do produto.

Quadro 5.11 – Atividades e tarefas do projeto detalhado

Atividades e tarefas por fase	Realizadas	Realizadas parcialmente	Não realizadas
Criar e detalhar SSCs, documentação e configuração	X		
Decidir por fazer ou comprar SSC	X		
Desenvolver fornecedores	X		
Planejar o processo de fabricação e montagem	X		
Projetar recursos de fabricação	X		
Avaliar SSCs, configuração e documentação do produto e processo	X		
Otimizar Produto e Processo	X		
Criar material de suporte do produto	X		
Projetar embalagem	X		
Planejar fim de vida do produto		X	
Testar e Homologar produto	X		
Enviar documentação do produto a parceiros	X		
Monitorar a viabilidade econômico-financeira do produto	X		
Avaliar fase	X		
Aprovar fase	X		
Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas	X		

Preparação da produção do produto: o início da produção em série compara-se com a fase de preparação da produção do produto, onde todos os requisitos do desenvolvimento do produto e do processo são homologados pelo cliente pela produção do lote piloto para validar a fabricação do produto em larga escala de produção e com qualidade.

O Quadro 5.12 mostra a aplicação na íntegra de todas as atividades da fase de preparação da produção do modelo de referência, com exceção da elaboração do PPAP (Processo de

Aprovação de Peças de Produção), que é a documentação necessária para homologação do produto enviada ao cliente, sendo uma exigência da indústria automobilística referentes à especificação técnica ISO TS 16949.

Lançamento do produto: a fase de lançamento do produto refere-se à finalização do projeto, onde a única atividade que diferencia do modelo de referência é o envio do PPAP ao cliente e, se o mesmo for aprovado, o produto está homologado e pronto para ser produzido em série.

Quadro 5.12 – Atividades e tarefas de preparação da produção do produto

Atividades e tarefas por fase	Realizadas	Realizadas parcialmente	Não realizadas
Obter recursos de fabricação	X		
Planejar Produção Piloto	X		
Receber e instalar recursos	X		
Produzir Lote Piloto	X		
Homologar processo	X		
Otimizar produção	X		
Certificar produto	X		
Desenvolver processo de produção	X		
Desenvolver processo de manutenção	X		
Ensinar pessoal	X		
Monitorar a viabilidade econômico-financeira	X		
Avaliar fase	X		
Aprovar fase- liberar produção	X		
Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas	X		

Como a empresa produz por encomenda, o processo de venda já foi realizado no início do desenvolvimento, onde o contrato já foi fechado. Portanto, não existem atividades de marketing nesse lançamento. Pode ocorrer algum evento de lançamento com o cliente, caso ele solicite. No início da produção em série, onde o cliente começa a receber grandes lotes do produto, o departamento de qualidade começa o processo de assistência técnica ao cliente, integrando atividades com a fase de acompanhar produto e processo. O Quadro 5.13 mostra as atividades realizadas da fase de lançamento do produto.

Acompanhar produto e processo: mesmo que algumas atividades de assistência técnica ao cliente do modelo da empresa aconteçam na fase de finalização do projeto, a fase de acompanhar produto e processo do modelo de referência pode ser comparada com as fases produção em série e pós-mercado do modelo de PDP da empresa. O Quadro 5.14 mostra essa comparação onde todas as atividades dessa fase são realizadas na íntegra desde a avaliação da satisfação do cliente até o registro de lições aprendidas.

Quadro 5.13 – Atividades e tarefas do lançamento do produto

Atividades e tarefas por fase	Realizadas	Realizadas parcialmente	Não realizadas
Planejar lançamento	X		
Desenvolver processo de vendas			X
Desenvolver processo de distribuição	X		
Desenvolver processo de atendimento ao cliente		X	
Desenvolver processo de assistência técnica	X		
Promover marketing de lançamento			X
Lançar produto		X	
Gerenciar lançamento	X		
Atualizar plano de fim de vida			X
Monitorar a viabilidade econômico-financeira	X		
Avaliar fase	X		
Aprovar fase	X		
Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas	X		

Os pedidos do cliente começam a entrar na empresa pela logística via EDI (*Electronic Data Interchange*), em lotes de grandes volumes de produção, e a produção é aumentada continuamente até ao volume combinado. Com o desgaste do anel em funcionamento nos veículos, o mesmo precisa ser substituído. A substituição dessa peça é feita pela compra de um novo item em uma loja de autopeças. A fase de pós-mercado trata da fabricação de novos lotes desse mesmo anel para as lojas de autopeças do mercado de reposição até o final do seu ciclo de vida.

Quadro 5.14 – Atividades e tarefas do acompanhamento do produto e processo

Atividades e tarefas por fase	Realizadas	Realizadas parcialmente	Não realizadas
Avaliar Satisfação do Cliente	X		
Monitorar desempenho do produto (técnico, econômico, de produção e de serviços)	X		
Realizar auditoria pós-projeto	X		
Registrar lições aprendidas	X		

Descontinuar produto no mercado: as atividades relacionadas à descontinuação do produto não foram evidenciadas no modelo específico de PDP da empresa como pode ser visto no Quadro 5.15. Como se trata de uma autopeça que se caracteriza como fornecedora de primeiro nível e, em alguns casos, de segundo nível na cadeia de suprimentos, o seu produto desenvolvido é fornecido para montadoras que o instalam no veículo e vendem para o cliente final. Também é fornecido para as lojas de autopeças no mercado de reposição.

Para descrever essas atividades é necessário realizar uma pesquisa específica sobre o tema, envolvendo as montadoras, as lojas de autopeças e as oficinas mecânicas no recolhimento do componente no final da sua vida útil. Trata-se, portanto, de outra oportunidade de melhoria para o PDP da empresa.

Quadro 5.15 – Atividades e tarefas da descontinuação do produto no mercado

Atividades e tarefas por fase	Realizadas	Realizadas parcialmente	Não realizadas
Analisar e aprovar descontinuidade do produto			X
Planejar a descontinuidade do produto			X
Preparar o recebimento do produto			X
Acompanhar o recebimento do produto			X
Descontinuar a produção			X
Finalizar suporte ao produto			X
Avaliação geral e encerramento do projeto			X

Processos de apoio: as atividades dos processos de apoio de gerenciamento de mudança de engenharia e melhoria incremental do PDP foram identificadas ao longo das fases do pré-desenvolvimento e não agrupadas em fases distintas institucionalizadas e integradas ao modelo específico da empresa. No caso da melhoria incremental do PDP, existe um departamento focado nesse tipo de atividade, para que novos sistemas e ferramentas sejam utilizados para melhoria contínua na criação de um novo produto.

Avaliar fase e aprovar fase: assim como no modelo de Rozenfeld *et al.* (2006), em todas as fases do modelo de PDP da empresa foram observadas as atividades de avaliar fase e aprovar fase. Essas atividades são caracterizadas por um processo sistemático de mudança de fases em cada ponto de decisão entre as fases do modelo. A avaliação e aprovação das fases são feitas pelo Comitê de Aprovação do Projeto, Comitê de Revisão do Projeto e por um engenheiro de qualidade responsável por fazer a auditoria dos projetos através do documento *APQP Checklist*.

5.3.3 Síntese de ferramentas e técnicas utilizadas

Depois da comparação com o modelo de referência de Rozenfeld *et al.* (2006), realizou-se um mapeamento para verificar quais sistemas, ferramentas, técnicas ou métodos propostos em cada fase do modelo de referência de Rozenfeld *et al.* (2006) a empresa estudada não utiliza, utiliza ou está em fase de implantação, tanto no modelo de PPP quanto no modelo de PDP.

Esse levantamento, mostrado no Quadro 5.16, ajuda a evidenciar quais as melhores práticas

que a empresa aplica, oferecendo outros indícios para afirmar se a mesma possui um processo de desenvolvimento de produtos sistematizado.

Quadro 5.16 – Ferramentas, técnicas, sistemas ou métodos utilizados no PDP

Fases do modelo de Rozenfeld <i>et al.</i> (2006)	Sistemas e ferramentas do modelo	Não utiliza	Utiliza	Em fase de implantação
Planejamento Estratégico de Produtos	Técnicas de gerenciamento de projetos		X	
	Pesquisa de mercado		X	
	Inteligência competitiva		X	
	Vigilância Tecnológica		X	
	Métodos de análise de portfólio		X	
	Posicionamento de produtos		X	
	Gestão de portfólio		X	
	<i>Technology Roadmapping</i> (TRM)		X	
	Técnicas de gestão de projetos		X	
	Gestão de projetos		X	
Planejamento do Projeto	Análise de viabilidade econômica		X	
	Melhores práticas de gerenciamento de RH		X	
	Lista de verificação do escopo do produto		X	
	Análise de custo/benefício		X	
	Técnicas de discussão em grupo		X	
	Princípios de EAP/ WBS (Estrutura Analítica do Projeto)		X	
	Avaliação do grau de complexidade e inovação do produto		X	
	Gráficos de PERT/CPM		X	
	<i>Brainstorming</i>		X	
	Softwares de gestão de projetos		X	
	Técnica Delphi	X		
	Técnica SWOT		X	
	Modelos Matemáticos para simulações		X	
	Modelos paramétricos	X		
	Técnicas e procedimentos de análise financeira		X	
Reuniões entre o time de desenvolvimento e o de avaliação		X		
Análise <i>make-or-buy</i>		X		
Projeto Informacional (Coleta de informações do mercado e Entendimento dos requisitos)	Questionários e entrevistas		X	
	Pesquisas orientadas		X	
	Análise do problema		X	
	Grupo de foco	X		
	Estruturas do desdobramento do ciclo de vida	X		
	<i>Check-lists</i>		X	
	Matrizes de mapeamento	X		
	Pesquisa de Mercado			
	<i>Brainstorming</i>		X	
	<i>Quality Function Deployment</i> (QFD)		X	
	Matriz de Atributos		X	
	Análise Paramétrica		X	
	Análise Matricial		X	
	Diagrama de Mudge	X		
Projeto Conceitual	Abstração orientada	X		
	Modelagem funcional		X	
	Matriz de decisão		X	
	Catálogos de solução		X	
	Matriz morfológica	X		
	Catálogo de solução		X	
	Métodos de criatividade		X	
	Matriz indicadora de módulos	X		
	Matriz de interfaces			
	DFX (DFM, DFA)		X	
	Técnicas de ergonomia física	X		
	Técnicas de ergonomia cognitiva	X		
	Especificações-meta		X	
	Necessidades dos clientes		X	
	CAPP			

Quadro 5.16 – Ferramentas, técnicas, sistemas ou métodos utilizados no PDP (continuação)

Projeto Detalhado	Classificação, identificação e codificação		X	
	Padronização de projetos		X	
	CPM	X		
	Especificação de tolerâncias		X	
	GD&T (Tolerância Geométrica)		X	
	Métodos de cálculo e normas		X	
	Sistemas CSM, CAD/CAE/CAM/CAOO, PDM/EDM (GED)		X	
	Planilhas de cálculo		X	
	Modelos de orçamentação		X	
	Sistemas de cotação		X	
	Sistemas de comunicação		X	
	ERP/SCM		X	
	Sistemas CAPP		X	
	Fórmulas e regras de fabricação		X	
	FMEA		X	
	FTA	X		
	DOE		X	
	Projeto robusto		X	
	Protótipos e modelos		X	
	Conceitos de confiabilidade		X	
DFD (<i>Design for Disassembly</i>) e DFE (<i>Design for Environment</i>)	X			
ISO 9001 ou ISO TS 16949		X		
Sistemas PLM			X	
Preparação da Produção do Produto	Análise dos sistemas de medição (MSA)		X	
	CEP, Cálculos do Cp e Cpk		X	
	EVOP (<i>Evolutionary Operation</i>) <i>Design of Experiments</i>		X	
	<i>Lean Manufacturing</i>		X	
	Metodologia de Superfície de Resposta	X		
	Análise do fluxo de valor		X	
	TPM (Manutenção Produtiva Total)		X	
	Universidade corporativa	X		
Lançamento do Produto	Modelagem de processos		X	
	Estudos de marketing		X	
	Sistema CRM		X	
	Sistema ERP		X	
	Sistemas de tele-atendimento		X	
	GED		X	
Acompanhar Produto e Processo	Registro de Lições aprendidas		X	
	<i>Brainstorming</i>		X	
Descontinuar Produto no Mercado	DFX's – <i>Environment, Disassembly, Sustainability, Health and Safety, Environment Protection, Resource Conservation, Chronic Risk Reduction, Accident Prevention</i>	X		

Através da comparação das atividades dos modelos específicos com o modelo de referência de Rozenfeld *et al.* (2006), bem como o levantamento dos sistemas, ferramentas, técnicas de cada fase do modelo de referência a empresa utiliza, algumas oportunidades de melhorias foram identificadas nesta pesquisa e são propostas para o processo de desenvolvimento de produtos da empresa:

- Aprimorar a divulgação do conhecimento relacionado ao processo de desenvolvimento de produtos para departamentos direta ou indiretamente envolvidos nesse processo, no que diz respeito aos modelos específicos utilizados de PPP e PDP, suas principais fases e atividades, e quais projetos estão sendo desenvolvidos.
- Maior integração dos projetos de pré-desenvolvimento com os projetos de clientes. Integração no que diz respeito aos times, sistemas de gestão de projetos e forma de

avaliação dos projetos.

- Integração com as montadoras, com as lojas de autopeças e com as oficinas mecânicas no recolhimento do componente no final da sua vida útil. Isso se relaciona com a fase de descontinuação do produto, onde o mercado de autopeças ainda não se adequou.
- Aprimoramento do modelo para as atividades de pós-mercado (*aftermarket*), que representa o mercado de reposição da empresa, ou seja, as lojas de autopeças.

6. Conclusão

6.1. Considerações iniciais

Neste capítulo são apresentadas as conclusões finais com base nos resultados obtidos através da análise documental, observações realizadas pelo pesquisador e entrevistas semiestruturadas.

A principal contribuição dessa dissertação foi obtida com o levantamento de informações para uma futura adaptação de um modelo específico para o setor de autopeças baseado em um modelo de referência selecionado metodologicamente na literatura.

Essa pesquisa aponta a existência de uma estrutura de apoio ao desenvolvimento de produtos consolidada na empresa estudada, por se tratar de uma empresa de grande porte e multinacional, onde existem centros tecnológicos de pesquisa e desenvolvimento e unidades de fabricação localizadas em diferentes regiões, com uma estrutura dividida em departamentos de forma funcional, nas quais os especialistas de cada área são deslocados para os times multidisciplinares e multifuncionais de desenvolvimento organizados de forma matricial.

Esses times são responsáveis por conduzir os projetos de pré-desenvolvimento e os projetos de clientes, onde se observou a descentralização das atividades de desenvolvimento de novos produtos e da aplicação desses produtos aos clientes por parte da matriz da empresa, permitindo uma maior autonomia ao gerente do projeto e às diretorias regionais na tomada de decisão sobre os recursos disponíveis. Esse grau de autonomia é maior nos projetos de pré-desenvolvimento por serem matriciais do tipo “peso pesado” ou forte quando se trata da inovação e desenvolvimento de novas tecnologias e diminui quando esse projeto se torna um projeto de cliente, sendo, portanto, matriciais do tipo “peso leve” ou fraco.

Na presente pesquisa a empresa objeto de estudo adota modelos para a gestão do processo de desenvolvimento de produtos, onde se observou a existência de dois modelos específicos integrados no PLM da empresa, que se diferenciam pelo número de fases, métodos e ferramentas utilizadas em duas diferentes ênfases, de acordo com o nível de inovação dos projetos de desenvolvimento. Na primeira ênfase estão os projetos radicais e plataforma, caracterizados na empresa pelos projetos de pré-desenvolvimento nos portfólios de inovação e de produto respectivamente, que são gerenciados no modelo específico de PPP. A segunda ênfase trata dos projetos derivados ou, em alguns casos *follow-source*, caracterizados pelos

projetos de clientes, sendo gerenciados no modelo de PDP da empresa.

Foram encontradas diferenças significativas na comparação dos modelos específicos de PPP e PDP da empresa com o modelo de referência de Rozenfeld *et al.* (2006), e também na comparação dos dois modelos específicos entre si. Através dos resultados mostrados no Capítulo 5, é possível elaborar um diagnóstico para identificar a sequência de fases e atividades do modelo de referência mais adequadas e quais atividades devem ser acrescentadas de acordo com os modelos analisados na empresa para uma futura adaptação de um modelo específico para empresas que atuam no setor de autopeças, nas quais a existência de uma fase ou a realização de uma atividade ou não, está relacionada e agrupada de acordo com o tipo de projeto de desenvolvimento. Nas seções 6.2 e 6.3 são apresentados os principais fatores desse diagnóstico. A sequência de fases e atividades mais adequadas para o processo de adaptação encontra-se no Anexo E do presente trabalho.

6.2. Adequação de atividades a projetos radicais e plataforma

Desenvolvidos no modelo de PPP, o tempo de duração desses projetos é superior ao tempo de duração dos projetos do segundo modelo, devido ao maior nível de incerteza desses tipos de projetos, onde protótipos são constantemente testados para se avaliar o conceito de uma nova tecnologia de produto. Apesar do modelo de PPP apresentar atividades em quase todas as fases do modelo de Rozenfeld, existem alguns fatores que o diferenciam desse modelo de referência, contribuindo cientificamente para melhoria desse modelo e também como fonte de informação para a adaptação de um modelo específico para o setor de autopeças. Esses fatores são:

- Ênfase nas fases iniciais de planejamento estratégico até o projeto detalhado;
- Junção das atividades de projeto informacional com o projeto conceitual;
- Inclusão de atividades de P&D (Pesquisas científicas em parcerias com universidades, simulações, testes de protótipos em bancadas e motores);
- Constante preocupação de se proteger o conhecimento através de contrato de confidencialidade e solicitação de patentes;
- Desenvolvimento de processo de forma macro a partir do portfólio de produto em paralelo com a validação do conceito (fabricação de protótipos);
- Lançamento do produto com a elaboração do boletim técnico para divulgação da nova tecnologia;

- Eliminação de fases menos importantes como preparação da produção do produto, acompanhar produto e processo e descontinuar produto no mercado, onde não foi sugerida nenhuma atividade;
- Eliminação de atividades menos importantes em algumas fases como projeto da embalagem, planejamento do fim de vida do produto, desenvolvimento do processo de distribuição e de assistência técnica.

Existem algumas práticas que acompanham os projetos radicais e plataforma em todas as fases de desenvolvimento. Uma dessas práticas é a gestão do portfólio integrada com o processo de aprovação do projeto entre as fases, chamado de *gates* de decisão, onde todo o portfólio é revisado pelo escritório de assistência ao projeto (EAP) e diferentes decisões podem ser tomadas pela diretoria sobre os projetos (aprovar a fase, concluir o projeto, cancelar, congelar ou redirecionar para outro portfólio) permitindo uma atualização constante da lista de projetos que realmente serão concluídos com êxito. Outra prática é engenharia simultânea onde, dependendo do projeto, algumas atividades podem ser realizadas em paralelo, reduzindo o tempo de desenvolvimento do produto. Além dessas práticas, indicadores de desempenho são utilizados para avaliar os resultados financeiros, eficiência no desenvolvimento de novos produtos (número de projetos concluídos, número de patentes conseguidas, tempo de desenvolvimento) e eficácia no desenvolvimento de produtos.

6.3. Adequação de atividades a projetos derivados

Em contrapartida, o modelo de PDP apresenta mais fases do que o modelo de PPP. O tempo de duração dos projetos é inferior ao tempo de duração dos projetos no primeiro modelo, devido a redução do grau de inovação na qual a nova tecnologia já desenvolvida é adaptada e aplicada como uma nova solução para o cliente. Mesmo apresentando atividades em todas as fases do modelo de referência, com exceção da fase de descontinuar produto no mercado, o modelo de PDP também possui fatores que o diferenciam do modelo de referência, contribuindo cientificamente para melhoria desse modelo e também como fonte de informação para a adaptação de um modelo específico para o setor de autopeças:

- Simplificação das atividades das fases de planejamento estratégico, planejamento do projeto, projeto informacional e conceitual possuem caráter comercial, onde o conceito funcional do produto já foi criado no pré-desenvolvimento;
- Junção das atividades de planejamento do projeto com o projeto informacional com ênfase nos requisitos específicos dos clientes e desenvolvimento do processo de

venda;

- Inclusão de requisitos específicos das montadoras (ISO TS 16949, APQP);
- Realização do projeto detalhado e da preparação da produção na íntegra, com destaque para as atividades de adaptação da tecnologia à ISO TS 16949, desenvolvimento do processo, produção de amostras, teste das amostras e elaboração do PPAP;
- Ênfase no envio do PPAP ao cliente, homologação do produto e início da produção em série na fase de lançamento do produto.

Nos projetos derivados também existem práticas que acompanham os projetos em todas as fases de desenvolvimento. Uma dessas práticas é engenharia simultânea. Outra prática é a utilização de indicadores de desempenho para avaliar os resultados do projeto. No PDP se destacam os indicadores financeiros e não financeiros que contribuem positivamente para medir o desempenho em qualidade, tempo e custo do desenvolvimento.

6.4. Resultados finais

Os objetivos dessa pesquisa foram atingidos por meio da comparação do modelo de referência de Rozenfeld *et al.* (2006) com o processo de desenvolvimento de produtos sistematizado da empresa. Essa comparação contribuiu para o processo de adaptação de um modelo específico para o setor de autopeças e para a identificação das melhores práticas em desenvolvimento de produtos propostas por esse modelo.

Para enfrentar o ambiente dinâmico inerente ao setor automobilístico, as autopeças precisam saber lidar tanto com projetos de desenvolvimento de novas tecnologias de componentes para motores com um grau elevado de inovação, mas ao mesmo tempo lidar com projetos de adaptações de componentes já existentes para atender os requisitos específicos das montadoras na homologação do produto a ser fornecido.

Apesar de possuir um processo de desenvolvimento de produtos sistematizado, os dois modelos da empresa (PPP e PDP), lidam com esses dois tipos projetos de forma muito específica e individual no que diz respeito à estrutura do modelo, tipos de fases, forma de aprovação das fases, times de desenvolvimento etc. Esses aspectos mostram que ainda existe uma lacuna a ser explorada por futuros pesquisadores que é a adaptação de um modelo único e específico de desenvolvimento de produtos que permita uma melhor integração dos projetos de desenvolvimento de novas tecnologias com os projetos de desenvolvimento de produtos, onde essa tecnologia é adaptada a uma necessidade específica de um veículo que será lançado

no mercado pela montadora.

Apesar da realização desse caso único ter contribuído para um levantamento das práticas de uma indústria de autopeças, não se pode afirmar que a sequência de fases e atividades aqui propostas seja uma adaptação de um modelo específico para esse setor de atuação. É necessária a realização de outros estudos de caso em diferentes autopeças por futuros pesquisadores, levando em consideração o tipo de produto, o tipo do projeto de desenvolvimento, a posição e o relacionamento da empresa na cadeia de suprimento e a sua estratégia de produção.

É relevante que esse modelo possua os processos de apoio gerenciamento de mudanças e melhoria incremental integrado a todas as suas atividades e fases, além de aplicar as ferramentas de otimização e gerenciamento dos parâmetros críticos (DOE/Método Taguchi) de forma mais sistemática, integrando as atividades aos seus indicadores.

6.5. Sugestões para trabalhos futuros

Algumas sugestões para trabalhos futuros baseadas na literatura sobre boas práticas para gestão do PDP e também nos resultados encontrados nesta pesquisa são importantes para o constante aprimoramento do conhecimento nessa área da engenharia de produção e também podem ser úteis para outras empresas do setor de autopeças. Sugere-se a realização das seguintes pesquisas:

- Adaptar um modelo específico para a indústria de autopeças através da realização de outros estudos de casos.
- Aplicar ferramentas de otimização e gerenciamento dos parâmetros críticos (DOE/Método Taguchi) de forma mais sistemática, integrando as atividades aos seus indicadores de desempenho.
- Aplicar o método ITP (*Integrated Technology Roadmapping and Portfolio Management*) proposto por Oliveira e Rozenfeld (2010) para integrar a abordagem *Technology Roadmapping* com o gerenciamento de portfólio, por serem as fases iniciais do desenvolvimento de produto complexas e com alto nível de incerteza, permitindo que os esforços para inovação estejam alinhados com a estratégia da empresa e ao mesmo tempo satisfaça as perspectivas de mercado, produto e tecnologia.

Referências

- AAM – Alliance of Automobile Manufacturers. Research and Development. Disponível em: <http://www.autoalliance.org>. Acesso em 03 de março de 2011.
- AGOSTINETTO, J. S. **Sistematização do processo de desenvolvimento de produtos, melhoria contínua e desempenho: o caso de uma empresa de autopeças**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.
- AL-HARBI, K. M. A. Application of the AHP in project management. **International Journal of Project Management**, v. 19, p. 19-27, 2001.
- AMARAL, D. C. **Arquitetura para gerenciamento de conhecimentos explícitos sobre o processo de desenvolvimento de produto**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.
- AMARAL, C. S. T.; ROZENFELD, H. Sistematização das melhores práticas de desenvolvimento de produtos para acesso livre e compartilhado na internet. **Produto & Produção**, v. 9, n. 2, p. 120-135, 2008.
- ANFAVEA – Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores. Anuário da indústria automobilística brasileira 2010. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/anuario.html>. Acesso em 10 de março de 2011.
- ARCHER, N. P.; GHASEMZADEH, F. An integrated framework for project portfolio selection. **International Journal of Project Management**, v. 17, p. 207-216, 1999.
- BACK, N.; OGLIARI, A.; DIAS, A.; SILVA, J. C. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri: Malone, 2008.
- BAGNO, R. B. **Liderança tecnológica intermediária e sistema intra-organizacional de inovação: construindo novas competências tecnológicas em uma subsidiária brasileira da indústria automobilística**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte, 2007.
- BANDIVADEKAR, A.; BODEK, K.; CHEAH, L.; EVANS, C.; GROODE, T.; HEYWOOD, J.; KASSERIS, E.; KROMER, M.; WEISS, M. On the Road in 2035: Reducing Transportation's Petroleum Consumption and GHG Emissions. MIT - Massachusetts Institute of Technology, Laboratory for Energy and the Environment, Report n. LFEE 2008-05 RP, July – 2008.
- BAXTER, M. R. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. São Paulo: Blucher, 2000.
- BERTRAND, J. W. M.; FRANSOO, J. C. Modeling and simulation: operations management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 22, n. 2, p. 241 – 264, 2002.
- BREMER, C. F.; LENZA, R. P. Um modelo de referência para gestão da produção em sistemas de produção assembly to order – ATO e suas múltiplas aplicações. **Gestão & Produção**, v. 7, n. 3, p. 269-282, 2000.
- BUSS, C. O. **Modelo de sistematização e integração da inteligência de mercado ao front-end do processo de desenvolvimento de produtos**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- CARBONARA, N.; SCOZZI, B. Cognitive maps to analyze new product development processes: a case study. **Technovation**, v. 26, p. 1233 – 1243, 2006.
- CASTRO, H. G.; CARVALHO, M. M. Gerenciamento do portfólio de projetos (PPM): estudos de caso. **Produção**, v. 20, n.3, p. 303-321, 2010.
- CERRA, A. L.; MAIA, J. L.; ALVES FILHO, A. G. Aspectos estratégicos, estruturais e relacionais de três cadeias de suprimentos automotivas. **Gestão & Produção**, v. 14, n. 2, p. 253 – 265, 2007.
- CERRA, A. L.; MAIA, J. L.; FILHO, A. G. A. Supplier involvement in product development: a comparative study of Brazilian automotive chains. **Product: Management & Development**, v. 7, n. 1, p. 17 – 27, 2009.
- CHAO, R. O.; KAVADIAS, S. A theoretical framework for managing the new product development portfolio: when and how to use strategic buckets. **Management Science**, v. 54, n. 5, p. 907-921, 2008.
- CHAPMAN, R.; HYLAND, P. Complexity and learning behaviors in product innovation. **Technovation**, v. 24, p. 553-561, 2004.

- CHENG, L. C. Caracterização da Gestão de Desenvolvimento do Produto: Delineando o seu Contorno e Dimensões Básicas. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 2000, São Carlos, SP. **Anais do 2º Congresso Brasileiro de Gestão do Desenvolvimento de Produto**, 2000, p. 1-9.
- CHENG, E. W. L.; LI, H. Utility of consistency measure in the analytic hierarchy process. **Construction Innovation**, v. 3, p. 231-247, 2003.
- CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. **Product Development Performance: Strategy, Organization and Management in the World Auto Industry**. Boston-Mass.: Harvard Business School Press, 1991.
- CLARK, K. B.; WHEELWRIGHT, S. C. **Managing new product and process development: text and cases**. New York: The Free Press, 1993.
- COMCIÊNCIA – Revista Eletrônica de Jornalismo Científico. Desenvolvimento de produtos nas montadoras de automóveis no Brasil. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/200404/reportagens/13.shtml>>. Acesso em 29 de abril de 2009.
- CONDOTTA, A. S. **Melhoria do processo de desenvolvimento de produto em uma empresa do setor automotivo**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre, 2004.
- CONSONI, F. L.; CARVALHO, R. Q. Desenvolvimento de produtos na indústria automobilística brasileira: perspectiva e obstáculos para a capacitação local. **RAC**, v. 6, n. 1, p.p. 39 – 61, 2002.
- COOPER, R. G. **Winning at new products: accelerating the process from idea to launch**. Massachusetts, U.S.A: Addison Wesley Publishing Company, 1993.
- _____. New products: the factors that drive success. **International Marketing Review**, v. 11, n. 1, p. 60-76, 1994.
- _____. Doing it right: winning with new products. **Ivey Business Journal**, July / August, 2000.
- _____. Managing technology development projects. **IEEE Engineering Management Review**, v. 35, n. 1, p. 67-76, 2007.
- COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. Portfolio management in new product development: lessons from the leaders – I. **Research Technology Management**, v. 40, n. 5, p. 16-19, 1997a.
- _____. Portfolio management in new product development: lessons from the leaders – II. **Research Technology Management**, v. 40, n. 6, p. 43-52, 1997b.
- _____. Portfolio management for new product development: results of an industry practices study. **R&D Management**, v. 31, n. 4, p. 361-380, 2001a.
- _____. New problems, new solutions: making portfolio management more effective. **Research Technology Management**, v. 43, p. 18-33, 2001b.
- _____. Benchmarking best NPD practices – II. **Research Technology Management**, v. 47, n. 3, p. 50-59, 2004.
- COOPER, R. G.; KLEINSCHMIDT, E. J. Winning business in product development: the critical success factors. **Research Technology Management**, v. 50, n. 3, p. 52-66, 2007.
- CRESWELL, J. W.; PLANO CLARK, V. L. **Designing and conducting mixed methods research**. California: Sage Publications, 2007.
- CUBILLO-PINILLA, J. M. Export behavior in MNC suppliers networks: the Spanish automotive industry case. **International Journal of Commerce and Management**, v. 18, n. 2, p. 102-122, 2008.
- CUNHA, G. D. A evolução dos modos de gestão do desenvolvimento de produtos. **Produto & Produção**, v. 9, n. 2, p. 71-90, 2008.
- DAVILA, T. An empirical study on the drivers of management control systems design in new product development. **Account, Organizations and Society**, n. 25, p. 383-409, 2000.
- DE REYCK, B.; GRUSHKA-COCKAYNE, Y.; LOCKETT, M.; CALDERINI, S. R.; MOURA, M.; SLOPER, A. 2005. The impact of project portfolio management on information technology projects. **International Journal of Project Management**, v. 23, p. 524-537, 2005.
- FASS, F. D. M.; SALGADO, E. G.; SALOMON, V. A. P.; SILVA, C. E. S. Seleção de um modelo de processo

de desenvolvimento de produto para indústria de base tecnológica do ramo eletroeletrônico. In: XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2009, Salvador, BA. **Anais** do 29º Encontro Nacional de Engenharia de Produção, p. 1-13, 2009.

FERREIRA, H. S. R.; TOLEDO, J. C. Metodologias e ferramentas de suporte à gestão do processo de desenvolvimento de produto (PDP) na indústria de autopeças. In: XXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2001, Salvador, BA. **Anais** do 22º Encontro Nacional de Engenharia de Produção, p.p. 1-8, 2001.

FILIPPINI, Roberto. Operations management research: some reflections on evolution, models and empirical studies in OM. *International Journal of Operation & Production Management*, v. 17, n. 7, p. 655-670, 1997.

GHASEMZADEH, F.; ARCHER, N. P. Project Portfolio Selection through Decision Support. **Decision Support Systems**, v. 29, p. 73-88, 2000.

GONZÁLEZ, P.; SARKIS, J.; ADENSO-DÍAZ, B. Environmental management system certification and its influence on corporate practices: Evidence from the automotive industry. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 28, n. 11, p. 1021-1041, 2008.

GRIFFIN, A.; PAGE, A. L. PDMA success measurement project: recommended measures for product development success and failure. **Journal of Product Innovation Management**, n. 13, p. 478-496, 1996.

GUIMARÃES, Í. F. **Tomada de decisão com múltiplos critérios na seleção de equipamento médico hospitalar**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Itajubá – UNIFEL. Itajubá, 2007.

HO, W. Integrated analytic hierarchy process and its applications: a literature review. **European Journal of Operational Research**, v. 186, p. 211-228, 2008.

HSIAO, S. W. Concurrent design method for developing a new product. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 29, p. 41-55, 2002.

HSU, P. F; CHEN B. Y. Integrated analytic hierarchy process and entropy to develop a durable goods chain store franchisee selection model. **Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics**, v. 20, n. 1, p. 44-54, 2008.

IBUSUKI, U.; KAMINSKI, P. C. Product development process with focus on value engineering and target-costing: A case study in a automotive company. **International Journal Production Economics**, v. 105, p. 459-474, 2007.

INSTITUTO DA QUALIDADE AUTOMOTIVA – IQA. **Planejamento avançado da qualidade do produto e plano de controle (APQP)**. Manual de Referência, 2008.

JAYARAM, J.; NARASIMHAN, R. The influence of new product development competitive capabilities on project performance. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 54, n. 2, p. 241-256, 2007.

KALPIC, B.; BERNUS, P. Business process modelling in industry – the powerful tool in enterprise management. **Computers in Industry**, v. 47, p. 299-318, 2002.

KAPPEL, T. A. Perspectives on roadmaps: how organizations talk about the future. **Journal of Product Innovation Management**, v. 18, n. 1, p. 39-50, 2001.

KHURANA, A.; ROSENTHAL, S. R. Towards holistic “front ends” in new product development. **Journal of Product Innovation Management**, v. 15, p. 57-74, 1998.

KOHN, K. Managing the balance of perspectives in the early phase of NPD: A case study from the automotive industry. **European Journal of Innovation Management**, v. 9, n. 1, p. 44-60, 2006.

KRISHAN, V.; ULRICH, K. T. Product development decisions: a review of the literature. **Management Science**, v. 47, n. 1, p. 1-21, 2001.

LAGROSEN, S. Customer involvement in new product development: a relationship marketing perspective. **European Journal of Innovation Management**, v. 8, n. 4, p. 424-436, 2005.

LIVIERO, F.; KAMINSKI, P. C. Managing transnational product development project teams. **Product: Management & Development**, v. 7, n. 1, p. 1-15, 2009.

MAIA, J. L.; CERRA, A. L.; FILHO, A. G. A. Inter-relações entre Estratégia de Operações e Gestão da Cadeia de Suprimentos: Estudos de Caso no Segmento de Motores para Automóveis. **Gestão & Produção**, v. 12, n. 3, p.377-391, 2005.

- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisa, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpelação de dados**. São Paulo: Atlas, 1999.
- McDERMOTT, C.; O'CONNOR, G. C. Managing radical innovation: an overview of emergent strategy issues. **The Journal of Product Innovation Management**, v. 19, p. 424-438, 2002.
- MELLO, C. H. P. **Modelo para projeto e desenvolvimento de serviços**. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- MERWE, A. P. V. D. Project management and business development: integrating strategy, structure, process and projects. **International Journal of Project Management**, v. 20, p. 401-411, 2002.
- MESQUITA, L. F.; LAZZARINI, S. G.; CRONIN, Patrick. Determinants of firm competitiveness in Latin American emerging economies: evidence from Brazil's auto-parts industry. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 27, n. 5, p. 501-523, 2007.
- MIGUEL, P. A. C. The potential of new product development in the automotive industry in Brazil: an exploratory study. **Product: Management & Development**, v. 4, n. 1, p. 35-43, 2006.
- MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para a sua condução. **Produção**, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.
- _____. Implementação da gestão de portfólio de novos produtos: um estudo de caso. **Produção**, v. 18, n. 2, p. 338-404, 2008.
- MING, X. G.; YAN, J. Q.; WANG, X. H.; LI, S. N.; LU, W. F.; PENG, Q. J.; MA, Y. S. Collaborative process planning and manufacturing in product lifecycle management. **Computers in Industry**, v. 59, p. 154-166, 2008.
- MULLER, M. H.; FAIR-CLARKE, A. C. Using the AHP to determine the correlation of product issues to profit. **European Journal of Marketing**, v. 35, n. 7/8, p. 843-857, 2001.
- MUNDIM, A. P. F.; ROZENFELD, H.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L.; GUERRERO, V.; HORTA, L. C. Aplicando o cenário de desenvolvimento de produtos em um case prático de capacitação profissional. **Gestão & Produção**, v. 9, n. 1, p. 1-16, 2002.
- NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2005.
- NEVES, S. M.; LOPES, R.; SILVA, C. E. S.; ALMEIDA, D. A.; MELLO, C. H. P. Contribuição da gestão do conhecimento para a tomada de decisão e gerenciamento de riscos em projetos. In: XVI SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2009, Bauru, SP. **Anais do 15º Simpósio de Engenharia de Produção**, 2009, p. 1-12.
- OECD - Organization for Economic Co-operation and Development. **Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data**. 3rd Edition, 2005.
- OLIVEIRA, M. G.; ROZENFELD, H. Integrating technology roadmapping and portfolio management at the front-end of new product development. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 77, p. 1339-1354, 2010.
- 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.
- PENIDO FILHO, P. **Os motores a combustão interna: para curso de máquinas térmicas, engenheiros, técnicos e mecânicos em geral que se interessam por motores**. Belo Horizonte: Editora Lemi, 1983.
- PHAAL, R.; FARRUKH, C.; PROBERT, D. **Technology Roadmapping: linking technology resources to business objectives**. Institute for Manufacturing, Universidade de Cambridge, p. 1-18, 2001.
- PHAAL, R.; FARRUKH, C.; PROBERT, D. R. Technology roadmapping - a planning framework for evolution and revolution. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 71, n. 1/2, p. 5 - 26, 2004.
- PHILLIPS, R.; NEAILEY, K.; BROUGHTON, T. A comparative study of six stage-gate approaches to product development. **Integrated Manufacturing Systems**, v. 10, n. 5, p. 289-297, 1999.
- PIRES, S. R. I.; SACOMANO NETO, M. New configurations in supply chains: the case of a condominium in Brazil's automotive industry. **Supply Chain Management: an International Journal**, v. 13, n. 4, p.328-334, 2008.
- POPADIUK, S.; FRANKLIN, M. A.; MIYABARA, W.; GARDESANI, R. Ambiente informacional e

desempenho competitivo na indústria de autopeças para veículos. **Produção**, v. 15, n. 3, p. 390-403, 2005.

PORTER, M. E. What is strategy? **Harvard Business Review**, Nov./-Dec., 1996.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – PMI. **Um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK®)**. 3a. ed., EUA, 2004.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – PMI. **The standard for portfolio management**. Maryland: Project Management Institute Inc., 2006.

QUINTELLA, H. L. M. M.; ROCHA; H. M.; ALVES, M. F. Projeto de veículos automotores: fatores críticos de sucesso no lançamento. **Produção**, v. 15, n. 3, p. 334-346, 2005.

QUINTELLA, H. L. M. M.; ROCHA; H. M. Avaliação da maturidade do processo de desenvolvimento de veículos automotivos. **Gestão & Produção**, v. 13, n. 2, p. 297-310, 2006.

RABECHINI Jr., R.; CARVALHO, M. M. Gestão de operações e logística – perfil das competências em equipes de projetos. **RAE-eletrônica**, v. 2, n. 1, 2003.

RABECHINI Jr., R.; MAXIMIANO, A. C. A.; MARTINS, V. A. A adoção de portfólio como uma alternativa gerencial: o caso de uma empresa prestadora de serviço de interconexão eletrônica. **Produção**, v. 15, n. 3, p. 416-433, 2005.

RACHID, A.; BRESCIANI FILHO, E.; GITAHY, L. Relações entre grandes e pequenas empresas de autopeças e a difusão de práticas de gestão da produção. **Gestão & Produção**, v. 8, n. 3, p. 319-333, 2001.

ROSA, E. P. S.; SELLITTO, M. A.; MENDES, L. W. Avaliação multicriterial de desempenho e separação em aglomerados de fornecedores críticos de uma manufatura OKP. **Produção**, v. 16, n. 3, p. 413-428, 2006.

ROSENTHAL, Stephen R. **Effective product design and development. How to cut lead time and increase customer satisfaction**. Business One Irwin, Illinois, 1992.

ROZENFELD, H.; AMARAL, D. C. Proposta de uma tipologia de processos de desenvolvimento de produto visando a construção de modelos de referência. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 1999, Belo Horizonte, MG. **Anais do 1º Congresso Brasileiro de Gestão do Desenvolvimento de Produto**, 1999, p. 94-103.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. **Gestão de desenvolvimento de produtos. Uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica**. São Paulo: McGraw-Hill, 1991.

_____. Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary. **European Journal of Operational Research**, v. 145, p. 85–91, 2003.

_____. Decision making with the analytic hierarchy process. **International Journal Services Sciences**, v. 1, n. 1, p. 83-98, 2008.

SAATY, T. L.; SHANG, J. S. Group decision-making: Head-count versus intensity of preference. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 41, p. 22-37, 2007.

SALERNO, M. S.; MARX, R.; ZIBOVICIUS, M.; GRAZIADIO, T.; DIAS, A. V. C. D.; MUNIZ, S. T. G.; GARCIA, R. C.; LIMA, J. C. S.; IVESON, S.; HOTTA, M. A.; SOARES, R. **A nova configuração da cadeia automotiva brasileira**. Relatório de Pesquisa DEP – Poli / USP e BNDES. Novembro, 2002.

SALGADO, E. G.; SALOMON, V. A. P., MELLO, C. H. P., FASS, F. D. M., XAVIER, A. F. Modelos de referência para desenvolvimento de produtos: classificação, análise e sugestões para pesquisas futuras. **Revista Produção Online**, v. 10, n. 4, p. 886-911, 2010.

SALOMON, V. P.; MONTEVECHI, J. A. B. Método de Análise em Redes: o Sucessor do Método de Análise Hierárquica? In: XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1997, Gramado, RS. **Anais do 17º Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 1997, p. 1-16.

SALOMON, V. P.; MONTEVECHI J. A. B.; PAMPLONA, E. O. Justificativas para Aplicação do Método de Análise Hierárquica. In: XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1999, Rio de Janeiro, RJ. **Anais do 19º Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 1999.

SALOMON, V. A. P. **Desempenho da modelagem do auxílio à decisão por múltiplos critérios na análise do planejamento e controle da produção**. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade

de São Paulo, 2004.

SANTIN, N. J.; MARX, R. M. Global product development and the role of Brazilian subsidiaries: similar and different realities in the automotive and white good industries. **Product: Management & Development**, v. 7, n. 1, p. 29-37, 2009.

SANTOS, A. C.; FORCELLINI, F. A. Effects of product development decision-making process on the supply chain. **Product: Management & Development**, v. 7, n. 1, p. 39-46, 2009.

SEIDEL, M.; LOCH, C. H.; CHAHIL, S. Quo vadis, automotive industry? A vision of possible industry transformation. **European Management Journal**, v. 23, n. 4, p. 439-449, 2005.

SENER, Jr. R.; FLYNN, M. S. Changing interorganizational patterns in the North American automotive supply chain. **Applied Behavioral Science Review**, v. 7, n. 1, p. 59-80, 1999.

SILVEIRA, M. A. P.; DINIZ, E. H. Relação entre mudança organizacional e implantação de sistemas de informações: um estudo no setor de autopeças. **Gestão & Produção**, v. 9, n. 3, p. 397-410, 2002.

SILVA, C. E. S. **Método para avaliação do desempenho do processo de desenvolvimento de produtos**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

SILVA, C. E. S.; MELLO, C. H. P. M.; SIQUEIRA, N. F. G.; GODOY, H. A.; SALGADO, E. G. Aplicação do gerenciamento de riscos no processo de desenvolvimento de produtos nas empresas de autopeças. **Produção**, v. 20, n. 2, p. 200-213, 2010.

SIMÕES, A. L. P. **Desenvolvimento de produto, processo e produção e suas interfaces: um estudo de caso em indústria de autopeças**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Rio Grande do Sul, 2004.

SINDIPEÇAS – Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores. **Desempenho do setor de autopeças 2010**. Disponível em: <http://www.sindipecas.org.br>. Acesso em 11 de junho de 2011.

SMMT – Society of Motor Manufacturers and Traders. **Foresight vehicle technology roadmap: technology and research directions for future vehicles - (2004, 2nd Ed.)** Disponível em: http://www.foresightvehicle.org.uk/public/info_FV/TRMV2.pdf. Acesso em 01 de novembro de 2010.

SMITH, A. D. Online accessibility concerns in shaping consumer relationships in the automotive industry. **Online Information Review**, v. 33, n. 1, p. 77-95, 2009.

SOUZA, V. P. **Gestão de projetos de desenvolvimento de autopeças**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia Automotiva) – Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, 2006.

SUAREZ, T. M.; JUNG, C. F.; CATEN, C. S. T. Adaptação e aplicação de um método de desenvolvimento de produtos em uma microempresa de manufatura de produtos decorativos. **Revista P&D em Engenharia de Produção**, v. 07, n. 1, p. 37-63, 2009.

SUOMALA, P.; JOKIOINEN, I. The patterns of success in product development: a case study. **European Journal of Innovation Management**, v. 6, n. 4, p. 213-227, 2003.

TATIKONDA, M. V.; ROSENTHAL, S. R. Technology novelty, project complexity, and product development project execution success: a deeper look at task uncertainty in product innovation. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 47, n. 1, p. 74-87, 2000.

TIAN, T.; LIU, L.; RABUTÉ, R. **Development and applications of an analytical tool for piston ring design**. SAE paper 2003-01-3112.

TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; MARTINS, M. F.; ALLIPRANDINI, D. H. Participação de fornecedores no desenvolvimento de produtos: o projeto da nova versão do Fiat Palio. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 2003, Gramado, RS. **Anais do 4º Congresso Brasileiro de Gestão do Desenvolvimento de Produto**, 2003, p. 1 – 10.

TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; MARTINS, M. F.; FERRARI, F. M. Práticas de gestão no desenvolvimento de produtos em empresas de autopeças. **Produção**, v. 18, n. 2, p. 405-422, 2008.

TORRES JUNIOR, N.; MIYAKE, D. I. A inserção da aprendizagem de “loop duplo” no processo de desenvolvimento de produtos: uma análise crítica da abordagem do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP). **Produto & Produção**, v. 7, n. 2, p. 13-26, 2004.

VALERI, S. G.; MARTINI, L. G. S.; SERPA, A. L.; ANTÔNIO, M.; DINIZ, N.; ROZENFELD, H. Análise da implementação de um “gate system” em uma indústria fornecedora do setor automotivo. In: II CONGRESSO

- BRASILEIRO DE GESTÃO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 2000, São Carlos, SP. **Anais do 2º Congresso Brasileiro de Gestão do Desenvolvimento de Produto**, 2000, p. 30-31.
- VILAROUCA, M. G. Gestão da inovação tecnológica integrada ao processo de desenvolvimento de produto: um estudo de caso. In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2008, Rio de Janeiro, RJ. **Anais do 28º Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2008.
- VOIGT, K.; SAATMANN, M.; SCHORR, S. Flexibility and revenue management in the automotive industry. **Journal of Enterprise Information Management**, v. 21, n. 4, p. 424-439, 2008.
- VOLLMANN, T. E.; BERRY, W. L.; WHYBARK, D. C.; JACOBS, F. R. **Manufacturing Planning and Control Systems for Supply Chain Management**. McGraw-Hill, New York, 2005.
- VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 195-219, 2002.
- WBCSD – World Business Council for Sustainable Development. **Mobility 2030: meeting the challenges to sustainability** – (2004). Disponível em: <http://www.wbcd.org/web/publications/mobility/mobility-full.pdf>. Acesso em 05 de maio de 2011.
- WHEELWRIGHT, S. C.; CLARK, K. B. **Revolutionizing product development. Quantum leaps in speed, efficiency and quality**. The Free Press, New York, 1992.
- _____. Creating project plans to focus product development. **Harvard Business Review**, v. 70, n.2, p. 70-83, 1992.
- _____. Accelerating the design-build test cycle for effective product development. **International Marketing Review**, v. 11, n. 1, p. 32-46, 1994.
- WEI, C.; CHEN, C. An empirical study of purchasing strategy in automotive industry. **Industrial Management & Data Systems**, v. 108, n. 7, p. 973-987, 2008.
- WILLYARD, C. H.; McCLEES, C. W. Motorola's technology roadmap process. **Research Management**, v. 30, n. 5, p. 13-19, 1987.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2ª edição, Bookman, Porto Alegre/RS, 2001.
- _____. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3ª edição, Bookman, Porto Alegre/RS, 2005.
- ZANCUL, E. S.; MARX, R.; METZKER, A. Organização do trabalho no processo de desenvolvimento de produtos: a aplicação da engenharia simultânea em duas montadoras de veículos. **Gestão & Produção**, v. 13, n.1, p.15-29, 2006.
- ZIEN, K.; BUCKLER, S. From experience dreams to market: crafting a culture of innovation. **Journal of Product Innovation Management**, v. 14, p. 274-287, 1997.

ANEXO A - Questionário para a entrevista semi-estruturada

A nálise do processo de desenvolvimento de produtos: um estudo de caso em uma empresa do setor de autopeças

CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA:

Dados da empresa

Nome da Empresa:
 Descrição da Empresa:
 Histórico:
 Missão:
 Visão:
 Política da qualidade:
 Quantidade de funcionários/colaboradores:
 Linha de produtos:

Clientes:
 Certificações:

Dados do entrevistado

Nome:
 Cargo:
 E-mail:
 Formação:
 Tempo de experiência na função:
 Tempo de empresa na função:
 Observações:

PARTE I – ESTRUTURA DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO E TECNOLOGIAS

Investimento em P&D

1. A empresa investe em P&D? Onde e quanto?
2. Se não, por que não há investimentos? Conhece os órgãos que disponibilizam recursos para financiamentos de projetos? Como conseguem inovar sem P&D?
3. Em termos de percentuais de tecnologia desenvolvida, qual a participação dos parceiros (universidades, empresas, laboratórios públicos etc.)?
4. Qual o percentual de produtos desenvolvidos pela empresa que são frutos de alianças de P&D?

Estrutura Organizacional

5. Como é a organização / estrutura para o desenvolvimento e gestão dos projetos (organograma) atualmente? Entende-se funções (papéis) e responsabilidade de cada papel.
6. Quais os departamentos?
7. Quais os papéis?
8. Quais os responsáveis?
9. Há uma descrição formal do trabalho?
10. Quando há novos colaboradores como estas informações são transmitidas?

Conhecimento/Capacitação

11. Há algum profissional interno capacitado para facilitar o gerenciamento dos projetos? Como sua experiência é legitimada? Descrever sua função.
12. A empresa mantém uma comunidade interna que fomenta discussões referentes ao gerenciamento de projetos na empresa? Ou incentiva participação em comunidades/associações externas?
13. Existe algum procedimento para identificação de competências (técnicas ou gerenciais) na

empresa? Se sim como é? (aliado ao planejamento de novos cursos e treinamentos?)

PARTE II – PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DE PRODUTOS E TECNOLOGIA

Planejamento do portfólio de produtos (diretores)

14. A empresa possui um processo de planejamento estratégico? Descreva-o (Existência de estratégia, frequência, formalização, quem participa, passos e padrões).
15. Qual o conteúdo final do plano estratégico? Que tipos de informações ele contém?
16. Qual o processo de decisão para a escolha dos projetos? Tipos de status e tipos de decisões e quais os critérios, há critérios financeiros e econômicos?
17. A empresa possui uma lista documentando os projetos escolhidos? Quais as informações registradas?

Comunicação do portfólio

18. Como os projetos são comunicados aos gerentes e membros das equipes?
19. Os gerentes de projetos entendem como seus projetos atendem aos objetivos e estratégias da organização?
20. Sabem que existe?
21. Há um sistema de informação aonde possam consultar?
22. Conhecem a prioridade.
23. A empresa mantém alguma estrutura física que possibilita e incentiva a troca de informações sobre o andamento dos diferentes projetos? Isso é levado em consideração na priorização e tomada de decisões do portfólio de projetos?

Tipos de projetos

24. A empresa classifica os projetos? Quais os critérios?
25. Qual o número atual de projetos? Qual a distribuição porcentual entre os diferentes tipos?
26. Existe a diferença entre tecnologia e produto? Quais critérios utilizam para esta diferenciação?
27. As decisões de planejamento de produtos e tecnologias são integradas durante o portfólio?
28. Quais as ferramentas (práticas) vocês utilizam para orientar esta integração?

Metodologia para condução dos projetos

29. Utiliza o mesmo procedimento para gerenciar todos os projetos?
30. A empresa possui etapas ou fases definidas para os seus projetos? Utiliza alguma técnica ou abordagem para gestão dos projetos? Descreva. (SE A RESPOSTA DA QUESTÃO ANTERIOR FOR NEGATIVA DIVIDI-LA CONFORME O TIPO DE PROJETO)
31. A empresa possui procedimentos-padrão para o gerenciamento de seus projetos? Quem os define (alta gerência, gerente de projeto, etc.)? Descreva.
32. A empresa possui modelos de documentos (templates) destinados ao gerenciamento de seus projetos? Ex.: Relatórios, documentos de início e fim do projeto etc. Descreva.

PARTE III – GESTÃO DOS PROJETOS DE DESENVOLVIMENTO

Gerente de Projetos

33. Todo projeto da empresa possui um gerente de projeto nomeado?

- Como é feita a nomeação dos gerentes de projeto?
- Quais são as responsabilidades esperadas de um gerente de projeto?
- Elas são formalizadas e documentadas? Como estas responsabilidades são cobradas?

Iniciação do projeto de desenvolvimento

34. Como se inicia um novo projeto (após a validação do portfólio)?
- Existe alguma reunião de abertura?
 - Desenvolvimento do termo de iniciação do projeto;
 - Definição dos interessados;
 - Descrição preliminar do escopo do projeto;
 - Declaração preliminar do escopo do projeto; utiliza alguma técnica;
35. A empresa define métricas e critérios de sucesso para o projeto?
- Orçamento, qualidade, prazos, custo alvo, utilização de recursos, atendimento das necessidades do cliente etc.

Planejamento do projeto de desenvolvimento

36. Existe um plano formal para cada projeto?
37. Qual o nível de detalhe dos planos? Determinam-se produtos e entregas ou produtos, entregas e atividades
38. Contém uma descrição do escopo do produto ou tecnologia? Como?
39. Como são estabelecidos as equipes de projeto?
- Existe algum critério?
 - Metodologia; por competências; os times são multidisciplinares, co-localizados ou distribuídos?
 - Existe uma estimativa de horas dedicadas a cada projeto?
40. Existe algum documento destinado a identificar os riscos associados a um novo projeto?
- Quais informações são contidas neste documento?
 - Avaliam-se os riscos ambientais?
41. A empresa estabelece marcos para revisão do projeto?
- Aonde se avalia o andamento do projeto podendo se decidir por alterá-lo, congelá-lo ou encerrá-lo?
 - Quais os critérios utilizados? Quem participa das reuniões? Para quais fases são utilizadas estas reuniões?
42. Como se define as fases do projeto? (no caso de tecnologia e produto serem diferentes, especificar)

Planejamento do projeto de produto

43. Como se descreve o escopo preliminar do produto?
- Qual o conteúdo?
 - Define arquitetura?
 - Define interfaces e módulos?
 - Utiliza algum método ou ferramenta?

Execução e Controle

44. Como a empresa sabe que está satisfazendo os requisitos do cliente durante o andamento do projeto?
- Reuniões de avaliação e *feedback* com o cliente;
 - Indicadores de desempenho financeiros e não-financeiros, qualidade percebida do produto; envio de relatórios, documentos;
 - Gera resultados com os indicadores de desempenho?
45. Como a empresa avalia a qualidade do projeto?

- Verificação e controle do escopo do projeto; Verificação e controle do cronograma de entregas; controle de mudanças;
 - A empresa revisa os objetivos e critérios de sucesso para o projeto durante o seu andamento? Qualidade, custo alvo, prazo, desempenho do projeto (planejado x executado);
 - A empresa possui métodos ou técnicas para avaliar o impacto ambiental?
46. São realizadas reuniões para acompanhamento do projeto? Com que frequência são realizadas estas reuniões? Quem frequenta estas reuniões? O cliente do projeto participa?
47. A empresa mede de alguma forma o desempenho individual e dos times de projeto? Descreva.

Encerramento

48. A empresa divulga interna e externamente o encerramento do projeto? Existe a formalização das lições aprendidas, desafios e dificuldades do projeto? Alimenta o S.I. de gestão de projetos da empresa, para consulta futura. Descreva.
49. Existe alguma estatística sobre projetos encerrados? Existência de projetos que acabam fora do prazo? E outros indicadores como recursos utilizados, problemas e tempo de execução?
50. Existência de projetos que ultrapassam o orçamento estipulado?
51. Existem reuniões para discussão e melhoria do processo de gestão de projetos após o término dos projetos?

PARTE IV – PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

DESENVOLVIMENTO

Projeto informacional

52. A empresa revisa e atualiza o escopo do produto no desenvolvimento?
53. Existe o detalhamento do ciclo de vida do produto para apoiar a identificação dos requisitos ou identificar potenciais clientes?
54. A empresa identifica os requisitos dos clientes em relação aos produtos?
55. A empresa desdobra as necessidades dos clientes em requisitos do produto?
56. A empresa definir especificações meta do produto? Requisitos do produto com valores.
57. Existe o monitoramento da viabilidade econômico-financeira do produto?
58. Avaliar fase (*Gate*)
59. Aprovar fase (*Gate*)

Projeto Conceitual

60. A Empresa modela funcionalmente o produto? (contendo suas funções de forma hierárquica e estruturada)
61. A empresa desenvolve princípios de solução individuais e totais para as funções? (Propostas construtivas e formais de soluções para realizar as funções do produto).
62. A empresa define a arquitetura para o produto?
63. A empresa analisa Sistemas, Subsistemas e Componentes (SSC)?
64. Existe a definição da ergonomia e estética do produto?
65. Como é feita a definição dos fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento? Qual a parcela de contribuição de cada empresa no desenvolvimento?
66. Como a empresa seleciona a concepção do produto?
67. A empresa planeja o processo de manufatura macro? Como define plano macro de processo?

- 68. Existe o monitoramento da viabilidade econômico-financeira do produto?
- 69. Avaliar fase (*Gate*)
- 70. Aprovar fase (*Gate*)
- 71. A empresa documenta as decisões tomadas e registra as lições aprendidas?

Projeto detalhado

- 72. A empresa cria e detalha os SSCs do produto? Existe a documentação e configuração desses SSCs?
- 73. A empresa fabrica ou compra os SSCs?
- 74. Como a empresa desenvolve fornecedores?
- 75. A empresa planeja o processo de fabricação? Como isso é feito?
- 76. Existe o projeto dos recursos de fabricação? De que maneira isso é feito?
- 77. É feita a avaliação dos SSCs, configuração e documentação do produto e processo?
- 78. Existe a otimização do Produto e Processo?
- 79. Realiza projeto de materiais de suporte ao produto?
- 80. Realiza projeto de embalagem do produto?
- 81. Realiza o planejamento do fim de vida do produto?
- 82. A empresa realiza o teste e homologação do produto? Como isso é feito?
- 83. A empresa enviar a documentação do produto a parceiros?
- 84. Existe o monitoramento da viabilidade econômico-financeira do produto?
- 85. Avaliar fase (*Gate*)
- 86. Aprovar fase (*Gate*)
- 87. A empresa documenta as decisões tomadas e registra as lições aprendidas?

Preparação da Produção do Produto

- 88. Como a empresa obtém os recursos de fabricação ?
- 89. Existe a produção de lote piloto?
- 90. Como é feito a homologação processo?
- 91. Como é feita a otimização da produção?
- 92. Existe a certificação do produto?
- 93. Como é desenvolvido o processo de produção?
- 94. Como é feito o processo de manutenção?
- 95. São realizados treinamentos com os colaboradores?
- 96. Existe o monitoramento da viabilidade econômico-financeira?
- 97. Avaliar fase (*Gate*)
- 98. Aprovar fase- liberar produção (*Gate*)
- 99. A empresa documenta as decisões tomadas e registra as lições aprendidas?

Lançamentos do produto

- 100. Existe o desenvolvimento do processo de vendas?
- 101. Existe o desenvolvimento do processo de distribuição?
- 102. Existe o processo de atendimento ao cliente?
- 103. Existem serviços de assistência técnica? Como isso é feito?
- 104. A empresa promove o marketing de lançamento? Como isso é feito?
- 105. Existe a atividade de lançamento do produto?
- 106. É feita a gestão do lançamento?
- 107. O plano de fim de vida do produto feito no projeto detalhado é atualizado?
- 108. Existe o monitoramento da viabilidade econômico-financeira do produto?

109. Avaliar fase (*Gate*)
110. Aprovar fase (*Gate*)
111. A empresa documenta as decisões tomadas e registra as lições aprendidas?

PÓS-DESENVOLVIMENTO

Acompanhar Produto e Processo

112. A empresa avalia a satisfação do cliente?
113. Existe o monitoramento do desempenho do produto no mercado? (técnico, econômico, ambiental, de produção e de serviços). Existe um time de acompanhamento, manutenção do produto?
114. É realizada a auditoria pós-projeto?
115. A empresa documenta as decisões tomadas e registra as lições aprendidas?

Descontinuar Produto do Mercado

116. A empresa realiza o planejamento da descontinuidade do produto? Existem planos de reutilização, reciclagem e descarte?
117. Existe a preparação do recebimento do produto?
118. Acompanha o recebimento do produto?
119. Existe a descontinuidade da produção?
120. Como é feita a finalização do suporte ao produto?
121. Como é feita a avaliação geral e o encerramento do projeto?

Processos de Apoio

122. Documenta decisões tomadas e lições aprendidas? (onde, templates)
123. Controle de mudanças. Como se atualiza e registra informações de modificações de documentos do projeto?
124. Quais as estratégias adotadas no DP para que haja um desenvolvimento sustentável de produtos?

ANEXO B - Quadro de ferramentas, técnicas e métodos

Fases do modelo de Rozenfeld <i>et al.</i> (2006)	Sistemas e ferramentas do modelo	Não utiliza	Utiliza	Em fase de implantação
Planejamento Estratégico de Produtos	Técnicas de gerenciamento de projetos			
	Pesquisa de mercado			
	Inteligência competitiva			
	Vigilância Tecnológica			
	Métodos de análise de portfólio			
	Posicionamento de produtos			
	Gestão de portfólio			
	Técnicas de gestão de projetos			
	<i>Technology Roadmapping (TRM)</i>			
	Gestão de projetos			
	Análise de viabilidade econômica			
Planejamento do Projeto	Melhores práticas de gerenciamento de RH			
	Lista de verificação do escopo do produto			
	Análise de custo/benefício			
	Técnicas de discussão em grupo			
	Princípios de EAP/ WBS (Estrutura Analítica do Projeto)			
	Avaliação do grau de complexidade e inovação do produto			
	Gráficos de PERT/CPM			
	<i>Brainstorming</i>			
	Softwares de gestão de projetos			
	Técnica Delphi			
	Técnica SWOT			
	Modelos Matemáticos para simulações			
	Modelos paramétricos			
	Técnicas e procedimentos de análise financeira			
	Reuniões entre o time de desenvolvimento e o de avaliação			
Análise <i>make-or-buy</i>				
Projeto Informativo (Coleta de informações do mercado e Entendimento dos requisitos)	Questionários e entrevistas			
	Pesquisas orientadas			
	Análise do problema			
	Grupo de foco			
	Estruturas do desdobramento do ciclo de vida			
	<i>Check-lists</i>			
	Matrizes de mapeamento			
	Pesquisa de Mercado			
	<i>Brainstorming</i>			
	<i>Quality Function Deployment (QFD)</i>			
	Matriz de Atributos			

	Análise Paramétrica			
	Análise Matricial			
	Diagrama de Mudge			
Projeto Conceitual	Abstração orientada			
	Modelagem funcional			
	Matriz de decisão			
	Catálogos de solução			
	Matriz morfológica			
	Catálogo de solução			
	Métodos de criatividade			
	Matriz indicadora de módulos			
	Matriz de interfaces			
	DFX (DFM, DFA)			
	Técnicas de ergonomia física			
	Técnicas de ergonomia cognitiva			
	Especificações-meta			
	Necessidades dos clientes			
	CAPP			
Projeto Detalhado	Classificação, identificação e codificação			
	Padronização de projetos			
	CPM			
	Especificação de tolerâncias			
	GD&T (Tolerância Geométrica)			
	Métodos de cálculo e normas			
	Sistemas CSM, CAD/CAE/CAM/CAOO, PDM/EDM (GED)			
	Planilhas de cálculo			
	Modelos de orçamentação			
	Sistemas de cotação			
	Sistemas de comunicação			
	ERP/SCM			
	Sistemas CAPP			
	Fórmulas e regras de fabricação			
	FMEA			
	FTA			
	DOE			
	Projeto robusto			
	Protótipos e modelos			
	Conceitos de confiabilidade			
	DFD (<i>Design for Disassembly</i>) e DFE (<i>Design for Environment</i>)			
ISO 9001:2000 ou ISO TS16949				
Sistemas PLM				
Preparação da Produção do Produto	Análise dos sistemas de medição (MSA)			
	CEP , Cálculos do Cp e CPk			
	EVOP (Evolutionary Operation) Design of Experiments			

	<i>Lean Manufacturing</i>			
	Metodologia de Superfície de Resposta			
	Análise do fluxo de valor			
	TPM (Manutenção Produtiva Total)			
	Universidade corporativa			
Lançamento do Produto	Modelagem de processos			
	Estudos de marketing			
	Sistema CRM			
	Sistema ERP			
	Sistemas de tele-atendimento			
	GED			
Acompanhar Produto e Processo	Registro de Lições aprendidas			
	<i>Brainstorming</i>			
Descontinuar Produto no Mercado	<i>DFX's – Environment, Disassembly, Sustainability, Health and Safety, Environment Protection, Resource Conservation, Chronic Risk Reduction, Accident Prevention</i>			

ANEXO C - Roteiro de observação

Fonte: Adaptado de Agostinetti (2006)

1. Identificação da estrutura organizacional (funcional, projetizada ou matricial);
2. Levantamento histórico da quantidade de revisões realizadas no modelo de PDP, a frequência com que aconteceram e quais foram as alterações feitas;
3. Identificação dos treinamentos oferecidos nos últimos anos a todos os níveis da organização (incluindo treinamentos aos líderes dos projetos);
4. Identificação de painéis ou mapas para visualização do portfólio de projetos empresa;
5. Identificação da divisão de responsabilidades entre a unidade fabril e laboratório (inclui nível de autonomia local);
6. Identificação do nível de padronização dos documentos e das atividades executadas durante os desenvolvimentos;
7. Verificação da existência / utilização de sistemática para gerenciamento de mudanças de escopo de projeto e resolução de problemas;
8. Verificação da existência / utilização de sistemática para capturar e implementar melhorias ao PDP e lições aprendidas nos desenvolvimentos;
9. Verificação da existência / utilização de sistemática para identificação e análise de indicadores de desempenho do PDP e ações corretivas a partir destes indicadores;
10. Verificação da existência / utilização de metodologia para gerenciamento de riscos;
11. Verificação de estrutura / ferramenta para facilitar a troca de informações entre os diferentes níveis hierárquicos;
12. Verificação da existência de auditorias (internas ou externas) para análise de conformidades no desenvolvimento a partir dos requisitos do cliente;
13. Verificação da existência de equipes multifuncionais nos projetos e como as atividades estão inter-relacionadas durante o desenvolvimento;
14. Levantamento de registros e saídas das revisões de *stage-gates* nos projetos;
15. Identificação de relação de parceria com centros de pesquisas ou universidades; O modelo de PDP adotado sugere estas parcerias?

16. Verificação de política de bonificação á ideias de funcionários implementadas para melhoria do PDP;
17. Levantamento de dados que caracterizem cada projeto: complexidade, modelo de PDP utilizado, número de pessoas envolvidas, duração em meses, esforços, etc.
18. Levantamento dos resultados dos dois projetos de desenvolvimento de produtos para comparação posterior.

ANEXO E - Adequação de fases e atividades aos três tipos de projetos

Projetos Radicais - Portfólio de Inovação	Projetos Plataforma - Portfólio de Produto	Projetos Derivados - Projetos de Clientes
1.1. Planejamento estratégico	1.1. Planejamento estratégico	1.1. Planejamento do projeto e Projeto informacional
1.1.1. Definir escopo da revisão do Plano Estratégico de Negócios (PEN)	1.1.1. Definir escopo da revisão do Plano Estratégico de Negócios (PEN)	1.1.1. Desenvolver processo de venda
1.1.2. Planejar atividades para a revisão do PEN	1.1.2. Planejar atividades para a revisão do PEN	1.1.2. Estabelecer processo comercial com os clientes
1.1.3. Consolidar Informações sobre tecnologia e mercado	1.1.3. Consolidar Informações sobre tecnologia e mercado	1.1.3. Definir interessados do projeto
1.1.4. Revisar o PEN	1.1.4. Revisar o PEN	1.1.4. Definir escopo do produto
1.1.5. Analisar o Portfólio de Produtos da Empresa	1.1.5. Analisar o Portfólio de Produtos da Empresa	1.1.5. Definir escopo do projeto
1.1.6. Propor mudanças no portfólio de produtos	1.1.6. Propor mudanças no portfólio de produtos	1.1.6. Detalhar escopo do projeto
1.1.7. Verificar viabilidade do portfólio de produtos	1.1.7. Verificar viabilidade do portfólio de produtos	1.1.7. Definir atividades e sequência
1.1.8. Decidir início do planejamento de um produto do portfólio	1.1.8. Decidir início do planejamento de um produto do portfólio	1.1.8. Preparar cronograma
1.2. Planejamento do projeto	1.2. Planejamento do projeto	1.1.9. Avaliar riscos
1.2.1. Integrar a gestão do portfólio à gestão do projeto	1.2.1. Integrar a gestão do portfólio à gestão do projeto	1.1.10. Preparar orçamento do projeto
1.2.2. Definir interessados do projeto	1.2.2. Atualizar plano de projeto (escopo, atividades, cronograma e orçamento)	1.1.11. Analisar a viabilidade econômica do projeto
1.2.3. Definir escopo do produto	1.2.3. Avaliar riscos	1.1.12. Planejar e preparar aquisições
1.2.4. Definir escopo do projeto	1.2.4. Preparar orçamento do projeto	1.1.13. Preparar Plano de Projeto
1.2.5. Detalhar escopo do projeto	1.2.5. Analisar a viabilidade econômica do projeto	1.1.14. Identificar os requisitos dos clientes do produto
1.2.6. Definir atividades e sequência	1.2.6. Definir plano de comunicação	1.1.15. Oferecer soluções tecnológicas de produtos já existentes no portfólio
1.2.7. Preparar cronograma	1.2.7. Planejar e preparar aquisições	1.1.16. Definir requisitos do produto
1.2.8. Avaliar riscos	1.2.8. Preparar Plano de Projeto	1.1.17. Definir especificações meta do produto
1.2.9. Preparar orçamento do projeto	1.3. Projeto informacional e conceitual	1.1.18. Monitorar a viabilidade econômico-financeira do produto
1.2.10. Analisar a viabilidade econômica do projeto	1.3.1. Revisar e Atualizar o Escopo do Produto	1.1.19. Avaliar fase
1.2.11. Definir plano de comunicação	1.3.2. Atualizar mapeamento das tendências tecnológicas e de mercado	1.1.20. Aprovar fase
1.2.12. Planejar e preparar aquisições	1.3.3. Realizar pesquisas científicas em parcerias com universidades	1.1.21. Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas
1.2.13. Preparar Plano de Projeto	1.3.4. Definir requisitos do produto	1.2. Projeto conceitual

1.3. Projeto informacional e conceitual	1.3.5. Definir especificações meta do produto	1.2.1. Desenvolver princípios de solução para as funções
1.3.1. Revisar e Atualizar o Escopo do Produto	1.3.6. Modelar funcionalmente o produto	1.2.2. Desenvolver as alternativas de solução para o produto
1.3.2. Atualizar mapeamento das tendências tecnológicas e de mercado	1.3.7. Desenvolver princípios de solução para as funções	1.2.3. Definir arquitetura para o produto
1.3.3. Realizar pesquisas científicas em parcerias com universidades	1.3.8. Desenvolver as alternativas de solução para o produto	1.2.4. Adaptar tecnologia de produto aos requisitos específicos do cliente
1.3.4. Definir requisitos do produto	1.3.9. Definir testes nos protótipos para desenvolvimento do conceito	1.2.5. Analisar Sistemas, Subsistemas e Componentes (SSC)
1.3.5. Definir especificações meta do produto	1.3.10. Realizar simulação para verificar se o procedimento de teste é robusto o suficiente para avaliar a tecnologia do produto	1.2.6. Definir ergonomia e estética
1.3.6. Modelar funcionalmente o produto	1.3.11. Produzir primeiro lote de protótipos	1.2.7. Definir fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento
1.3.7. Desenvolver princípios de solução para as funções	1.3.12. Realizar testes de bancada e teste de motor de curta duração no protótipo	1.2.8. Selecionar a concepção do produto
1.3.8. Desenvolver as alternativas de solução para o produto	1.3.13. Definir arquitetura para o produto	1.2.9. Planejar o processo de manufatura macro
1.3.9. Testar protótipos (corpos de prova) em laboratórios do CT	1.3.14. Identificar características técnicas e únicas da nova tecnologia	1.2.10. Calcular preço mínimo de venda baseado no conceito preliminar (cotação)
1.3.10. Definir arquitetura para o produto	1.3.15. Analisar Sistemas, Subsistemas e Componentes (SSC)	1.2.11. Negociar contrato com o cliente com o conceito preliminar e o preço mínimo de venda.
1.3.11. Identificar características técnicas e únicas da nova tecnologia	1.3.16. Definir fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento	1.2.12. Atualizar estudo de viabilidade econômica
1.3.12. Analisar Sistemas, Subsistemas e Componentes (SSC)	1.3.17. Selecionar a concepção do produto	1.2.13. Monitorar a viabilidade econômico-financeira do produto
1.3.13. Definir fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento	1.3.18. Atualizar estudo de viabilidade econômica	1.2.14. Avaliar fase
1.3.14. Selecionar a concepção do produto	1.3.19. Proteger os conhecimentos pela assinatura do contrato de confidencialidade	1.2.15. Aprovar fase
1.3.15. Atualizar estudo de viabilidade econômica	1.3.20. Analisar propriedade intelectual	1.2.16. Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas
1.3.16. Proteger os conhecimentos pela assinatura do contrato de confidencialidade	1.3.21. Aplicar pedido de patente	1.3. Projeto detalhado
1.3.17. Analisar propriedade intelectual	1.3.22. Monitorar a viabilidade econômico-financeira do produto	1.3.1. Atualizar plano do projeto conforme as datas importantes acordadas com o cliente
1.3.18. Monitorar a viabilidade econômico-financeira do produto	1.3.23. Avaliar fase	1.3.2. Adaptar requisitos específicos do cliente as especificações funcionais da tecnologia de produto conforme a ISO TS-16949
1.3.19. Avaliar fase	1.3.24. Aprovar fase	1.3.3. Criar e detalhar SSCs, documentação e configuração
1.3.20. Aprovar fase	1.3.25. Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas	1.3.4. Decidir por fazer ou comprar SSC
1.3.21. Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas	1.4. Projeto detalhado	1.3.5. Desenvolver fornecedores
1.4. Projeto detalhado	1.4.1. Criar e detalhar SSCs, documentação e configuração	1.3.6. Planejar o processo de fabricação e montagem
1.4.1. Criar e detalhar SSCs, documentação e configuração	1.4.2. Decidir por fazer ou comprar SSC	1.3.7. Projetar recursos de fabricação
1.4.2. Decidir por fazer ou comprar SSC	1.4.3. Desenvolver fornecedores	1.3.8. Avaliar SSCs, configuração e documentação do produto e processo

1.4.3. Desenvolver fornecedores	1.4.4. Planejar o processo de fabricação e montagem	1.3.9. Produzir primeiro lote de amostra,
1.4.4. Avaliar SSCs, configuração e documentação do produto e processo	1.4.5. Projetar recursos de fabricação	1.3.10. Testar primeiro lote de amostra em motores nos laboratórios experimentais do CT para validar o produto,
1.4.5. Otimizar Produto e Processo	1.4.6. Avaliar SSCs, configuração e documentação do produto e processo	1.3.11. Otimizar Produto e Processo
1.4.6. Enviar documentação do produto a parceiros	1.4.7. Produzir segundo lote de protótipos	1.3.12. Criar material de suporte do produto
1.4.7. Monitorar a viabilidade econômico-financeira do produto	1.4.8. Otimizar Produto e Processo	1.3.13. Projetar embalagem
1.4.8. Avaliar fase	1.4.9. Testar e Homologar produto	1.3.14. Analisar falhas no processo logístico (FMEA Logístico - LFMEA)
1.4.9. Aprovar fase	1.4.10. Realizar testes de motores	1.3.15. Produzir segundo e terceiro lotes de amostra,
1.4.10. Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas	1.4.11. Enviar documentação do produto a parceiros	1.3.16. Realizar teste de campo no cliente em condições reais de funcionamento para validação final do produto
	1.4.12. Atualizar estudo de propriedade intelectual	1.3.17. Testar e Homologar produto
	1.4.13. Aplicar pedido de patente	1.3.18. Enviar documentação do produto a parceiros
	1.4.14. Monitorar a viabilidade econômico-financeira do produto	1.3.19. Monitorar a viabilidade econômico-financeira do produto
	1.4.15. Avaliar fase	1.3.20. Avaliar fase
	1.4.16. Aprovar fase	1.3.21. Aprovar fase
	1.4.17. Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas	1.3.22. Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas
	1.5. Lançamento do produto no portfólio	1.4. Preparação da produção do produto
	1.5.1. Planejar lançamento	1.4.1. Obter recursos de fabricação
	1.5.2. Desenvolver processo de vendas	1.4.2. Planejar Produção Piloto
	1.5.3. Desenvolver processo de atendimento ao cliente	1.4.3. Receber e instalar recursos
	1.5.4. Elaborar boletim técnico para divulgação da nova tecnologia de produto	1.4.4. Produzir Lote Piloto
	1.5.5. Avaliação dos riscos no lançamento da nova tecnologia.	1.4.5. Homologar processo
	1.5.6. Promover marketing de lançamento	1.4.6. Otimizar produção
	1.5.7. Lançar produto	1.4.7. Certificar produto
	1.5.8. Gerenciar lançamento	1.4.8. Desenvolver processo de produção
	1.5.9. Monitorar a viabilidade econômico-financeira	1.4.9. Desenvolver processo de manutenção
	1.5.10. Avaliar fase	1.4.10. Elaborar documentação PPAP
	1.5.11. Aprovar fase	1.4.11. Ensinar pessoal
	1.5.12. Documentar as decisões tomadas e registrar lições	1.4.12. Monitorar a viabilidade econômico-financeira

	aprendidas	
		1.4.13. Avaliar fase
		1.4.14. Aprovar fase- liberar produção
		1.4.15. Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas
		1.5. Lançamento do produto
		1.5.1. Planejar lançamento
		1.5.2. Desenvolver processo de distribuição
		1.5.3. Desenvolver processo de atendimento ao cliente
		1.5.4. Desenvolver processo de assistência técnica
		1.5.5. Enviar PPAP ao cliente
		1.5.6. Homologar produto pelo cliente
		1.5.7. Lançar produto
		1.5.8. Iniciar produção em série
		1.5.9. Gerenciar lançamento
		1.5.10. Monitorar a viabilidade econômico-financeira
		1.5.11. Avaliar fase
		1.5.12. Aprovar fase
		1.5.13. Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas
		1.6. Acompanhar produto e processo
		1.6.1. Avaliar Satisfação do Cliente
		1.6.2. Monitorar desempenho do produto (técnico, econômico, de produção e de serviços)
	1.6.3. Realizar auditoria pós-projeto	
	1.6.4. Registrar lições aprendidas	