

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIOGRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA**

**MELHORIA DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO
EM UMA EMPRESA DO SETOR AUTOMOTIVO**

Alexandre da Silva Condotta

Porto Alegre

2004

Alexandre da Silva Condotta

**MELHORIA DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO
EM UMA EMPRESA DO SETOR AUTOMOTIVO**

Trabalho de Conclusão do Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia – modalidade Profissionalizante – Ênfase QDPP.

Orientador: Prof. Gilberto Dias da Cunha, Dr.

Porto Alegre

2004

Este Trabalho de Conclusão foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e aprovado em sua forma final pelo Orientador e pelo Coordenador do Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Gilberto Dias da Cunha, Dr.
Orientador Escola de Engenharia / UFRGS

Profa. Helena Beatriz Bettella Cybis, Dra.
Coordenadora MP / Escola de Engenharia / UFRGS

BANCA EXAMINADORA

Prof. Carlos Alberto Costa, Dr.
Universidade de Caxias do Sul

Prof. Marcos Ronaldo Albertin, Dr.
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Prof. Márcia Elisa Echeveste, Dr.
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha esposa, Cláudia, paixão que me ilumina desde o nosso primeiro semestre de graduação na Engenharia, e aos nossos filhos, Matheus e Marina, tesouros inestimáveis da minha existência, pelo carinho e compreensão por todas as horas de convivência que foram furtadas.

Dedico também aos meus pais, Wilson e Marli, pelo amor, dedicação e exemplo que têm me presenteado ao longo da vida.

AGRADECIMENTO

Agradeço ao Professor Gilberto, pela colaboração e orientação prestadas para a conclusão deste trabalho.

Agradeço aos colegas e executivos da minha empresa, pelo estímulo e confiança depositados em mim.

“Princípios da Eficiência: Não temer o futuro e nem idolatrar o passado. O insucesso é apenas uma oportunidade para começar de novo com mais inteligência. O passado só nos serve para mostrar nossas falhas e fornecer indicações para o progresso futuro”.

Henry Ford

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	6
LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTA DE TABELAS.....	9
LISTA DE QUADROS.....	9
SIGLAS.....	10
RESUMO.....	12
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Comentários Iniciais.....	14
1.2 Tema e Objetivos.....	17
1.3 Justificativa do Tema e Objetivos.....	18
1.4 Método de Trabalho.....	20
1.5 Limitações do Trabalho.....	22
1.6 Estrutura do Trabalho	23
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	25
2.1 Principais Práticas de PDP	25
2.2 PDP associado ao planejamento estratégico da empresa	37
2.3 Gerenciando a inovação – conceituando o produto	44
2.4 Análise da Concorrência e o Aprendizado no PDP	53
2.5 Estudo de NVH no Setor Automotivo	56
3 O MODELO DE PDP EXISTENTE	63
3.1 Descrição do Cenário.....	63
3.1.1 Descrição dos Produtos.....	64
3.1.2 Estrutura e mercado da empresa	67
3.2 O PDP da Empresa – Histórico e Generalidades	70
3.2.1 Categorias, Tipos e Fases.....	71
3.2.2 Lançamento do Projeto.....	73
3.2.3 Finalização do Projeto	73
3.2.4 <i>Gate Reviews</i> e <i>Design Reviews</i>	73
3.2.5 Gerenciamento de Risco	77
3.2.6 <i>Design Reviews</i> e <i>Gate Reviews</i> requeridos	79
3.2.7 <i>Business Case</i>	79
3.2.8 Identificação de Projeto	80
3.2.9 Plano de Desenvolvimento do Projeto	80
3.2.10 Marcas e Patentes.....	81
3.2.11 Arquivo de Documentos	81
3.2.12 Responsabilidades no PDP	83
3.3 Análise Crítica do PDP.....	84
3.3.1 Ameaças e Oportunidades	86
3.3.2 Potencial de Melhorias	91
3.3.3 Alinhamento do PDP ao Planejamento Estratégico	94

4	O NOVO MODELO DE PDP DA EMPRESA	97
4.1	Plano de Intervenção para Melhoria do PDP	97
4.2	A Gestão do PDP como Argumento de Venda.....	100
4.3	Análise de Produtos da Concorrência	101
4.3.1	Aplicação do Procedimento	103
4.3.2	Pesquisa e definição do produto a ser analisado.....	103
4.3.3	Análise do Produto	103
4.3.4	Análise Dimensional, de Material e Funcional do Produto	104
4.3.5	Avaliação em Veículo	104
4.3.6	Testes em Bancada.....	104
4.3.7	Desmontagem do Produto	105
4.3.8	Análise de Valor	105
4.3.9	Banco de Dados.....	106
4.4	Desenvolvimento Avançado de Produto.....	108
4.4.1	O Gerenciamento do ADP	110
4.4.2	<i>Gate Reviews</i> e <i>Design Reviews</i> no ADP.....	114
4.5	Desenvolvimento de Competência no PDP para o Tratamento de NVH	129
4.5.1	Resultados e impactos esperados	131
4.5.2	Técnicas e Ferramentas para Estudo de NHV.....	132
4.6	Desenvolvimentos de Produto com nova Metodologia de PDP	134
4.6.1	Sistema de Direção Eletrohidráulico	134
4.6.2	Melhoria no Desempenho do Produto	138
4.7	Resultados Gerais do Novo Modelo de PDP.....	143
5	CONCLUSÕES	145
5.1	Análises e considerações finais	145
5.2	Sugestões para Trabalhos Futuros	148
	REFERÊNCIAS	150
	GLOSSÁRIO	154

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Taxa de Crescimento da Produção de Veículos 1993 – 2002.....	17
Figura 2 -	Evolução Histórica de Métodos e Técnicas para a Gestão do Desenvolvimento do Produto: Linha de Tempo (CUNHA, 2004-a).....	25
Figura 3 -	Modelo de Integração da Decisão de O’Leary-Kelly e Flores	38
Figura 4 -	Método Científico segundo Kemeny	45
Figura 5 -	Método para Verificação de Hipótese (ALEXANDER, 2002).....	46
Figura 6 -	Síntese do PDP Avançado (NOBELIUS e TRYGG, 2001)	47
Figura 7 -	PDP Avançado orientado pela Tecnologia (LARSEN, MAGLEBLY e HOWELL, 2001)	47
Figura 8 -	Sinergia de Fatores na Equipe de Projeto para Definição do Conceito do Produto.....	49
Figura 9 -	Diagrama do Desenvolvimento de Competências (BERGMAN, YASSINE e ROEMER, 2004).....	54
Figura 10 -	Modelo de Aprendizagem do Desenvolvimento de Produto (adaptado de SABAN et al., 2000)	55
Figura 11 -	Mapa de Pressão Sonora de um <i>laptop</i> (MARROQUIN, 2003).....	57
Figura 12 -	Intensidade Sonora (MARROQUIN, 2003).....	57
Figura 13 -	Medição da intensidade de ruído de um motor baseada na rotação do seu girabrequim (MARROQUIN, 2003).....	58
Figura 14 -	Mapa de Pressão Sonora de um Veículo em Movimento (MARROQUIN, 2003)	59
Figura 15 -	Pulsos de pressão em um sistema de direção hidráulica em piso irregular (NOISE..., 2000)	60
Figura 16 -	Mecanismo de Direção Hidráulica (CONDOTTA et al., 2001)	61
Figura 17 -	Comparativo de níveis de vibração entre dois designs de bomba hidráulica (GRENIER et al., 2003).....	62
Figura 18 -	Vista Aérea da Empresa	63
Figura 19 -	Mecanismo de Direção Hidráulica.....	64
Figura 20 -	Bomba de Direção Hidráulica	65
Figura 21 -	Reservatório de Direção Hidráulica.....	65
Figura 22 -	Unidades de Negócio da Empresa.....	68
Figura 23 -	Principais Clientes da Empresa e suas Localizações.....	68
Figura 24 -	Participação no Mercado Brasileiro em Mecanismos Manuais.....	69
Figura 25 -	Participação no Mercado Brasileiro em Mecanismos Hidráulicos.....	69
Figura 26 -	Participação no Mercado Brasileiro em Bombas Hidráulicas	69
Figura 27 -	PDP – Visão Geral.....	71
Figura 28 -	Fluxograma da Determinação do Risco	77
Figura 29 -	PDP e o Planejamento Estratégico	94
Figura 30 -	Organograma Engenharia de Produto – modelo anterior	95
Figura 31 -	Cronograma de Melhoria no PDP da Empresa	99
Figura 32 -	Fluxograma da Análise da Concorrência	107
Figura 33 -	Novo Organograma da Engenharia de Produto	109
Figura 34 -	ADP e PDP – Fluxograma do Novo Modelo.....	110
Figura 35 -	ADP e PDP – Processos Subseqüentes	127
Figura 36 -	Sistema de Direção Hidráulica e Eletrohidráulico.....	135
Figura 37 -	Principais Componentes do Sistema Eletrohidráulico	136
Figura 38 -	Medições do Ruído <i>Moan</i>	139
Figura 39 -	Medições do Ruído <i>Moan</i> – comparativo entre bombas.....	140
Figura 40 -	Medições do Ruído <i>Whine</i>	141
Figura 41 -	Medições do Ruído <i>Whine</i> – comparativo entre bombas	141

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Produção Mundial de Veículos 1993 - 2002.....	16
------------	---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Características do PPD e IPD.....	27
Quadro 2 -	Exemplos de Modelos de Fases do PDP por autores de <i>Marketing</i> (BUSS, 2002).....	30
Quadro 3 -	Exemplos de Modelos de Fases do PDP por autores de Engenharia (BUSS, 2002).....	31
Quadro 4 -	<i>Quality Gates</i> do PDP de um fabricante de caminhões comerciais (ALLIPRANDINI e SILVA, 2003)	32
Quadro 5 -	Resumo dos elementos do Conhecimento Declarativo envolvidos no PDP (ALLIPRANDINI e SILVA, 2003)	36
Quadro 6 -	Guia para classificação das categorias de projeto	72
Quadro 7 -	Guia para classificação dos tipos de <i>Design Review</i>	72
Quadro 8 -	Responsabilidades do PDP – Gate Reviews.....	76
Quadro 9 -	Risco do Projeto	78
Quadro 10 -	Revisões do PDP requeridas por categoria de projeto	79
Quadro 11 -	Entrada de Dados X Ferramentas de Análise	81
Quadro 12 -	Arquivo de Documentos.....	82
Quadro 13 -	Matriz de Responsabilidade	83
Quadro 14 -	Pontos Fortes e Fracos do PDP na Empresa.....	88
Quadro 15 -	Resumo da Ameaças e Oportunidades.....	89
Quadro 16 -	Zona de conforto X Oportunidade para mudança X Ambiente a ser enfrentado.....	90
Quadro 17 -	Análise da Concorrência: Situação Anterior X Situação Proposta.....	102
Quadro 18 -	Guia para classificação das categorias de projeto ADP	113
Quadro 19 -	Revisões e Documentos do ADP requeridos por categoria.....	114
Quadro 20 -	Arquivo de Documentos do ADP.....	128
Quadro 21 -	Análise Genérica da Concorrência.....	137

SIGLAS

• ADP	<i>Advanced Development Process</i> – Processo de Desenvolvimento Avançado de Produto.
• CA	<i>Concept Approval</i> – Aprovação do Conceito.
• CD	<i>Concept Direction</i> – Direcionamento do Conceito.
• CDP	Cronograma de Desembolso do Projeto.
• CDR	<i>Critical Design Review</i> – Revisão Crítica do Design.
• CI	<i>Concept Initiation</i> – Iniciação do Conceito.
• CPC	Característica Principal de Controle.
• CPP	Característica Principal do Produto.
• DFA	<i>Design for Assembling</i> – Projeto para Montagem.
• DFM	<i>Design for Manufacturing</i> – Projeto para Fabricação.
• DFMEA	<i>Design Failure Mode Evaluation Analysis</i> – Análise e Avaliação do Modo de Falha do Projeto.
• DOE	<i>Design of Experiments</i> – Projeto de Experimentos.
• EAV	Engenharia de Análise do Valor.
• FA	<i>Final Approval</i> – Aprovação Final.
• FTQ	<i>Fist Time Quality</i> – Qualidade na Primeira Vez. Indicador usado para mensurar a taxa de sucesso ou a taxa de falhas ocorrida em um processo produtivo ao testar o produto pela primeira vez. Usualmente este indicador é mensurado em PPM.
• IDR	<i>Interim Design Review</i> – Revisão Intermediária do Design.

• IPTV	<i>Index per Thousand Vehicles</i> . Número de falhas ocorridas para cada mil veículos produzidos.
• MASP	Método de Análise e Solução de Problemas.
• NPR	Número de Prioridade de Risco.
• NVH	<i>Noise, Vibration and Harshness</i> . Nomenclatura inglesa utilizada para o campo de estudo do conforto vibroacústico.
• PA	<i>Production Approval</i> – Aprovação para Produção.
• PD	<i>Project Definition</i> – Definição do Projeto.
• PDP	<i>Product Development Process</i> – Processo de Desenvolvimento de Produto.
• PDR	<i>Preliminary Design Review</i> – Revisão Preliminar do Design.
• PDT	<i>Product Development Team</i> – Equipe de Desenvolvimento do Produto usualmente chamado neste trabalho de Product Team.
• PFMEA	<i>Process Failure Mode Evaluation Analysis</i> – Análise e Avaliação do Modo de Falha do Processo.
• PPAP	<i>Production Parts Approval Process</i> – Processo de Aprovação de Peças de Produção.
• PPM	Partes Por Milhão. Taxa de falha de um determinado processo.
• PR	<i>Performance Review</i> – Revisão de Desempenho.
• PRR	<i>Production Readiness Review</i> – Revisão de Preparação para Produção.
• QFD	<i>Quality Function Deployment</i> – Desdobramento da Função Qualidade.
• RR	<i>Requirements Review</i> – Revisão dos Requisitos.
• SOP	<i>Start of Production</i> – Início de Produção.
• SOW	<i>Statement of Work</i> – descrição de cada tarefa definida para o projeto.

RESUMO

A organização do Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) constitui-se em um fator diferencial para empresas que trabalham em mercados altamente competitivos, como o setor automotivo. Este é um setor de renovação tecnológica intensa, em que a pesquisa aplicada e o desenvolvimento de novos produtos estão fortemente associados à manutenção das posições de mercado das empresas. Assim, a melhoria contínua e evolutiva do PDP, mais que uma opção, transforma-se numa necessidade para estas companhias. Este trabalho relata a intervenção na organização do PDP de uma companhia brasileira atuante no ramo automotivo, enfocando a melhoria do processo. A partir da análise de modelos para o PDP encontrados em literatura, analisa-se criticamente o modelo utilizado pela empresa. A partir disso, é elaborada uma nova versão para a metodologia relativa ao PDP existente, que é caracterizada principalmente por um maior alinhamento com as diretrizes de planejamento estratégico da companhia. Como resultado da aplicação desta nova metodologia são relatados seus benefícios na companhia e alguns desenvolvimentos recentes de produtos.

PALAVRAS-CHAVE

Processo de Desenvolvimento de Produto, Desenvolvimento de Competências no PDP, Setor Automotivo.

ABSTRACT

The organization of the Product Development Process (PDP) constitutes a competitive differential element for companies working in highly competitive markets as the automotive branch. This is a sector of intense technological renewal, in which the applied research and the new products development is strongly associated to the maintenance of the companies' market positions. Thus, the continuous and evolvement of the PDP, more than an option, is transformed into a need for these companies. This work addresses an intervention in the organization of the PDP in a Brazilian company belonging to the automotive branch, focusing the process improvement. Starting from the analysis of PDP models found in literature, it is made a critical analysis on the model used by the company. Then it is elaborated a new version of the methodology regarding the existent PDP, which is mainly characterized by a deeper alignment with the strategic planning guidelines of the company. As result of this new methodology application, benefits in the company and some recently product developments are reported.

KEY- WORDS

Product Development Process, Competencies Development on PDP, Automotive Sector.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Comentários Iniciais

O setor automotivo, ao longo dos anos, tem guiado a forma de gestão e a forma de desenvolvimento e lançamento de novos produtos no mercado, servindo de *benchmark* para outros setores. Trata-se de um setor de intensa renovação tecnológica, em que a pesquisa e o desenvolvimento de novos produtos estão fortemente associados à continuidade das empresas que operam neste mercado.

Segundo Medina e Naveiro (2000), o automóvel é o objeto técnico mais conhecido do nosso século, mas, para seus usuários, é um famoso desconhecido, pois as pessoas o adquirem visando ao conforto, à facilidade de deslocamento e ao bom desempenho. O automóvel é um objeto que, no final do século XIX, diferenciou-se das carruagens não somente pelo seu motor à combustão interna, mas pelo uso de novos materiais.

Do conceito de verticalização total da forma de produção do Fordismo – no qual praticamente todas as peças eram produzidas pela Ford – a indústria automobilística tem se transformado em coordenadora de uma rede complexa, integrada por grupos industriais produtores de autopeças. Por vezes, estes grupos são mais poderosos que as próprias montadoras, dedicando-se a atividades de pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e processos em busca de maior competitividade, em um mercado cada vez mais exigente em relação a inovações e qualidade. Novas especialidades e novos conhecimentos são colocados à disposição das montadoras para projetos inovadores.

Todo este complexo de interações e desafios faz com que o setor automotivo se modernize. Modernizar, neste caso, também significa fazer com que a complexidade do automóvel torne-o mais simples de ser utilizado e montado, trazendo vantagens para consumidores e produtores.

Portanto o automóvel, hoje, é um complexo de sistemas intermediários constituído a partir de milhares de peças. Estes sistemas estão associados a diversas empresas do setor automotivo. Cada empresa possui sua forma de analisar a concorrência, de pesquisar e inovar tecnologicamente, de relacionar-se com as montadoras e de fabricar produtos que

garantam a sua presença no mercado. Além disso, cada empresa possui seu Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP). Logo, o PDP em empresas do setor automotivo tem se tornado o cartão de visita nas mesas de negociação entre fornecedores de sistemas automotivos e montadoras de veículos.

A gestão que cada empresa dedica ao desenvolvimento do produto pode ser o diferencial, não somente no momento de obter o negócio, como também nas fases que se seguem: projeto, lançamento em produção e vida do produto. Em um ambiente tecnologicamente competitivo – com altas exigências de flexibilidade, rapidez, preço e qualidade – é imperativo que a empresa tenha uma forma estruturada e eficiente para desenvolver seus produtos, sincronizada com as necessidades dos clientes e associada ao futuro da organização.

A abordagem que montadoras como GM, Ford e Chrysler conduziram ao assunto ficou bem caracterizada nas edições do APQP Manual (Manual de Planejamento Avançado da Qualidade do Produto) e QS9000 Manual.

O nível de exigência do PDP no setor automotivo acompanha o volume de produção de veículos em cada país. A Tabela 1 apresenta dados de volumes de produção mundial de veículos entre os anos de 1993 e 2002. Percebe-se que a produção mundial de veículos vem apresentando incrementos contínuos, ao passo que a produção de veículos no Brasil ainda apresenta períodos de instabilidade.

Tabela 1 - Produção Mundial de Veículos 1993 - 2002

Mil unidades /Thousand units										
PAÍS/COUNTRY	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Estados Unidos/United States	10.876	12.254	12.065	11.859	12.158	12.003	13.025	12.800	11.425	12.275
Japão/Japan	11.228	10.554	10.196	10.347	10.975	10.050	9.895	10.141	9.777	10.258
Alemanha/Germany	4.032	4.356	4.667	4.843	5.023	5.727	5.688	5.527	5.692	5.469
França/France	3.156	3.558	3.475	2.391	2.580	2.954	3.180	3.348	3.628	3.693
China/China	1.162	1.351	1.435	1.470	1.580	1.628	1.830	2.069	2.334	3.251
Coréia do Sul/South Korea	2.050	2.312	2.526	2.813	2.818	1.954	2.843	3.115	2.946	3.148
Espanha/Spain	1.768	2.142	2.334	2.412	2.562	2.826	2.852	3.033	2.850	2.855
Canadá/Canada	2.248	2.321	2.420	2.397	2.257	2.173	3.059	2.962	2.533	2.628
México/Mexico	1.097	1.123	937	1.226	1.360	1.453	1.550	1.935	1.841	1.821
Reino Unido/United Kingdom	1.569	1.695	1.765	1.920	1.936	1.976	1.973	1.814	1.685	1.821
BRASIL/BRAZIL	1.391	1.581	1.629	1.804	2.070	1.586	1.357	1.691	1.817	1.792
Itália/Italy	1.277	1.534	1.667	1.545	1.828	1.693	1.701	1.738	1.580	1.427
Rússia/Russia	1.646	1.128	1.106	1.062	1.224	1.093	1.234	1.263	1.323	1.284
Bélgica/Belgium	416	480	468	438	431	406	291	1.033	1.187	1.056
Índia/India	372	475	573	686	596	513	818	801	815	892
Rep.Tcheca/Czech Republic	229	180	216	272	367	410	376	455	465	447
África do Sul/South Africa	ND/NA	ND/NA	389	386	362	312	326	357	407	404
Malásia/Malaysia	ND/NA	ND/NA	ND/NA	ND/NA	266	128	254	283	359	395
Turquia/Turkey	409	243	282	276	344	344	298	431	271	347
Austrália/Australia	302	336	332	325	349	384	303	347	319	344
Taiwan (Formosa)/Taiwan	395	423	406	366	381	405	353	373	272	337
Polónia/Poland	347	262	382	384	322	415	575	505	348	310
Suécia/Sweden	337	435	490	463	480	483	246	301	289	276
Argentina/Argentina	342	409	285	313	446	458	305	340	236	159
Outros/Others	402	378	91	116	402	558	1.927	1.712	1.905	2.151
TOTAL/TOTAL	47.051	49.530	50.136	50.114	53.117	51.932	56.259	58.374	56.304	58.840

ND/NA :Não disponível./Not available.

Fontes/Sources :Anfavea,CCFA,Oica,VDA e Wards Communications.

Notas: 1.De acordo com a CCFA,a produção da França a partir de 1996 se refere apenas aos autoveículos fabricados no país; antes,a informação dizia respeito também à produção de empresas francesas em outros países.

2.A produção da Suécia,a partir de 1999,se refere aos autoveículos fabricados no país.

Antes,a informação dizia respeito também à produção de empresas suecas em outros países.

3.A produção da Bélgica,a partir de 2000,inclui montagem de autoveículos.

Notes: 1.According to CCFA,French production since 1996 refers only to locally manufactured vehicles; previously,the information was also about the production of French companies in other countries.

2.The Swedish production since 1999 refers only to locally manufactured vehicles;

previously,the information was also about the production of Swedish companies in other countries.

3.The Belgium production since 2000 includes vehicle assembly.

A Figura 1, criada pelo autor deste trabalho a partir dos dados da Tabela 1, traz um gráfico comparativo entre as taxas de crescimento dos volumes de produção mundial de veículos e a evolução da produção de veículos no Brasil.

Nos últimos dez anos – tomando-se como base o ano de 1993 – a produção mundial de veículos sofreu um incremento de aproximadamente 25%. No mesmo período, a produção de veículos no Brasil obteve um incremento de 29% – este incremento poderia ter sido melhor, voltando-se aos níveis de atividade de 1997.

Analisando-se este cenário de mercado crescente, empresas que atuam como fornecedores de sistemas automotivos para o país ou para mercado de exportação têm a oportunidade de aumentar sua faixa de atuação e de faturamento se possuir um PDP eficaz e se estiver preparada para concorrer com novos competidores.

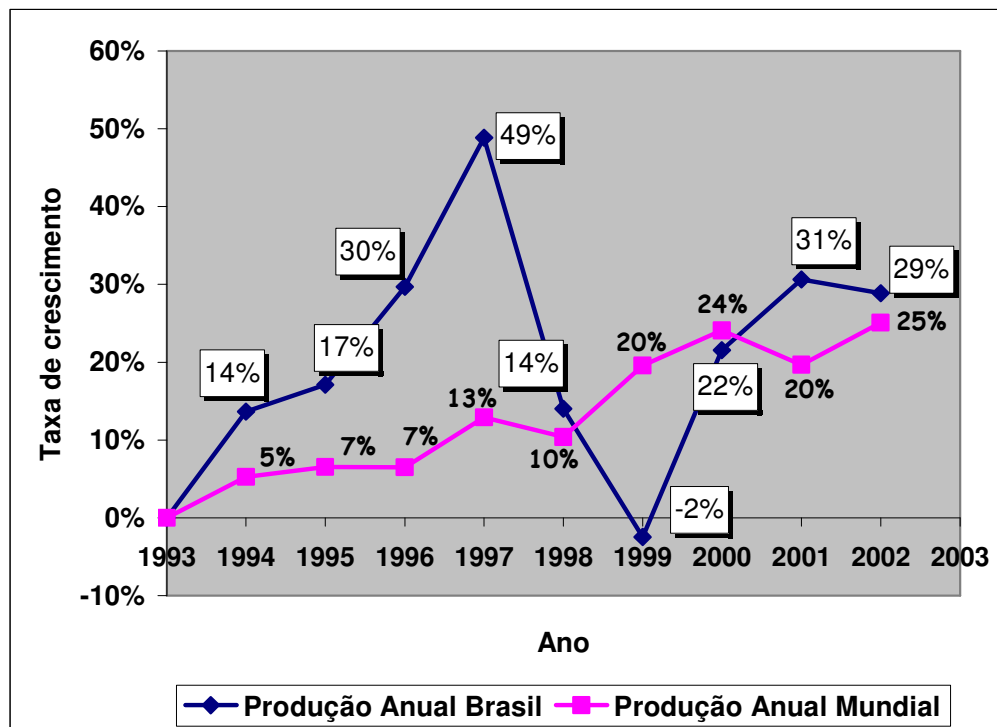


Figura 1 - Taxa de Crescimento da Produção de Veículos 1993 – 2002

1.2 Tema e Objetivos

O tema central deste trabalho de conclusão de curso de mestrado refere-se ao PDP na perspectiva do setor automotivo, onde o lançamento de produtos que atendam às necessidades do cliente, de forma rápida e eficaz, funciona como um diferencial competitivo.

O objetivo principal deste trabalho é propor e implementar melhorias no atual Processo de Desenvolvimento de Produto numa empresa do setor automotivo. Como objetivos secundários, decorrentes desta intervenção, busca-se:

- obter um maior alinhamento do PDP ao planejamento estratégico da empresa;
- introduzir nova metodologia para a pesquisa e conceituação de produto, garantindo melhor nível de desempenho quando do seu lançamento no mercado;
- estreitar relações com clientes durante a obtenção e o desenvolvimento de novos produtos; e;
- desenvolver competências e tecnologia na empresa através de parcerias estratégicas.

1.3 Justificativa do Tema e Objetivos

O PDP de uma empresa – em especial no setor automotivo – define como esta empresa está “armada” para enfrentar a concorrência. Longe de ser apenas um diferencial na forma de gestão, é o meio para perpetuar sua presença no mercado, promover a obsolescência e a substituição de seus produtos antes que o seu competidor o faça, inovar sem romper vínculos de continuidade, “fazer certo da primeira vez” – pois não há chance para satisfazer a necessidade do cliente noutra oportunidade – e, ainda, potencializar as chances de obtenção do lucro.

Sob este aspecto, Clark e Fujimoto (1991) ressaltam que o PDP tornou-se uma poderosa ferramenta para a melhoria do desempenho das empresas no quesito de satisfação das expectativas dos clientes, a ponto de fazer a diferença na competitividade de uma empresa e de seus produtos em longo prazo.

Segundo Buchholz (2001), o tempo médio de desenvolvimento de produtos da General Motors (GM), entre 1998 e 2000 – incluindo Saturn L-Series, Oldsmobile Aurora, Pontiac Aztek, Chevrolet Avalanche 1500 e Buick Rendezvous – era de 33 meses. A GM, atualmente, completa o ciclo de desenvolvimento de produtos para veículos como Chevrolet Avalanche 2500, Saturn VUE, Escalade EXT, Pontiac Vibe e Hummer H12 em períodos de 16 a 27 meses. Especificamente o Hummer H12 2002 consumiu 16 meses dos engenheiros da GM, desde a sua concepção até o início de sua produção.

Em adição, o autor relata que ferramentas como CAD, CAE e CAM têm sido utilizadas mais intensamente pela General Motors no desenvolvimento de produtos, com o objetivo de reduzir custo e tempo de desenvolvimento. De 1998 para 2001, os requisitos de testes de engenharia sofreram um significativo incremento. O preço de um protótipo de um veículo completo, hoje, é, aproximadamente, US\$ 1.000.000 (um milhão de dólares). Estas ferramentas têm auxiliado a conter a espiral deste custo através de simulações de testes de engenharia baseadas em modelos matemáticos. Destaca-se, ainda, a atual prática de desenvolvimento de produto da GM, focada em equipes de trabalho que utilizam os recursos de cinco centros de engenharia ao redor do mundo, em diversas localizações, para *design*, integração, desenvolvimento e validação de veículos, bem como o uso intensivo de tecnologia de simulação baseada em modelos matemáticos.

De acordo com Tom Davis – Vice Presidente de Desenvolvimento de Produtos da GM para a América do Norte – as engenharias de desenvolvimento de produtos, em 1995, eram divididas em: engenharia de carros pequenos, engenharia de carros médios, engenharia de caminhões, *design* e veículos executivos. Em 1999, o desenvolvimento de produto condensou-se em engenharia de carros, engenharia de caminhões, *design* e veículos

executivos. Porém em 2001 o desenvolvimento de produto já estava dividido em engenharia combinada de carros e caminhões, *design* e veículos executivos. Nota-se aqui um processo contínuo de integração das competências existentes na companhia (BUCHHOLZ, 2001).

Portanto o uso de tecnologias de simulação numérica, bem como uma forte integração entre departamentos e centros de engenharia, através de uma gestão de PDP eficaz, tem sido uma busca constante nas empresas de ponta do setor automotivo – sejam montadoras, sejam fabricantes de sistemas ou de componentes automotivos. Tais processos visam a reduzir custos e tempo de desenvolvimento, garantindo maior eficácia em um mercado altamente competitivo, com requisitos de qualidade crescentes, de forte apelo tecnológico (associados a conforto, segurança e desempenho) e sinônimo de *status* social.

Neste cenário situa-se a empresa objeto desta pesquisa. A empresa oferece ao mercado automotivo sistemas associados ao conforto e à segurança ao dirigir, integrados a diversas solicitações veiculares. Cada sistema é desenvolvido de forma a atender os requisitos do cliente e a garantir uma dirigibilidade eficiente. Aspectos como: segurança, conforto, confiabilidade, precisão de movimentos e durabilidade, complementam o atual estágio de “Classe Mundial” dos veículos produzidos hoje no país.

Atuando em um ambiente extremamente competitivo, o desafio da empresa é ampliar sua posição nos atuais mercados e conquistar novos negócios. Esta meta vem sendo confirmada em montadoras tradicionais do mercado brasileiro, em montadoras recentemente instaladas no país e em novos desafios no exterior. O desenvolvimento de novos produtos é fundamental para a manutenção do negócio da empresa, pois a vida do produto está associada à vida da plataforma veicular a que se destina.

Faz parte do Planejamento Estratégico da empresa a ênfase aos novos desenvolvimentos de aplicação e o desenvolvimento de novas tecnologias para sistemas de direção veicular. Como metodologia no desenvolvimento de produto, a empresa busca, junto ao cliente, as informações que formam os requisitos para os sistemas de direção; ela projeta, desenvolve, fabrica e valida cada componente em seus Laboratórios de Testes.

O PDP nesta empresa vem sofrendo “*upgrades*” ao longo da sua história. Em função da associação da empresa com uma Divisão da General Motors, uma metodologia corporativa para o Desenvolvimento de Produtos havia sido adotada. Com a certificação ISO9001 – obtida em 1995 –, o PDP foi enquadrado no Controle de Projetos requisitado pela norma da ISO em seu capítulo 4.4. Em 1997, uma nova versão deste PDP foi implementada e consolidou-se na certificação QS9000 (1998). Recentemente, adequações foram incorporadas ao processo para obtenção das certificações ISO-TS 16949 e ISO 14001 (2002).

Para continuar atuando fortemente no mercado, sendo reconhecida por seus clientes como uma empresa inovadora, é necessário continuar evoluindo na forma de desenvolvimento e lançamento de seus produtos no mercado. Uma melhoria da atual sistemática de PDP é de grande importância, visto que os objetivos estratégicos da empresa são sustentados pelos novos produtos. Existe na empresa uma forte cultura de trabalho associada às práticas das montadoras do país. Melhorias nos procedimentos de PDP devem considerar esta cultura.

Continuamente departamentos e funções evoluem em sua forma de trabalho – uma visão de cliente interno deve ser sempre considerada de forma a permitir uma integração cada vez mais eficiente entre os departamentos da empresa. Formas de gestão e novas tecnologias de projeto – mesmo de sistemas já utilizados, como CAD, CAE e CAM – evoluem ano a ano. Atualizar o PDP em relação a estas tecnologias é pertinente e necessário. Os clientes também ficam mais exigentes a cada lançamento de um novo veículo, especialmente em relação a requisitos de conforto e de segurança. Antecipar necessidades e promover um ambiente de relacionamento de confiança e parceria, no desenvolvimento destes novos veículos, com as montadoras também torna-se um fator de competitividade para o PDP da empresa.

1.4 Método de Trabalho

Este trabalho de conclusão caracteriza-se, quanto à sua natureza, como uma pesquisa aplicada, pois está focado na geração de conhecimentos e de metodologias para a melhoria do PDP de uma empresa do setor automotivo.

Quanto à sua abordagem, a pesquisa caracteriza-se como qualitativa, pois trabalha com dados provenientes de entrevistas – realizadas nos departamentos da empresa – e de diretrizes do seu planejamento estratégico.

Quanto aos objetivos, caracteriza-se como uma pesquisa descritiva, em que a empresa e o seu ambiente são retratados, e o modelo de PDP existente é analisado criticamente.

Finalmente, do ponto de vista dos procedimentos, a pesquisa reveste-se do caráter de pesquisa-ação, onde pesquisador e equipes trabalham comprometidos com a implementação do plano de intervenção para melhoria do PDP. Thiollent (2000) sustenta que esta metodologia é concebida e realizada em estreita associação com a resolução de um problema coletivo, onde pesquisador e participantes, representativos da situação, estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. Assim, o interveniente no objeto de

pesquisa (autor deste trabalho), além de atuar ativamente no processo de intervenção de melhoria no PDP, também faz o papel de analista do desenvolvimento e dos resultados da pesquisa.

Em uma seqüência de eventos, o Método de Trabalho desta pesquisa-ação pode ser assim caracterizado:

- O autor do trabalho, que também é o gestor da Engenharia de Produto da empresa em que se desenvolve a pesquisa, executa uma revisão bibliográfica sobre as principais práticas de PDP, enfocando a relevância do planejamento estratégico das empresas e buscando subsídios para a execução da pesquisa na empresa.
- Pesquisa realizada junto aos Diretores, demais Gerentes de Departamentos e integrantes das Equipes de Desenvolvimento de Produto, visando obter elementos para executar a análise crítica do modelo existente do PDP. Esta fase da pesquisa também busca identificar a visão dos diversos departamentos da empresa em relação ao PDP.
- Compilação e consolidação dos dados da pesquisa realizada nos departamentos da empresa. Esta etapa tem o objetivo de mensurar os itens mais relevantes para a melhoria do PDP da empresa, permitindo a priorização do plano de intervenção posterior.
- Cruzamento da pesquisa com o Planejamento Estratégico da empresa e do departamento de Engenharia de Produto. Esta etapa tem o objetivo de identificar (i) convergências entre o relato dos entrevistados com o planejamento estratégico da empresa e (ii) outras oportunidades relevantes ao plano de intervenção posterior.
- Análise crítica do modelo de PDP utilizado pela empresa visando identificar e analisar:
 - ✓ ameaças e oportunidades do atual sistema;
 - ✓ pontos fortes e pontos fracos;
 - ✓ potencial de melhorias; e
 - ✓ alinhamento do modelo de PDP ao planejamento estratégico da empresa.
- Nova pesquisa bibliográfica a fim de complementar as referências para os assuntos revelados pela análise crítica do PDP e servir de base para a estruturação do plano de intervenção para melhoria do PDP.

- Estabelecimento do Plano de Intervenção para Melhoria do PDP da empresa. O plano contém desdobramento das iniciativas de melhoria com respectivo cronograma.
- Implementação do Plano de Intervenção para Melhoria do PDP da empresa com descritivo das áreas e procedimentos modificados ou reestruturados.
- Utilização do novo modelo de PDP com ênfase na apresentação dos produtos desenvolvidos como resultado do novo modelo.
- Análise dos resultados e benefícios obtidos com o novo modelo de PDP.
- Identificação de novas oportunidades de melhorias no PDP para a seqüência de evolução do processo.

1.5 Limitações do Trabalho

O presente trabalho de conclusão, voltado à melhoria do PDP existente na empresa, é desdobrado apenas no âmbito interno da companhia. Embora sejam abordados diversos aspectos relacionados com o mercado automotivo e com as montadoras de veículos, que são os principais clientes da empresa, a fase de pesquisa das atividades relacionadas ao PDP foi executada somente junto aos departamentos internos da companhia. Portanto não relaciona nenhuma pesquisa junto ao cliente final com o objetivo específico de coleta de dados para melhoria do PDP da empresa. Porém ações relacionadas aos objetivos estratégicos da empresa que, por premissa, abordam a visão do cliente, através de pesquisa da *Voice of the Customer* (voz do cliente) são realizadas como subsídios para o trabalho.

Embora diversas iniciativas estejam associadas ao conhecimento e à exploração dos pontos fortes e fracos dos competidores da empresa, elementos externos à empresa não fazem parte da abrangência deste trabalho. Da mesma forma, apesar da forte influência e da interface da Engenharia de Produto com a Área Comercial, não faz parte do escopo deste trabalho o detalhamento de atividades e funções da área de Análise de Negócios e de Mercado da empresa, que abrangem as projeções de demanda e oportunidade de negócios para a empresa. Um estudo focado neste seguimento já seria objeto de um trabalho específico, não contemplado por esta pesquisa. Neste sentido, segundo Kuyven (2004), a compreensão do macro e do microambiente da empresa são necessárias para a execução da análise e da projeção de demanda do mercado, identificando tais tendências e estimando

seu impacto. Também não faz parte deste trabalho o estabelecimento ou o relato de métricas ou de indicadores para o monitoramento do desempenho do PDP da empresa.

Finalmente, devido ao caráter sigiloso de algumas informações, e com o objetivo de preservar a competitividade da empresa, o desdobramento da pesquisa interna não é relatado em sua íntegra, bem como algumas ações decorrentes da análise crítica feita a partir da pesquisa.

1.6 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está organizado em cinco capítulos e um anexo. No primeiro capítulo, o tema do trabalho é introduzido, justificando-se a importância do PDP no setor automotivo. É feito um breve relato do setor junto à evolução dos volumes mundiais de produção de veículos, bem como de alguns dados de tempo e custos de desenvolvimento recentes. O capítulo também apresenta os objetivos da melhoria do PDP, o método utilizado, as limitações e a forma como o trabalho está estruturado.

O segundo capítulo traz uma revisão bibliográfica contemplando: (i) as principais práticas de PDP existentes; (ii) a relação do PDP com o planejamento estratégico da empresa; (iii) o papel decisivo da inovação no desenvolvimento de novos produtos; (iv) a análise da concorrência como elemento no aprendizado do PDP e (v) a necessidade de competências técnicas específicas no setor automotivo.

O terceiro capítulo descreve o modelo existente de PDP utilizado na empresa em que se desenvolve o trabalho. Traz um breve histórico de sua evolução e apresenta a metodologia vigente em momento anterior ao trabalho. Este capítulo visa a situar o modelo existente de PDP da empresa no cenário automotivo e identificar *gaps* (oportunidades de melhorias) em relação às principais práticas de desenvolvimento de produto abordadas pela literatura. Faz uma análise crítica baseada em uma pesquisa qualitativa – realizada internamente na empresa – que visa a identificar pontos fortes e fracos do atual sistema de PDP utilizado, potencial de melhorias e ajuste do PDP ao planejamento estratégico da empresa. Este capítulo faz um diagnóstico interno do sistema atual da empresa.

O quarto capítulo propõe um plano de intervenção para melhoria do PDP na empresa. Descrevem-se as melhorias realizadas, a nova metodologia do PDP e os passos executados em sua implementação. Ao final do capítulo são relatados dois casos de desenvolvimento de produto resultantes da aplicação da nova metodologia de PDP.

O quinto capítulo apresenta as conclusões obtidas a partir do trabalho desenvolvido, as lições aprendidas e uma discussão sobre as limitações do trabalho. São propostas,

ainda, sugestões para novas melhorias no PDP, que possam dar continuidade ao trabalho desenvolvido.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Principais Práticas de PDP

Ao longo da história, o PDP vem sofrendo alterações e adições. Sob esta perspectiva, Cunha (2004-a) faz um relato da evolução dos métodos e das técnicas de desenvolvimento de produto, do final do século XIX até o final do século XX, do estudo dos primeiros sistemas técnicos até a gestão do *portfolio* de produtos, no qual o foco na inovação de produto passa a ser incorporado ao planejamento estratégico das empresas. A figura abaixo ilustra esta evolução.

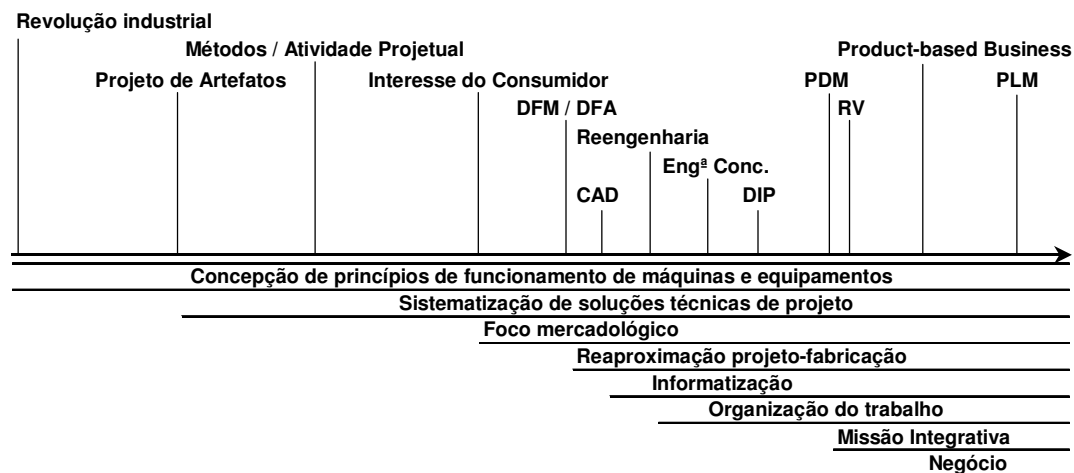


Figura 2 - Evolução Histórica de Métodos e Técnicas para a Gestão do Desenvolvimento do Produto: Linha de Tempo (CUNHA, 2004-a).

Neste histórico, a Engenharia Simultânea aparece como uma metodologia de PDP na qual a ocorrência de paralelismo (simultaneidade) de tarefas no projeto, tais como *design* de produto e processo, testes e análises, executadas por equipes multidisciplinares, permite reduzir o tempo total de desenvolvimento, acelerando a introdução do produto no mercado.

A forma de trabalho destas equipes multidisciplinares permite a criação de interfaces naturais entre os elementos da equipe. Isto permite uma comunicação mais eficaz entre as funções técnicas responsáveis pelo desenvolvimento do produto (CUNHA, 2004-a), Esta metodologia de PDP é uma contrapartida a métodos tradicionais onde o desenvolvimento ocorre de forma seqüencial, com etapas estanques entre si (MENAND e TOLLENAERE, *apud* KUSIAK e WANG, 2001).

O PDP possui diferentes nomenclaturas em função do ambiente em que foi criado e da metodologia aplicada no seu gerenciamento. Segundo Anderson (1996), existem duas escolas primárias de pensamento que definem as arquiteturas mais efetivas de desenvolvimento de novos produtos na empresas: (a) PPD – *Phased-Product Development*; e (b) IPD – *Integrated Product Development*.

A primeira escola de pensamento é um conceito derivado do PPP – *Phased-Program Planning* – usado pela NASA no desenvolvimento de mísseis e em outros programas de grande escala. Hoje, muitas indústrias utilizam modelos modificados da metodologia original da NASA, com diferentes nomenclaturas, tais como: *Structured Development Process*, *Stage-Gate*, *Gate-Review*, *Phase Review Process* e *Phased-Product Review Process*, dentre outras.

A segunda escola de pensamento também é derivada de práticas de sucesso. Neste caso, no desenvolvimento de produtos utilizadas na *Skunk Works* da *Lockheed Aircraft's* – famosa pelo desenvolvimento de aeronaves avançadas como o *U2 Spy Plane* e o *SR-71 Blackbird*. A metodologia formada na *Skunk Works*, a exemplo do que aconteceu com o gerenciamento da qualidade, desenvolveu-se fortemente no Japão, apesar de surgida, inicialmente, na indústria americana. Arquiteturas modificadas desta metodologia são usualmente chamadas de *Concurrent Engineering* ou Engenharia Simultânea.

O Quadro 1, a seguir, apresenta características básicas destas arquiteturas de desenvolvimento de produtos.

Quadro 1 - Características do PPD e IPD

<i>PPD – Phased Product Development</i>	<i>IPD – Integrated Product Development</i>
<ul style="list-style-type: none"> • A equipe de projeto trabalha efetivamente para o comitê de revisão – usualmente, a alta gerência da empresa. • É um Processo de Desenvolvimento de Produto fortemente orientado por atividades em todas as áreas. • Propicia um sistema disciplinado para gerenciamento de desenvolvimento de produto, assegurando que etapas do processo não sejam ignoradas. • Riscos técnicos e de mercado são controlados pela alta gerência; em função disto, a alocação de recursos é baseada no êxito obtido em cada etapa do desenvolvimento. • Assegura um processo de direcionamento para o mercado melhor que um direcionamento técnico. • As equipes de projeto provêm de diversos departamentos e funções da empresa. • Propicia visibilidade às equipes de projeto e aos seus projetos dentro da empresa. 	<ul style="list-style-type: none"> • O desafio do desenvolvimento de um novo produto é delegado a um gerente de projeto e a sua equipe de projeto, incluindo objetivos e responsabilidades sobre custo, recursos, qualidade, prazos e requisitos específicos, desde o conceito até a comercialização do produto. • Um número pequeno de integrantes da equipe tem dedicação exclusiva ao projeto, cobrindo funções essenciais do programa e sendo alocados em uma mesma área. Outras especialidades trabalham parcialmente dedicadas ao programa. • O foco desta metodologia de desenvolvimento está na intensa comunicação entre os membros da equipe de projeto, o que propicia tomada de decisão e integração multifuncional. • O comprometimento da equipe (com os resultados do projeto) permite sobreposição e integração entre atividades de desenvolvimento de uma forma criativa.

Partindo da mesma base que a Engenharia Simultânea, o Desenvolvimento Integrado de Produto (DIP) é uma filosofia de gestão que busca integração ao desenvolvimento de produto através das atividades em equipe (Engenharia Simultânea) e dos modelos de desenvolvimento que incorporam a visão do mercado, incluindo fases de *marketing* em todo o período do PDP – integrando a visão estratégica da empresa (ECHEVESTE, 2003).

Além das arquiteturas existentes de PDP, suas derivações e nomenclaturas, pode-se dizer que o PDP possui uma dimensão estratégica para as empresas no contexto global e, em especial, no setor automotivo, pois o lançamento de produtos antes dos concorrentes,

com a qualidade desejada pelo mercado e com o custo adequado contribui para o sucesso de uma empresa (ALLIPRANDINI e SILVA, 2001).

Se o sucesso da empresa está vinculado à eficiência do seu PDP, toda metodologia de desenvolvimento de produto deveria possuir critérios que confirmassem a sua efetividade. Por exemplo, com relação ao critério de custo do produto e do seu desenvolvimento, Filomena (2004) destaca que as metodologias de PDP usualmente apresentam uma sólida relação de critérios de avaliação de investimento; entretanto, estas metodologias abordam muito pouco o custeio do produto. A maior parte dos custos dos produtos é determinada na sua fase de desenvolvimento, onde se encontram as maiores oportunidades de otimização dos mesmos. O autor propõe uma gestão dos custos durante o PDP através do custo-alvo e do cálculo do custeio do desenvolvimento de produto a partir dos custos do projeto e dos custos que o produto incorrerá sobre a estrutura da empresa.

Sob outro enfoque, Ferreira e Toledo (2001) afirmam que a qualidade, o tempo de desenvolvimento de produto – que tem de acompanhar as freqüentes variações das exigências dos clientes quanto à introdução de novas tecnologias – e a produtividade são três critérios de avaliação da eficácia do PDP na indústria automotiva.

De qualquer forma, a fim de obter sucesso no desenvolvimento e lançamento de produtos, as empresas buscam conciliar ferramentas e metodologias que otimizem o seu PDP, tanto nos aspectos relacionados à qualidade final do produto, como na efetividade do tempo de implementação e nos custos finais do produto. Sob este enfoque, Ferreira e Toledo (2001) propõem o agrupamento das metodologias e das ferramentas de suporte ao PDP em três categorias: técnicas estatísticas, técnicas organizacionais e técnicas genéricas.

Dentre as técnicas estatísticas que auxiliam a prevenção e o diagnóstico de falhas e a busca de solução de problemas, os autores destacam: *Design of Experiments* (DOE), Taguchi, Confiabilidade e *Failure Mode and Evaluation Analysis* (FMEA).

Dentre as técnicas de maior implicação organizacional – cujo objetivo é auxiliar no gerenciamento das atividades e dos fluxos das informações do PDP –, os autores colocam o *Quality Function Deployment* (QFD), o *Design for Manufacturing/Design for Assembling* (DFM/DFA), a Engenharia e a Análise do Valor (EAV) e as sete ferramentas gerenciais da qualidade. Como metodologia organizacional, aparece a Engenharia Simultânea.

Por fim, dentre as técnicas genéricas estão *Benchmarking* do Produto, PDM, TG (Tecnologia de Grupo) e ferramentas de sistemas CAD/CAE/CAM.

Neste sentido, Cunha (2004-b) faz uma abordagem a respeito da evolução e da convergência de ferramentas e metodologias de gestão da informação que, atualmente,

estão integrando a Gestão do Ciclo de Vida de Produto (PLM). Soluções de sistemas comerciais CAD e CAE evoluíram e se integraram com sistemas de gestão de dados relativos aos produtos em desenvolvimento (tecnologia PDM), que permitem o controle, por exemplo, sobre a aprovação de desenhos e de estruturas de produtos. Neste caminho, a gestão de estoques (tecnologia MRP) e a gestão de recursos de fabricação (tecnologia MRP-II), associadas à gestão de finanças, controladoria, recursos humanos e produção, integraram a tecnologia ERP. Finalmente, a superposição e a integração da tecnologia PDM com a tecnologia ERP proporcionaram a integração eletrônica de suporte ao PLM – que é o resultado da visão e da gestão integrada de todo o ciclo de vida do produto.

Entretanto todas as metodologias e ferramentas de suporte ao PDP devem ser utilizadas adequadamente ao longo do Processo de Desenvolvimento do Produto. O uso adequado destas metodologias tem por objetivo o sucesso do produto, que se confirmará somente após o seu lançamento no mercado.

Em um PDP, resultados parciais devem ser analisados ao longo do desenvolvimento, a fim de detectar problemas no projeto para realizar ações de correção na sua trajetória. Portanto, ao longo do desenvolvimento de qualquer produto ou processo, é necessária que se faça uma análise crítica periódica da evolução do projeto até aquele momento, a fim de nortear as equipes de desenvolvimento -- ou mesmo a alta gerência da empresa -- quanto ao desempenho do projeto na fase em questão. Nesta análise crítica faz-se um comparativo entre os dados de entrada originais do projeto e os resultados obtidos até o momento.

Main (2002) aponta que *Design Reviews* ou Revisões de Projeto têm sido utilizadas como método para assegurar que o desenvolvimento de produtos ou de processos atinja os requisitos necessários antes de serem liberados para a produção ou para a próxima fase de desenvolvimento. Tal procedimento, além de comprometer a alta administração da empresa com o projeto, permite um maior controle das atividades e das informações geradas durante o PDP; permitem, também, decidir se o projeto tem condições de continuar, se deve ser adiado, reprogramado ou mesmo cancelado (ALLIPRANDINI e SILVA, 2001).

Ao considerar o desenvolvimento de produto um processo estruturado que deve ser submetido a análises críticas temporais, pode-se verificar que vários tipos de *Design Reviews* (onde o foco de análise crítica é fortemente técnico, associado aos requisitos do produto) ou *Stage-Gates* (onde o projeto como um todo é analisado do ponto de vista de negócio para a empresa) devem ser conduzidos durante o curso do desenvolvimento do projeto, incluindo algumas etapas descritas abaixo, mas não se limitando às mesmas:

1. *Marketing*
2. Conceito

3. Detalhamento do Produto
4. Fabricação de Protótipos e Testes
5. Desenvolvimento do Processo
6. Pré-Produção
7. Produção

Neste sentido, Buss (2002) faz um apanhado do que a literatura das áreas de *Marketing* e Engenharia da Produção, sob os seus respectivos enfoques, tem relatado sobre os modelos de PDP. Os Quadros 2 e 3, a seguir, ilustram este paralelo:

Quadro 2 - Exemplos de Modelos de Fases do PDP por autores de *Marketing*
(BUSS, 2002)

[Dickson - 1997]	[Crawford - 2000]	[Park & Zaltman - 1987]	[Kotler - 1998]
Geração de Idéias	Identificação e Seleção de Oportunidades	Geração de Idéias	Geração de Idéias
Desenvolvimento de Conceito	Geração de Conceito	Seleção de Idéias	Triagem de Idéias
Plano de Desenvolvimento	Avaliação de Conceito / Projeto	Conceito de Produto	Desenvolvimento e Teste de Conceito
Desenvolvimento e Teste	Desenvolvimento Técnico	Análise de Performance de Mercado	Desenvolvimento da Estratégia de Marketing
Lançamento	Lançamento	Desenho do Mix de Marketing	Análise Comercial
		Testes de Mercado	Desenvolvimento do Produto
		Comercialização	Testes de Mercado
			Comercialização

Nota: Os autores citados neste Quadro foram referenciados no trabalho de Buss (2002).

Quadro 3 - Exemplos de Modelos de Fases do PDP por autores de Engenharia
(BUSS, 2002)

[Rozenburg & Eeckles - 1995]	[Pahl & Beitz - 1996]	[Kaminski - 2000]	[Nam Suh - 1990]
Análise do Problema	Especificação do Projeto	Especificação Técnica das Necessidades	Necessidade Social
Síntese das Soluções	Projeto Conceitual	Estudo de Viabilidade	Requerimentos Funcionais
Avaliação do Projeto	Projeto Preliminar	Projeto Básico	Atributos do Produto
	Projeto Detalhado	Projeto Executivo	Protótipo
		Palnejamento da Produção	Produto
		Execução	

Nota: Os autores citados neste Quadro foram referenciados no trabalho de Buss (2002).

O número de revisões, sua nomenclatura e a freqüência em que estas revisões ocorrem pode variar de empresa para empresa, ou mesmo de projeto para projeto. Na pesquisa de Alliprandini e Silva (2001), por exemplo, realizada em uma empresa fabricante de caminhões comerciais em São Paulo, as fases de desenvolvimento do PDP constituem-se em: (a) Definição do Projeto – onde é retratada uma nova oportunidade de negócio para a empresa; (b) Conceito – onde é delineada a especificação do produto e é definido como o projeto será executado; (c) Desenvolvimento do Produto e do Processo e Testes – onde, além do detalhamento do produto e do processo de fabricação, são executados testes funcionais e de durabilidade para certificação dos requisitos do projeto; (d) Pré-Produção – fase onde os primeiros lotes de produção são levados ao mercado para verificação e homologação final do projeto. Em cada uma destas etapas é executada uma análise crítica que tem por objetivo, em última instância, antecipar possíveis falhas que possam ocorrer em fases mais adiantadas do projeto, ou mesmo em seu desempenho quando em produção.

Em trabalho mais recente, Alliprandini e Silva (2003) apresentam o modelo referencial da empresa fabricante de caminhões de São Paulo, onde as revisões ao longo das fases do PDP estão estruturadas em uma série de análises críticas, denominadas *Quality Gates*.

O Quadro 4 relaciona os *Quality Gates* do PDP de CV-DS (*Commercial Vehicle – Development System*) envolvidos no modelo referencial do PDP dessa empresa.

Quadro 4 - *Quality Gates* do PDP de um fabricante de caminhões comerciais
(ALLIPRANDINI e SILVA, 2003)

Quality Gate	Nome	Descrição Geral
10	Fase Inicial (<i>Outline Specification</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovação do Grupo de Trabalho para elaboração do Caderno de Conceito de projeto.
09	Caderno de Conceito (<i>Framework Specification</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovação do Caderno de Conceito, contendo as especificações do produto, bem como seus detalhes técnicos. • Inclui requisitos de mercado e necessidades de cliente, meio ambiente e estratégia da empresa, além das estimativas preliminares de viabilidade técnica e econômica.
08	Caderno de Encargos (<i>Final Specification</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovação do Caderno de Encargos, ou seja, como o produto deverá ser desenvolvido para atender às especificações detalhadas na fase anterior.
07	Decisão de Estilo (<i>Styling Decision</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovação dos Estilos, internos e externos, para congelar os modelos geométricos do produto. • O presidente da empresa está presente na reunião desse <i>Quality Gate</i>.
06	Disponibilidade de Agregados Pré-testados (<i>Availability Pre-tested Components</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovação da Geometria do Produto, para determinar um ponto de sincronização e prover a integração dos componentes pré-testados, ou seja, agregados, no sentido de permitir representatividade de teste de veículo.
05	Caderno de Execução (<i>Data Control Release</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovação do Caderno de Execução, com objetivo de definir comercialmente, considerando o período de vida útil do ferramental e assegurar o pedido comercial para ferramentas de peças críticas. • É o <i>Quality Gate</i> mais importante de um projeto, sendo considerado o "<i>Point of no Return</i>", ou seja, a partir deste ponto os custos tendem a ser cada vez maior.

Quality Gate	Nome	Descrição Geral
04	Conclusão das Atividades de Desenvolvimento (<i>Conclusion of Development Work</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Liberação Final de peças para produção, confecção de ferramental e de peças e sistemas definidos como "P" (grau de maturidade de peças com algum tipo de risco – liberadas com aquisição controlada), a partir da apresentação dos resultados finais de testes dos protótipos.
03	100% de peças boas para o cliente (<i>100% Customer Ready Parts</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Homologação PPAP do processo realizado, para permitir o início da fase de <i>try out</i> e testar o ferramental de montagem do veículo.
02	Pré-série (<i>Job #1 / SOP</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação do Produto e da Capacidade do Processo, onde começa a produção dos veículos voltados para os clientes finais. • A capacidade do processo de produção também é avaliada para ser devidamente validada.
01	Lançamento no Mercado (<i>Market Launch</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Decisão para introdução do novo produto no mercado.
00	Responsabilidade pelo Produto (<i>Product Responsibility</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação das Responsabilidades do Produto. • Após um período pré-determinado da conclusão do projeto e da realização do <i>gate</i> 01.

Usualmente, as revisões de projeto são conduzidas por uma equipe multidisciplinar, envolvendo especialistas de diversas áreas, tais como *marketing*, produção, finanças, engenharia, qualidade, etc. – alocadas conforme apropriado –, e um líder da equipe, que tenha uma visão geral de todo o processo. Uma vez que o objetivo destas revisões é fazer uma análise crítica do projeto quanto ao atendimento aos requisitos de entrada, é fundamental que tais requisitos tenham sido previamente definidos. Estas definições podem ser oriundas da gerência, da área de *marketing*, da produção, das finanças, ou de fontes externas como normas, requisitos legais e clientes (MAIN, 2002).

A fim de obter uma efetividade nas revisões de projeto, Miranda (2003) estabelece um roteiro de conduta para as reuniões de análise crítica da equipe de projeto:

- As revisões de projeto não devem ser vistas como um ataque ao projeto.
- As revisões de projeto devem ser programadas a fim de permitir tempo de razão às questões que tenham sido levantadas. As conclusões completas de tarefas ou questionamentos feitos em uma revisão de projeto devem ser reavaliadas na revisão subsequente.

- O material a ser discutido durante a revisão de projeto deve estar disponível a equipe de projeto antes da reunião de análise crítica.
- O foco deve estar nas aplicações de produto ou nas características do programa que detêm os riscos mais altos. Resultados de testes realizados durante o design do produto e do processo, bem como estudos de engenharia tais como análise da concorrência, simulações e projeto de experimentos devem ser reportados sucintamente na reunião. Técnicas de FMEA's ou "árvore de falhas" devem reportar atividades que tenham ressaltado novos riscos ou reduzido riscos antigos.
- As revisões de projeto devem ser formalizadas em documentação pertinente. Responsabilidade e prazos devem ser estabelecidos de forma clara e objetiva.
- O gerente ou líder do projeto deve estar envolvido no processo de forma a comprometer a responsabilidade para com os prazos acordados.
- Uma agenda deve ser estabelecida em cada revisão de projeto, a fim de cobrir questões importantes tais como:
 - (a) Quais são os requisitos de clientes internos e externos que devem ser atendidos pelo projeto?
 - (b) Estes requisitos foram convertidos completamente em requisitos de engenharia e produção?
 - (c) O produto será similar a um produto existente?
 - (d) Quais problemas já foram verificados em produtos existentes?
 - (e) Quais foram os modos de falha do produto e do processo e o que foi feito para reduzir os riscos destas falhas?
 - (f) Quais são as maiores áreas de risco?
 - (g) Qual é o nível de confiabilidade esperado? Ele tem sido atingido?
 - (h) Existe característica de processo de fabricação ou montagem crítica que tenha sido identificada?
 - (i) Como os processos serão controlados?
 - (j) Os equipamentos de medição são capazes de monitorar o processo?
 - (k) Qual é a capacidade ou o desempenho do processo de manufatura?
 - (l) Quais são os resultados dos testes de verificação do produto? Algum novo risco foi revelado?

A fim de promover uma dinâmica voltada para resultados efetivos e rápidos em desenvolvimento de produtos e de não tornar as revisões de cada novo projeto um desafio inédito, o conhecimento adquirido em projetos passados deve ser resgatado para ser aplicado em desenvolvimentos novos, porém similares entre si – os chamados “projetos funcionais colaborativos“. Sob este enfoque, Menand e Tollenaere (2001) propõem uma divisão entre *design* funcional e *re-design* funcional como etapas irmãs de um PDP aplicável ao setor automotivo.

Na primeira etapa – *design* funcional – não existe a necessidade prévia de uma modelagem matemática ou geométrica em CAD, pois são trabalhadas as informações básicas para tomada de decisão tais como: vida, custo e desempenhos do produto. A definição do produto é feita de forma a assegurar sua funcionalidade de acordo com os requisitos de desempenho. Como consequência, ela deve ser executada por especialistas no ciclo de vida do produto interno e externo da empresa.

Na segunda etapa – *re-design* funcional – é feita a escolha das soluções principais entre aquelas que já foram desenvolvidas ou estudadas em projetos passados. O objetivo desta etapa é encontrar o correto dimensionamento para os parâmetros do produto, de forma que ele atenda aos requisitos definidos para a nova aplicação. Por exemplo: uma nova aplicação para um sistema de freio ou de direção, cujo conceito já tenha sido desenvolvido em projeto passado. Desta forma, todo o conhecimento adquirido em projetos passados pode ser retomado em um novo projeto, a fim de tornar a sua execução mais rápida e efetiva, sob o enfoque da implementação no mercado.

A aprendizagem organizacional no PDP facilita o lançamento eficaz de novos produtos no mercado e pode também melhorar a qualidade dos produtos existentes. As revisões de projeto são fontes de melhoria contínua através de lições aprendidas e da disseminação do conhecimento gerado durante ou após o desenvolvimento de um produto (ALLIPRANDINI e SILVA, 2003). Aprender com a experiência anterior, determinar se o que foi feito foi certo ou errado, determinar o que deve ser modificado em projetos futuros ou, ainda, utilizar o aprendizado de projetos suspensos ou interrompidos são ações que demonstram a evolução e a maturidade do conhecimento declarativo do PDP de uma empresa.

O Quadro 5 (LYNN e AKGÜN, 2000 e LYNN *apud* ALLIPRANDINI e SILVA, 2003) apresenta um resumo dos elementos do Conhecimento Declarativo envolvidos no PDP associados aos ambientes de aprendizagem inter e intra-equipes.

Quadro 5 - Resumo dos elementos do Conhecimento Declarativo envolvidos no PDP
(ALLIPRANDINI e SILVA, 2003)

Conhecimento Declarativo		
Atividades	Fontes de Aprendizagem	
	Intra-equipe	Interequipe
Documentar (Registrar)	<ul style="list-style-type: none"> • Planos de ação. • Especificações técnicas. • Requisitos de mercado. • Documentos sobre o produto. • Atas de reuniões. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de armazenamento das informações e lições aprendidas.
Revisar (Rever)	<ul style="list-style-type: none"> • Reuniões multifuncionais para rever mudança de mercado, produto e processo. • Projetar o produto para o próprio uso e teste na empresa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reuniões de revisão com representantes de todos os projetos. • Análise de produtos e processos passados.
Relacionar	<ul style="list-style-type: none"> • Visão clara (nível individual). • Visão compartilhada (nível de equipe). • Desenvolvimento da visão. • Química entre os membros da equipe de projeto. • Presença de um gerente de projeto. • Estabilidade da equipe central de projeto (<i>core team</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> • Química entre as equipes de desenvolvimento. • Aprender com os sucessos e fracassos passados.
Arquivar (Armazenar)	<ul style="list-style-type: none"> • Arquivo ou banco de dados (memória do projeto). 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de armazenamento e recuperação das informações (arquivo central).
Compartilhar (Disseminar)	<ul style="list-style-type: none"> • Reuniões multifuncionais com níveis hierárquicos mais baixos. • Proximidade entre os membros da equipe de projeto. • Tamanho total da equipe de projeto. • Uso de sistemas de informações. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer um local para as reuniões entre as equipes de desenvolvimento. • Ter acesso físico entre as equipes de desenvolvimento. • Transferir pessoas importantes e experientes de um projeto para outro.

Portanto armazenar este conhecimento, estruturar o acesso a este conhecimento na organização e aplicá-lo em novos projetos – o gerenciamento deste conhecimento – também é visto como um diferencial competitivo para o PDP nas empresas do setor automotivo.

2.2 PDP associado ao planejamento estratégico da empresa

A fim de garantir o sucesso das organizações de forma contínua, uma das recomendações de Smith (1996) e Pennypacker e Grant (2003) é de que o PDP, como um todo, esteja alinhado aos objetivos estratégicos da empresa. Por outro lado, Clark e Fujimoto (1991) destacam que a empresa, para obter vantagem competitiva, deve possuir, além de uma capacidade superior de produção, um desempenho superior no PDP, sendo este último obtido, em grande parte, através de uma estratégia adequada e de uma gestão eficaz e eficiente.

Para que o PDP apresente um desempenho superior e esteja alinhado com os objetivos estratégicos da empresa, a integração entre os departamentos responsáveis pela tomada de decisão nos Processos de Desenvolvimento de Produtos é de singular importância. Por exemplo: a integração entre as áreas de desenvolvimento de produto/processo e marketing/vendas pode aumentar o desempenho organizacional de uma empresa. Esta integração depende do contexto estratégico e ambiental em que a empresa está inserida (O'LEARY-KELLY e FLORES, 2002), ou seja, a fim de atingir altos níveis de desempenho organizacional, algumas estratégias de negócio requerem estruturas organizacionais específicas, bem como condições específicas de ambiente necessitam de determinadas estruturas organizacionais.

Uma decisão no PDP pode afetar ou modificar completamente o sistema de produção da empresa. Novas características de produto podem requerer processos produtivos que não estejam disponíveis na empresa ou que não fazem parte das competências técnicas que a empresa possui. Também as decisões do desenvolvimento de processo de manufatura podem afetar a área de marketing/vendas, podendo restringir ou abrir novos caminhos para o projeto de produto, no qual decisões comprometem o plano de capacidade e de programação de produção da empresa. Da mesma forma, as decisões da área de marketing/vendas envolvem previsões de demandas de vendas de produto que acabam por afetar o planejamento da área de manufatura da empresa.

A Figura 3 traz o modelo de integração de decisões da pesquisa de O'Leary-Kelly e Flores (2002). Este modelo indica que a relação entre o nível de integração das decisões das áreas de manufatura e marketing/vendas e o desempenho organizacional é dependente da estratégia de negócio da empresa e da incerteza do ambiente onde esta empresa atua.

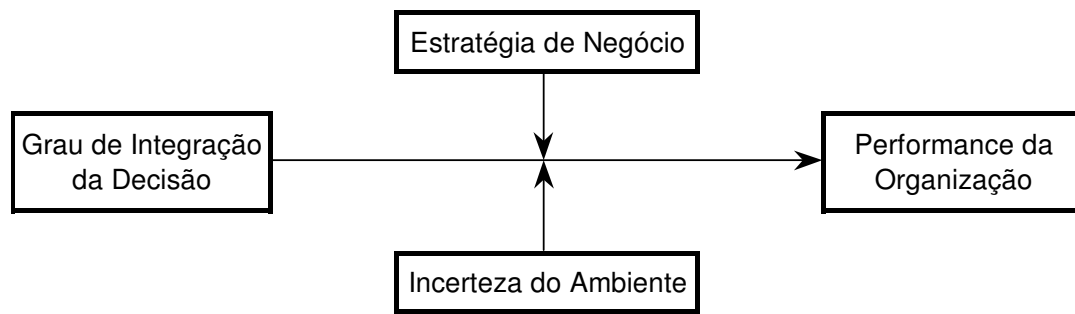


Figura 3 - Modelo de Integração da Decisão de O'Leary-Kelly e Flores

Neste modelo, o **grau de integração da decisão** é percebido em função do grau de cooperação e de comprometimento entre duas entidades como, por exemplo: desenvolvimento de produto e desenvolvimento de processo de manufatura ou desenvolvimento de processo de manufatura e *marketing*, etc. Já a **estratégia de negócio** revela como a empresa compete no seu mercado. Um perfeito entendimento desta estratégia é de fundamental importância para o desempenho da organização. Segundo Kaplan e Norton (1997), a busca deste entendimento através do BSC (*Balanced Score Card*) deve servir para:

- Estabelecer e obter consenso em relação à estratégia;
- Comunicar a estratégia para toda a empresa;
- Alinhar as metas departamentais e pessoais com a estratégia;
- Associar objetivos estratégicos com metas de longo prazo e orçamentos anuais;
- Identificar e alinhar as iniciativas estratégicas;
- Realizar revisões estratégicas periódicas e sistemáticas; e
- Obter *feedback* para aprofundar o conhecimento da estratégia e aperfeiçoá-la.

Porém a própria estratégia de negócio da empresa possui variantes (O'LEARY-KELLY e FLORES, 2002) que definem o perfil da empresa, tais como:

- Diferenciação via inovação de produto: empresa que desenvolve e vende produtos de tecnologia de ponta.
- Liderança pelo custo: enfatiza a redução de custo como meio primário para competir no mercado.

- Entregas no prazo: habilidade da empresa em cumprir prazos de entrega comprometidos.
- Qualidade superior no produto: dedica muitos recursos ao gerenciamento total da qualidade, com grande participação dos colaboradores e do grupo gerencial no processo.
- Portfolio de produtos: ênfase em uma gama de produtos variada para venda no mercado.
- Demanda percebida incerta: relacionada à habilidade de predizer as demandas do produto no mercado.

Neste ambiente, constantemente as empresas consideram suas capacidades e competências organizacionais e concluem que podem explorar alguma oportunidade de negócio, até então não-tradicional para os seus processos de desenvolvimento de produto. Como resultado, existem empresas utilizando a inovação de produto como rota principal para crescer e renovar-se. É o caso da DuPont onde, segundo Karol, Loeser e Tait (2002), o alinhamento do PDP (nomeado *New Business Development* – NBD) com o planejamento estratégico da empresa foi feito através do *Business Initiative Process* (BIP), uma estrutura de trabalho que direciona os recursos da empresa para as iniciativas de desenvolvimento de novos produtos.

O processo divide o desenvolvimento e a comercialização de novos produtos em cinco fases distintas, com o gerenciamento sobre a decisão de passagem de cada fase e sobre a alocação de recursos feita ao final de cada uma. O processo é estruturado da seguinte maneira:

- *Program Approval Committee* (PAC) – composto por lideranças de negócios, responsáveis por gerenciar o fluxo e a direção das atividades, para que os objetivos do negócio sejam atingidos. Este comitê é composto por gerentes de nível sênior, que controlam os recursos necessários a equipe de desenvolvimento para o completar o processo e comercializar o produto.
- *Core Team* – uma pequena equipe multifuncional (composto, geralmente, de 4 a 9 membros) para trabalhar em projetos específicos de desenvolvimento, que deve incluir – quando apropriado – pessoas de parcerias internas ou externas. Estas equipes são formados na fase inicial do projeto com o objetivo de estarem reunidas desde o desenvolvimento do conceito do produto até sua comercialização completa.

- *Structured Business Initiative Process Guideline Manual* -- um guia para orientar as equipes de novos desenvolvimentos, cujos passos vão desde o conceito do produto até a comercialização completa.
- *Phase Reviews* – reuniões para análise crítica e tomada de decisões em pontos-chave do processo de desenvolvimento, nos quais o PAC analisa e toma a decisão sobre os recursos, sobre a continuidade ou não do desenvolvimento ou sobre o seu redirecionamento. Estas revisões acontecem ao final de cada fase e colocam o PAC e o *Core Team* frente a frente.
- *Business Initiative Process Manager* – estabelece os recursos necessários ao processo de desenvolvimento e de melhoria contínua.

O PDP – assim como qualquer projeto desenvolvido e implementado em uma empresa – deve assimilar o direcionamento estratégico da organização para que, em cada novo desenvolvimento de produto, contribua de forma positiva com o desempenho da organização. Kronmeyer Filho (2003) valida esta análise ao ressaltar que projetos são planejados e implementados para que resultem ou na melhoria dos processos permanentes da organização – e o PDP deve ser visto também como um processo permanente que requer melhoria contínua – ou na implementação de novos processos de geração de valor ao cliente – o que também deve ser parte da atribuição do PDP de uma empresa. O autor assim sintetiza esta análise:

“É importante compreendermos que a herança que um projeto ao ser terminado normalmente deixa em uma organização é um melhor desempenho em sua atividade operacional de geração de valor”. (KRONMEYER FILHO, 2003, p. 22).

Sob enfoque similar, Patterson e Fenoglio (1999) questionam o alinhamento do PDP com o planejamento estratégico da empresa, como segue:

- Quais estratégias de produto melhor capturarão as oportunidades do mercado e criarão vantagens competitivas?
- Como podem ser mais bem usadas pela empresa as suas competências? De quais novas competências a empresa necessita?
- De quais parcerias estratégicas a empresa necessita para complementar suas competências?
- Qual família de produtos e serviços melhor atingirá os objetivos estratégicos?
- Quais características são necessárias em cada produto para melhor atrair o interesse do cliente?

- Quais novas tecnologias serão necessárias para fazer com que os produtos e serviços da empresa sejam competitivos no futuro?
- Como pode a empresa melhor comunicar o valor de cada novo produto e serviço aos seus clientes?

Ainda sob este tema, Patterson e Fenoglio (1999) atestam que, nos negócios, ações e decisões locais também determinam o futuro da empresa. Surgem, então, as seguintes questões:

- Quais produtos devem ser desenvolvidos para o nosso mercado?
- Quais os novos mercados em que devemos entrar e quais os produtos que obterão vantagem em relação à concorrência?
- Como devemos responder a um novo concorrente no mercado que dominamos por anos?

Estes questionamentos devem fazer parte do planejamento estratégico de uma empresa que pretende perpetuar sua existência. A empresa deve adaptar-se às constantes mudanças do mercado, uma vez que a evolução da tecnologia e das necessidades dos clientes direcionam as estratégias de produto.

Porém o sucesso de um produto também depende da complexa relação entre o seu processo de desenvolvimento e os aspectos operacionais e estratégicos de uma empresa. É necessário um claro entendimento dos elementos necessários ao PDP para, então, adaptá-los aos objetivos e à cultura de uma empresa, de forma que se atue não somente na inovação organizacional da empresa, mas também em toda a cadeia de valores, dos fornecedores aos clientes.

Há, entretanto, uma contrapartida à consideração de que ações e decisões locais também determinam o futuro da empresa: No caso da indústria automobilística brasileira, por exemplo, uma estratégia de descentralização do desenvolvimento de produtos de algumas montadoras permitiu a participação da engenharia local nestes processos (DIAS, 2001). Este processo acabou por afetar as estratégias também das empresas da cadeia automotiva, que são, em grande parte, direcionadas pelas empresas montadoras de veículos.

A introdução dos produtos “globais” no mercado brasileiro, ou seja, de produtos concebidos para ser produzidos e comercializados em diversos países ou regiões simultaneamente, modificou a forma de participação da engenharia das subsidiárias brasileiras nos seus processos de desenvolvimento de produto. Isto acabou por afetar

também o PDP nas empresas do setor de autopeças. Além disso, o desenvolvimento de um produto global, que pode induzir, à primeira vista, à centralização da sua concepção, necessita, por outro lado, considerar as diferenças existentes entre os mercados visados para sua penetração. Neste contexto, as empresas do setor automotivo brasileiro têm de harmonizar baixos custos de produção a uma alta variedade de produtos oferecidos no mercado consumidor. Segundo Dias (2001), a fim de diminuir esse aparente *trade-off*, uma das estratégias utilizadas pelas montadoras de veículos é a padronização de algumas partes centrais do automóvel e a diferenciação de outras – os chamados “projeto em plataformas” e “projeto modular” –, gerando produtos distintos que podem, ainda, ser adaptados às condições locais.

Consoni e Quadros (2003) confirmam, em parte, esta tendência. Sua pesquisa no setor identifica uma forte inclinação à adaptação de veículos às condições locais e ao desenho de derivados de plataformas globais, e, também, uma recente tendência ao desenvolvimento local de produtos globais, sob coordenação da engenharia automotiva brasileira. Esta estratégia potencializa a descentralização do desenvolvimento de produtos, através do projeto dos derivados, realizado nas subsidiárias brasileiras das montadoras de veículos. Um exemplo deste conceito foi o veículo Palio, um desenvolvimento feito pela Fiat, em grande parte no Brasil, sobre uma plataforma concebida na Itália. Outros exemplos foram: a concepção do Celta da GM e da plataforma PQ24 da VW, que deu origem à nova geração da família Polo. No Brasil, em alguns casos, em lugar de projetar veículos derivados destinados a mercados distintos, eles podem ser adaptados a condições locais – gostos do consumidor, condições de estradas, volumes de produção –, através de um processo conhecido como “tropicalização”. Exemplos são os projetos de pequenas *pickups* ou modelos três volumes, entre eles a Courier – *pickup* derivada do Ford Fiesta –, e o Corsa Sedan ou o Corsa Wagon – derivados do GM Corsa (DIAS, 2001).

Por outro lado, segundo Consoni e Quadros (2003), pode-se identificar uma estratégia de desenvolvimento de produto diferenciada adotada pelas montadoras de veículos que se instalaram no Brasil a partir dos anos 90 – Toyota, PSA (Peugeot e Citroën) e Renault. Apesar das diferenças entre estas montadoras, em termos de trajetórias e do montante de investimento local realizado, todas elas têm lançado no Brasil produtos que foram concebidos, projetados e desenvolvidos no exterior, normalmente na matriz das empresas. No Brasil, concentram-se apenas pequenas atividades ligadas ao processo de adaptação às condições locais, sempre sob a coordenação dos centros de P&D externos.

Em contrapartida, montadoras como GM, Fiat, VW e Ford têm sido menos centralizadas no desenvolvimento de produto. Instaladas no Brasil há mais tempo (algumas desde a década de 50), estas montadoras têm mantido uma posição sólida e relativamente

estável no mercado. Em 2001, estas montadoras respondiam por 87% do mercado de carros local. Ocorre que, durante a fase de industrialização, em substituição às importações e visando à proteção do mercado interno, estas montadoras implementaram áreas de engenharia de produto no Brasil que operavam com relativa autonomia.

Entretanto a partir da liberação do mercado brasileiro nos anos 90 e da conseqüente integração destas empresas às estratégias globais das suas matrizes, estas subsidiárias têm alterado substancialmente suas estratégias de desenvolvimento de produtos. Fiat e GM têm apresentado uma forte inclinação em adotar uma estratégia de produto mais descentralizada, focada nas necessidades do mercado brasileiro. VW e Ford adotaram, no primeiro momento, estratégias de produto mais centralizadas nas suas matrizes.

A Ford, por exemplo, abandonou completamente a sua estratégia do passado, direcionada ao produto local, e avançou na estratégia de centralização do desenvolvimento de produto, de tal forma que todos os veículos Ford lançados no Brasil tinham um desenvolvimento externo, tendo de ser "tropicalizados" ou nos EUA ou na Europa – foi o caso das primeiras versões do Fiesta e do Ka. Entretanto esta estratégia provou ser bastante cara e ineficiente, já que, ao longo do desenvolvimento, as diferenças entre custo e requisitos técnicos dos projetos para Europa e Brasil foram muito expressivas, não podendo ser incorporadas em um único projeto conceitos que atendessem a ambos os mercados.

Além disso, se a Ford continuasse a trazer os veículos prontos da Europa e dos EUA e os lançasse no Brasil, ela jamais alcançaria plenamente o gosto do consumidor brasileiro. A partir deste consenso, e de uma substancial perda de mercado, houve uma reversão na estratégia centralizada da empresa, voltando a Ford do Brasil a investir de forma consciente na engenharia local e na reconstrução das capacidades de desenvolvimento de produto. Esta nova estratégia culminou no Projeto Amazon – que gerou o novo Fiesta e a EcoSport.

A existência destas atividades de desenvolvimento ou a adaptação de produtos nas montadoras ou subsidiárias nacionais sem dúvida criou competências técnicas ao longo dos anos, não só nas montadoras, mas em toda a cadeia automotiva, influenciando significativamente o PDP das empresas deste segmento.

2.3 Gerenciando a inovação – conceituando o produto

O PDP requer, por parte de empresas que buscam continuamente manutenção ou penetração de novos mercados, uma gestão que propicie seu sucesso. Muitas vezes, este sucesso é precedido por um processo de inovação na sistemática de desenvolvimento de novos produtos.

Sobre o processo de inovação no desenvolvimento de novos produtos, Danilevicz e Cunha (2003) destacam duas abordagens para a implementação de uma forma sistemática de entender as necessidades dos clientes, organizar a informação e introduzir o processo de inovação em novos produtos:

- A adoção de um modelo conceitual de desenvolvimento de produto baseado no negócio da empresa (*Product-Based Business* - PBB);
- A adoção de um gerenciamento do conhecimento acumulado da empresa.

A primeira abordagem tem o objetivo de quebrar paradigmas existentes, estabelecendo uma ação proativa, no desenvolvimento de novos produtos, alinhada com a estratégia da companhia.

A segunda abordagem é uma forma de auxiliar significativamente o sistema de informação da empresa, resgatando toda a experiência acumulada em outros desenvolvimentos, ou mesmo a experiência adquirida com a análise da concorrência, utilizando-a de forma adequada nos novos desenvolvimentos.

Portanto as atividades de inovação de produtos deveriam ser de importância fundamental para a diretoria de negócios de qualquer empresa que estivesse comprometida com o objetivo de perpetuação. No entanto o desenvolvimento e o lançamento de produtos inovadores não possuem uma “fórmula” que garanta sempre o efetivo sucesso quanto ao tempo de desenvolvimento, ao equilíbrio entre investimento e retorno de capital, à conquista de mercado e lucro.

Existe quase uma ambigüidade entre o processo de inovação e as formas de gerenciamento que impõem métricas e prazos para pesquisa e desenvolvimento de novos produtos. De um lado, existe a crença de que o uso de disciplinas de gerenciamento de projetos em linhas de pesquisa somente adiciona burocracia, frustração e asfixia da criatividade, sem benefício algum. Por outro lado, existem tais fatos: clientes avaliam fornecedores pela sua capacidade de desenvolver novos produtos – que superem as expectativas iniciais -- dentro de prazos preestabelecidos e ao preço que se dispõem a

pagar; acionistas e diretores medem o retorno sobre o investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D); concorrentes comparam o seu grau de competitividade pela velocidade e eficácia no lançamento de novos produtos. Como conciliar estes mundos?

Alexander (2002) propõe duas ferramentas para auxiliar na conciliação entre o desejo de definir prazos e orçamentos e a inerente imprevisibilidade da pesquisa e do desenvolvimento: o “método científico” e o “projeto estatístico de experimentos”.

O Método Científico, relatado por Kemeny *apud* Alexander (2002), é uma progressão que se alterna entre observação do mundo real e explanação através da matemática. A Figura 4 ilustra a visão de Método Científico de Kemeny, onde a indicação de “Mundo da Matemática” situa um cenário que define as relações entre os fatos.

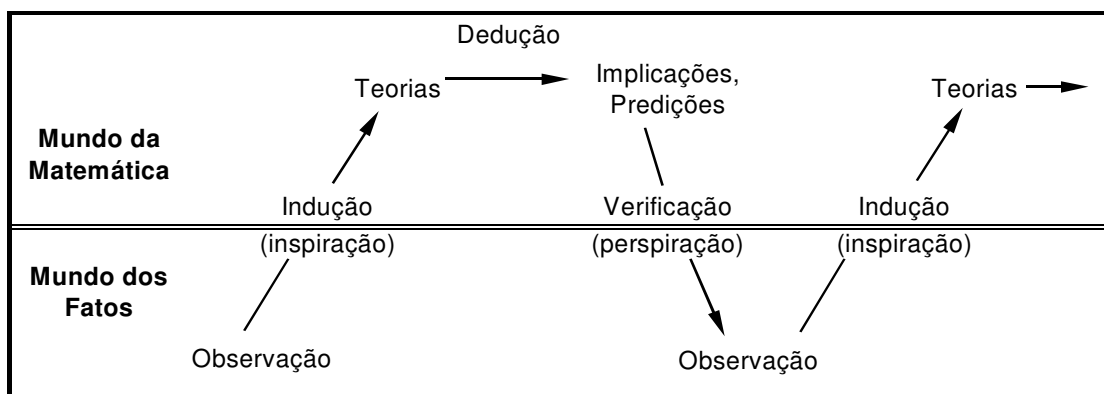


Figura 4 - Método Científico segundo Kemeny

Já a Figura 5 detalha o método através de um diagrama de etapas. Inicia-se com o estabelecimento de uma hipótese que pode ser testada pela observação (passo A). Os próximos passos levam à verificação da hipótese. O passo B trata da definição de experimentos necessários para testar a hipótese. O passo C trata da execução destes experimentos e da coleta de dados. No passo D, a hipótese original é reavaliada à luz dos dados. Neste momento, algumas questões devem ser consideradas: i) qual a repetibilidade de um experimento individual? ii) com base nos dados, há mais de uma possível causa para o evento ou pode haver uma combinação de causas? iii) durante o experimento existiram outras variáveis que não foram consideradas e que podem ter influência significativa nos resultados observados? Finalmente, no passo E tem-se uma conclusão sobre o experimento. As ações são definidas baseadas nas considerações do passo D e, às vezes, um novo ciclo de hipóteses e de experimentos pode ser iniciado.

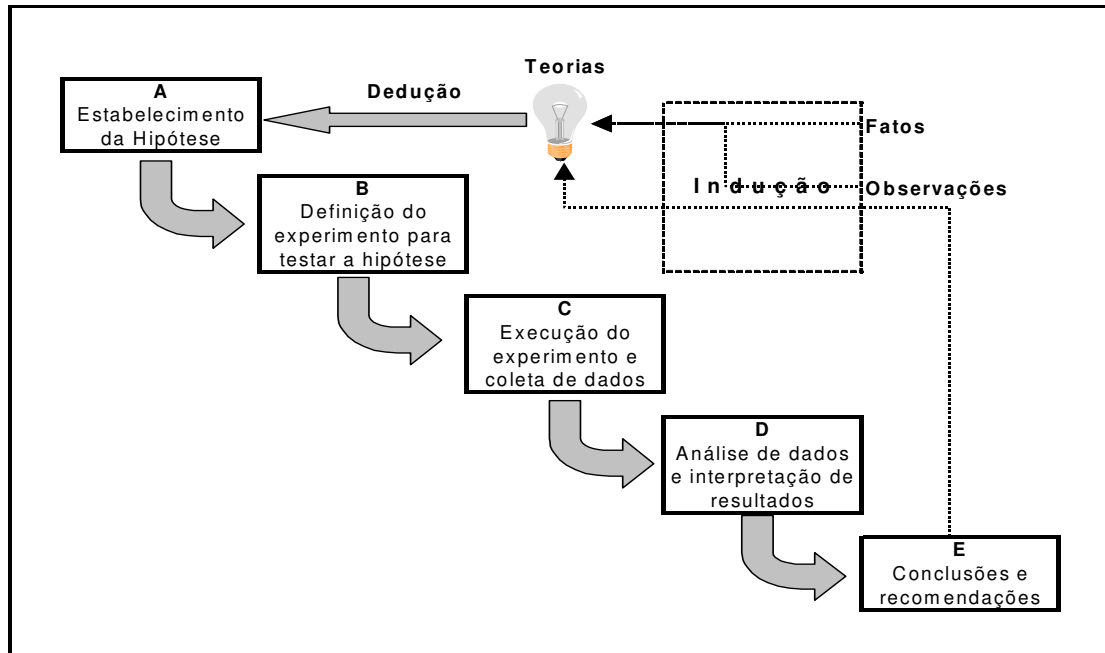


Figura 5 - Método para Verificação de Hipótese (ALEXANDER, 2002)

Outra ferramenta indicada por Alexander (2002) no processo de inovação é o Projeto Estatístico de Experimentos que, na sua visão, é uma abordagem metódica para disponibilizar o máximo de informação, junto à incerteza dos resultados, enquanto se conduz alguma hipótese. Todavia esta ferramenta deve estar conciliada com conhecimento científico, julgamento e intuição para ser efetiva. Tal argumento é reforçado por Patterson e Fenoglio (1999): segundo eles, qualquer projeto de experimentos utilizado para desenvolvimento de novos produtos deve ser conduzido de modo a se obter o máximo de informação com o mínimo de investimento.

A informação adquirida em um experimento é o retorno sobre o investimento realizado nele, pois o caminho em busca da inovação é um processo de adição de valor à informação. Adicionar valor à informação significa responder questões e remover incertezas. Mover recursos de uma empresa ou de uma equipe de projeto em experimentos sem ênfase na adição de valor às informações para o desenvolvimento do produto é desperdício. Por isso, o Projeto Estatístico de Experimentos deve estar associado ao conhecimento, ao julgamento e à intuição sobre o tema tratado.

Para maximizar este retorno, a equipe de projeto deve se empenhar em aprender tudo que seja possível extrair de um experimento. Por exemplo: uma vez obtido um desempenho adequado ao produto, em condições nominais de trabalho, maiores informações podem ser ganhas explorando-se os limites extremos do ambiente de trabalho do produto. Mesmo a

exploração em um experimento além dos limites especificados para o trabalho de um produto pode trazer informações importantes para a determinação das margens do *design* ou dos modos de falha deste.

Estes estágios iniciais do desenvolvimento de produtos têm sido objeto de atenção nos últimos anos. O sucesso nesta fase preliminar pode alavancar a competitividade de uma empresa no futuro. Sob este enfoque, Nobelius e Trygg (2001) propõem uma síntese de diversos modelos estudados para o gerenciamento do PDP nas suas fases avançadas, os quais unem o planejamento estratégico da empresa à especificação de conceito do produto. Esta síntese contém os seguintes elementos: declaração da missão do produto; geração, projeção e definição do conceito do produto; análise do negócio e planejamento do projeto. A Figura 6, a seguir, apresenta este modelo sintético:

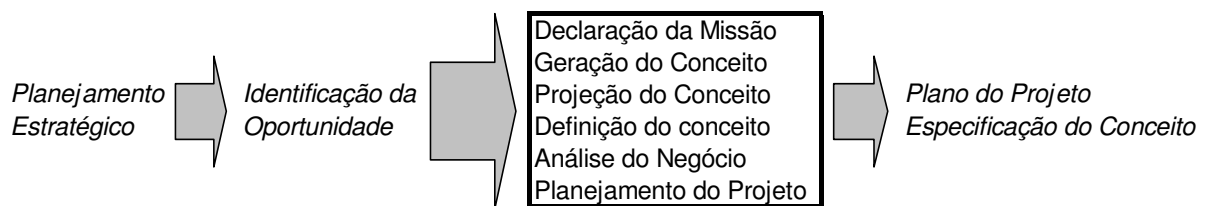


Figura 6 - Síntese do PDP Avançado (NOBELIUS e TRYGG, 2001)

Todavia, quando se fala de desenvolvimento avançado de produto, a associação com o termo *tecnologia* parece ser inevitável. De fato, a criação de um PDP pela seleção e aplicação de tecnologia deve ser discutida antes do desenvolvimento de produto para fabricação seriada (LARSEN, MAGLEBLY e HOWELL, 2001). O diagrama abaixo (Figura 7) ilustra a transição entre o desenvolvimento de tecnologia e o desenvolvimento de produto:

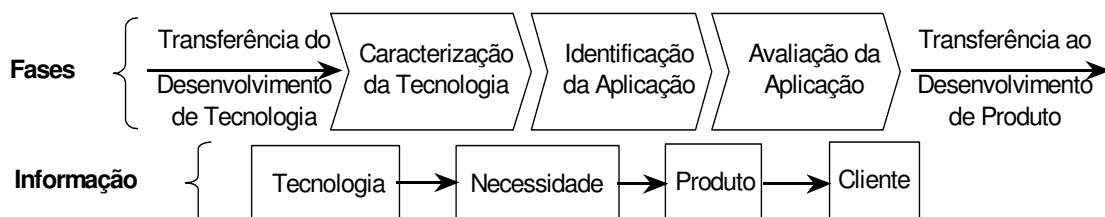


Figura 7 - PDP Avançado orientado pela Tecnologia (LARSEN, MAGLEBLY e HOWELL, 2001)

Segundo Larsen, Magleby e Howell (2001), quando uma organização tem uma tecnologia a desenvolver, o processo de desenvolvimento deve iniciar pela caracterização desta tecnologia. Esta caracterização consiste não somente em entender os fundamentos científicos da tecnologia, mas na tradução das funcionalidades e propriedades em necessidades que esta tecnologia pode atender. Na seqüência, através do entendimento destas necessidades, a equipe de desenvolvimento de produto deve gerar idéias e conceitos de aplicação da tecnologia. A caracterização da tecnologia é um estágio do desenvolvimento onde a criatividade deve estar liberada, pois o objetivo é identificar a aplicação da tecnologia ao desenvolvimento do novo produto.

Em uma fase posterior, a viabilidade do uso desta tecnologia deve ser avaliada. Esta fase é um marco determinante para o sucesso do desenvolvimento de produto, pois somente as aplicações de tecnologia apropriadas ao mercado naquele momento é que devem ser consideradas. Isto é importante para assegurar a transição do desenvolvimento de tecnologia para o produto consumido no mercado.

Além do que foi relatado anteriormente, em um PDP as metas, os objetivos e os critérios de sucesso do desempenho do produto devem estar claramente predefinidos. Tipicamente, estas metas de desempenho são expressas através de especificações e de critérios de qualidade, que devem ser perseguidas em todas as fases do desenvolvimento de um produto.

Alguns executivos pensam que o produto necessita apenas de uma rápida fase de desenvolvimento, baseada na primeira idéia, devendo ir direto para a produção. Segundo Dresselhaus (2001), estudos têm provado que, mesmo desenvolvimentos com investimento acima da estimativa inicial, têm menor impacto no retorno negativo e maior impacto na lucratividade, pois se o desenvolvimento é ruim, tudo será ruim.

Abreviar as fases fundamentais de um PDP pode gerar ao menos dois problemas:

- Cada uma das fases requer seu próprio tempo e recurso. Ignorar isto é perder a informação que vem de cada fase, o que pode decretar o fim do produto.
- Cada fase necessita da proatividade da gerência. Caso a gerência não esteja ciente destas informações para interagir e tomar decisões, o produto final poderá ter resultado inesperado ao ser lançado e não sobreviver a sua fase adulta.

A definição do conceito do produto é a primeira fase a ser superada – deve ser tratada separadamente. Como benefício, as idéias e conceitos que vêm desta fase freqüentemente fortalecem a empresa frente aos seus concorrentes. Algumas táticas usadas nesta fase:

- Propostas em 2D (bidimensional) ou 3D (tridimensional) do conceito do produto.

- Simulação ou definição de problemas.
- Brainstorming.
- Levantamento de riscos.
- War rooms.

Palavras e números geralmente não são bons meios de apresentar conceitos. Se o conceito de uma idéia não for bem assimilado, como obter o comprometimento das pessoas? Percepções incorretas do conceito levarão a ações indevidas, a maus planejamentos, a más decisões e, conseqüentemente, a maus resultados em produtos.

O propósito da simulação visual bi ou tridimensional é expor a idéia corretamente, com o envolvimento do pensamento criativo. Uma comunicação clara, que apele para a sensibilidade ou para os sentidos apropriados, é a chave da inovação. Por exemplo, não se pode ouvir a freqüência de resposta de um *CD player* através de uma tabela ou gráfico. O mesmo vale para outros sentidos, como tato e olfato.

A Figura 8 mostra a sinergia que deve ser buscada na fase de definição de conceito de um novo produto.

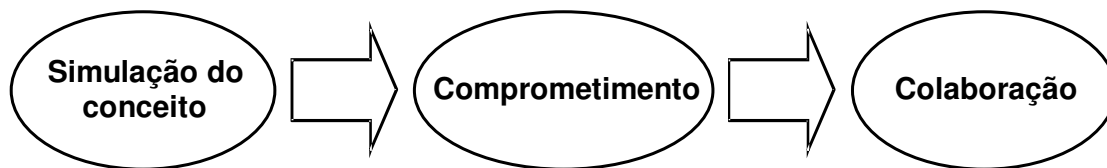


Figura 8 - Sinergia de Fatores na Equipe de Projeto para Definição do Conceito do Produto

Contudo desenvolver em uma empresa ou corporação uma cultura de simulação não é uma tarefa simples. Algumas empresas não possuem uma mentalidade voltada para a simulação. Sem simulação e construção de protótipos, às vezes é difícil separar as idéias boas das ruins. A maioria das empresas, quanto à simulação e à prototipagem, falham ao prover investimento insuficiente para treinamento e ferramentas de simulação tais como CAD (*Computer Aided Design*), CAE (*Computer Aided Engineering*) e CAM (*Computer Aided Manufacturing*).

Sob este aspecto, Bullinger e Dangelmaier (2003) e Zorriassatine et al. (2003) classificam e descrevem algumas das técnicas de simulação utilizadas na obtenção de protótipos, divididos em protótipos físicos e virtuais, como segue:

- Protótipos Físicos:

- ✓ Protótipos Tradicionais – com remoção de material. Construídos com materiais tradicionais, tais como madeira, argila, *foam* ou metálicos. Usualmente estes protótipos são obtidos através da remoção contínua de material a partir de um bloco inicial. Esta remoção de material pode ser feita de forma manual – ainda usada na confecção de protótipos de argila de veículos, navios e aeronaves –, usando a combinação de métodos manuais e operações de usinagens tradicionais tais como furação, torneamento e fresagem, ou, ainda, utilizando máquinas de Controle Numérico Computacional (CNC), mais rápidas e precisas, cuja precisão e resolução permitem a geração de protótipos mais complexos quanto à forma e a tolerâncias dimensionais.
- ✓ Protótipos Rápidos – com adição de material. Usualmente denominada como *Rapid Prototyping* (RP), esta tecnologia parte da geração de um modelo matemático tridimensional – feito com o auxílio de alguma plataforma de CAD – associado a um processo de fabricação de um equipamento específico que utiliza resinas especiais. Neste processo, “fatias” do modelo matemático são adicionadas, camada a camada, gerando um modelo físico muito próximo ao protótipo final. Este método não requer ferramentas caras, tais como matrizes ou dispositivos especiais. A desvantagem deste método é que o material do protótipo não é o material do produto final, não possuindo características físicas como resistência à carga e temperatura e tolerâncias dimensionais e rugosidade requeridas no produto final. Contudo esta alternativa é muito útil quando o objetivo do protótipo é verificar a montagem com outros produtos e apresentar o formato e a geometria do produto. A este tipo de protótipo dá-se o nome de *mock up*.
- ✓ Protótipos Híbridos – com adição e remoção de material. Combinam os métodos da adição de material da *Rapid Prototyping* (RP) com a remoção de material de equipamentos CNC. Este método provê uma melhor acuracidade dimensional do que a *Rapid Prototyping*.

- Protótipos Virtuais:

Atualmente, muitos fabricantes de carros utilizam testes virtuais nos estágios de projeto e planejamento do desenvolvimento de veículos em estudos, tais como durabilidade, impactos destrutivos, dirigibilidade, estabilidade, ruídos e vibração.

Através da modelagem matemática e de *softwares* específicos, cinco classes de prototipagem virtuais são classificadas:

- ✓ Modelos Visualizadores: são modelos utilizados para análise das formas e da aparência dos produtos. Possuem papel importante na comunicação da informação do produto entre clientes, gerências, equipe de desenvolvimento, etc.
- ✓ Ajuste e Interferência de Montagens Mecânicas: este tipo de modelagem contribui para a redução dos custos de sucata e retrabalho devido a problemas preliminares de montagem. Este tipo de prototipagem também auxilia nos estudos de intercambiabilidade entre componentes e sistemas.
- ✓ Teste e Verificação de Funções e Desempenho: são usados freqüentemente para verificar a funcionalidade e o desempenho de várias características de um novo produto. Diversas soluções integradas de CAE (*Computer Aided Engineering*) são utilizadas em protótipos virtuais para analisar e simular sistemas veiculares, cobrindo testes de durabilidade, análise de fadiga, *Noise, Vibration and Harshness (NVH)* e análise de dinâmica veicular, dentre outras. Análises Estruturais e de alguns fenômenos físicos podem ser feitas através da Análise de Elementos Finitos, tendo como alguns objetivos: (a) análise da integridade estrutural, incluindo prevenção de fadiga sobre várias condições de carga; (b) análise acústica; (c) análise de fenômenos magnéticos e elétricos. A Dinâmica Computacional de Fluidos (CFD) é outra ferramenta de análise que tem sido utilizada para simular o fluxo e a transferência de calor de fluidos (líquidos e gasosos) e sólidos (homogêneos e porosos). Ferramentas de Animação também são meios da prototipagem virtual para a Análise de Movimentos, seja para estudos do desempenho cinemático – velocidade, aceleração, deslocamentos e rotação, sem considerar as propriedades de massa ou força –, seja para análise de movimentos dinâmicos, que consideram a força gravitacional e as forças eletrostáticas.
- ✓ Avaliação de Manufatura: esta classe de prototipagem virtual permite simular processos de fabricação a fim de verificar se a capacidade do processo está adequada à geometria desejada no produto, auxiliando, por exemplo, o projeto da fabricação dos dispositivos de fixação, através de ferramentas como CAFD (*Computer Aided Fixture Design*), e a geração automática de programas para máquinas de medição de coordenadas (CMM – *Coordinate*

Measuring Machines). Esta classe de prototipagem virtual também pode executar análise de montagem, quando são utilizadas regras para métodos de montagem tais como alimentação, fixação, orientação e inserção de componentes em um sistema de montagem, bem como criação e configuração de estações de montagem. O próprio gerenciamento da produção pode ser simulado, através de ferramentas que permitam replicar a dinâmica do chão de fábrica, prevendo, por exemplo, o *lead time* de produção pela simulação do fluxo de material e de componentes através das restrições dos meios de produção. O objetivo desta simulação é baixar os custos de produção pela otimização de características do projeto e pela eliminação de desperdícios associados à ineficiência do processo produtivo. Também a Análise do Fator Humano é passível de ser simulada virtualmente. Aspectos como manuseio, montagem, embalagem e manutenção, executados por pessoas, podem ser virtualmente avaliados em relação à taxa de produção, a riscos de saúde e segurança, à eficiência de operações executadas por operadores, a medições de qualidade, a procedimentos de manutenção e à acessibilidade de componentes.

2.4 Análise da Concorrência e o Aprendizado no PDP

Análise da Concorrência ou *Benchmarking* é o processo contínuo de análise de produtos, serviços, práticas e tendências em relação aos mais fortes concorrentes ou a empresas reconhecidas como líderes em seus mercados de atuação (FERREIRA e TOLEDO, 2001). Em pesquisa realizada no setor da indústria brasileira de autopeças (TOLEDO et al., 2001), cerca de 67% das empresas utilizam o *Benchmarking* como ferramenta de apoio à gestão do PDP.

Segundo Bergman, Yassine e Roemer (2004), a metodologia de *benchmarking* é um dos passos importantes para a aquisição de conhecimento, pois através da interação com recursos externos também são desenvolvidas competências internas nas empresas. O objetivo dos estudos de *benchmarking* é contribuir para o Processo de Desenvolvimento de Produtos melhores, que possuam características e funcionalidades melhores. Main (2002) complementa esta afirmação: segundo ele, em um PDP esta metodologia auxilia a equipe de projeto a determinar os riscos no desenvolvimento de determinado *design* ou mesmo a escolha de *design* alternativo.

O diagrama a seguir (Figura 9) demonstra a importância dos estudos de *benchmarking* para obter conhecimento e incorporar estes conhecimentos às práticas da empresa, resultando no desenvolvimento de competências internas na mesma. Ao cruzar as competências existentes na empresa, relativas ao desenvolvimento de produtos – sejam pela produção ou pela experimentação e testes – com a análise da concorrência, relativa a produtos ou processos competitivos e suas tendências tecnológicas, são geradas novas competências para a empresa durante o PDP.

Segundo Bergman, Yassine e Roemer (2004), há diversos conjuntos de métricas que podem ser usados para comparar concorrentes na indústria, incluindo desempenho financeira, desempenho organizacional, desempenho de qualidade e desempenho de produto.

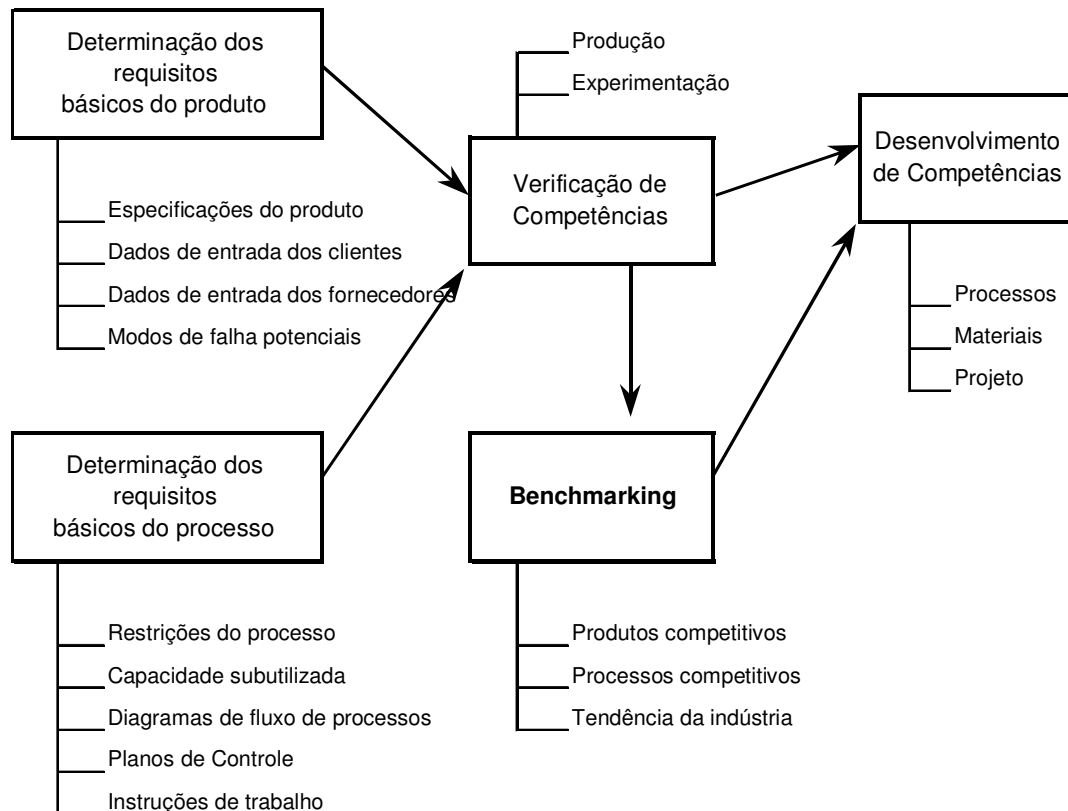


Figura 9 - Diagrama do Desenvolvimento de Competências
(BERGMAN, YASSINE e ROEMER, 2004)

Dentro da indústria, o desempenho de produto é avaliado através da comparação das características e funcionalidades dos produtos ofertados no mercado. A comparação das características dos produtos inclui a identificação de componentes e seus materiais. Já a comparação das funcionalidades dos produtos inclui a determinação do seu campo de utilização e a sua repetibilidade operacional. No processo de *benchmarking*, toda a comparação de características deve ser documentada. Em seguida, deve ser realizada uma análise comparativa, pelos especialistas internos da empresa, a fim de verificar o seu potencial de contribuição no desenvolvimento de competências e de produtos novos para a empresa. Este desenvolvimento de competências através do *benchmarking* de produtos também é retratado no modelo de aprendizado do desenvolvimento de produto de Saban et al. (2000).

O diagrama a seguir (Figura 10), adaptado de Saban et al. (2000), caracteriza o *benchmarking* – ao lado da experiência direta e da memória organizacional – como uma das maneiras de adquirir informação que, segundo o autor, é o primeiro passo para o

desenvolvimento de competências. A sinergia entre o desenvolvimento de competências, a aprendizagem organizacional e o comportamento organizacional, segundo este modelo, são os três fatores que determinam o desempenho do desenvolvimento de um produto.

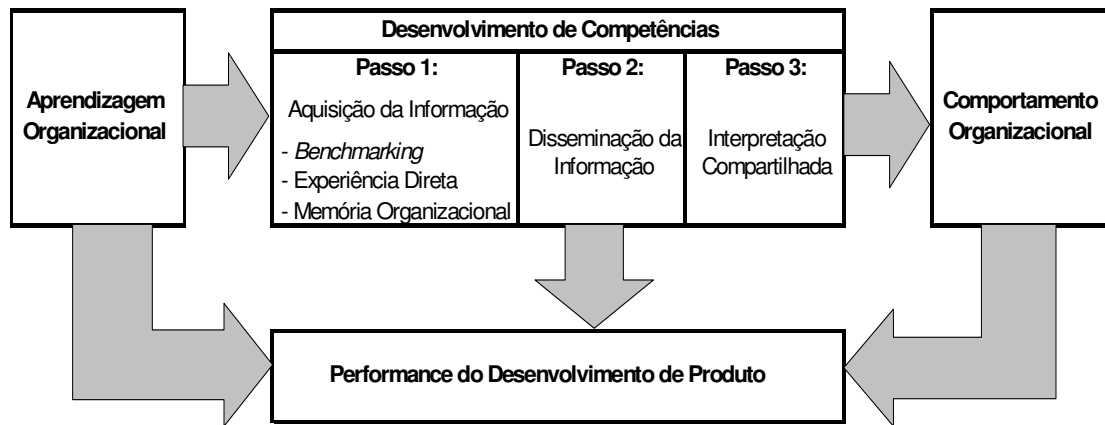


Figura 10 - Modelo de Aprendizagem do Desenvolvimento de Produto
(adaptado de SABAN et al., 2000)

Em última análise, a metodologia de *benchmarking* de produto também pode ser vista como um meio para satisfazer as necessidades dos clientes, pois, segundo Larsen, Magleby e Howell (2001); Hari, Weiss e Zonnenshain (2001), o *benchmarking* de produto revela e distingue claramente as funcionalidades de um produto, deixando mais explícito e, conseqüentemente, mais acurado o posicionamento dos concorrentes frente aos clientes, sendo – ao lado da voz do cliente – uma das formas de definir a função do nível de satisfação do cliente.

2.5 Estudo de NVH no Setor Automotivo

No setor automotivo, uma das áreas de estudo que têm conquistado ênfase nos últimos anos é a do conforto vibroacústico. O nível de ruído e vibrações (*Noise, Vibration and Harshness – NHV*) é um importante atributo, nos automóveis, associado à satisfação do cliente, pois é um parâmetro de qualidade que pode diferenciar um veículo dentro de um mercado extremamente competitivo.

O desempenho em *NVH* se tornou – ao lado de segurança, confiabilidade, economia de combustível e custo – um dos cinco principais atributos de qualidade no automóvel (QATU, SIRAFI e JOHNS, 2002). Portanto reduzir o nível de *NVH* gerado pelos veículos tem sido uma prioridade na indústria automotiva.

No PDP, as equipes de engenharia têm dispensado considerável esforço para correlacionar parâmetros acústicos com ruídos perceptíveis no interior de veículos, objetivando eliminar ou reduzir as fontes de ruído e vibrações, bem como determinar o caminho de transmissão destas fontes de forma a minimizar os seus efeitos (NOISE..., 2000 e ONUSIC, BAPTISTA e HAGE, 2003).

Hoje, existem diversas técnicas disponíveis para os estudos de *NVH*, que podem ser aplicadas conforme o objetivo do estudo, em virtude da evolução de sistemas de aquisição de dados como canais de alta fidelidade, microfones de alto desempenho e ferramentas e modelos matemáticos. Marroquin (2003) faz uma comparação de sete diferentes técnicas de identificação de ruídos que são sucintamente descritas a seguir:

- Mapeamento de Pressão Sonora: é uma técnica que mede a pressão sonora em diversas localizações do objeto de estudo. Um plano de medição é definido e dividido em zonas do objeto de estudo. Em cada ponto do plano de medição, a pressão sonora média é medida por um período de tempo. São necessários um microfone de medição e um analisador de sinais – como um medidor do nível sonoro ou um analisador de frequência. Os dados coletados podem ser ilustrados graficamente através, por exemplo, do Microsoft Excel, como mostra a Figura 11, onde aparece a vista superior de um *laptop* e, sobreposta a esta vista, o seu respectivo mapa de pressão sonora.

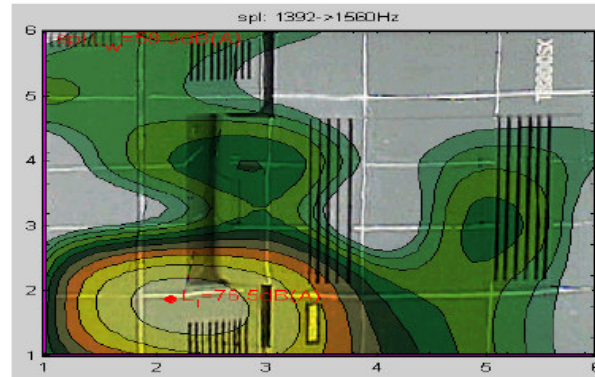


Figura 11 - Mapa de Pressão Sonora de um *laptop* (MARROQUIN, 2003)

- Pesquisa do Pico de Intensidade Sonora: é uma técnica para medição do fluxo de energia acústica através da utilização de um sensor de intensidade sonora monoaxial que mede a amplitude associada à direção, a fim de detectar as fontes sonoras em conjunto com um analisador de sinais com capacidade de cálculo de intensidade sonora. A Figura 12 ilustra a técnica.

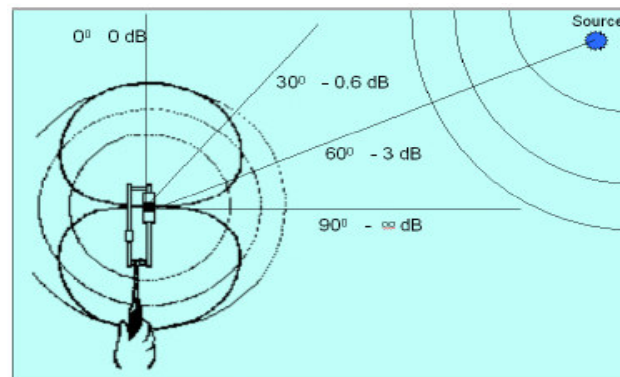


Figura 12 - Intensidade Sonora (MARROQUIN, 2003)

- Mapeamento de Intensidade Sonora: é uma técnica similar ao mapeamento de pressão sonora, excetuando-se o fato de utilizar um sensor de intensidade sonora no lugar do tradicional microfone de medição, associado a um analisador de dois canais com os seus respectivos *softwares* de captura e análise de dados.
- Mapeamento de Intensidade Sonora Seletiva: é o processo de medição onde a intensidade sonora é referenciada a outro transdutor, enquanto a peça coerente é medida, como se a intensidade sonora medida fosse multiplicada pela coerência do sensor de intensidade ao transdutor de referência (acelerômetro, sensor de

voltagem, sensor laser de velocidade), vinculado ao potencial causa-raiz da fonte de ruído.

- Transformação Espacial de Campo Sonoro: é uma técnica que utiliza uma malha de microfones e um transdutor de referência para localizar fontes de ruído. A medição pode ser feita de forma serial ou em paralelo, desde que a fonte de ruído seja estacionária. Os espectros de frequência sonora são coletados a partir da malha de microfones, do transdutor de referência e do objeto em estudo; então, o campo sonoro é modelado e mapeado.
- Transformação Espacial de Campo Sonoro não-Estacionário: é uma técnica similar à anterior, porém utiliza o domínio “tempo” ao invés do domínio “frequência” para o estudo de fenômenos transientes de ruído tais como impulsos sonoros ou ruídos randômicos. Como esta técnica utiliza o sinal sonoro bruto, cada evento é um novo conjunto de dados a ser coletado e analisado em milisegundos. Portanto o analisador de sinais tem de possuir número de canais (tipicamente mais do que 90 canais) e resolução suficientes para acompanhar o fenômeno que se está pesquisando. No exemplo da Figura 13, um estudo feito em um motor a gasolina funcionando a 4000 rpm, pode-se verificar como o gradiente de ruído do motor se comporta em função da posição do seu girabrequim em uma revolução completa. Cada mapa foi feito após 56 graus de rotação. Percebe-se que o ruído é mais dominante na base do motor.

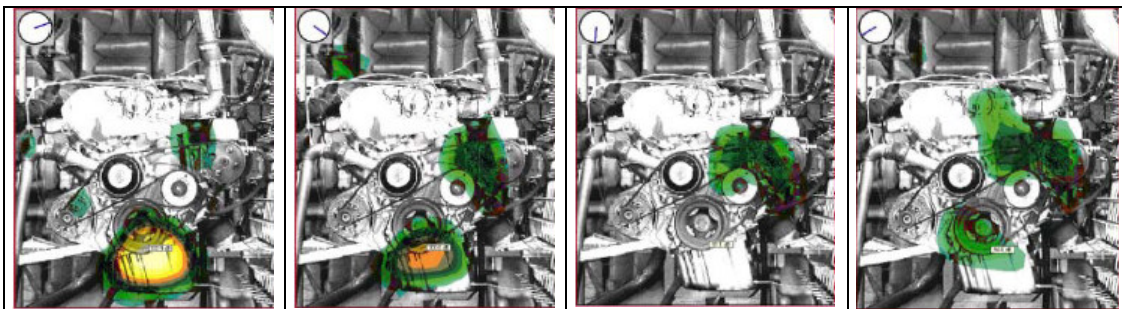


Figura 13 - Medição da intensidade de ruído de um motor baseada na rotação do seu girabrequim (MARROQUIN, 2003)

- Beam forming: é uma técnica mais recente, que permite mapear intensidades sonoras de grandes objetos, cobrindo uma vasta gama de frequências (além de 20 kHz) como se fossem fotos instantâneas de mapas de pressão de objetos em movimento. A Figura 14 ilustra a técnica.

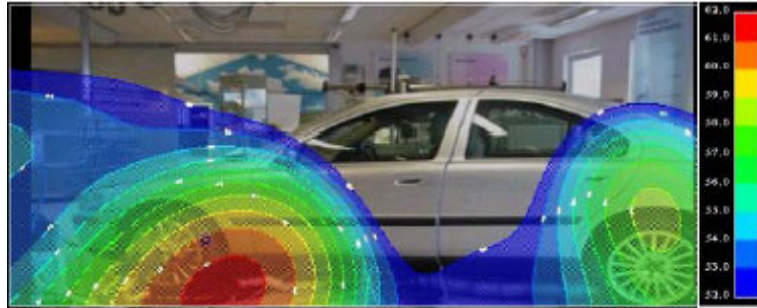


Figura 14 - Mapa de Pressão Sonora de um Veículo em Movimento (MARROQUIN, 2003)

Os estudos de *NVH* podem ser verificados em diversos subsistemas do automóvel. Em função da demanda dos clientes por sistemas de áudio de alta qualidade, o nível de ruído e de vibrações de outros sistemas como motor caixa de câmbio, aerodinâmica e pneus têm reduzido significativamente. Ruídos e vibrações que eram tradicionalmente mascarados pela operação destes sistemas tornaram-se, então, facilmente perceptíveis pelos usuários. Além disso, a ocorrência destes problemas pode provocar enormes gastos com reposição de componentes em período de garantia, o que, além de prejudicar a imagem da empresa, acaba por aumentar o custo final do produto e dificultar a sua competitividade no mercado (NOISE..., 2000).

Os níveis de ruídos e de vibrações provocados, por exemplo, pelo funcionamento de um sistema de direção, são características de qualidade que contribuem para o sucesso de um automóvel no mercado. Em sistemas de direção com assistência hidráulica, a ocorrência de pulsos de pressão pode provocar ruídos chamados *Rattle Noise*, muitas vezes confundidos com ruídos mecânicos. Em determinadas condições, a estrada gera uma frequência de retroalimentação do carregamento dinâmico do veículo ao sistema de direção, que pode resultar em um ruído hidráulico muito similar a um ruído mecânico. Pressões hidráulicas em uma caixa de direção em baixas velocidades do veículo e em manobras podem provocar pulsos de pressão indesejáveis na linha de retorno do sistema, que se traduzem em ruídos no interior do veículo.

A Figura 15, a seguir, ilustra os pulsos de pressão capturados na linha de retorno de um sistema de direção hidráulica de um veículo rodando em uma superfície irregular a 25 km/h.

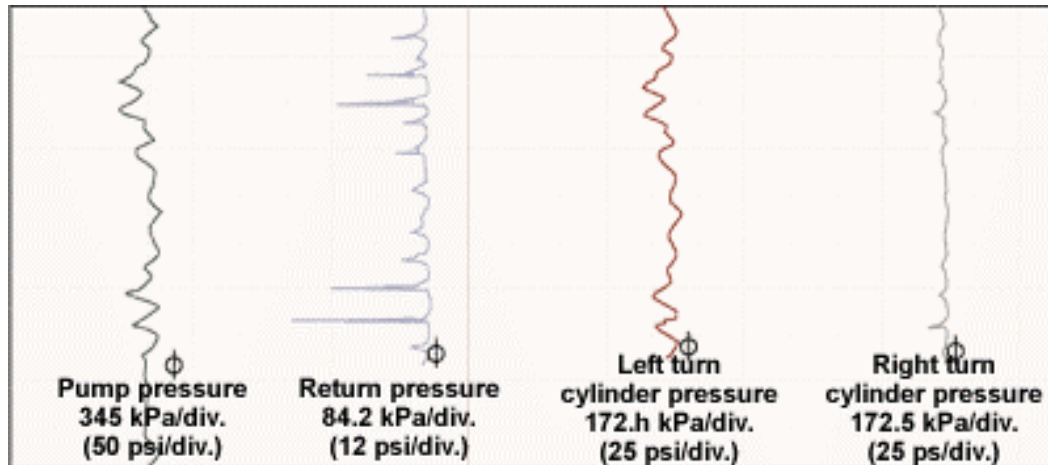


Figura 15 - Pulsos de pressão em um sistema de direção hidráulica em piso irregular (NOISE..., 2000)

Estas flutuações de pressão ocorrem geralmente à cerca de 20 Hz, ou, grosseiramente, no dobro da frequência de carregamento que as barras e ponteiras de direção transmitem à cremalheira durante condições normais de dirigibilidade.

Quando um sistema de direção hidráulica é pressurizado rapidamente em uma direção, isto é, quando a pressão hidráulica é construída através da válvula direcional de um lado da câmara do cilindro hidráulico para gerar assistência ao esforço do volante – e subitamente despressurizado, ocorrem pulsos de pressão simultaneamente na câmara do lado oposto do cilindro e nas linhas de retorno hidráulicas. Estes pulsos de pressão – similares a golpes de aríete – provocam ruídos, muitas vezes, percebidos pelo motorista, denominados de *Rattle Noise* hidráulicos do sistema de direção (NOISE..., 2000).

Durante a fase de desenvolvimento do produto “sistema de direção hidráulica”, os fabricantes têm realizado diversos estudos para identificar, mensurar e prover soluções que eliminem ou atenuem consideravelmente a ocorrência deste inconveniente. Uma vez que a ocorrência deste tipo de ruído não se limita ao produto “sistema de direção”, mas, sim, à interação com a suspensão do veículo, trabalhos específicos têm de ser realizados para cada plataforma veicular (CONDOTTA et al., 2001).

A Figura 16 ilustra os principais componentes de uma caixa de direção hidráulica descritos nesta seção.

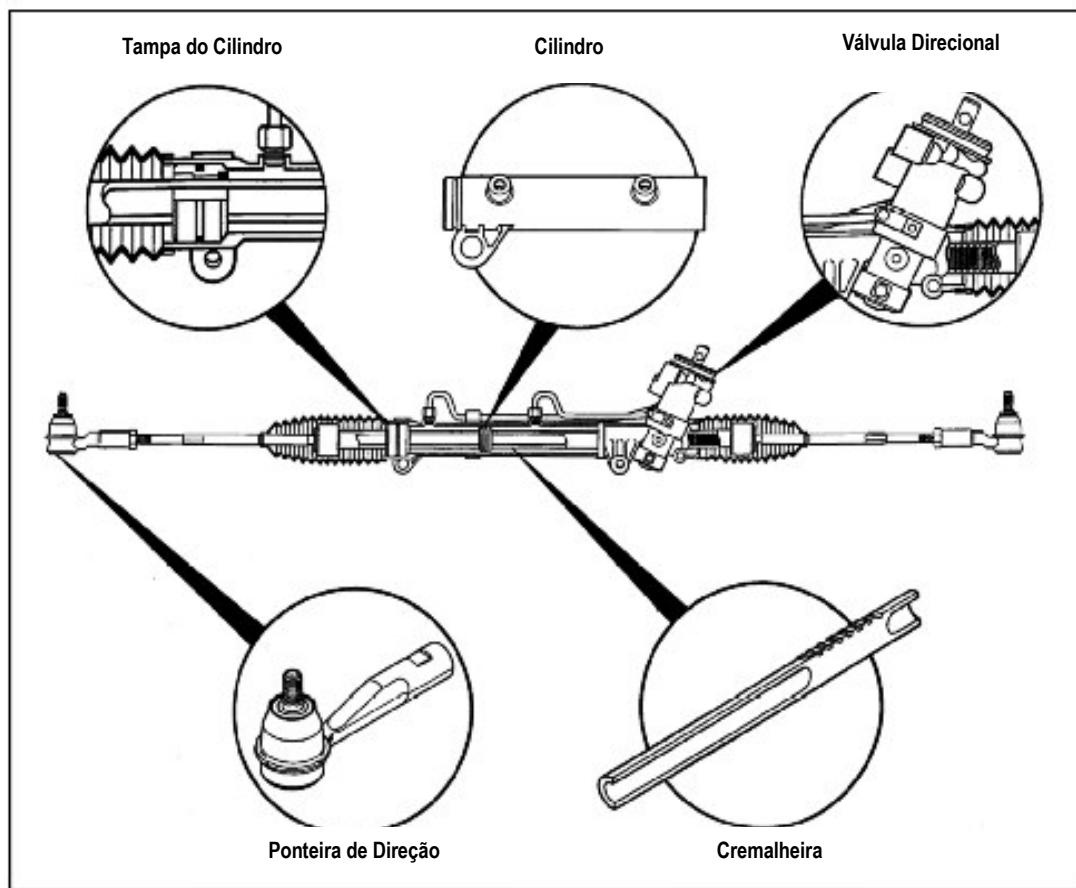


Figura 16 - Mecanismo de Direção Hidráulica (CONDOTTA et al., 2001)

Outro componente do sistema de direção hidráulica que vem sendo estudado quanto à contribuição para a ocorrência de ruído no interior do veículo é a “bomba hidráulica”. Neste sentido, Grenier et al. (2003) desenvolveram um banco de teste específico para o estudo de vibrações e ruídos de bombas de sistema de direção, com os seguintes objetivos:

- Isolar a bomba das fontes de ruído externas, tais como motor;
- Possibilitar a medição sonora através de microfones colocados em distâncias específicas da bomba;
- Medir e controlar a tensão na correia utilizada para girar a bomba;
- Simular condição e direção de carga colocada na bomba através da sua correia;
- Controlar precisamente as condições de temperatura e pressão do fluido;
- Medir vazão, pressões, ruído, vibração, carga e temperatura;
- Coletar dados de uma seqüência de eventos para posterior análise.

A partir deste equipamento, utilizando específicos *softwares* e *hardwares* para aquisição e análise de dados de NHV, avaliações objetivas entre diferentes *designs* de um mesmo produto podem ser feitas com o objetivo de determinar qual variação de *design* apresenta a melhor resposta quanto à qualidade sonora e às vibrações. A Figura 17 apresenta uma análise comparativa entre duas propostas de bombas, onde se pode notar que houve uma redução da amplitude de vibração para o *design* B.

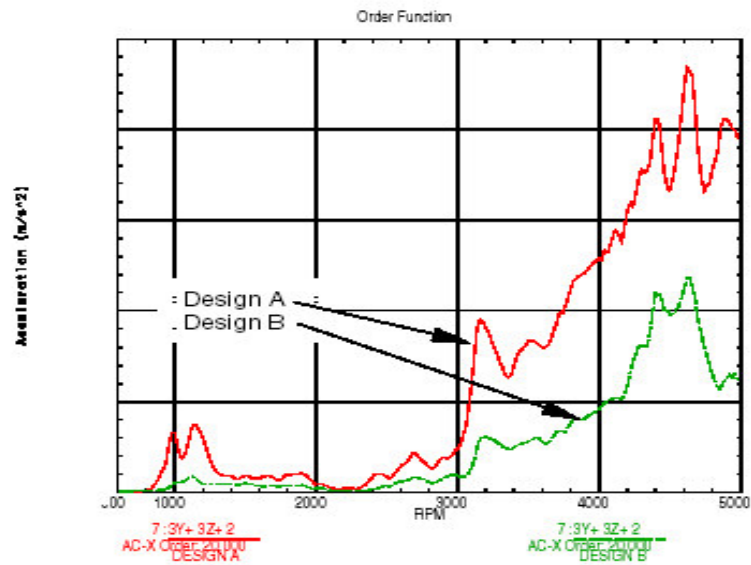


Figura 17 - Comparativo de níveis de vibração entre dois designs de bomba hidráulica (GRENIER et al., 2003)

3 O MODELO DE PDP EXISTENTE

3.1 Descrição do Cenário

A empresa objeto deste trabalho de conclusão foi fundada em 1967. Com matriz sediada em Porto Alegre – RS, possui 17.500 m² de área construída e mais de 800 colaboradores. Atua no setor automotivo, desenvolvendo e fabricando sistemas de direção veicular e marítima. A Figura 18 apresenta uma vista aérea da empresa.

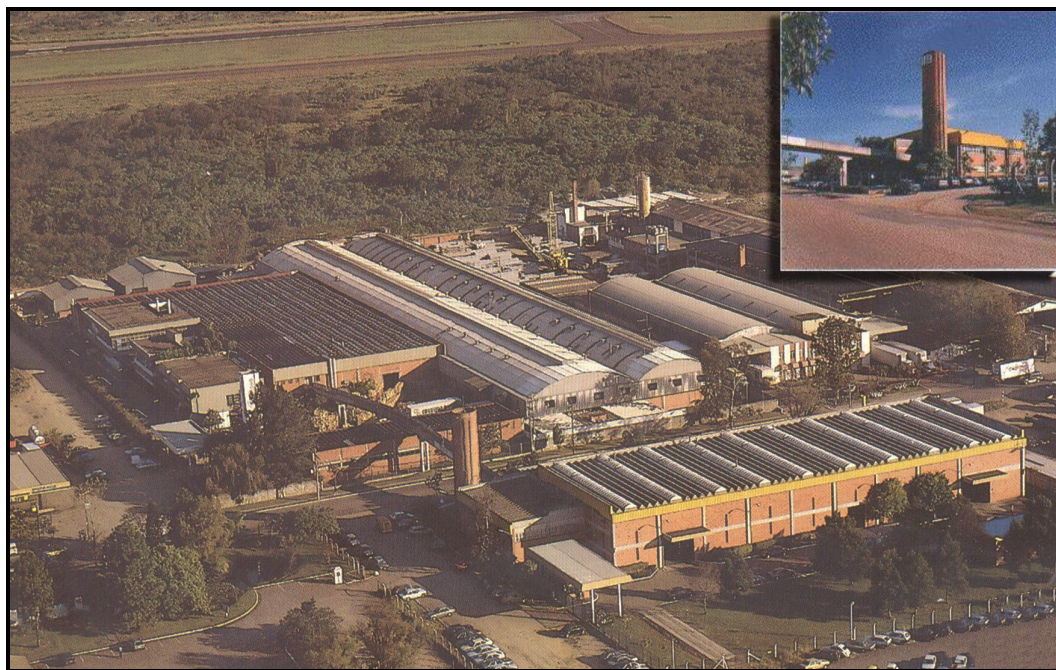


Figura 18 - Vista Aérea da Empresa.

3.1.1 Descrição dos Produtos

Os produtos e serviços são descritos a seguir a partir das suas dimensões: genérica, esperada, ampliada e potencial (BUSS, 2001).

- **Dimensão Genérica:**

Esta dimensão é desdobrada a partir da descrição dos principais conjuntos do Sistema de Direção Hidráulica:

- ✓ Mecanismo de Direção Hidráulica: convencionalmente, este subsistema tem por função transmitir para as rodas dianteiras do veículo o movimento de giro do volante do motorista. Uma das funções de um mecanismo de direção com assistência hidráulica é a redução do esforço de manobra. A Figura 19 a seguir apresenta um exemplo de Mecanismo de Direção Hidráulica.



Figura 19 - Mecanismo de Direção Hidráulica

- ✓ Bomba Hidráulica: fornece assistência hidráulica ao sistema de direção. Ela deve oferecer vazões e pressões específicas para determinada aplicação veicular. A Figura 20 apresenta um exemplo de Bomba Hidráulica.

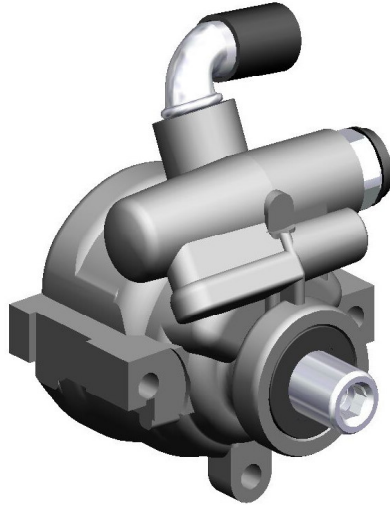


Figura 20 - Bomba de Direção Hidráulica

- ✓ Reservatório: local onde é armazenado o fluido hidráulico do sistema de direção. O fluido hidráulico é retirado do reservatório e levado ao sistema de direção pela bomba hidráulica, retornando ao reservatório em um circuito fechado. A Figura 21 apresenta um exemplo de Reservatório de Direção Hidráulica.



Figura 21 - Reservatório de Direção Hidráulica

- ✓ Mangueiras: sistema de ligação entre Reservatório, Bomba e Mecanismo de Direção.

Cada sistema de direção hidráulica é definido de acordo com a aplicação veicular. As características de cada sistema relacionam-se, dentre outras, ao peso do veículo, ao tempo de resposta desejado para o sistema, às condições de dirigibilidade (mais esportiva ou mais confortável), ao raio de giro de manobra e à relação de transmissão do engrenamento. Estas características são definidas em conjunto com a montadora do veículo – que, em última análise, deve traduzir o desejo do usuário final.

- ***Dimensão Esperada:***

Os produtos da empresa são entregues nas montadoras em uma frequência diária de acordo com a janela de entregue estabelecida pelo programa do cliente. No caso de reprogramas ou inconvenientes de produção, apesar da distância da empresa à montadora, fretes expressos possibilitam flexibilidade de entrega.

Os produtos são entregues às montadoras do país em embalagens retornáveis que:

- ✓ garantem a integridade do produto;
- ✓ estão em conformidade com os requisitos de armazenagem e movimentação do cliente;
- ✓ permitem o conforto ergonômico para o operador da planta montadora;
- ✓ não geram resíduos de espécie alguma.

Serviço pós-venda: o SAC – Serviço de Atendimento ao Cliente – é a linha direta com as montadoras. Possui pessoal qualificado e treinado nos produtos atuando nas plantas dos clientes. Através de Postos de Serviços Autorizados em todo o país e no Mercosul, a empresa presta assistência às revendas e concessionárias.

As certificações de ISO 9001, QS 9000, ISO-TS 16949 e ISO 14001 são condições mínimas para a compra do produto da empresa. Além destas certificações, auditorias específicas – como VDA06, MBTA, EAQL – são exigências de alguns clientes. A empresa da pesquisa, por exemplo, foi a primeira na América do Sul a obter a certificação EAQL da Renault.

- ***Dimensão Ampliada:***

Através de uma Engenharia Residente (profissionais da Engenharia de Produto da empresa residentes junto às montadoras), a empresa diminui a distância interdepartamental dos setores do cliente com a matriz de Porto Alegre. Trabalhando em parceria com a

engenharia da montadora tem-se reduzido o caminho de comunicação de novos desenvolvimentos e o de melhoria contínua em produtos existentes.

- **Dimensão Potencial:**

As montadoras de veículos, nos últimos anos, têm racionalizado sua estrutura interna (tanto nos processos produtivos quanto nos administrativos), com o objetivo de reduzir custo. Nos processos produtivos internos esta racionalização tem se traduzido na redução do número de fornecedores, feita através da compra de sistemas completos e não mais de componentes individuais. Com isto, a própria atuação de Engenharia de Produto tem sido transferida para a cadeia de fornecedores das montadoras. A empresa, objeto da pesquisa, tem procurado atuar nesta direção.

A atuação da Engenharia de Produto da empresa como responsável técnico pelo desenvolvimento de todo o sistema de direção (e não somente o desenvolvimento dos conjuntos isoladamente), aliviando esta tarefa da montadora, é uma dimensão potencial do produto que pode ser explorada mais intensamente.

3.1.2 Estrutura e mercado da empresa

A empresa possui suas plantas de produção para montadoras e de vendas para *aftermarket* em Porto Alegre; possui, ainda, escritório comercial em São Paulo, centro logístico em Michigan (EUA) e escritório comercial e centro logístico em Hamburgo (ALE), conforme mostrado na Figura 22.

Os principais mercados de atuação da empresa encontram-se em Brasil, Argentina, México, Estados Unidos, Alemanha e Irã. Dentre os principais clientes estão: General Motors, Ford, Fiat, Renault, Volkswagen, Peugeot Citroën, International, Mercury Marine, Opel e Ikcó (Figura 23).

Apesar de concorrer com grandes grupos mundiais e tradicionais de autopeças, a participação da empresa no mercado brasileiro, em 2003, a coloca como a segunda maior fornecedora de mecanismos manuais de direção no país, disputando também a segunda posição em mecanismos hidráulicos de direção e aparecendo como a primeira fornecedora absoluta de bombas hidráulicas para sistemas de direção. Os diagramas das Figuras 24, 25 e 26 mostram esta participação.

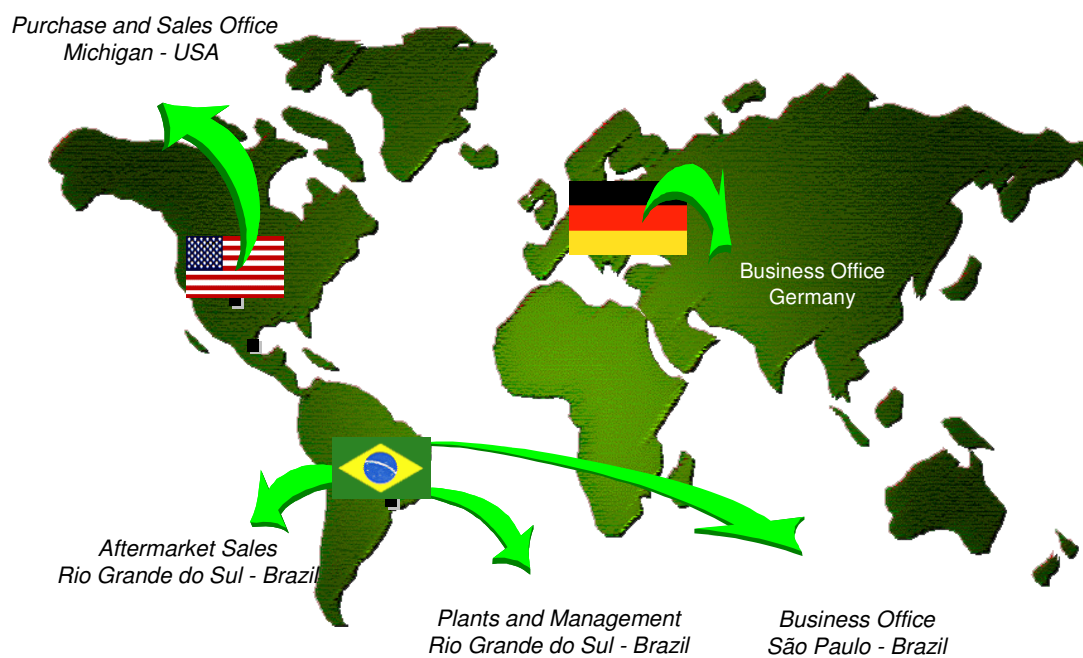


Figura 22 - Unidades de Negócio da Empresa



Figura 23 - Principais Clientes da Empresa e suas Localizações

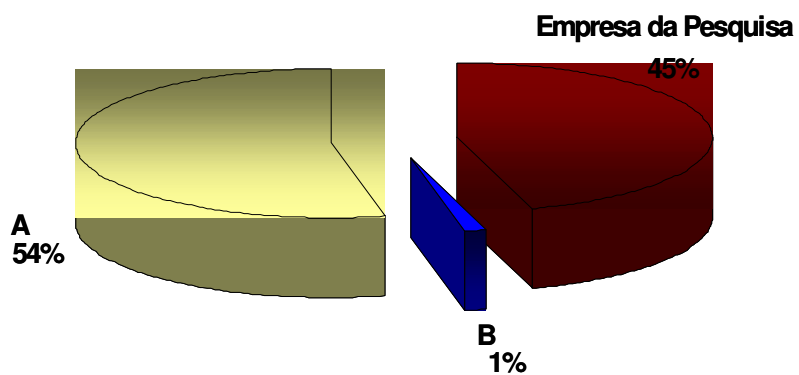


Figura 24 - Participação no Mercado Brasileiro em Mecanismos Manuais

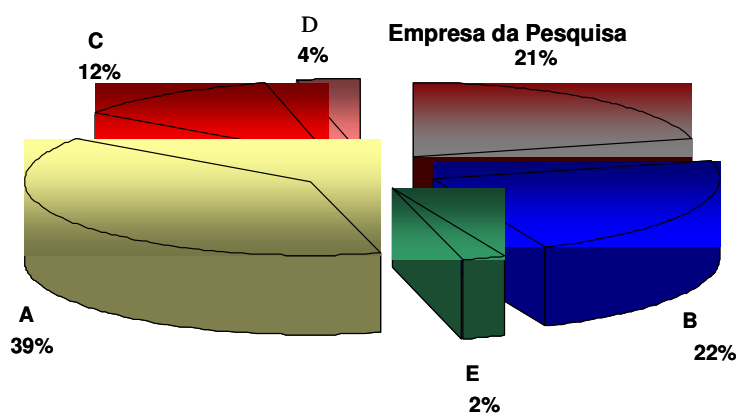


Figura 25 - Participação no Mercado Brasileiro em Mecanismos Hidráulicos

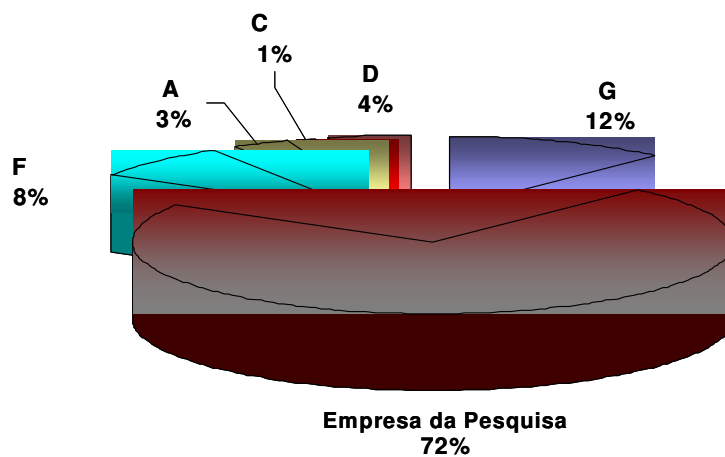


Figura 26 - Participação no Mercado Brasileiro em Bombas Hidráulicas

3.2 O PDP da Empresa – Histórico e Generalidades

O PDP na empresa vem sofrendo “*upgrades*” ao longo da sua trajetória. Em função de uma associação com uma Divisão da General Motors, ocorrida em meados da década de 80, uma forma corporativa de Desenvolvimento de Produto havia sido adotada. Com a certificação ISO9001, obtida em 1995, o PDP corporativo foi enquadrado no Controle de Projetos requisitado pela norma da ISO em seu capítulo 4.4. Esta metodologia de controle de projetos aplicava-se ao desenvolvimento de novos produtos da empresa, conforme encaminhados pelo *Business Team*¹, envolvendo a criação de novos componentes, o uso de peças atuais em novos sistemas, o aumento de capacidade ou grandes modificações no processo de manufatura. Esta forma de gestão de projetos proporciona o *Desenvolvimento Integrado de Produtos*. As diversas áreas da empresa são integradas ao longo do desenvolvimento de um novo produto através da documentação formal do PDP. Esta documentação dá suporte ao *Product Team*², garantindo o fluxo de informações entre os departamentos da empresa, clientes e fornecedores e permitindo o monitoramento contínuo das atividades, a fim de garantir o sucesso do projeto.

A coordenação do PDP na empresa é feita pelo Gerente de Engenharia de Produto. Usualmente, desta área também provêm os Líderes de Projeto. Faz parte do histórico da empresa o departamento de engenharia formar gestores. A Engenharia de Produto tem como principais papéis as seguintes atuações:

- Junto ao cliente – dando suporte ao marketing, à vendas e à qualidade;
- Junto à fábrica – na melhoria contínua de produtos e no Laboratório de Produto;
- Em novos desenvolvimentos de produtos;
- Junto ao Departamento de Compras – em especificações para itens comprados e em desenvolvimento conjunto com fornecedores.

¹ *Business Team*: nomenclatura dada a equipe multidisciplinar que analisa novas oportunidades de negócios. É composto pelas diretorias e gerências de engenharia de produto e manufatura.

² *Product Team*: Equipe de Projeto formado por integrantes das diversas áreas de conhecimento da empresa que possuem responsabilidades específicas operacionais no desenvolvimento de projetos.

3.2.1 Categorias, Tipos e Fases

Cada fase ou subfase do PDP apresenta tarefas a serem cumpridas as quais foram generalizadas para todos os programas (projetos). Entretanto, como cada projeto é único, o processo de desenvolvimento pode ser adaptado para atender aos requisitos do cliente ou do projeto. O diagrama a seguir (Figura 27) mostra uma visão geral das fases e subfases do PDP na empresa.

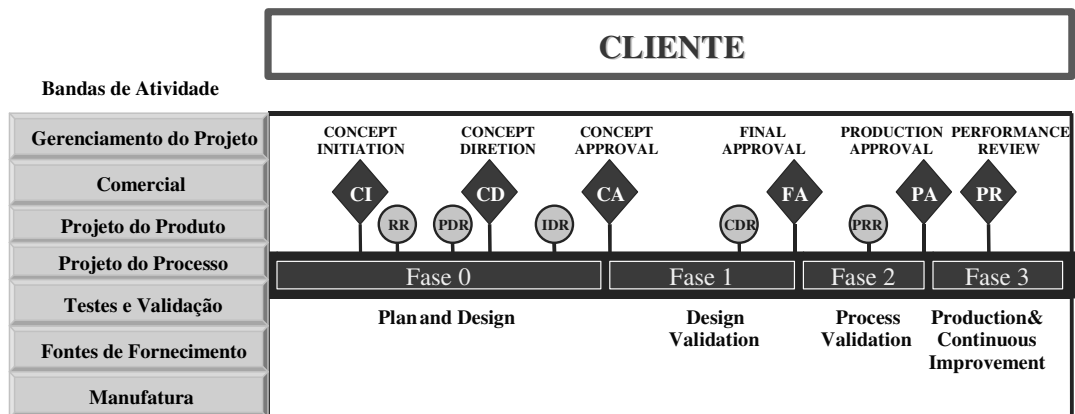


Figura 27 - PDP – Visão Geral

Para determinar os níveis de revisão e de autoridade dos *Gate Reviews* (revisões de fase) apropriados, os projetos são classificados nas Categorias A, B ou C, dependendo do seu tamanho, risco e / ou complexidade (Quadro 6).

Para determinar os *Design Reviews* (revisões de projeto), os projetos são classificados em Tipo 1, 2 ou 3, dependendo de seus riscos técnicos (Quadro 7).

Esta classificação do projeto irá determinar o número de *Gate Reviews* e *Design Reviews* que serão obrigatórios em cada projeto. Maiores detalhes na seção 3.2.6.

Quadro 6 - Guia para classificação das categorias de projeto

Responsabilidades do PDP:	CAT.	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS
	<ul style="list-style-type: none"> ◆ O PDT ou <i>Product Team</i> é responsável por definir a Categoria do Projeto. ◆ <i>Business Team</i> pode mudar categoria definida. ◆ <i>Business Team</i> é responsável pela aprovação dos <i>Gate Reviews</i> 	A	PROGRAMAS GRANDES DE PRODUTO OU PROCESSO com alta complexidade e correspondente risco <ul style="list-style-type: none"> - ALTOS RECURSOS - ALTOS RISCOS - IMPORTÂNCIA ESTRATÉGICA MAIOR - INTERAÇÃO INTERDEPARTAMENTAL IMPORTANTE - MUITOS ELEMENTOS NOVOS OU DESCONHECIDOS - DURAÇÃO MAIOR DO QUE 3 ANOS OU MAIS DO QUE 20 EQUIPAMENTOS NOVOS ENVOLVIDOS
	B	PROGRAMAS MODERADOS DE PROCESSO OU PRODUTOS média complexidade ou recursos. <ul style="list-style-type: none"> - MÉDIOS RECURSOS - MÉDIOS RISCOS - MEDIA DURAÇÃO - POUCOS NOVOS EQUIPAMENTOS, CAPACIDADE DE PROCESSO DESCONHECIDA 	<ul style="list-style-type: none"> - ATUALIZAÇÃO DE SISTEMA OU COMPONENTE - AUMENTO DE CAPACIDADE - NOVA TECNOLOGIA NÃO SIGNIFICANTE
	C	MUDANÇAS MENORES EM PRODUTOS /PROCESSOS EXISTENTES com baixo risco <ul style="list-style-type: none"> - BAIXOS/EXISTENTES RECURSOS - BAIXOS RISCOS/COMPLEXIDADE - DURAÇÃO BAIXA - EQUIPAMENTO EXISTENTE, CAPACIDADE DE PROCESSO DESCONHECIDA 	<ul style="list-style-type: none"> - ALTERAÇÃO DE PARÂMETROS - AUMENTO DE VOLUME NA CAPACIDADE EXISTENTE - AUMENTO DE CAPACIDADE DE FABRICAÇÃO - PEQUENAS ALTERAÇÕES - PROCESSOS EXISTENTES

Quadro 7 - Guia para classificação dos tipos de *Design Review*

Responsabilidades PDP:	TIPO	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS
	<ul style="list-style-type: none"> ◆ <i>Product Team</i> é responsável pela definição do Tipo do Projeto ◆ <i>Product Team</i> é responsável junto com o Líder de Projeto pela aprovação dos <i>Design Reviews</i> 	1	PROGRAMAS GRANDES DE PRODUTO OU PROCESSO <ul style="list-style-type: none"> - ALTOS RECURSOS TÉCNICOS - ALTOS RISCOS TÉCNICOS - MUITOS FATORES INCERTOS OU DESCONHECIDOS
	2	PROGRAMA MODERADO PRODUTO, PROCESSO <ul style="list-style-type: none"> - MÉDIOS RECURSOS TÉCNICOS - MÉDIOS RISCOS TÉCNICOS 	<ul style="list-style-type: none"> - ATUALIZAÇÃO DE SISTEMA OU COMPONENTE - NOVA TECNOLOGIA NÃO SIGNIFICANTE - MECANISMO BÁSICO FORA DE QUESTIONAMENTO
	3	MUDANÇAS MENORES EM PRODUTOS/PROCESSOS EXISTENTES <ul style="list-style-type: none"> - BAIXOS RECURSOS TÉCNICOS - BAIXOS RISCOS TÉCNICOS 	<ul style="list-style-type: none"> - SUPORTE DE MONTAGEM DA BOMBA - MUDANÇA DE RELAÇÃO DE DIREÇÃO - MUDANÇA DE VÁLVULA - MUDANÇA DO COMPRIMENTO DO EIXO - MUDANÇA ROTINEIRA DE PARÂMETROS

3.2.2 Lançamento do Projeto

Os projetos de cada PDP são lançados (iniciados) através do *Concept Initiation Gate Review* (CI), que pode ser em contingência de uma aceitação pelo cliente da cotação de fornecimento feita pela empresa. O *Business Team* autoriza o lançamento de um projeto do PDP.

Em projetos do PDP, o *Business Team* aprova o plano de recursos iniciais e o “*business case*” – que é a avaliação estratégica financeira do negócio. O *Business Team* pode delegar esta autoridade para o Coordenador do PDP (Gerente de Engenharia de Produto) ou para o Líder de Projeto (pessoa nomeada para liderar o projeto a partir do seu lançamento) na responsabilidade de execução do projeto. Uma vez que o projeto esteja lançado, o Líder de Projeto deve iniciar a pasta de Registro de Projeto e obter um número de conta de projeto.

3.2.3 Finalização do Projeto

Projetos do PDP podem ser interrompidos em qualquer *Gate Review* ou, ainda, por uma ação gerencial em qualquer momento. Cancelamentos prematuros de projeto são descritos na pasta de Registro de Projeto e assinado pelo Líder de Projeto/Coordenador de PDP, ou descrito na documentação do *Gate Review*. Ocorre, então, a notificação do cancelamento de projeto ao Departamento Comercial, incluindo número da conta do projeto, cliente, plataforma, modelo, linha de produto e razão do cancelamento. A finalização normal de projeto do PDP é marcada por um *Gate Review* chamado *Performance Review* (PR), ou 6 meses após o início da produção, se a revisão (PR) não for requerida.

3.2.4 Gate Reviews e Design Reviews

O Líder do Projeto e o *Product Team* são os responsáveis por recomendar se o projeto deve ser aprovado no *Gate Review* ou não. Porém é de responsabilidade do *Business Team* tomar a decisão baseada nas informações do projeto apresentadas.

Há quatro possibilidades para a decisão do *Business Team*:

- *Exit*: significa liberar o projeto para passar de fase ou aprovar o *Gate Review* para que o projeto prossiga o seu desenvolvimento.

- No-exit: de forma oposta ao *Exit*, a decisão *No-exit* significa não liberar o projeto para passar de fase ou reprovar o *Gate Review*. Neste caso existem riscos nesta fase do projeto que devem ser removidos para que o desenvolvimento prossiga.
- Cancelar: os riscos de continuidade do programa são de tal ordem que o projeto deve ser cancelado. Ou, em função de um evento externo, por exemplo, cancelamento do projeto da montadora, o projeto tem de se cancelar.
- Atrasar: significa a necessidade de um grande redirecionamento nos objetivos do programa que usualmente geram impacto nos prazos do projeto. Neste caso as condições sobre as quais o projeto deve ser revisto são documentadas no processo do projeto.

O propósito de um *Gate Review* é auditar (verificar) a situação do projeto em relação ao plano do projeto. Cada *Gate Review* provê o fórum para uma revisão multifuncional visando:

- Auditar o projeto em relação ao planejado através da revisão das SOW's (*Statement of Work* – relação de tarefas definidas para o projeto), dos imperativos do projeto e do seu cronograma.
- Entender os riscos do projeto e confirmar os planos de ação / resolução.
- Confirmar ou restabelecer a direção estratégica do projeto.
- Assegurar que os imperativos do projeto estão sendo endereçados.
- Decidir se a Revisão terá *Exit*, *No-exit* (agendar uma nova revisão), cancelar o projeto ou atrasar o projeto (suspender trabalhos até alguma condição estar satisfeita).

Os *Gate Reviews* definidos no PDP são os seguintes:

- **CI – Concept Initiation** – Início do Conceito do Projeto, dividido em 2 momentos:
 - ✓ **CI98**: Neste *Gate*, é apresentada a oportunidade de negócio ao *Business Team*, com o objetivo de confirmar se esta oportunidade está alinhada com a estratégia da empresa. São sintetizados, em um formulário específico, os requisitos do cliente e a oportunidade de negócio (ex. produtos potenciais, novos volumes, preços objetivos, posição em relação à concorrência). Um *Exit* nesta fase significa que a empresa considera a oportunidade alinhada com sua estratégia e concorrerá no negócio. A empresa despenderá recursos para analisar mais profundamente o negócio – técnica e financeiramente – a fim de submeter uma cotação formal ao cliente,

podendo, inclusive, submeter protótipos como forma de mostrar seu produto ao cliente potencial.

- ✓ **CI99:** Neste *Gate*, a empresa já obteve a indicação para o negócio por parte do cliente ou, até mesmo, seu comprometimento formal. São confirmados os recursos disponíveis e os itens imperativos do projeto, tais como requisitos iniciais do cliente, comerciais, fornecedores e de manufatura. É formado, então, o Product Team e nomeado o Líder de Projeto (*Project Leader*).
- **CD – Concept Direction** – São confirmados o comprometimento dos recursos (humanos, financeiros, fabris) para o desenvolvimento do projeto. É avaliada a integridade do conceito selecionado quanto ao atendimento de requisitos imperativos do projeto e de prazo do cliente.
- **CA – Concept Approval** – Final da Fase 0. É confirmada a integridade do conceito selecionado. São avaliadas as necessidades do sistema de produção e do conceito de processo para o atendimento de requisitos imperativos do projeto e de prazo, baseados em testes de pré-protótipos. São confirmados, também, o comprometimento do cliente e os recursos financeiros do projeto.
- **FA – Final Approval** – Final da Fase 1. É confirmada a integridade das atividades da Fase 1 e do sistema de produção e de processo para o atendimento dos requisitos imperativos do projeto e de prazo.
- **PA – Project Approval** – Final da Fase 2. É confirmada a integridade das atividades da Fase 2 e do sistema de produção e de processo para o atendimento dos requisitos comerciais e de produção. É feito o alinhamento com os imperativos do projeto e é confirmada a resolução de questões levantadas pelo cliente.
- **PR – Desempenho Review** – Final da Fase 3. É feita a análise crítica quanto ao atendimento dos objetivos técnicos e comerciais do projeto. São confirmados planos de ação para resolver pendências e documentadas as lições aprendidas.

O Líder de Projeto é responsável pela comunicação, em tempo apropriado, da Decisão da Situação do Projeto para todos os membros da equipe, áreas funcionais, fornecedores e clientes afetados pelo projeto (Quadro 8).

Quadro 8 - Responsabilidades do PDP – Gate Reviews

Gate Review	Assinaturas Requeridas	Apresentador
<i>CI 98</i>	<i>Business Team</i>	Coordenador de Cotações
<i>CI Review</i>	<i>Business Team</i>	Coordenador de Cotações, Líder de Projeto ou Coordenador do PDP
<i>CD, CA, FA, PA, PR Reviews</i>	<i>Business Team</i> , representado minimamente por Engenharia e Operações (inclui Qualidade)	Líder de Projeto ou Coordenador do PDP

Atividades de seguimento (“*follow up*”) são implementadas pelos membros do *Product Team* e são monitoradas pelo Líder do Projeto.

Gate Reviews que forem decididos como *No-Exit*, para projetos não cancelados ou atrasados, são reagendados, e uma data de revisão é definida para um novo *Gate Review*.

O processo de *Design Review* audita e verifica o projeto em relação aos seus requisitos e certifica que os requisitos estejam corretos, completos e estáveis e que o projeto proposto é capaz de atender aos requisitos e de confirmar os planos de ação para riscos emergentes devidos aos requisitos ou ao *design*. O fórum usado na revisão dos requisitos e do *design* é o *Product Team*.

Os cinco *Design Reviews* definidos no PDP são:

- **RR – Requirements Review** – Revisão dos Requisitos
- **PDR – Preliminary Design Review** – Revisão Preliminar do Design
- **IDR – Interim Design Review** – Revisão Intermediária do Design
- **CDR – Critical Design Review** – Revisão Crítica do Design
- **PRR – Production Readiness Review** – Revisão de Preparação para Produção

O Líder do Projeto é responsável por recomendar se o projeto deve ser aprovado para *Exit* no *Design Review* ou não. É responsabilidade do *Product Team* tomar uma decisão baseada nas informações do projeto apresentadas. Há duas possibilidades para a decisão do *Product Team*: *Exit*, *No-exit*. Os membros do *Product Team* indicam e documentam a decisão do *Design Review* (*Exit* ou *No-exit*).

O Líder de Projeto é responsável pela comunicação, em tempo apropriado, da Decisão da Situação do Design Review para todos os membros da equipe, áreas funcionais, fornecedores e clientes afetados pela decisão. Atividades de seguimento (“*follow up*”) são implementadas pelos membros do Product Team e monitoradas pelo Líder do Projeto.

Design Reviews que forem decididos como *No-Exit* são reagendados e uma nova data de revisão é definida para novo *Design Review*.

3.2.5 Gerenciamento de Risco

Todos os itens identificadas nos *Gate e Design Reviews* como riscos devem ser solucionados e os resultados documentados na pasta de Registro do Projeto. O Líder de Projeto é responsável por assegurar a execução em tempo hábil dos planos de ação para resolver itens abertos.

A cada *Gate e Design Review*, itens abertos de revisões anteriores são revistos para assegurar que tenham sido fechados ou transferidos para a lista de itens / riscos da revisão corrente ou aprovados pelo Coordenador de PDP ou Gerente de Engenharia como risco aceitável.

Antes do início da produção ou no *Production Approval (PA) Gate Review*, o Líder de Projeto é responsável por assegurar que as disposições dos itens de risco remanescentes estejam indicadas no *Gate Review* (incluindo itens de risco dos *Design Reviews*), como “fechados” ou como “abertos, mas aceitáveis”.

As bases para a determinação de risco estão indicadas no Diagrama da Figura 28 e no Quadro 9, a seguir:

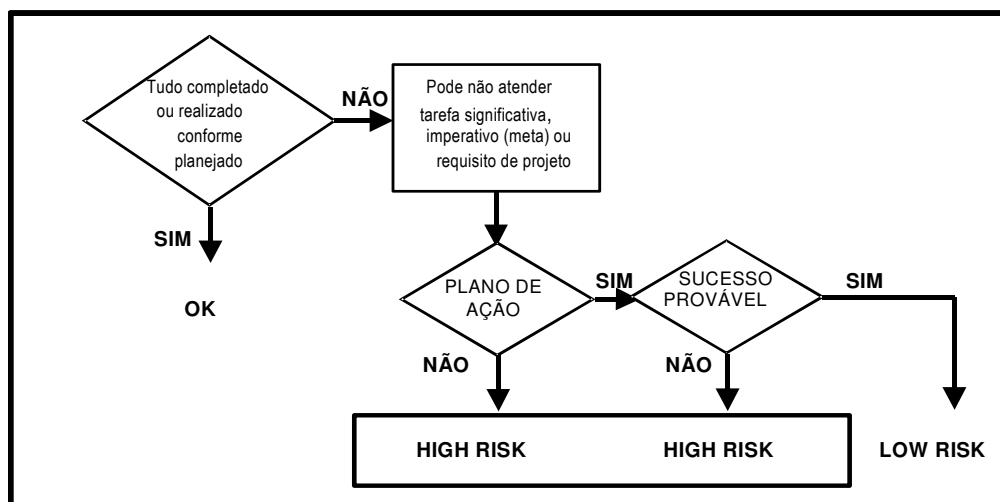


Figura 28 - Fluxograma da Determinação do Risco

Quadro 9 - Risco do Projeto

Tipo de Revisão	Base de Risco	Determinação do Risco
<i>Gate Review</i>	Capacidade projetada de atender ou completar atividades significativas, imperativos (metas) ou tarefas do caminho crítico do cronograma.	<i>High</i> : Não existe plano viável para minimizar o risco.
	Capacidade projetada de atender ou completar qualquer atividade, imperativo (meta) ou tarefa do cronograma.	<i>Low</i> : Não executado conforme planejado, mas existe novo plano viável para minimizar o risco ou consequência aceitável se não realizado.
	Finalização ou capacidade projetada para completar as tarefas, imperativo (meta) e cronograma.	<i>OK</i> : Completado ou Projetado para estar Completado conforme Planejado.
<i>Design Review</i>	Estabilidade projetada ou demonstrada e execução de requisitos chaves e / ou capacidade do projeto de atender requisitos chaves ou imperativos	<i>High</i> : Não existe plano viável para minimizar o risco.
	Estabilidade projetada ou demonstrada e execução de requisitos e / ou capacidade do projeto de atender requisitos	<i>Low</i> : Não executado conforme planejado, mas existe novo plano viável para minimizar risco ou consequência aceitável se não realizado.
	Estabilidade projetada ou demonstrada e execução de requisitos e / ou capacidade do projeto de atender requisitos	<i>OK</i> : Completado ou Projetado para estar Completado conforme Planejado.

3.2.6 Design Reviews e Gate Reviews requeridos

Os *Design Reviews* ou *Gate Reviews* requeridos para cada tipo de projeto são mostrados na tabela abaixo (Quadro 10).

Quadro 10 - Revisões do PDP requeridas por categoria de projeto

PRIMEIRA RESP.	FASE 0							FASE 1	FASE 2	FASE 3		
	Vendas	Product Team	ENG. DE PRODUTO					ENG. DE MANUFATURA			PROD	
Categoria	CI98	CI99	RR	PDR	CD99	IDR	CA99	CDR	FA99	PRR	PA99	PR99
A	◆ ¹	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
B-T1, B-T2	◆ ¹	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
B-T3	◆ ¹	◆	N/R	N/R	◆	N/R	◆	N/R*	◆	N/R	◆	◆ ²
C	◆ ¹	◆	N/R	N/R	N/R	N/R	◆	N/R*	N/R	N/R	◆	N/R

Legenda:

◆ documentos requeridos

N/R documentos não-requeridos

N/R* Alteração de Engenharia é suficiente para projetos Categoria C e/ou B –T3

¹ não requerido para negócios já existentes com clientes estabelecidos

² requerido apenas revisão do *Imperative Tracker*

3.2.7 Business Case

Quando uma oportunidade de negócio é aprovada (recebendo *Exit*) no *Gate Review* CI98, é montada a proposta de *Business Case* do projeto a ser desenvolvido, a qual obedece a procedimento específico. Esta proposta traz a previsão de custos de desenvolvimento do novo produto através da reunião de informações de diversas áreas da empresa, listadas a seguir:

- ◆ FIT de Manufatura – Formulário de Informações Técnicas de Manufatura. Contém estimativas de investimentos em equipamentos, infra-estrutura, MOD (mão-de-obra direta), MOI (mão-de-obra indireta), informações de tempo e alocação de processos, custos de instalação, treinamento, despesas de *try out* de equipamentos e custos de validação de processos.
- ◆ FIT de Produto – Formulário de Informações Técnicas de Produto. Contém estimativas de investimentos em equipamentos de laboratório, custos de engenharia (CAD, CAE, CAM, etc), despesas de validação de produto, custos de itens comprados e ferramentais de terceiros.

Além das informações de custos de desenvolvimento, a proposta de *Business Case* traz o panorama físico-financeiro, o *target price* do cliente, o preço objetivo da empresa, a

vida do projeto, suas margens, *pay back*, etc. O *Business Case* é um dos elementos vivos do desenvolvimento de produto, sendo revisado a cada *Gate Review*.

A empresa não utiliza nenhum *software* comercial específico para esta atividade. Ela própria desenvolveu sua metodologia de trabalho.

3.2.8 Identificação de Projeto

Cada projeto é identificado por uma nomenclatura que o Líder do *Product Team* julgar adequada para melhor entendimento e / ou reconhecimento das demais pessoas. Também pode ser adotada a identificação pelo código de sua conta contábil, definido pelo Departamento de Controladoria. A identificação é adotada por todos os departamentos envolvidos, para facilitar o arquivamento e o compartilhamento de informações. O Líder de Projeto é o responsável pela divulgação desta identificação.

3.2.9 Plano de Desenvolvimento do Projeto

O líder, em conjunto com o *Product Team*, revisa o cronograma e o orçamento preliminares apresentados no CI-99, contemplando as atividades definidas e aprovadas pelo *Business Team*. A realização do orçamento e a aprovação de despesas do projeto são definidas por procedimento específico que rege o Orçamento de Projeto. Entre outras atividades, este procedimento estabelece o Cronograma de Desembolso de Projeto (CDP), que é o cronograma físico-financeiro dos investimentos e despesas realizadas no decorrer de desenvolvimento do novo produto.

Ao longo do desenvolvimento do projeto, atividades como *Design Failure Mode and Effect Analysis* (DFMEA) e *Process Failure Mode and Effect Analysis* (PFMEA) são programadas. O Quadro 11 mostra algumas entradas de dados e ferramentas utilizadas para desenvolvimento de projetos.

Quadro 11 - Entrada de Dados X Ferramentas de Análise

Alguns modos de captura de dados	Algumas ferramentas utilizadas
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Voice of the Customer</i> • SAC (Serviço de Assistência ao Cliente): de onde se obtém os índices de falhas em linha (PPM) e falha em campo (IPTV) • <i>Lessons learned</i> (Lições aprendidas): histórico de experiência em aplicações anteriores de produtos • Índices internos de desempenho da empresa: tais como FTQ (<i>First Time Quality</i>), % de sucata, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • DFMEA (<i>Design Failure Mode and Effect Analysis</i>) • PFMEA (<i>Process Failure Mode and Effect Analysis</i>) • DOE (<i>Design of Experiments</i>) • CAD (<i>Computer Aided Design</i>) • CAE (<i>Computer Aided Engineering</i>) • DFA (<i>Design for Assembly</i>) • DFM (<i>Design for Manufacturing</i>) • MASP (Método de Análise e Solução de Problemas) • <i>Error Proofing</i> • <i>Brainstorming</i> • 5W 2H

3.2.10 Marcas e Patentes

A consulta ou a requisição a marcas e patentes faz parte das atribuições da Engenharia de Produto da empresa. Através do seu Arquivo Técnico, são mantidas as atualizações de Normas Nacionais e Internacionais, legislações de interesse da empresa (legislação ambiental, por exemplo), bem como o registro de marcas e patentes relacionadas com a atividade da empresa. Os registros novos relacionados com os produtos desenvolvidos pela empresa são analisados pelo corpo técnico. Tal acervo é mantido, para posterior consulta, no Arquivo Técnico.

3.2.11 Arquivo de Documentos

O Quadro 12 a seguir mostra a documentação dos projetos PDP da empresa. Esta documentação é arquivada em uma pasta chamada *Registro de Projeto*.

Quadro 12 - Arquivo de Documentos

Arquivo de Documentos e Correspondente Seção na pasta Registro de Projeto	
Documentos	Registro de Projeto
Listagem de Documentos Obrigatórios Registro de Projeto	Seção 1 - Geral
Formulário Iniciação do Projeto (CI 98) ¹	Seção 2 – Gerenciamento de Projeto
Formulários de <i>Gate</i> e <i>Design Reviews</i> :	
Cronograma (com nomes dos responsáveis)	
<i>Imperative Tracker</i>	
<i>Resource Plan</i> – Plano de Recursos (Equipe, gerente e líder de projeto)	Seção 3 – Comercial
Carta de Cotação = Análise Crítica de Contrato	
Processo de Cotação / FIT's de Cotação	
<i>Sales Release</i> e Carta de Intenção	
Cronograma de Desembolso de Projeto (CDP)	Seção 4 – Projeto de Produto / Sistema
Requisitos do Cliente	
Desenhos e Especificações	
Documentos de Liberação de Projeto	
DFMEA	Seção 5 – Projeto de Processo / Manufatura
PFMEA	
Planos de Processo	
Planos de Controle de Processo (Protótipo, Pré-produção (GP-12), Produção)	
Planos de Validação	Seção 6 – Testes / Validação
Submissões de Amostras ao Cliente (GP-11, peças de PPAP, etc.)	
Resultados de Testes / Documentos de Validação (GP-11, DV, PPAP, RA, etc.)	
Conforme apropriado	Seção 7 – Compras
Embalagem	Seção 8 – Manufatura / Operações
Qualificação de Equipamentos de Testes e <i>Gates</i> da Operação	
Instruções de Trabalho	

3.2.12 Responsabilidades no PDP

Abaixo é apresentada a matriz de responsabilidades funcionais do PDP da empresa.

Quadro 13 - Matriz de Responsabilidade

	R Responsabilidade	A Autoridade	S Suporte	I Informação	C Consulta
1. Seleciona/autoriza os programas (CI)	<i>Business Team</i>	<i>Business Team</i>	Engenharia de Produto Depto Comercial <i>Product Team</i>	Depto Comercial <i>Product Team</i>	Depto Comercial <i>Product Team</i>
2. Aprova ou designa aprovação de <i>Gate Reviews</i> assinando p/ EXIT	<i>Business Team</i> CI 99	<i>Business Team</i> CI 99	<i>Product Team</i>	<i>Product Team</i> PDT	<i>Product Team</i> PDT
3. Aprova ou designa aprovação de <i>Design Reviews</i> assinando p/ EXIT	<i>Product Team</i>	<i>Product Team</i>	<i>Business Team</i>	PDT e <i>Business Team</i>	PDT e <i>Business Team</i>
4. Prepara e Apresenta CI <i>Gate Reviews</i>	Coordenador de Cotação / Gerente de Conta	<i>Business Team</i> e <i>Product Team</i>	Coordenador PDP Engenharia de Produto e Manufatura	PDT e clientes	PDT
5. Prepara e Apresenta demais <i>Gate Reviews</i>	Líder do <i>Product Team</i>	<i>Business Team</i> (recomendação do <i>Product Team</i>)	Coordenador do PDP / Gerente de Engenharia de Produto	PDT e clientes	PDT
6. Designa líder do projeto e outras autoridades de assinatura de <i>Exit</i>	<i>Product Team</i> e Coordenador PDP / Gerente de Engenharia de Produto	<i>Business Team</i>	Coordenador do PDP e Coordenador de Cotação	PDT	Gerências
7. Define categoria e tipo do projeto	<i>Product Team</i>	<i>Business Team</i>	Coordenador do PDP e Coordenador de Cotação	PDT	Engenharia de Produto
8. Mantém o Registro do Projeto, cronograma, <i>Imperative Tracker</i> , etc.	Líder de Projeto	Líder de Projeto	PDT e áreas funcionais específicas	<i>Product Team</i> <i>Business Team</i>	Qualidade Avançada e <i>Product Team</i>
9. Determina as atividades relevantes do PDP	PDT	Líderes de Equipes de Projeto e <i>Business Team</i> e <i>Product Team</i>	Coordenador do PDP	<i>Business Team</i>	Qualidade Avançada e <i>Product Team</i>
10. Mantém o processo e formulários do PDP	Coordenador do PDP	Coordenador do PDP		Áreas funcionais envolvidas	
11. Aprova mudanças na implantação do PDP	Coordenador do PDP / Gerente de Engenharia de Produto	Coordenador do PDP + Grupo Sistema		Áreas funcionais envolvidas	

3.3 Análise Crítica do PDP

Executar a análise crítica de um modelo de desenvolvimento de produto consolidado e já fazendo parte da cultura da empresa não é tarefa trivial. Trata-se de um modelo de sistemas de direção para o mercado automotivo aplicado com muito sucesso em desenvolvimentos passados. Por vezes, a metodologia de desenvolvimento de produto era confundida com a própria documentação de gerenciamento do PDP – o que ressaltava quão forte era o papel deste método, principalmente dentro da Engenharia de Produto da empresa.

Para executar tal análise, optou-se por fazer uma pesquisa qualitativa interna, envolvendo diretores, gestores dos diversos departamentos da empresa e integrantes das equipes multifuncionais de desenvolvimento de produtos (PDT – *Product Development Team*). Esta pesquisa qualitativa cobriu diversos processos e departamentos da empresa, dentre eles Vendas, Qualidade, Compras, Logística, Produção, Eng^a de Produto e Eng^a de Manufatura. Estes departamentos foram incluídos por possuírem interface ativa no PDP.

Para formulação da pesquisa, tomou-se como apoio à revisão bibliográfica deste trabalho. Questionamentos sobre o posicionamento estratégico das empresas e sobre o seu direcionamento no lançamento de produtos trabalhados por Patterson e Fenoglio (1999) e por O’Leary-Kelly e Flores (2002) formaram a base desta estrutura de pesquisa. A pesquisa visava a identificar:

- As ameaças e oportunidades nas quais a empresa e a sistemática de PDP estavam envolvidas.
- Os pontos fortes e fracos deste modelo de desenvolvimento de produtos.
- O potencial de melhorias do modelo existente.
- O alinhamento deste PDP com o planejamento estratégico da empresa.

A pesquisa aplicada envolvia questionamentos gerais, sobre o posicionamento da empresa no mercado, sobre os clientes atuais e futuros, sobre sua relação com eles e sobre o posicionamento da empresa frente à concorrência, tais como:

- Quais os princípios da empresa?
- Qual o cliente-alvo?
- Quais são as oportunidades para a empresa no mercado?
- Quais são as ameaças hoje e no futuro?
- Quais são as forças da empresa? O que ela tem de melhor?

- Quais são suas fraquezas?
- Como os clientes atuais estarão no futuro? O que esperam da empresa?
- Quais estratégias de produto melhor capturarão as oportunidades do mercado e criarão vantagens competitivas?
- Como podem ser mais bem usadas pela empresa as suas competências? De quais novas competências a empresa necessita?
- De quais parcerias estratégicas a empresa necessita para complementar suas competências?
- Qual família de produtos e serviços melhor atingirá os objetivos estratégicos?
- Quais características são necessárias em cada produto para melhor atrair o interesse do cliente?
- Quais novas tecnologias serão necessárias para fazer com que os produtos e serviços da empresa sejam competitivos no futuro?
- Como pode a empresa melhor comunicar o valor de cada novo produto e serviço aos seus clientes?
- Quais são os objetivos atuais da concorrência?
- Quais as estratégias de mercado da concorrência?
- Quais são as tendências do posicionamento da concorrência no mercado?

Posterior a pesquisa aplicada aos diretores, gestores de departamentos – que possuem participação ativa no PDP – e integrantes das equipes de desenvolvimento de produto, foi realizada a compilação e consolidação dos dados desta pesquisa.

Em função do caráter confidencial das informações, alguns posicionamentos estratégicos não podem ser revelados. Porém, na seqüência do trabalho, há um relato dos itens mais relevantes que permitiram a priorização do plano de intervenção posterior para a melhoria do PDP da empresa.

Após a consolidação dos dados da pesquisa nos departamentos da empresa, foi feito um cruzamento dos resultados desta pesquisa com o Planejamento Estratégico da empresa. O desdobramento do planejamento estratégico da empresa existente no departamento da Engenharia de Produto também foi levado em conta neste processo. Com este cruzamento foi possível identificar convergências entre o relato dos entrevistados com o planejamento estratégico da empresa e outras oportunidades relevantes ao plano de intervenção posterior.

3.3.1 Ameaças e Oportunidades

A pesquisa realizada nos departamentos internos da empresa, e o seu cruzamento com as diretrizes do planejamento estratégico revelaram um diagnóstico geral do PDP. O fato de a empresa possuir um produto consolidado no mercado atual demonstrava um certo conforto da mesma em relação ao lançamento de novas aplicações para o mesmo conceito de projeto. Isto é, devido ao fato de possuir um produto maduro – na medida em que estava presente na maioria das aplicações veiculares do mercado nacional – o lançamento de novos veículos recebiam variantes do mesmo projeto, com boas perspectivas de sucesso. O prazo de desenvolvimento de um novo produto, baseado no mesmo conceito de lançamentos anteriores, se dava de forma ágil.

A auto-imagem das áreas envolvidas no PDP era de que as equipes eram comprometidas e qualificadas para o desenvolvimento de produtos. Outro fator que colaborava para este “*estado de conforto*” era o fato de que a empresa projetava e fabricava o sistema completo de direção para veículos. Além disso, a empresa havia implementado, ao longo dos últimos anos, um forte programa de desenvolvimento de fornecedores nacionais e locais. Toda esta série de itens do PDP existente contribuía para a sensação de uma certa autonomia e segurança quando o desafio de desenvolver um novo produto era assumido pela empresa.

Ao mesmo tempo, esta pesquisa revelou uma consciência sobre vários pontos fracos. Todos os desenvolvimentos bem-sucedidos estavam associados ao concentrado *portfolio* de produtos atuais. Este *portfolio* já não estava mais coerente com o estado da arte quanto à aplicação de tecnologia.

A tecnologia aplicada atualmente nos produtos estava ameaçada pela nova geração de sistemas de direção emergentes no mercado global. A implementação destas novas gerações de sistemas de direção estaria vinculada à comprovação de sua confiabilidade e à competitividade, em relação ao custo, quando comparadas aos sistemas atuais. Conhecer profundamente os produtos da concorrência quanto as suas vantagens competitivas ou fragilidades de desempenho não recebia a ênfase adequada no atual processo de Análise da Concorrência que a empresa realizava.

Outro ingrediente de desconforto foi o fato de que a empresa estava muito focada em clientes tradicionais, o que, de certa forma, inibia a possibilidade de desenvolvimento de novos produtos e, conseqüentemente, a penetração em novos mercados. Contudo, apesar do foco concentrado nos clientes tradicionais, havia quase um consenso entre os departamentos de que a empresa era percebida como fornecedor de componentes automotivos, e não, como uma empresa que desenvolve sistemas automotivos e soluções.

Ou seja, o PDP da empresa ainda não estava presente na fase inicial de obtenção do negócio e do desenvolvimento do veículo – onde definições técnicas iriam direcionar o desenvolvimento de todos os subsistemas veiculares. Esta deficiência não permitia que a empresa interagisse com as montadoras de veículos para o desenvolvimento de outros sistemas periféricos. Muitas vezes, estes sistemas periféricos acabavam por influenciar o desempenho do produto da empresa quando lançado no mercado.

O PDP deveria aproximar a empresa ainda mais do cliente, participar mais decisivamente das premissas e definições do veículo, interagir com a cadeia de fornecedores de outros sistemas, detectar e corrigir falhas no casamento destes sistemas antes que fossem percebidas pelo usuário final do veículo.

Na verdade o PDP deveria participar, junto ao cliente, desde o momento em que uma nova oportunidade de negócio estava sendo prospectada. A pesquisa interna mostrou que, apesar da empresa possuir uma forma estruturada de desenvolvimento de produto, o cliente não conhecia a forma de gestão do PDP da empresa. Portanto, os benefícios desta metodologia não eram vendidos aos clientes nos processos de cotação de novos negócios.

O que deveria ser mudado na gestão do PDP para atingir este objetivo?

Já sob o enfoque estritamente técnico quanto ao atendimento a requisitos das certificações do sistema da qualidade da empresa (ISO 9001, QS 9000 e ISO-TS 16949), a análise crítica ainda trouxe um paralelo entre alguns pontos fortes e fracos na gestão do PDP. O Quadro 14 a seguir aponta este paralelo.

Quadro 14 - Pontos Fortes e Fracos do PDP na Empresa

Pontos Fortes	Pontos Fracos
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Tem garantido sistematicamente a qualidade dos produtos comercializados. ◆ É uma forma estruturada de desenvolvimento, está adequada à cultura de da empresa. ◆ Tem conectado e dado suporte às áreas envolvidas nos projetos, promovendo desenvolvimento integrado do produto. ◆ Explora pontos fortes do produto da empresa e alerta para pontos frágeis do seu desenvolvimento. ◆ Tem servido como <i>lessons learned</i> para novos projetos. 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ O PDP usado na empresa é uma metodologia trabalhosa, que exige muita disciplina. ◆ Pouco atuante na fase de prospecção de mercado e desenvolvimento avançado de produtos. ◆ Requer contínuo investimento em tecnologia em função da definição de negócio da empresa. ◆ Explora pouco as dimensões ampliadas e potenciais do produto. ◆ Explora poucas vantagens competitivas e deficiências de desenvolvimento de produtos da concorrência.

A análise crítica do PDP também trouxe à tona as ameaças e as oportunidades às quais a empresa está submetida atualmente, que são analisadas no seu planejamento estratégico. O PDP tem papel fundamental neste cenário.

Continuamente surgem novas normativas por parte dos clientes e da legislação, que se transformam em dados de entrada ou em requisitos de projeto para novos desenvolvimentos. A velocidade de obsolescência das tecnologias atuais, cada vez maior, e a crescente orientação do mercado para serviços, entre outros, fazem com que a responsabilidade da empresa na área de pesquisa e desenvolvimento (P&D) aumente. O PDP da empresa poderia ser “vendido” para o cliente como um serviço de alto valor agregado. Como fazê-lo?

O crescimento de sistemas eletrônicos em veículos direciona para a necessidade de novas competências no PDP das empresas. A disputa em mercados onde “*Global Players*” têm grandes recursos para P&D, presença global, influência nas definições de novos veículos e outros, sem dúvida constitui uma grande ameaça.

Em contrapartida, a demanda interna por conforto e segurança nos veículos tem aumentado consideravelmente. Itens opcionais nesta área, como o sistema de direção assistida, têm se tornado item de série. Os consumidores finais estão cada vez mais exigentes quanto ao conforto e à segurança apresentados pelos veículos.

O nível de ruído interno do veículo percebido pelo usuário final tem sido mais e mais objeto de atenção no PDP. Os estudos técnicos desta área de aplicação, nomeada de *NVH – Noise, Vibration and Harshness* – foram identificados durante a análise crítica do PDP como item fundamental no desenvolvimento de novos produtos. Ampliar o conhecimento específico nesta área técnica e aplicá-lo com maior ênfase antes do lançamento de novos produtos poderia se constituir em um diferencial competitivo para a empresa.

O Quadro 15 a seguir traz um resumo das ameaças e oportunidades descritas nesta seção.

Quadro 15 - Resumo da Ameaças e Oportunidades

Ameaças	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Portfolio</i> concentrado de produtos. • Novos Entrantes e Novos Conceitos. • Clientes Tradicionais X Novos Clientes. • Distante do início dos novos lançamentos das montadoras. • Normas e requisitos crescente de clientes e legislação. • Obsolescência da tecnologia atual em sistemas de direção. • Crescimento da eletrônica embarcada em veículos. • Empresa Local X <i>Global Players</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Demanda por conforto e segurança • Conhecer a fundo a Concorrência • Clientes Tradicionais X Novos Clientes. • Estudos de NVH como diferencial competitivo • PDP mais presente nos processos de cotação de novos negócios. • Necessidade de novas competências internas. • Desenvolvimento de tecnologia para novos sistemas de direção. • Empresa Local X <i>Global Players</i>

O Quadro 16 a seguir traz uma classificação, feita pelo autor, destas Ameaças e Oportunidades e dos Pontos Fortes e Fracos do modelo atual de PDP em três grupos:

- Zona de conforto.
- Oportunidade para mudança.
- Ambiente a ser enfrentado

Quadro 16 - Zona de conforto X Oportunidade para mudança X Ambiente a ser enfrentado

Zona de Conforto	<ul style="list-style-type: none"> • Produto consolidado. • Desenvolvimento ágil. • Equipes comprometidas. • Solução completa para o sistema que envolve o produto. • Cadeia de fornecedores locais. • Autonomia nas decisões.
Oportunidade para Mudança	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Portfolio</i> concentrado de produtos. • Produto atual X Estado da Arte. • Novos Entrantes e Novos Conceitos. • Conhecer a fundo a Concorrência. • Clientes Tradicionais X Novos Clientes. • Distante do início dos novos lançamentos das montadoras.
Ambiente a ser enfrentado	<ul style="list-style-type: none"> • Normas e requisitos crescente de clientes e legislação. • Obsolescência da tecnologia atual em sistemas de direção. • Crescimento da eletrônica embarcada em veículos. • Empresa Local X Global Players. • Demanda crescente por conforto e segurança veicular. • Estudos de NVH como diferencial competitivo. • Necessidade de novas competências. • Desenvolvimento de tecnologia para novos sistemas de direção.

3.3.2 Potencial de Melhorias

Com base no roteiro de investigações do PDP da empresa, delineado pela pesquisa interna da seção anterior, a análise crítica identificou uma série de itens com possibilidade de melhorias. O autor do trabalho, que é o gestor do departamento de Engenharia de Produto da empresa, priorizou alguns destes itens como potencial de melhorias:

- A gestão do PDP como argumento de venda

O PDP poderia auxiliar a empresa a explorar mais a dimensão ampliada e a dimensão potencial do produto. Vender a metodologia de desenvolvimento de produtos da empresa como serviço intrínseco ao projeto poderia ser utilizado como argumento de venda nos processos de obtenção de novos negócios. Seria uma oportunidade de melhoria para estreitar relações com os clientes atuais e competir mais fortemente na conquista de novos clientes.

O sistema de gestão do PDP da empresa poderia ser incluído no pacote de serviços associados ao produto no momento de submissão da proposta técnica e comercial de um novo negócio. Desta forma, poderia ser criado um ambiente favorável para a ampliação da confiança do cliente no processo de tomada de decisão de um novo negócio.

A gestão do PDP na empresa poderia ser vendida como uma competência técnica assegurando ao cliente que, ao estar optando por desenvolver um novo produto com a empresa, estaria também adquirindo um gerenciamento do projeto, cuja atividade final seria garantir o sucesso do desenvolvimento do produto. De fato, o custo, deste serviço de gerenciamento de projeto, já é considerado em todos os desenvolvimentos de produto. Porém, este benefício não é explicitado no processo de cotação.

A gestão do PDP deveria ser entendida pelo cliente como uma cláusula contratual de fornecimento, na qual a empresa compromete sua metodologia de PDP para garantir que todos os dados de entrada do projeto, requisitos específicos do cliente e objetivos do programa sejam tratados de forma adequada, alcançando os desempenhos requeridos pelo produto nos prazos previstos no desenvolvimento e ao custo contratado. Nas diversas fases de desenvolvimento, todas estas premissas seriam analisadas criticamente, e eventuais ações corretivas seriam tomadas para resolver alguma não-conformidade. Tudo isto seria executado de forma transparente, organizada e documentada.

- A análise da concorrência:

As análises da concorrência, feitas até então pela empresa, foram consideradas como superficiais. O roteiro de análise crítica do PDP da empresa também vislumbrou que não bastava à empresa conhecer o produto da concorrência apenas pelo comparativo de construção e de desempenho – que era o procedimento tradicional existente na empresa.

Mais do que fazer uma análise de engenharia destes produtos, a empresa deveria, em determinados momentos, assimilá-los como se pertencessem a si própria – *vesti-los* como uma criação própria. Desta forma, seria gerada, ao mesmo tempo, uma entidade isenta para a avaliação destes produtos, sem o preconceito do paradigma dos produtos da empresa.

Também foi detectado, como uma forma de atuação diferente da prática atual, considerar o produto da concorrência com a visão do cliente. Via de regra, costumava-se eleger um produto paradigma da concorrência para ser comparado a um produto da empresa. A ordem, porém, deveria ser alterada. Por um momento, as equipes de desenvolvimento deveriam esquecer os produtos próprios e olhar para o produto da concorrência como se fosse o mercado; eleger os produtos de interesse como se a empresa fosse o cliente; adotar estes produtos para uso; testá-los à exaustão e encontrar o que há de valor e de inovador nestes produtos. Então, posicionar o produto da empresa em relação à concorrência. Este processo também serviria de elo de ligação com o desenvolvimento de outros conceitos de produtos.

A análise da concorrência deveria servir como ponte ou trampolim entre os produtos existentes e os produtos futuros da empresa.

- O desenvolvimento avançado de produtos:

Por estar inserida em um mercado extremamente competitivo, sob o ponto de vista de custos e de tecnologia aplicada, investir na geração de tecnologias e ser percebida pelo mercado como uma empresa que busca inovação, foi considerado, mais do que um potencial de melhoria, uma necessidade obrigatória, cujo objetivo final seria garantir o futuro da empresa.

A forma de atingir este objetivo seria estruturar o desenvolvimento avançado de produtos. Isto é, o desenvolvimento de novos conceitos de produto que visassem ampliar o *portfolio* de atuação ou evoluir tecnologicamente os produtos da empresa. Não o desenvolvimento de aplicação de uma tecnologia atual para o desenvolvimento de um sistema de direção de um novo veículo, mas o desenvolvimento de uma nova tecnologia de produto para ser posteriormente aplicada no desenvolvimento de uma nova oportunidade de negócio.

De fato, não havia na empresa uma estrutura focada em desenvolver novos conceitos de produtos alinhados às tendências futuras do mercado. Quebrar paradigmas tecnológicos conceituais, questionar o estágio de aplicação dos produtos existentes e seu futuro no mercado eram atitudes, de certa forma, reféns do sucesso e do mercado conquistados pelo desenvolvimento de produtos realizado até então.

A empresa desenvolvia um produto de qualidade superior, adequado à demanda atual do mercado, competitivo em preço. No setor automotivo, o usuário final dificilmente paga mais por uma tecnologia nova caso não consiga diferenciá-la da atual ou detectar algum benefício proveniente da sua utilização.

A beleza estética e a funcionalidade de um veículo, proporcionadas pelo seu *design*, são elementos muito utilizados no apelo de vendas. O usuário-consumidor também compra pela emoção e por impulso. Porém, sistemas automotivos utilizados nestes veículos (como os sistemas de direção), não são visíveis aos olhos do usuário comum, não tocam a sua sensibilidade, mas tocam o seu bolso – em especial no Brasil.

Tecnologias emergentes poderiam ser contidas, em função do seu custo, por um período não-determinado, mas certamente curto. Até quando? A empresa não estava mais associada a um competidor global. Atuar em inovação tecnológica consome recursos e tempo, mas não estar com as atenções voltadas para tal desafio poderia determinar o seu fim.

O PDP da empresa, até então, não englobava a fase de pesquisa e desenvolvimento de novos conceitos de produtos. A associação da empresa com a Divisão da GM, ocorrida no passado, cobria esta necessidade. Naquela época os desenvolvimentos avançados se davam na matriz da associada. Posteriormente, quando já consolidados no mercado, estes novos conceitos de produto eram transferidos para a empresa, a partir de acordos de tecnologia específicos. Com a finalização desta associação, este processo de transferência de tecnologia deixou de existir. Então, adequar o PDP da empresa para atuar também na pesquisa avançada de novos produtos foi identificado como um enorme potencial de melhoria.

Os potenciais de melhoria relatados nesta seção são explorados no Plano de Intervenção que será relatado à frente.

3.3.3 Alinhamento do PDP ao Planejamento Estratégico

Em função do caráter confidencial de informações contidas no planejamento estratégico da empresa, este trabalho não relata ações específicas, mas, o contexto em que elas estão inseridas. Este tratamento visa a preservar o aspecto competitivo da organização, sem interferir nos fundamentos deste trabalho.

Alinhar o PDP ao planejamento estratégico da empresa foi colocado como um dos objetivos deste trabalho. Com base neste planejamento, o PDP deve interagir, de forma ativa, com diversos departamentos da empresa (alguns deles representados na Figura 29), com recursos internos e externos da empresa, utilizar e desenvolver competências internas e estabelecer parcerias estratégicas para o desenvolvimento de produtos e serviços ao cliente. A Figura 29 a seguir ilustra esta interação.

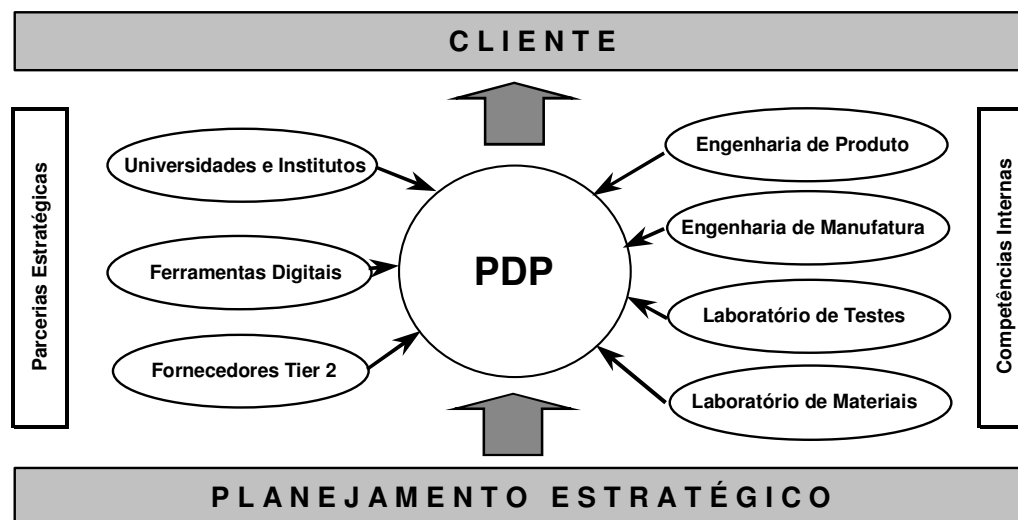


Figura 29 - PDP e o Planejamento Estratégico

A gestão do PDP na empresa é feita pela Engenharia de Produto. Portanto, o gerenciamento desta metodologia (PDP) deve dar suporte à área para conduzir sua missão de desenvolver produtos rentáveis e de qualidade superior, mediante responsabilidade ambiental, atendendo às expectativas dos clientes e estando associados ao futuro da empresa.

Algumas diretrizes do planejamento estratégico, quando associadas ao PDP, induziram redefinições da forma funcional da Engenharia de Produto da empresa.

A Figura 30 a seguir mostra o organograma da Engenharia de Produto da empresa anterior ao Plano de Intervenção no PDP:

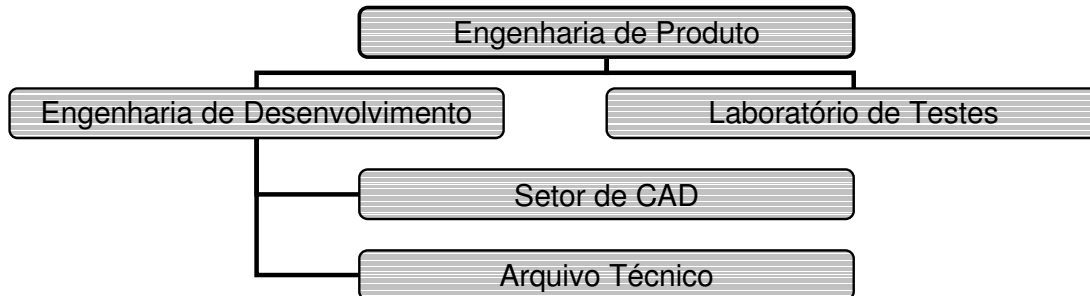


Figura 30 - Organograma Engenharia de Produto – modelo anterior

Com o objetivo de atuar na pesquisa e no desenvolvimento de novos conceitos de produtos e de ser percebida no mercado como uma empresa que busca inovação, a estrutura da Engenharia de Produto deveria ser remodelada na sua forma de atuação. Não havia um núcleo dedicado e desenvolvido para atuar em P&D objetivando o desenvolvimento de novos conceitos de produtos, um núcleo que operasse não de forma isolada, mas de forma interativa com outras áreas da empresa, estimulando sinergias da análise de negócios e de mercado com a área de Vendas, por exemplo. Como o PDP poderia ser redefinido para cumprir este papel?

Em contrapartida, a atuação no desenvolvimento de produtos já conceituados pela empresa deveria ser revigorada. O objetivo seria atender, com maior rapidez e eficiência, às novas oportunidades de negócio no setor automotivo. Deveriam ser criados instrumentos que aumentassem a fidelidade dos clientes no desenvolvimento de novos programas, que colocassem a empresa mais próxima do cliente no momento em que as decisões das plataformas veiculares estavam sendo tomadas. Seria necessária uma nova forma de trabalho, em que a Engenharia de Produto pudesse cada vez mais interceder nas definições do veículo, a fim de obter o melhor desempenho do seu produto na fase de produção. Seria preciso criar uma forma de atuar através da qual a empresa fosse vista, pelo cliente, como uma extensão da sua própria engenharia de produto, através da qual os objetos de definição específicos da montadora fossem delegados para a empresa, pois a competência desta estaria perfeitamente alinhada com as necessidades de definição do veículo. Assumir tarefas da engenharia de produto da montadora era um indicador de que esta tática poderia gerar bons resultados.

Uma área de tratamento específico e de relevância cada vez maior no desenvolvimento de veículos no mercado nacional era a área de *NVH*. O tratamento dado

ao conforto vibroacústico no interior de veículos já se tornou uma disciplina à parte na engenharia e em campos de testes das montadoras. A exigência, por parte do consumidor final, de veículos cada vez mais silenciosos fez com que o padrão de emissão sonora e de vibração de todos os subsistemas que compõem o automóvel tenha sido amplamente otimizado nos últimos lançamentos do setor.

Entender a interação entre os diversos sistemas do veículo e a influência destes no comportamento e desempenho do produto da empresa exigiria uma dedicação de recursos humanos e físicos adequados à dimensão do tema *NVH*. Ampliar a competência interna da empresa nesta área e buscar formas antecipadas de interagir com a montadora nestas questões era um desafio. Como o PDP da empresa poderia se comprometer com este objetivo? As seções a seguir respondem a este questionamento.

Como resumo da análise crítica do PDP existente, pode-se dizer que:

- A reestruturação do PDP, com a inclusão de uma metodologia específica para o desenvolvimento avançado de produtos (desenvolvimento de novos conceitos para ampliar o *portfolio* da empresa), configurou-se como um objetivo requerido pela alta administração, fortemente relacionado ao planejamento estratégico da empresa.
- A utilização do PDP como argumento de venda, o lançamento do potencial de melhoria nos processos de análise da concorrência, a constatação da necessidade do desenvolvimento de novas competências (tratamento de NVH), foram as contrapartidas do autor decorrentes da pesquisa aplicada neste trabalho.

4 O NOVO MODELO DE PDP DA EMPRESA

4.1 Plano de Intervenção para Melhoria do PDP

Após a execução da Análise Crítica do PDP, em seções subseqüentes dos grupos de trabalho, foi elaborado um plano de intervenção para implementação de melhorias. Na realidade, o plano de intervenção transformou-se em uma constatação de que os potenciais de melhoria, identificados na fase de análise crítica, deveriam ser transformados em ações táticas associadas aos objetivos definidos no planejamento estratégico da empresa. Abaixo, segue uma lista de iniciativas que foram nomeadas e priorizadas neste trabalho:

- Introdução da gestão do PDP, como serviço agregado, nos processos de cotações e de ofertas de fornecimento de novos produtos.
- Reestruturação do procedimento de análise de produtos da concorrência efetuado pela empresa.
- Introdução de uma fase avançada de PDP, com o objetivo de definir conceitos de produtos não-explorados, até então, pela empresa.
- Desenvolvimento de competência interna para o tratamento de NVH em novos desenvolvimentos de sistemas de direção.

Para a estruturação do plano de intervenção para melhoria do PDP, o pesquisador – também autor deste trabalho – constatou a necessidade de nova pesquisa bibliográfica a fim de complementar as referências para os assuntos revelados pela análise crítica do PDP. Esta nova pesquisa bibliográfica visou obter subsídios sobre (i) Estudos de NVH no setor automotivo e (ii) Análise da Concorrência.

O Quadro 17 a seguir apresenta um resumo do Plano de Intervenção, relacionando a situação atual com a situação alvo.

Quadro 17 - Plano de intervenção - Resumo

Melhoria Proposta	Situação Anterior	Situação Alvo
<ul style="list-style-type: none"> Gestão do PDP como argumento de venda 	<ul style="list-style-type: none"> Propostas de cotação a clientes com foco técnico e comercial. 	<ul style="list-style-type: none"> Estreitamento das relações com clientes. Maior integração entre Eng^a da empresa e Eng^a do cliente. Maior integração entre Eng^a de Produto e Departamento Comercial.
<ul style="list-style-type: none"> Reestruturação do procedimento de análise da concorrência 	<ul style="list-style-type: none"> Análise mais restrita a aspectos construtivos e de desempenho. Critério de escolha de produtos analisados não definido. 	<ul style="list-style-type: none"> Análise mais profunda. Foco na conquista de mercado. Detecção de fragilidades técnicas e potenciais de competitividade. Validação de produto da concorrência como produto próprio.
<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento avançado de produto 	<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento focado na aplicação de conceitos existentes de produtos. Mercado restrito ao setor atual. Defasagem tecnológica dos produtos atuais. 	<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento de novos conceitos de produtos. Abertura de novos mercados de atuação Atualização tecnológica dos produtos da empresa. Desenvolvimento de novas competências técnicas e de gestão.
<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento de competência para o tratamento de NVH 	<ul style="list-style-type: none"> Avaliação <u>subjetiva</u> do desempenho vibroacústico de sistemas de direção. Não atuante na definição de novos negócios. Pouco atuante na análise de produtos da concorrência. 	<ul style="list-style-type: none"> Avaliação <u>objetiva</u> do desempenho vibroacústico de sistemas de direção. Exploração da competência para conquista de novos negócios. Melhoria no desempenho de produtos atuais. Exploração das deficiências de produtos da concorrência.

A fim de situar o leitor sobre o tempo transcorrido para a implementação das melhorias no PDP, bem como a seqüência dos eventos durante esta implementação, o autor apresenta, na Figura 31 a seguir, o cronograma do processo de melhoria no PDP da empresa.

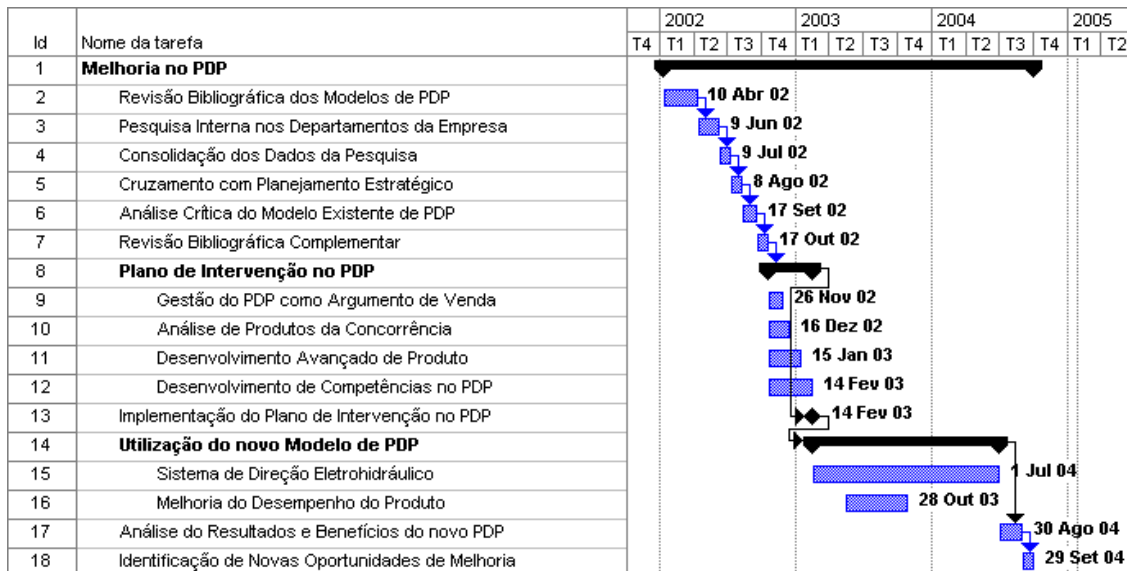


Figura 31 - Cronograma de Melhoria no PDP da Empresa

Nas seções a seguir são reportadas as melhorias implementadas no PDP da empresa. Estas melhorias foram resultado do Plano de Ações estruturado após a Análise Crítica do PDP e dos subsídios da pesquisa bibliográfica pertinente ao assunto. O conjunto de melhorias implementadas resultou na formatação do novo modelo de desenvolvimento de produtos da empresa.

4.2 A Gestão do PDP como Argumento de Venda

O uso da gestão do PDP como argumento de venda, identificado durante a análise crítica como potencial de melhoria do mesmo, foi implementado rapidamente e teve retorno imediato. De fato, tratou-se de adequar o formato dos processos de cotação.

Constantemente a empresa participa de processos de cotação de oportunidades de negócios com montadoras de veículos. Um carro que será lançado dentro de dois anos, o reprojeto feito em uma plataforma veicular existente, o desenvolvimento de um sistema de direção não-ofertado inicialmente no veículo, a nacionalização de um sistema com o objetivo de reduzir o conteúdo importado (veículos cujo projeto original foi concebido na matriz da montadora) ou, até mesmo, a substituição da fonte atual de fornecimento da montadora são exemplos de processos de cotação dos quais a empresa costuma participar.

Seções foram incluídas na documentação do escopo de fornecimento que a empresa costuma entregar ao cliente, contendo um sumário da metodologia de PDP a ser aplicada naquele programa. Além do descritivo da proposta técnica do sistema, entregue pela empresa à montadora, juntamente à proposta comercial, o PDP começou a ser ofertado como serviço agregado ao projeto.

Em adição, passou-se a fazer apresentações do PDP da empresa, e de todas as competências técnicas utilizadas durante o desenvolvimento de um sistema automotivo, nos encontros comerciais onde a proposta de fornecimento era entregue. Elementos da equipe de engenharia começaram a participar destas reuniões ao lado da área comercial da empresa, executando a apresentação técnica pertinente ao programa, a metodologia do PDP que seria aplicada e os serviços de engenharia (competências internas da empresa) que seriam utilizados no programa.

À medida que esta sistemática foi adotada, notou-se quão significativo era o potencial desta dimensão ampliada do produto. Em clientes novos, o uso do PDP nas apresentações da empresa serviu para criar um ambiente favorável de confiança entre as partes. Porém notou-se que mesmo os clientes tradicionais desconheciam algumas competências técnicas da empresa e sua gestão de PDP.

O fortalecimento da integração entre o departamento de engenharia e a área comercial da empresa foi outro benefício desta atuação. Contudo não faz parte do escopo deste trabalho o detalhamento das atividades da área comercial da empresa.

4.3 Análise de Produtos da Concorrência

A análise crítica do PDP confirmou a necessidade de uma reestruturação da forma com que a análise de produtos da concorrência vinha sendo feita até então. Ao invés do comparativo das principais características construtivas e do desempenho entre os produtos da concorrência e os produtos da empresa, o novo método de análise deveria tratar de forma mais profunda este assunto.

Tendo em vista o planejamento estratégico da empresa, o foco de análise da concorrência passou a ser as aplicações onde a empresa tem objetivos de conquista de negócios. Este foco seria fundamental ao aproveitamento e à otimização dos recursos da empresa. A análise dos produtos da concorrência nesta fatia de mercado deveria se dar de forma detalhada, com o objetivo de detectar *gaps* de fragilidade técnica ou potenciais de competitividade ainda não explorados. Para atingir tal objetivo, implementaram-se validações de produto reversas. O produto da empresa seria substituído pelo produto da concorrência e este percorreria todas as fases de validação requeridas pelo setor automotivo em testes de durabilidade e desempenho, tanto em laboratório como em campo. A abordagem seria “*vestir*” o produto da concorrência como sendo da própria empresa e validá-lo. Ao final, o comparativo de desempenho e a análise do produto da concorrência seriam uma consequência do processo de validação.

A nova forma de trabalhar com a análise da concorrência demonstrou uma forte vantagem competitiva frente aos concorrentes do setor. Devido ao fato do *design* da empresa não estar vinculado e restrito aos padrões globais utilizados pelas empresas concorrentes (grandes multinacionais do setor), o ajuste do *design* às condições do ambiente e de mercado locais poderia se dar de forma mais rápida e precisa. Por exemplo: um sistema de direção desenvolvido para uma plataforma veicular global nem sempre possui as características de desempenho e robustez necessárias para rodar nas estradas brasileiras; identificar estas características, reconhecer deficiências do projeto original, reprojeter e validar novos subsistemas não é uma tarefa fácil quando o padrão de referência da empresa é um mercado distante, quase sempre de alto volume – quando comparado ao mercado brasileiro – e com percepções do consumidor final muito diferente.

O Quadro 18 na seqüência do texto traz um comparativo entre a situação anterior e a situação proposta para alguns aspectos do processo de Análise da Concorrência.

O novo processo de análise de produtos da concorrência estabeleceu os procedimentos e critérios para documentação e análise de componentes, conjuntos e sistemas da concorrência, bem como os meios pelos quais a empresa poderia utilizar as informações desta análise para introduzir melhorias em seu produto ou aproveitar

fragilidades do concorrente. Este novo procedimento foi definido a partir de reuniões de trabalho, agendadas pelo pesquisador, com uma equipe multifuncional de desenvolvimento de produto. O objetivo deste método de trabalho foi o de resgatar a análise de profissionais, habituados a executar desenvolvimento de produto, e levar esta visão para a análise de produtos da concorrência. As seções, a seguir, apresentam um descritivo sucinto do novo processo de análise de produtos da concorrência.

Quadro 18 - Análise da Concorrência: Situação Anterior X Situação Proposta

Aspecto	Situação Anterior	Situação Proposta
• Características construtivas	• Análise mais descritiva com poucos dados objetivos.	• Análise com dados objetivos de materiais e dimensionais.
• Características de desempenho	• Conforme demanda da área solicitante.	• Avaliação objetiva completa.
• Foco de aplicação	• Conforme demanda da área solicitante.	• Prioridade para produtos da concorrência onde a empresa quer conquistar mercado.
• Foco de análise técnica	• Indefinido.	• Detectar pontos de fragilidade técnica da concorrência. • Detectar potenciais de competitividade não explorados.
• Revalidação técnica do produto	• Conforme testes demandados pela área solicitante.	• Revalidação completa envolvendo durabilidade e desempenho.
• Análise na aplicação veicular	• Conforme demanda da área solicitante.	• Análise veicular obrigatória sempre que veículo disponível no mercado.
• Produto paradigma de comparação	• Indefinido.	• Necessidade de nomeação de produto paradigma da empresa sempre que disponível.
• Equipe de análise	• Solicitante e responsável técnico do Laboratório.	• Equipe multifuncional de projeto – similar à equipe de desenvolvimento de produto
• Análise de Valor	• Indefinido	• Utilização do EAV pela equipe multifuncional.
• Documentação de registro	• De acordo com demanda da área solicitante.	• Documentação similar a de validação de um produto da empresa.

4.3.1 Aplicação do Procedimento

Ficou estabelecido que a empresa pode utilizar o procedimento de análise da concorrência como recurso de pesquisa, inovação tecnológica e direcionamento de suas atividades. Em adição, dados comparativos de similaridade, obtidos a partir de informações de qualidade, publicações especializadas, patentes industriais, atividades de pesquisa junto a entidades públicas ou privadas (Universidades, Centros de Pesquisas, Empresas Prestadoras de Serviços, etc.) e parcerias tecnológicas também servem ao direcionamento de desenvolvimento de produtos da empresa ou de melhorias contínuas do produto atual.

A empresa pode também utilizar produtos da concorrência durante a fase de desenvolvimento de um novo produto ou durante o período de sua fabricação em série, realizando estudos comparativos, estudos sobre o posicionamento dos produtos da empresa no mercado e atividades de *benchmarking*.

4.3.2 Pesquisa e definição do produto a ser analisado

Quanto à responsabilidade da iniciativa de uma análise de concorrência, ficou estabelecido que a pesquisa de mercado, a especificação do produto a ser adquirido para análise, as quantidades necessárias e o prazo de disponibilidade das peças são de responsabilidade da Engenharia de Produto da empresa. As peças são encaminhadas ao laboratório de testes com a respectiva solicitação.

Com relação à operacionalização de atividades, definiu-se que o técnico responsável pela análise da concorrência no Laboratório de Testes, com o apoio do Engenheiro de Produto, deve projetar e providenciar as ferramentas e os dispositivos necessários para a realização de avaliações, testes e demais análises requeridas.

4.3.3 Análise do Produto

A fim de estabelecer uma forma criteriosa de análise e de convergir o conhecimento das diversas áreas da empresa, determinou-se que deve ser eleita, para a execução e o acompanhamento das análises de concorrência, uma equipe multifuncional composta por, pelo menos, um representante de cada uma das seguintes áreas: Compras, Engenharia de Produto, Engenharia de Manufatura, Fábrica ou Produtos & Serviços (departamento da empresa que atua no mercado de reposição), Qualidade, Materiais e Meio Ambiente. O objetivo da utilização de uma equipe multifuncional é o de resgatar a análise de profissionais, habituados a executar desenvolvimento de produto, e levar esta visão para a análise de produtos da concorrência. Essa equipe decidirá e registrará, em ata apropriada,

os tipos de análise que serão efetuadas: dimensional, funcional, avaliação em veículo, quando possível, além dos testes em bancada.

4.3.4 Análise Dimensional, de Material e Funcional do Produto

Uma das premissas imperativas da análise da concorrência deve ser o conhecimento específico sobre as condições do produto que foi definido para análise. Para tal, é feita a análise do produto quanto às dimensões e aos materiais dos componentes, definidos previamente pela equipe multifuncional. Os resultados são registrados em relatórios específicos, tais como RIA (Relatório de Inspeção de Amostra) e RAM (Relatório de Análise de Material), e devem ser arquivados como parte integrante do relatório final, no Laboratório de Testes, pelo responsável pela análise de produtos da concorrência.

Da mesma forma que o tratamento dado ao produto nos quesitos dimensionais e de material, o produto da concorrência é analisado quanto aos seus parâmetros de desempenho funcionais. Tais parâmetros são definidos previamente pela equipe multifuncional. Os resultados são registrados em relatórios específicos, que são utilizados pelo Laboratório de Testes e devem ser arquivados, como parte integrante do relatório final, no Laboratório de Testes, pelo responsável pela análise de produtos da concorrência.

4.3.5 Avaliação em Veículo

Como forma de estabelecer um comparativo do ponto de vista do usuário final, é fundamental que o produto seja avaliado na aplicação veicular para a qual foi desenvolvido. Sob este quesito, estabeleceu-se que tal avaliação seria realizada de acordo com os critérios definidos em procedimento interno específico, denominada Avaliação de Produtos em Veículos. Este procedimento tem por objetivo pontuar, de forma subjetiva, as impressões que um usuário teria de um produto instalado no veículo. Os resultados desta avaliação são registrados e devem ser arquivados como parte integrante do relatório final, no Laboratório de Testes, pelo responsável pela análise de produtos da concorrência.

4.3.6 Testes em Bancada

O produto é analisado quanto aos testes de validação em bancadas, previamente definidos conforme tabela de Quantidade de Peças x Tipo de Teste. Os resultados são registrados em relatórios específicos – de acordo com a solicitação de testes e com o plano de validação –, e são arquivados, como parte integrante do relatório final, pelo responsável,

no Laboratório de Testes, pela análise de produtos da concorrência. Após a conclusão dos testes, eventuais falhas são analisadas em conjunto com a equipe multifuncional.

4.3.7 Desmontagem do Produto

A desmontagem do produto é feita pelo responsável pela análise da concorrência no Laboratório de Testes, obedecendo aos seguintes critérios:

- Registrar a seqüência de desmontagem do produto
- Verificar e registrar cargas e / ou torques de desmontagem
- Registrar as dimensões consideradas importantes para o funcionamento do mesmo.
- Outros critérios, para atender a necessidades específicas, devem ser definidos pela equipe multifuncional.

4.3.8 Análise de Valor

A Engenharia de Manufatura, em processo; a Engenharia de Produto, em projeto; as Compras, em cotações, devem apresentar uma análise de valor, em relatórios específicos, dos itens que a equipe multifuncional julgar como passíveis de ocasionar melhoria no produto da empresa similar, ou que sejam interessantes, como comparativo entre o produto da empresa e o similar. Esses relatórios devem ser arquivados como parte integrante do relatório final, pelo responsável, no Laboratório de Testes, pela análise de produtos da concorrência.

Informações possíveis de ser obtida em uma análise comparativa incluem, mas não se limitam, ao seguinte:

- Análise de valor
- Características físicas
- Análise de montagem e interface
- Análise do projeto do produto
- Análise dos processos de fabricação
- Análise dos projetos para montagem e fabricação
- Dados metalúrgicos
- Coleta de dados do veículo

- Mudanças competitivas/ mercadológicas
- Análise dimensional estatística

4.3.9 Banco de Dados

O responsável pela Análise da Concorrência no Laboratório de Testes divulga o relatório final para a equipe multifuncional e para as gerências das áreas de Manufatura, Produto, Compras, Fábrica e Diretoria. O relatório final é composto por todos os relatórios citados anteriormente e deve ser arquivado em pasta específica no Laboratório de Testes. As peças, após a conclusão dos trabalhos, deverão ser alocadas em “*displays*” situados no Laboratório de Testes.

A Figura 32 a seguir apresenta o fluxograma do novo processo de Análise da Concorrência da empresa.

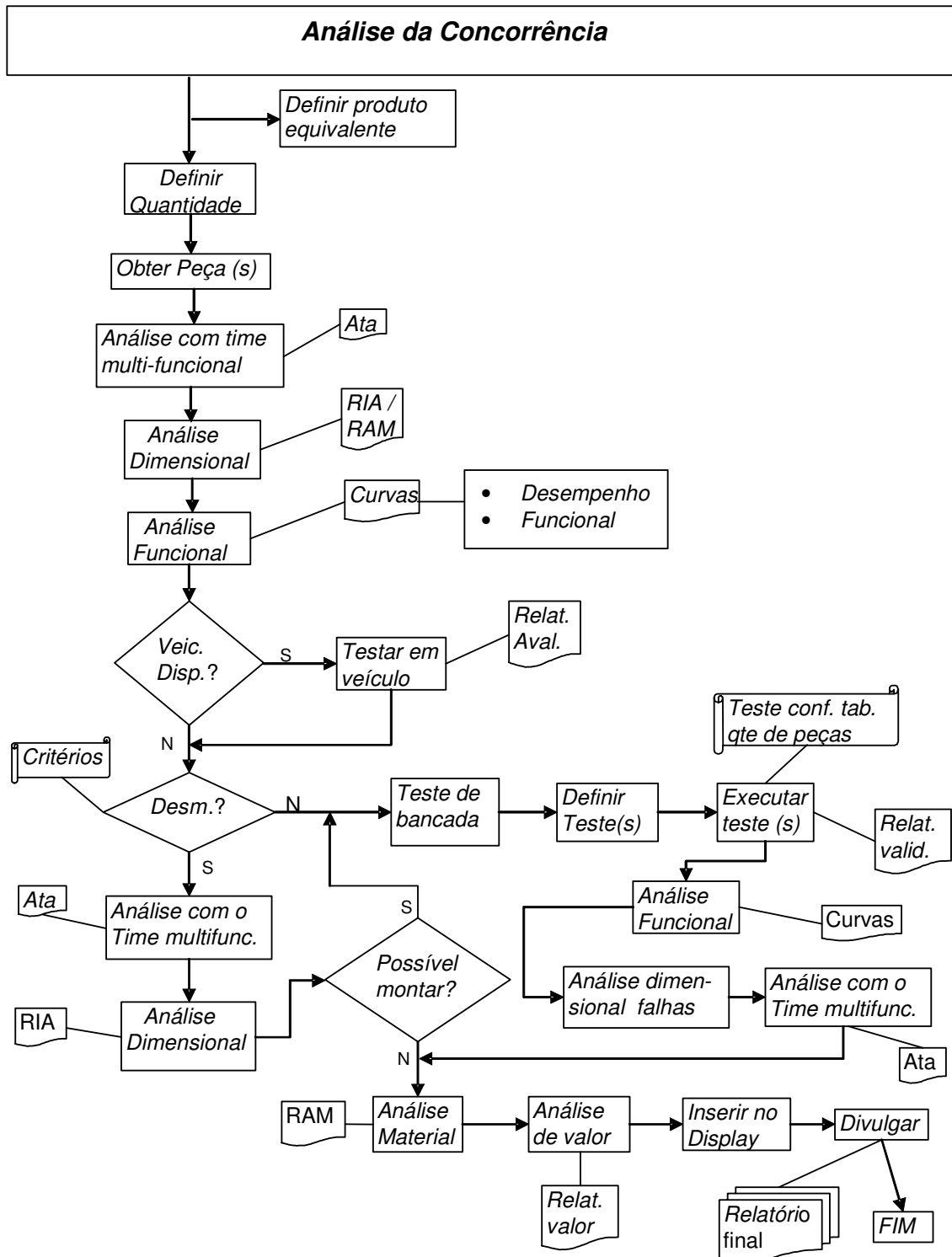


Figura 32 - Fluxograma da Análise da Concorrência

4.4 Desenvolvimento Avançado de Produto

A análise crítica do PDP e as diretrizes do planejamento estratégico da empresa convergiram para a necessidade de estruturação de uma área específica, dentro da Engenharia de Produto, que tratasse de conceitos de produto associados ao futuro da empresa, uma área cujo escopo de atividades estivesse voltado à pesquisa e ao desenvolvimento (P&D) de novos produtos.

A área da Engenharia de Produto de P&D deveria possuir determinada autonomia para a execução de suas atividades. Ao mesmo tempo, deveria ser provida de recursos específicos e suportada pela estrutura funcional da empresa no direcionamento das iniciativas de pesquisa.

A nova estrutura funcional da Engenharia de Produto de P&D foi nomeada Engenharia Avançada. Nesta estrutura, foram determinados centros de custo específicos, para alocação de despesas; área física específica, para locação de pessoal; recursos de informática, acesso aos recursos de ensaios e testes do Laboratório de Produto e perfil profissional específico, para contratação e locação de recursos humanos.

De fato, o organograma da Engenharia de Produto da empresa foi totalmente reestruturado. Apesar de não ser foco desta seção, aqui cabe um relato sucinto da reestruturação na Engenharia de Produto induzida pelo autor deste trabalho. Foram criadas áreas específicas para tratamento das diversas iniciativas de desenvolvimento de produto da empresa. A Engenharia de Produto foi organizada em três grandes áreas:

- Engenharia de Desenvolvimento de Negócios.
- Engenharia de Melhoria Contínua.
- Área de Suporte.

A Engenharia de Desenvolvimento de Negócios ficou composta da seguinte forma: a Engenharia Avançada (criada para desenvolvimento de novos conceitos de produtos), a Engenharia de Desenvolvimento (mantendo-se como núcleo dos desenvolvimentos de aplicação de produtos) e a Engenharia de *Aftermarket* (criada com foco nos desenvolvimentos para o mercado de reposição).

A Engenharia de Melhoria Contínua ficou estruturada da seguinte forma: a Engenharia de Suporte ao Cliente (uma subdivisão da Engenharia voltada para atuar na melhoria de produtos correntes em produção, dando suporte a clientes externos – montadoras – e clientes internos – planta de fabricação) e a Engenharia de Redução de

Custo (estrutura com foco no desenvolvimento de projetos para a racionalização de produtos existentes visando à redução de custo).

A Área de Suporte veio a aglutinar setores que prestam serviços a todas as demais áreas da Engenharia de Produto.

A Figura 33 ilustra o novo organograma da Engenharia de Produto.

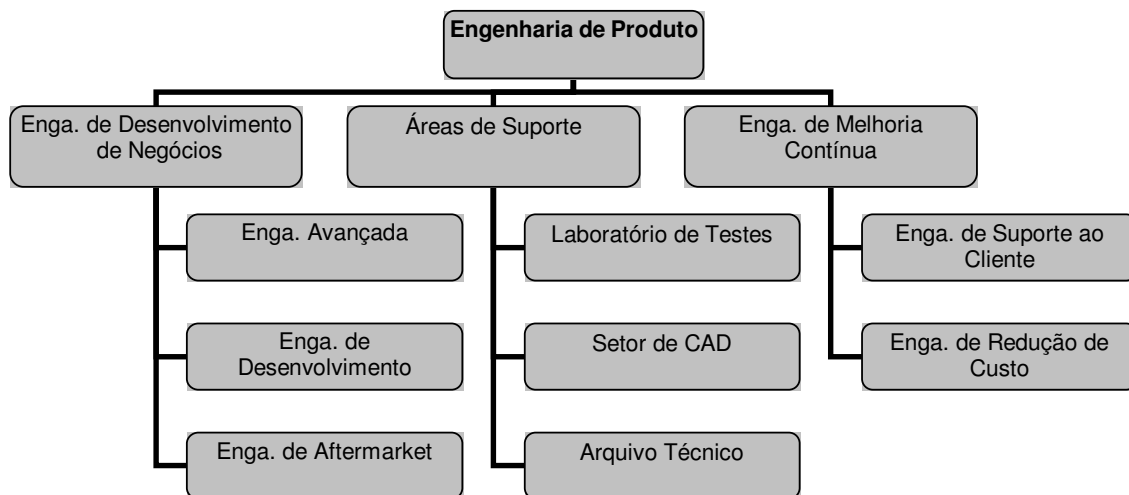


Figura 33 - Novo Organograma da Engenharia de Produto

De volta ao foco desta seção – Desenvolvimento Avançado de Produto. Dentro do mapeamento de competências necessárias à nova missão da Engenharia de Produto, foram estabelecidas as habilidades e atitudes importantes para os papéis e responsabilidades da Engenharia Avançada.

Os conceitos de gerenciamento da inovação, descritos na revisão bibliográfica, serviram de base para o planejamento da nova arquitetura do PDP. Como forma de estruturar e gerenciar as atividades de desenvolvimento de novos conceitos e produtos da Engenharia Avançada, uma fase antecessora à, até então, fase inicial de desenvolvimento de produtos da empresa foi implementada. Esta fase, chamada *fase 00* do *Advanced Development Process (ADP)*, tornou-se uma etapa anterior ao início de desenvolvimento de produtos do PDP. De forma similar às fases existentes no PDP, esta nova fase também se estruturou em revisões de projeto do tipo *Design e Gate Reviews*.

O final do processo do ADP uniu-se ao processo PDP através de uma migração de fase para o desenvolvimento específico de aplicação do novo conceito de produto. Isso

significa dizer que um novo conceito de produto – até então inédito para a empresa – pôde migrar (ser transferido) da *fase 00* do ADP para a *fase 0* do PDP, onde se faz o desenvolvimento de aplicação específica deste conceito de produto.

A diferença fundamental entre a *fase 0* do PDP e a *fase 00* do ADP, é de que: na *fase 0* do PDP é planejado e executado o design de um produto, cujo conceito já foi previamente desenvolvido; enquanto que na *fase 00* do ADP desenvolve-se um novo conceito de produto (não aplicado anteriormente pela empresa), não existindo, obrigatoriamente, uma aplicação específica de negócio, de veículo, etc. Na realidade, a *fase 0* refere-se a um desenvolvimento de aplicação, de um conceito de produto já existente, em uma nova oportunidade de negócio, um novo veículo, etc. Então, um conceito de produto desenvolvido na *fase 00* do ADP é adequado para as necessidades específicas do cliente e para a aplicação a partir da *fase 0* do PDP.

O diagrama a seguir (Figura 34) ilustra a arquitetura do novo modelo do PDP implementado.

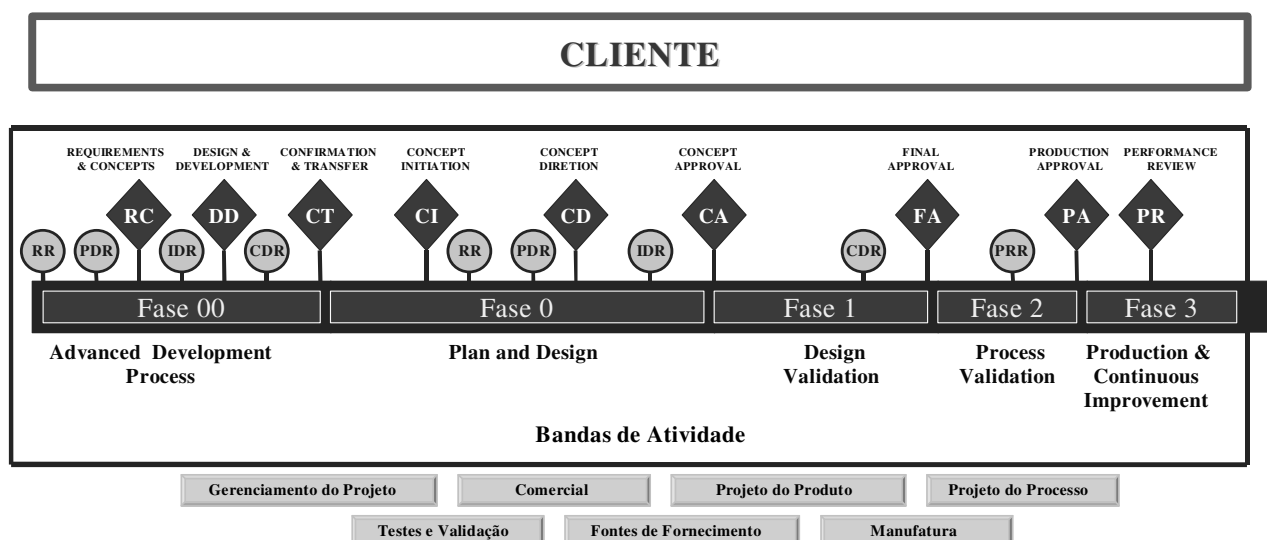


Figura 34 - ADP e PDP – Fluxograma do Novo Modelo

4.4.1 O Gerenciamento do ADP

Como forma de documentar uma nova iniciativa de pesquisa procedeu-se algumas práticas. Em uma fase bastante preliminar, quando novas oportunidades de negócio são vislumbradas pela área de Análise de Negócios e Mercado da empresa, devem ser

registradas as definições globais para uma iniciativa de pesquisa de um novo produto. Não faz parte do escopo deste trabalho o detalhamento das atividades deste departamento.

No registro de definição do projeto, nomeado de PD – *Project Definition* –, devem constar as primeiras informações que servirão de diretrizes para a criação dos imperativos do novo projeto, tais como:

- O título para o projeto – um nome de identificação inicial dado ao projeto, a ser referenciado a partir daquele momento em todas as documentações subseqüentes do programa;
- O propósito do projeto – uma descrição sucinta dos objetivos da empresa a serem alcançados por este projeto;
- Os clientes ou os mercados que serão objetivos do novo produto;
- Um registro dos autores ou contribuintes desta iniciativa – como forma de resgatar idéias originais do projeto com as pessoas que fizeram a primeira idealização;
- Um apontamento de indicadores preliminares para este projeto, que indiquem o sucesso do mesmo – um conjunto de informações mensuráveis que identifiquem o nível dos objetivos a serem atingidos pelo projeto quando este for finalizado. Estes indicadores preliminares são uma referência para a formação dos imperativos do projeto;
- Uma previsão de necessidades junto ao cliente – uma lista de itens, serviços e informações que devem ser buscadas junto aos clientes, com o objetivo de garantir o sucesso do projeto e de atingir a satisfação do cliente final;
- Um plano de contingência do projeto – um plano de ação para o caso de ocorrência de eventos que modifiquem drasticamente o cenário do projeto relacionado à duração, ao custo ou à qualidade;

Como seqüência na documentação do ADP, uma iniciativa de pesquisa para o desenvolvimento de um novo produto somente é considerada formalizada a partir do registro da aprovação desta iniciativa pelo mesmo *Business Team* que orienta o PDP.

Em um formulário específico, o projeto de um ADP é nomeado junto ao idealizador do projeto e à comissão que irá acompanhar a evolução da pesquisa. É categorizada a linha de produto a que o resultado desta pesquisa se destina. É estabelecida e descrita uma missão para este projeto. Neste mesmo registro, são mapeados os clientes e as aplicações potenciais para o novo conceito de produto, bem como uma estimativa de volumes de produção e de prazo de implementação do mesmo.

Os dados preliminares de uma iniciativa de pesquisa e desenvolvimento são capturados de diferentes e específicas formas pela área de Análise de Negócios e Mercado da empresa – o próprio PD (*Project Definition*) é um registro que fomenta esta captura de dados.

Ainda faz parte do registro da iniciativa do ADP uma análise preliminar do impacto sobre a posição competitiva da empresa e as razões para executar o projeto. Esta análise preliminar de impacto descreve a atual posição competitiva da empresa no segmento de mercado proposto e a posição competitiva futura após a implementação de determinada tecnologia oriunda de um desenvolvimento na área, bem como as conseqüências, para a empresa, advindas da execução e da não-execução do projeto. Uma análise crítica da iniciativa de projeto, quanto ao seu alinhamento à estratégia tecnológica e ao plano de negócios da empresa, é também registrada.

Como forma de abastecer, com dados de entrada, a equipe de execução da pesquisa relata um *background* de informações. Neste *background* constam históricos de projetos similares, fatores determinantes para o sucesso do projeto, motivadores do desenvolvimento, envolvidos no projeto, como e em que tempo se desenvolveu a pesquisa anterior. Em adição, sempre que disponível, uma lista de requisitos da Voz do Cliente – mesmo que de forma preliminar – é registrada.

De forma estimativa e preliminar, são estabelecidos os recursos humanos e financeiros necessários para a pesquisa, contrastando-os com os recursos disponíveis. Estes recursos devem ser registrados no plano de recursos do projeto (RP – *Resource Plan*). Este plano de recursos deve detalhar a quantidade e a qualificação de profissionais (bem como a nomeação dos mesmos) que devem estar comprometidos com o projeto, tais como: Líder do Projeto, Engenheiros de Produto, Técnicos de Laboratório de Testes, Engenheiros de Manufatura, Técnicos da Qualidade, Operadores de Produção, pessoal de *Marketing* e Vendas, pessoal de Compras e Desenvolvimento de Fornecedores, pessoal da área de Finanças, etc.

Os recursos financeiros que envolvem as pesquisas da Engenharia de Produto e as pesquisas em Processo de Manufatura, bem como os investimentos em máquinas e ferramentas, devem ser mensurados e distribuídos de acordo com o período de duração do projeto. Eventuais indisponibilidades de recursos devem possuir planos de ação factíveis de sucesso; caso contrário, o plano de recursos do projeto não poderá ser apropriado. Esta etapa de levantamento de recursos é muito importante na iniciativa do projeto, pois se não forem encontradas formas para o preenchimento de recursos, o projeto poderá estar fadado ao insucesso.

Baseado na magnitude dos recursos classifica-se o risco do projeto em alto ou baixo e, também, define-se se tais recursos serão aportados. Uma classificação similar ao PDP rege o enquadramento dos recursos. O Quadro 19, a seguir, classifica a categoria de projeto da fase ADP.

Quadro 19 - Guia para classificação das categorias de projeto ADP

Responsabilidades:	CAT.	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS
<ul style="list-style-type: none"> ◆ O PDT ou <i>Product Team</i> é responsável por definir a Categoria do Projeto. ◆ O <i>Business Team</i> pode mudar categoria definida. ◆ O <i>Business Team</i> é responsável pela aprovação dos <i>Gate Reviews</i> 	A	PROGRAMAS GRANDES DE NOVOS PRODUTOS com alta complexidade e correspondente risco - ALTOS RECURSOS - ALTOS RISCOS - IMPORTÂNCIA ESTRATÉGICA MAIOR - INTERAÇÃO INTERDEPARTAMENTAL IMPORTANTE - MUITOS ELEMENTOS NOVOS OU DESCONHECIDOS - DURAÇÃO MAIOR DO QUE 3 ANOS	- INTRODUÇÃO DE NOVA TECNOLOGIA - NOVO MERCADO - NOVO CONCEITO DE PRODUTO - NOVA ASSOCIAÇÃO - MUITOS FORNECEDORES NOVOS
	B	PROGRAMAS MODERADOS DE NOVOS PRODUTOS média complexidade ou recursos. - MÉDIOS RECURSOS - MÉDIOS RISCOS - MEDIA DURAÇÃO - NOVOS EQUIPAMENTOS, CAPACIDADE DE PROCESSO DESCONHECIDA	- ATUALIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE PRODUTO DEFINIDO - NOVA TECNOLOGIA NÃO SIGNIFICANTE

Ainda na documentação inicial do ADP, são estabelecidas algumas condições de contorno do novo projeto, tais como preço e custo objetivos para o novo produto, restrições de investimentos, prazos para finalização da *fase 00* do ADP e da *fase 0* do PDP. São também estabelecidos e registrados alguns objetivos para as características de qualidade ou requisitos técnicos relacionados à funcionalidade e ao desempenho do novo produto, tais como peso, tamanho, eficiência, confiabilidade, etc.

Todos os dados de entrada, conforme o detalhamento descrito anteriormente, fazem parte da documentação inicial do projeto.

Com a finalidade de monitorar todos os objetivos do projeto ao longo do desenvolvimento da fase ADP, é gerado um documento de rastreabilidade, denominado Documento Imperativo do Projeto ADP. Neste documento, todos os objetivos são listados dentro de cada classificação – custo, investimento, estimativa de volumes de produção do mercado, objetivos de desempenho e qualidade. O Líder do Projeto tem a responsabilidade de buscar, junto à equipe de desenvolvimento e departamentos da empresa, as informações necessárias para a elaboração e manutenção desta documentação.

É feito um comparativo entre objetivos do projeto, a posição da concorrência no segmento e a atual capacidade da empresa. São identificadas as deficiências atuais da

empresa para atingir determinado objetivo do projeto e um plano de ação macro é delineado. Este documento acompanhará todas as etapas do projeto ADP, isto é, a cada *Design e Gate Review*. Em cada uma destas etapas, nova análise crítica do projeto é executada e novo plano de ação é estabelecido para fechamento de eventuais pendências.

Um detalhamento dos *Gate Reviews* e dos *Design Reviews* da fase 00 do ADP é relatado na seqüência do trabalho.

4.4.2 Gate Reviews e Design Reviews no ADP

Assim como nas fases do PDP, o propósito de um *Gate Review* do ADP é auditar e verificar a situação do projeto em relação ao plano de pesquisa proposto. Da mesma forma, o propósito de um *Design Review* é auditar e verificar a situação do *design* em relação aos requisitos iniciais de produto. Cada *Gate ou Design Review* provê, também, um fórum para revisão multifuncional a fim de:

- Auditar ou verificar o projeto em relação ao planejado, através da revisão da relação de tarefas definidas para o projeto, seus imperativos e cronograma.
- Entender os riscos do projeto e confirmar os planos de ação e resolução.
- Confirmar ou restabelecer a direção estratégica do projeto.
- Assegurar que os imperativos do projeto estão sendo tratados.
- Decidir se a revisão terá *Exit*, *No-exit*, terminar ou cancelar o projeto ou, ainda, atrasar o projeto – suspendendo trabalhos até que alguma condição seja satisfeita.

Os *Design Reviews* e os *Gate Reviews*, junto aos documentos e registros da iniciativa do ADP, são mostrados no Quadro 20.

Quadro 20 - Revisões e Documentos do ADP requeridos por categoria

Primeira Responsabilidade	Análise de Negócios e Mercado	Product Team	Product Team	Engenharia de Produto						
				RR	PDR	RC99	IDR	DD99	CDR	CT99
Categoria	PD	RP	BC	RR	PDR	RC99	IDR	DD99	CDR	CT99
A	◆ ¹	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
B	◆ ¹	◆	◆	◆	N/R	◆	◆	◆	N/R	◆

Legenda:

◆ = documentos requeridos

N/R = documentos não-requeridos

¹ = não-requerido para negócios já existentes com clientes estabelecidos

O detalhamento das revisões do *design* – *Design Reviews* – e das revisões do projeto – *Gate Reviews* – é repassado a seguir:

- **RR – Requirements Review:**

Revisão dos requisitos. Este é o primeiro *Design Review* do ADP. Nesta revisão de *design* são verificados se os requisitos preliminares do projeto foram devidamente endereçados. Fazem parte destes requisitos:

- ✓ Análise de competitividade de produtos da concorrência.
- ✓ Especificação técnica representativa para a aplicação do produto que é objeto do desenvolvimento.
- ✓ Estimativa do ambiente operacional e do perfil do usuário do produto.
- ✓ Determinação preliminar da interface do produto com outros sistemas ou com o sistema principal – no caso do setor automotivo, o veículo.
- ✓ Determinação do custo inicial do produto.
- ✓ Identificação dos objetivos de qualidade.
- ✓ Identificação dos requisitos e restrições legais nacionais e internacionais do produto.
- ✓ Confirmação inicial dos requisitos e dos métodos de análise.
- ✓ Estabelecimento do critério de seleção do conceito do produto a ser desenvolvido.

Ainda nesta revisão de *design* devem ser verificados os requisitos de NVH, quando aplicáveis ao sistema. Lições aprendidas em desenvolvimentos anteriores são úteis nesta fase. É necessário um planejamento preliminar de testes para atividades de análise de ruído e vibrações do produto, incluindo prazos e responsabilidades. Um tópico específico sobre a análise de ruído e vibrações, no desenvolvimento de produtos destinados ao setor automotivo, é abordado neste trabalho.

Já nesta primeira revisão de *design*, os aspectos relacionados ao desenvolvimento do processo de fabricação do novo produto também começam a ser abordados. Análise competitiva de processos de manufatura, requisitos e restrições destes processos, especificações técnicas preliminares, determinação dos objetivos de qualidade e critérios de seleção do conceito do processo de manufatura devem abordados nesta fase.

A filosofia do serviço pós-venda já deve ser delineada nesta etapa, bem como a identificação de qualquer serviço especial necessário ao atendimento pós-venda. Por fim,

uma avaliação dos imperativos do projeto deve ser executada. O objetivo é registrar e comparar o atual estágio do projeto com os imperativos comerciais, de desempenho técnico do produto, de processo de manufatura e de qualidade iniciais do projeto.

Ao final da revisão RR, um plano de ação para todos os objetivos não-atingidos desta fase do projeto deve ser emitido. Este plano de ação especifica responsáveis e prazos para execução. O nível do risco de cada ação é analisado da mesma maneira que na fase PDP. Se os riscos forem baixos e o Product Team tiver confiança no sucesso das ações apresentadas, o projeto é liberado para a próxima fase de execução – recebe o *Exit*. Caso os riscos sejam altos, ou seja, caso o plano de ação não seja considerado robusto suficiente para resolver os questionamentos levantados ou, até mesmo, não tenha sido endereçado um plano de ação capaz de resolver os problemas identificados, esta fase do projeto não é aprovada – o projeto recebe o *No-Exit*. A equipe deverá retornar e complementar as atividades a fim de resolver conflitos e problemas identificados. Uma nova data deve ser programada para a reapresentação desta revisão. Uma reprovação em qualquer das etapas do projeto pode resultar em atraso do programa. Uma revisão do cronograma macro do projeto, neste caso, se fará necessária para que este atraso seja compensado de forma a garantir as datas das outras fases do projeto.

- ***PDR – Preliminary Design Review:***

Revisão preliminar do *design*. Este é o segundo *Design Review* do ADP. Nesta revisão são verificadas todas as atualizações ou alterações dos requisitos técnicos ocorridas desde a revisão RR. O impacto destas alterações sobre o desenvolvimento do produto deve ser analisado.

Nesta etapa deve ter sido feita uma seleção das alternativas de conceito do novo produto, bem como uma análise das oportunidades de comunização de componentes existentes. Uma pesquisa sobre patentes associadas a este desenvolvimento deve ter sido encaminhada. O desenvolvimento dos modelos matemáticos em 3D e os desenhos preliminares do produto selecionado devem ter sido gerados.

O uso de ferramentas auxiliares, tais como DFA, DFM e EAV devem ser aplicadas para determinação da viabilidade de manufatura do conceito de produto selecionado.

Nesta revisão de *design*, um comparativo minucioso entre os requisitos iniciais estabelecidos para o projeto e o conceito desenvolvido até o momento deve ser realizado. O objetivo deste comparativo é verificar se o conceito de produto adotado até o momento é capaz de atingir todos os requisitos técnicos e de interface preestabelecidos no início do projeto.

Baseado nos desenhos preliminares e em especificações, um processo de cotação de componentes comprados deve ter sido iniciado. Uma atualização do planejamento de testes de *NVH* para o produto deve, também, ter sido executada.

Esta revisão de *design* deve ser executada baseada na análise dos resultados dos primeiros testes funcionais feitos em *mock-up*. *Mock-up* é o nome técnico, utilizado no setor automotivo, para uma amostra que simula o conceito do produto que está sendo desenvolvido. Trata-se de uma amostra ainda distante do produto final, mas que tem por objetivo servir de base experimental para obtenção dos primeiros resultados de testes funcionais. Constitui-se em uma ferramenta muito útil, pois pode redirecionar ou confirmar definições técnicas do conceito de produto.

Também na revisão PDR uma análise crítica do processo de manufatura planejado para o produto deve ser feita. Mudanças ocorridas desde a revisão RR devem ser analisadas. É esperado que a especificação técnica para o processo de manufatura esteja completa para o atual estágio de conceito do produto. O impacto das mudanças necessárias para o processo de manufatura deve ter sido analisado também.

A partir desta fase, inicia-se a seleção dos conceitos de manufatura que serão utilizados na produção do produto. Uma revisão de lições aprendidas no passado, em processos similares, e a análise crítica sobre oportunidade de comunização de processos devem ser realizadas, e os primeiros Diagramas de Fluxo do processo de manufatura são gerados. Diagrama de Fluxo é o registro do planejamento do processo em uma forma esquemática. Nele, o processo é descrito em cada seqüência operacional, discriminando máquinas, ferramentas e formas de controle necessárias para a execução do processo, bem como características especiais de processo que devem ser monitoradas em cada operação.

Ainda na revisão PDR, uma sessão para análise de Lições Aprendidas deve ser registrada. O objetivo é rever problemas ocorridos no passado, em outros projetos, e avaliar como o conceito de produto proposto evita ou resolve cada um destes problemas. Para tal, é fundamental acessar o histórico de informações destes problemas.

Da mesma forma que na revisão RR, na revisão PDR os imperativos do projeto são novamente avaliados, e novo plano de ação é constituído para solucionar eventuais problemas identificados nesta fase, seguindo os mesmos critérios de aprovação ou reprovação descritos na fase RR.

- ***RC – Requirements & Concept:***

Requisitos e Conceito: este é o primeiro *Gate Review* da *fase 00* do ADP. Tem por finalidade revisar o escopo do desenvolvimento a partir do gerenciamento do projeto.

Verifica-se se foram executados os procedimentos iniciais do projeto, tais como nomeação do Líder de Projeto, obtenção de número de identificação para o projeto, abertura da documentação dos registros do projeto, identificação das competências funcionais requeridas, nomeação dos membros do Product Team e alocação dos recursos requeridos para o desenvolvimento.

Com relação ao planejamento inicial de desenvolvimento do projeto, são verificadas se foram documentadas as restrições e definições-chave do projeto e se foram identificados os requisitos e imperativos do projeto para sua conclusão e transferência para fase de inclusão do novo produto no *portfolio* da empresa.

Sob o enfoque de gerenciamento do projeto, são verificadas se foram realizadas e aprovadas as duas revisões de *design* – RR e PDR.

Do ponto de vista comercial, este *gate review* verifica se foram identificados requisitos comerciais tais como informações da Voz do Cliente e dos requisitos e condições do mercado, a que se destina o novo produto, estimativa de volumes e aplicações, determinação de objetivos de custo e investimento e identificação de oportunidades de melhorias no valor percebido para o novo produto.

Na perspectiva do design de produto propriamente dito, é verificado, neste *gate*, se foram realizadas as definições de requisitos técnicos, dentre elas a obtenção e a revisão das informações de análise competitiva; a obtenção e a revisão das especificações técnicas representativas e as interfaces do subsistema, sistema ou mesmo do veículo; a identificação de requisitos legais e ambientais nacionais e internacionais; a identificação dos objetivos de qualidade; a definição e a documentação dos requisitos e métodos para confirmação inicial do produto e o estabelecimento dos critérios de seleção do conceito do produto.

Ainda levando-se em conta a criação do conceito do produto, deve ter sido realizada a análise crítica de lições aprendidas em outros projetos similares; a pesquisa de literatura e patentes associadas ao produto; a revisão de fornecedores potenciais de tecnologia; a análise crítica do *portfolio* atual de tecnologia interna disponível; a criação de alternativas de conceito para o produto; o desenvolvimento de modelos matemáticos, amostras preliminares e planos de simulação e a análise para seleção deste conceito, bem como o encaminhamento de pedidos de patentes, sempre que apropriado. Por fim, seleciona-se o conceito de produto, baseado no critério preestabelecido.

Sob o enfoque do design de processo de fabricação, neste *gate review* é verificado se foram definidos os requisitos técnicos para o processo de manufatura, tais como a identificação e a análise competitiva de processos de manufatura da concorrência; a definição das especificações técnicas representativas do processo de manufatura; a

identificação e a documentação dos perfis de operadores e do ambiente de manufatura requerido para o projeto, bem como os requisitos de ergonomia e segurança do trabalho associados ao processo; a definição dos requisitos e métodos para confirmação inicial do conceito de processo de manufatura e o estabelecimento dos critérios de seleção deste processo.

Durante a criação do conceito de processo de manufatura, também deve ter sido realizada a análise crítica de lições aprendidas no desenvolvimento de processos anteriores; a pesquisa de literatura e patentes pertinentes ao conceito de processo, quando pertinente; a pesquisa entre fornecedores potenciais de tecnologia; a análise crítica do *portfolio* atual de tecnologia interna disponível; a criação de alternativas de conceito de processo de manufatura para a fabricação do produto; o encaminhamento de pedidos de propriedade intelectual para os processos de manufatura, sempre que apropriado e, por fim, a seleção do conceito de processo de manufatura, baseada no critério preestabelecido.

Da perspectiva dos testes, este *gate review* verifica se foi criado o planejamento de testes e confirma os resultados. Este planejamento deve conter um sumário dos requisitos de confirmação de resultados; os planos de testes e validação para veículo representativo; a geração e seleção dos métodos de testes e a confirmação de resultados; a identificação de equipamentos e de pessoal necessários para a confirmação dos resultados, tanto de produto como de processo de manufatura.

A execução destes testes de desenvolvimento de conceito de produto e de processo deve ter sido realizada, de acordo com o planejamento preliminar, a fim de garantir a fidelidade dos resultados. O projeto e a construção de equipamentos para a avaliação dos conceitos alternativos de produto, bem como um sumário dos resultados, obtido nos testes funcionais de *mock-up*, devem ser reportados neste *gate review*.

As fontes de fornecimento neste *gate* já começam a ser verificadas. A identificação de alternativas técnicas de fornecedores e a seleção de fornecedores que atendam aos requisitos para o desenvolvimento do produto e do processo de manufatura devem ter sido objeto de trabalho através de acordos avançados de fornecimento.

O envolvimento da área de produção neste momento está limitado à produção e à inspeção das amostras de *mock-up* funcional do novo produto. Porém a identificação das lições aprendidas nesta fabricação e a comunicação das mesmas ao Product Team são de grande valor para o desenvolvimento do novo produto.

- **IDR – Interim Design Review:**

Revisão intermediária do *design*. Esta é a terceira revisão de *design* do ADP. Nesta etapa, os questionamentos levantados na revisão anterior (PDR) devem ter sido revisados e solucionados. Todas as modificações e atualizações realizadas desde a etapa PDR devem ser revistas. O objetivo é que a especificação técnica esteja completa nesta fase.

A verificação do design do produto nesta fase compreende a emissão de lista completa de todos os componentes que constituem o novo produto; a otimização do conceito para atingir todos os objetivos do projeto; as revisões dos resultados de estudos de DOE, DFA, entre outros, compreendendo estudos iniciais das tolerâncias de fabricação do produto; os resultados de simulações, por modelagem analítica, para verificação de comportamentos estruturais e de vibração do produto; a análise e a resolução de questões associadas aos requisitos ambientais, à ergonomia e à segurança do produto; a conclusão dos desenhos de conjunto, o detalhamento de componentes e da modelagem sólida; a confirmação de montagem do produto no *layout* do veículo; as modificações que, devido aos testes de confirmação do conceito já devem estar incorporadas ao produto; as definições de interfaces físicas e funcionais, além da definição das funções críticas do produto.

A otimização do *design* de processo de manufatura deve conter simulações de processos operacionais; revisão de DFM, DOE, entre outras; revisão dos diagramas de fluxo de processo e dos planos de controle; análise das questões de segurança e ergonomia e atenção aos requisitos ambientais associados ao processo de manufatura.

Ainda neste *design review*, devem ter sido endereçados aspectos relevantes da análise de NVH do sistema, tais como confirmação da evolução do plano de testes de NVH e atualização das opções relevantes de estudo; avaliações do desempenho de NVH no veículo e condução de estudos analíticos (análise modal, medições de vibrações e medição da qualidade sonora) de componentes e interfaces.

A utilização das ferramentas DFMEA e PFMEA é iniciada nesta fase. A revisão desta documentação deve ser focada nos itens de alto risco (NPR – Número de Prioridade de Risco). FMEA de fornecedores também devem ser iniciados. São identificadas, de forma preliminar, as características especiais do produto e as características especiais do processo.

Antecipando as questões de fabricação do produto, devem ser revistas as capacidades internas de equipamentos e mão-de-obra para os volumes de produção que serão requeridos para o programa.

Já nesta fase devem ter sido abordadas algumas questões relacionadas ao período de pós-venda do novo produto. Os objetivos são revistos através do Plano de Serviços. Nesta

etapa, devem ser identificados os componentes individuais e as unidades de reparo que farão parte do serviço pós-venda.

Assim como no *design review* anterior, os imperativos comerciais de desempenho do produto, de desempenho do processo e de qualidade do projeto são, novamente, avaliados. Novo plano de ação é constituído para solucionar eventuais problemas identificados nesta fase. Esta revisão segue os mesmos critérios de aprovação ou reprovação descritos anteriormente.

- **DD – Design & Development:**

Design e Desenvolvimento: este é o segundo *gate review* da *fase 00* do ADP. Através do gerenciamento do projeto são verificadas se foram atualizadas todas as definições e restrições prioritárias do projeto.

É apresentado à Equipe de Negócios da empresa um comparativo entre o desempenho do projeto até momento e os imperativos do projeto. Para apresentar este *gate*, deverá ter sido conduzida a Revisão Intermediária de *Design* (IDR) e solucionadas todas as questões levantadas naquela etapa.

Sob a perspectiva comercial do projeto, devem ser atualizados os requisitos comerciais e as estimativas iniciais de custo e investimento do programa, dentre elas a revisão das últimas informações representativas da Voz do Cliente; a atualização dos volumes e aplicações projetados para o programa; a atualização dos objetivos de custo e de investimento para iniciar o *design* e o desenvolvimento; os estudos iniciais *make or buy* – processo de análise econômico-financeira que permite avaliar se determinado componente, subsistema ou sistema deve ser produzido internamente na empresa ou comprado de um recurso externo.

Neste *gate review*, uma nova atualização dos requisitos técnicos deve ter sido realizada. A arquitetura inicial do *design* já deve estar criada. As funções críticas, os requisitos ergonômicos e de segurança, bem como as interfaces físicas e funcionais devem estar identificadas. Modelos matemáticos, desenhos de *layout*, desenhos de conjuntos, detalhamento inicial de componentes, tolerâncias geométricas e dimensionais, especificação preliminar de materiais e DFMEA devem ter sido desenvolvidos.

O projeto inicial de confiabilidade do produto e a identificação dos componentes que irão requerer maior tempo de desenvolvimento na construção de amostras já devem estar delineados. A otimização do design, requerida no último *design review*, deve ser reportada neste *gate review*. Este reporte deve incluir os parâmetros e valores de funções-chave para a otimização de *design*; o plano para simulação e análise, bem como sua execução; a

definição das características especiais do produto; os estudos de tolerância e a lista de componentes, baseada na última versão deste *design*.

Da mesma forma, quanto ao desenvolvimento do processo de manufatura, neste *gate review* devem ser reportadas a identificação das questões potenciais relacionadas à segurança e à ergonomia do processo; os planos iniciais de controle; os requisitos para as máquinas e equipamentos de manufatura, bem como os anteprojetos destes equipamentos; os anteprojetos das ferramentas e dos dispositivos de controle; o PFMEA inicial e a identificação das características especiais do processo de manufatura.

Por vezes, nesta fase do projeto existe a necessidade da aquisição de equipamentos e de ferramentas de manufatura. Tal apropriação deve ser reportada. Algumas simulações de processo e suas otimizações, se resultarem em inovação tecnológica do ponto de vista de processo, devem ter sido objeto de pedido de proteção de propriedade intelectual.

A atualização do plano de testes e confirmação dos requisitos, bem como a análise crítica da otimização do *design*, devem ser reportadas neste *gate*, incluindo a identificação de necessidades adicionais – se existirem – de equipamentos e de recursos humanos para a otimização do produto e do processo e um sumário dos resultados das análises do projeto de processo de manufatura e das amostras otimizadas do produto.

Com relação às fontes de fornecimento externas, deve ter sido feita a análise crítica de diversas atividades, dentre elas o plano de desenvolvimento de fornecedores; as atividades iniciais deste plano; o julgamento do risco dos fornecedores; a obtenção das estimativas de custo e de investimento para materiais ou componentes comprados, dispositivos de controle, ferramentas e equipamentos – atualizadas em função do último nível de revisão do produto; a seleção preliminar das fontes de fornecimento para máquinas de produção, ferramentas, dispositivos de controle, equipamentos de teste, matérias-primas, componentes comprados e recursos adicionais destinados à otimização do *design*.

Do ponto de vista da produção, esta fase do ADP verifica as atividades desenvolvidas no planejamento, construção e inspeção das amostras otimizadas do produto. O nível de revisão do produto das amostras construídas deve ser documentado, e as lições aprendidas durante a construção destas devem ser comunicadas ao *Product Team*.

- ***CDR – Confirmation Design Review:***

Revisão de Confirmação do *Design*: esta é a última revisão de *design* da *fase 00* do ADP. As questões levantadas na revisão IDR devem ter sido verificadas e solucionadas

Devem ser revisadas as modificações de requisitos e especificações técnicas desde a última revisão de *design*. Modificações de requisitos subjetivos e objetivos, funcionais e de

interface do produto, devem ser endereçadas para a provisão do plano de ação. Requisitos atualizados do processo de manufatura também devem ser endereçados. Novas questões legais e ambientais devem ser analisadas no aspecto de produto e de manufatura, conforme apropriado. Funções críticas e de resposta do produto devem estar definidas.

O projeto de produto deve ser revisado. Os dados e conclusões das atividades de otimização do produto devem incluir a lista completa de componentes; o julgamento da capacidade que o produto projetado tem de atingir todos os requisitos estabelecidos como dados de entrada; os resultados dos estudos de tolerância do produto; a compreensão de todo o histórico de problemas ocorridos bem como as lições aprendidas; a resolução das questões de segurança e de ergonomia; a conclusão da modelagem matemática, o detalhamento de componentes e os desenhos de conjunto; a confirmação e a aceitação do *layout* do veículo; as modificações feitas no produto, derivadas dos testes de confirmação, que devem estar incorporadas ao *design*; as caracterizações gerais do produto, compreendendo toda a configuração de parâmetros e as limitações inerentes do projeto.

Os testes de confirmação do *design* devem dar destaque às questões relevantes e ao julgamento dos requisitos validados. Os testes de funcionalidade e de durabilidade devem estar completos, e os resultados devem ter sido satisfatórios, assim como o resultado das simulações e das modelagens analíticas.

Com relação à análise de NVH do sistema, esta verificação de *design* deve reportar a evolução do plano de testes; a avaliação de desempenho de NHV veicular; os estudos analíticos de componentes, as interfaces e os periféricos; a comparação do desempenho em relação às especificações de NVH e o registro das lições aprendidas.

As revisões das questões do DFMEA e da confirmação do *design* devem incluir a atualização do DFMEA quanto ao nível de atualização do *design* e ao julgamento da prioridade de risco dos questionamentos levantados – válidos para componentes fabricados internamente, para componentes provenientes de fornecedores externos e para montagens críticas do veículo; a identificação e o julgamento das potenciais características críticas do produto; a análise completa do DFM / DFA – isto é, *design* apropriado para manufatura e montagem – e a incorporação dos resultados desta análise ao produto.

O julgamento dos objetivos do serviço pós-venda deve compreender a revisão do cronograma da empresa e do cliente em relação plano geral do projeto – incluindo métodos, recursos, etc. para prestação deste serviço; a revisão da lista de componentes de reposição e dos *kits* de reparo e a confirmação da metodologia do serviço de reparo em veículo.

A verificação dos resultados da otimização do processo de manufatura inclui a completa estimativa dos custos de manufatura; os diagramas de fluxo de processo; os

planos de controle; as instruções de trabalho do operador; a análise de segurança e ergonomia do processo de manufatura; a solução para eventuais questões ambientais do processo e da manufatura; a caracterização geral de todo o sistema de manufatura e suas limitações.

Os testes de confirmação do processo de manufatura devem reportar os resultados das simulações de processo e a construção e a aprovação das novas máquinas, ferramentas, dispositivos de controle e equipamentos de teste que tenham sido necessárias para esta fase do projeto.

A revisão do PFMEA, nesta fase, deve abordar uma análise crítica de todas as alterações ocorridas no produto desde a última revisão do *design*; a identificação e a verificação das Características Principais de Controle (CPC's) que asseguram todas as Características Principais do Produto (CPP's); o plano de ação completo para todas as questões do processo de manufatura, incluindo fabricação, manuseio, submontagem e montagem final. Esta revisão do PFMEA deve ser aplicada também aos fornecedores externos de componentes.

Assim como no *design review* anterior, os imperativos comerciais, de desempenho do produto, de desempenho do processo e de qualidade do projeto são novamente avaliados. Novo plano de ação é constituído para solucionar eventuais problemas identificados nesta fase. Os critérios de aprovação ou reprovação desta revisão seguem os critérios descritos anteriormente.

- ***CT – Confirmations & Transfer:***

Confirmação e Transferência, este é o último e o mais relevante *Gate Review* da *fase 00* do ADP. Para um projeto ser aprovado neste *gate*, é preciso que o conceito do novo produto esteja aprovado para ser transferido para a *fase 0* do PDP da empresa. Isto é, a fase de desenvolvimento avançado do produto foi encerrada com êxito; o conceito do novo produto está suficiente maduro e permite que seja iniciado o desenvolvimento deste conceito para uma aplicação veicular específica.

Neste *gate*, o gerenciamento do projeto certifica que a transferência pode ser feita através do cumprimento de determinados requisitos, tais como finalização da documentação de comparação entre o desempenho do projeto e os imperativos do projeto; identificação de questões e recomendação para solução das mesmas; documentação e comunicação de lições aprendidas ao longo do projeto; preparação de um relatório sumário do projeto. Este gerenciamento também deve certificar-se de que a fase CDR de *design* foi executada e concluída com êxito.

Sob o enfoque da área comercial, entre as atividades finalizadas devem constar volumes de produção e aplicações para novo produto; previsões finais de custos e investimentos e o julgamento final dos estudos de *make or buy*.

Entre as verificações de design do produto, devem ser validadas, neste *gate*, as atualizações e finalizações da arquitetura de *design* do produto; das funções e repostas críticas do sistema; das interfaces funcionais e físicas; das questões de segurança e ergonomia; dos modelos matemáticos, desenhos de *layout*, detalhamento de componentes e desenhos de conjuntos; das tolerâncias geométricas e dimensionais; do DFMEA; das características especiais do *design*; das especificações de materiais; da lista de componentes; do julgamento da confiabilidade do *design*; da preparação e submissão dos pedidos de propriedade intelectual aplicável ao projeto.

Os requisitos técnicos do novo produto também devem estar finalizados, dentre eles a mais recente e representativa especificação técnica do subsistema, sistema ou veículo; uma revisão documentada do perfil de usuário e do ambiente operacional a que se destina o novo produto; a revisão de interfaces do subsistema, sistema ou veículo; a revisão dos últimos requisitos ergonômicos e de segurança associados ao *design*; a revisão dos requisitos subjetivos do novo produto, bem como os mais recentes requisitos ambientais e legais.

O projeto do processo de manufatura deve ser certificado quanto à atualização e à finalização do PFMEA, aos planos de controle, às especificações técnicas e às características especiais do processo. Deve ser certificado, ainda, quanto ao atendimento às regulamentações de segurança e ergonomia; ao projeto de máquinas, ferramentas e dispositivos de controle pertinentes a esta fase de desenvolvimento; à finalização dos planos de controle, diagramas de fluxo e lista de equipamentos para a fase de produção e quanto à submissão a pedido de propriedade intelectual, quando apropriado.

Sob a perspectiva dos testes e confirmação do projeto, devem ser reportados tais resultados tanto para o processo de manufatura quanto para o *design* do produto. A verificação das fontes de fornecimento para esta fase do ADP deve finalizar suas atividades, dentre elas a definição sobre fontes e custos de componentes, de materiais, de ferramentas, de dispositivos de controle e de equipamentos.

Assim como no *gate review* DD, do ponto de vista da produção esta fase do ADP verifica as atividades desenvolvidas no planejamento, construção e inspeção das amostras de confirmação do novo produto. O nível de revisão do produto das amostras construídas deve ser documentado e as lições aprendidas durante a construção destas amostras devem

ser comunicadas ao Product Team. Também deve ser gerado um plano de manufatura para o novo produto.

Findada a última revisão de *gate* da *fase 00* do ADP, o projeto está apto a migrar para a *fase 0* do PDP da empresa. Não há mais dúvidas sobre a potencialidade e confiabilidade do novo conceito de produto. As fases de desenvolvimento posteriores servirão para uma adequação do produto a determinada aplicação. Pode-se dizer que se tratará de um desenvolvimento de aplicação.

O próprio desenvolvimento dos meios de manufatura será feito para os volumes de produção específicos de determinado negócio. As alocações de investimento em recursos humanos e financeiros, nestas fases, serão direcionadas para um negócio já comprometido com determinado cliente. O detalhamento da forma de desenvolvimento de um produto que se encontra neste estágio já foi abordado em capítulo anterior.

Apenas lembrando e resumindo: o chamado PDP da empresa inicia-se na *fase 0* – onde a aplicação do produto é planejada e projetada; evolui para a *fase 1* – onde o grande esforço do projeto concentra-se na validação do produto; atinge a *fase 2* – cujo objetivo principal é validar o processo de manufatura do produto e preparar a fábrica para iniciar a produção seriada e, finalmente, o ciclo de desenvolvimento se encerra na *fase 3* – onde é feito o acompanhamento dos primeiros meses de produção e as oportunidades de melhorias ainda são tratadas como responsabilidades do PDP.

Portanto o ciclo de desenvolvimento avançado de produto ADP – introduzido como uma melhoria no desenvolvimento de produtos da empresa – estabeleceu a forma com a qual se pretende gerenciar a inovação tecnológica dentro da empresa. A ligação do ciclo do ADP ao ciclo do PDP da empresa é ilustrada na Figura 35 a seguir.

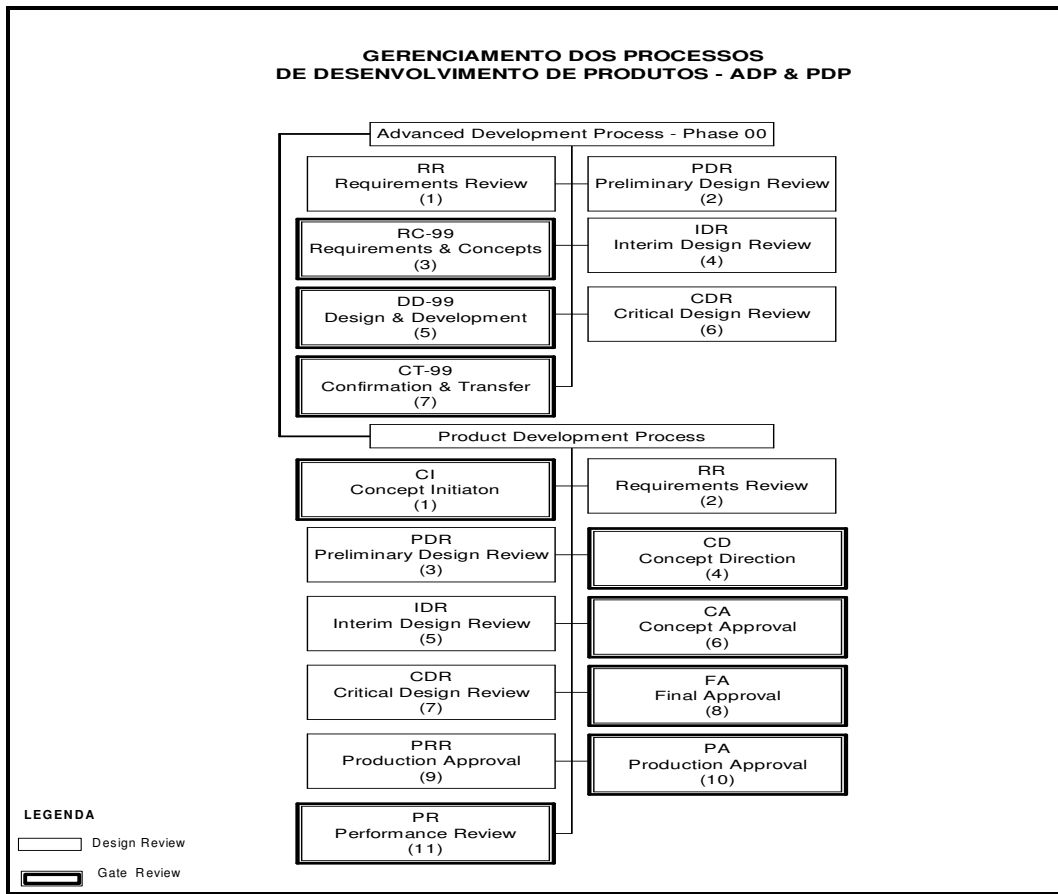


Figura 35 - ADP e PDP – Processos Subseqüentes

A sistemática de desenvolvimento avançado de produto ADP – introduzida como melhoria no processo de PDP da empresa – detalhada nesta seção, deve possuir toda sua documentação organizada como um registro de projeto. Esta organização da documentação obrigatória do ADP é ilustrada no Quadro 21 a seguir.

Quadro 21 - Arquivo de Documentos do ADP

Arquivo de Documentos e Correspondente Seção na pasta Registro de Projeto	
Documentos	Registro de Projeto
Listagem de Documentos Obrigatórios Registro de Projeto	Seção 1 - Geral
Cronograma do projeto	Seção 2 – Gerenciamento de Projeto
Definição do Projeto -- DP	
Plano de Recursos de Projeto -- RP	
Imperativos do Projeto -- <i>Imperative Tracker</i>	
Formulário de Análise de Negócio e Definição do Projeto ADP	
Revisão dos Requisitos (RR)	Seção 3 -- Comercial
Revisão Preliminar do <i>Design</i> (PDR)	
Revisão de Projeto dos Requisitos & Conceito (RC)	
Revisão Intermediária <i>Design</i> (IDR)	
Revisão de Projeto do <i>Design</i> e do Desenvolvimento (DD)	
Revisão de Confirmação do <i>Design</i> (CDR)	
Revisão de Projeto para Confirmação e Transferência (CT)	
Requisitos do produto	Seção 4 – Projeto de Produto / Sistema
Desenhos e Especificações	
DFMEA	
PFMEA	Seção 5 – Projeto de Processo de Manufatura
Planos de Processo	
Planos de Controle de Processo	
Planos de Validação	Seção 6 – Testes / Validação
Resultados de Testes de Validação	
	Seção 7 -- Compras
	Seção 8 – Produção

4.5 Desenvolvimento de Competência no PDP para o Tratamento de NVH

Outro item relevante, proveniente da análise crítica do PDP, voltou-se ao desenvolvimento de novas competências técnicas para o desenvolvimento de produtos. Uma das competências técnicas ressaltadas na análise crítica dizia respeito ao estudo do comportamento vibroacústico dos sistemas de direção veiculares.

O nível de ruído interno dos automóveis é um parâmetro de qualidade que pode diferenciar um veículo dentro de um mercado extremamente competitivo. Os níveis de ruídos e vibrações provocados pelo funcionamento do sistema de direção são características de qualidade que contribuem para o sucesso de um automóvel no mercado. Além disso, a ocorrência destes problemas pode provocar enormes gastos com reposição de componentes em período de garantia, o que, além de prejudicar a imagem da empresa, acaba por aumentar o custo final do produto e dificultar a competitividade em mercados externos.

Portanto, o desenvolvimento de tecnologia e capacitação de pessoal na área de ruído e vibração, voltados para o projeto de componentes de sistemas de direção, é de fundamental importância para a empresa. Com isso, iniciativas nessa área seriam cada vez mais necessárias para garantir o sucesso de um produto e a imagem de uma marca.

O desenvolvimento de um automóvel, considerando-se suas características de ruído e vibração, não é, contudo, uma tarefa simples. Devido à ampla gama de problemas verificados, trabalhos de diagnóstico e controle devem ser conduzidos de forma criteriosa e integrados ao projeto do restante do veículo, a fim de não comprometer outros pontos de igual importância para o seu funcionamento.

Diferentes fases compõem o desenvolvimento do veículo no que tange à otimização de sistemas com baixos níveis de ruído e vibrações. Como o automóvel é composto por vários sistemas, com finalidades específicas, cada um deles merece atenção especial por parte do fabricante. Dentre estes sistemas, o trem de força, que compreende motor, caixa de câmbio e sistemas de suspensão, direção e freios são os maiores geradores de ruídos e vibrações.

As principais fontes e elementos de propagação de ruído presentes em um sistema de direção servo-assistido são: bomba hidráulica, válvula direcional, mangueiras e tubulações do sistema, por onde circulam o fluido que promove a assistência hidráulica da caixa de direção. Estes componentes caracterizam-se pela geração transiente de ruídos e vibrações, o que torna difícil uma utilização das técnicas tradicionais de diagnóstico de problemas,

como medições em tempo real dos sinais. Com isso, novas tecnologias devem ser empregadas no projeto destes sistemas, de modo a poder analisar a ocorrência destes fenômenos.

Desenvolver sistemas de testes que permitissem a simulação do funcionamento dos sistemas de direção servo-assistidos fora do veículo, obtendo maior flexibilidade nas análises e facilitando avaliações de propostas de controle, deveria ser um objetivo tangível. Atualmente, os raros sistemas para este tipo de teste são encontrados somente fora do país, a preços muito elevados.

Finalmente, havia a necessidade de se desenvolver modelos numéricos dos componentes do sistema de direção, com o objetivo de simular seu comportamento dinâmico frente a condições de funcionamento, bem como de avaliar o efeito de prováveis mudanças ainda na fase de projeto, diminuindo os gastos com construção de protótipos e testes no período de desenvolvimento.

Logo, a aplicação de tecnologia de ponta, na simulação e desenvolvimento de técnicas de avaliação e diagnóstico de ruídos e vibrações em componentes do sistema de direção de veículos automotores, é uma metodologia que propicia um diferencial para a empresa no desenvolvimento de novos produtos.

No meio automotivo, a área de avaliação e diagnóstico de ruídos e vibrações é usualmente tratada por *NVH*. Devido ao restrito conhecimento sobre os problemas relativos a esta área em estradas brasileiras – tanto na empresa como na concorrência – e ao baixo investimento em pesquisa feito pelas empresas do setor, muitos veículos apresentam problemas que provocam queda de qualidade e dificultam a penetração destes produtos em outros mercados.

Outro agravante neste cenário é que, usualmente, os veículos são projetados nos países das sedes das montadoras, onde as condições de estradas são completamente diferentes às da realidade brasileira, o que resulta num comportamento distinto do veículo nas questões de ruído e vibrações. Tratar estas diferenças, levando em conta os ambientes distintos e as percepções distintas dos clientes de cada mercado, pode trazer uma vantagem competitiva à empresa.

A fim de aprofundar a competência da empresa na área de *NVH*, foi firmada uma parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) com os seguintes objetivos específicos:

- Estudo de caracterização e diagnóstico dos problemas de ruído e vibrações apresentados pelos componentes dos sistemas de direção mecânica e direção

hidráulica, tais como bombas, caixa de direção e mangueiras, através de análises experimentais utilizando tecnologia de qualidade sonora nos veículos;

- Desenvolvimento de bancadas de testes para simulação do comportamento do sistema de direção fora do automóvel, de modo a diagnosticar os problemas de ruído e vibrações específicos do sistema de direção, sem a influência do funcionamento de outros sistemas do automóvel;
- Análise modal experimental dos componentes do sistema de direção, visando a auxiliar o projeto destes componentes com vistas em seu comportamento dinâmico, mediante esforços mecânicos gerados durante o funcionamento do veículo;
- Modelagem numérica do comportamento dinâmico e acústico dos componentes do sistema de direção, visando a reduzir custos de fabricação devido à menor necessidade de construção de protótipos para teste durante a fase de projeto do sistema;
- Treinamento e capacitação profissional dos recursos humanos da empresa na área de vibroacústica.

4.5.1 Resultados e impactos esperados

Alguns resultados e impactos do desenvolvimento de competência para o tratamento de NVH nos novos desenvolvimentos de produtos eram esperados.

- **Resultados Específicos:**
 - ✓ Melhor compreensão das características de geração de ruído e vibrações pelos sistemas de direção;
 - ✓ Geração de modelos numéricos de previsão de comportamento dinâmico de componentes;
 - ✓ Desenvolvimento de novas tecnologias de assistência hidráulica para sistemas de direção com boas características de resposta vibroacústica.
- **Impactos Científicos:**
 - ✓ Formação de recursos humanos em ruído e vibrações de veículos automotores;
 - ✓ Execução de dissertações de mestrado e de teses de doutorado;

- ✓ Possibilidade de publicações científicas em revistas internacionais indexadas, congressos e demais meios de comunicação.
- **Impactos Tecnológicos:**
 - ✓ Desenvolvimento de bancadas de testes fora dos veículos;
 - ✓ Desenvolvimento de tecnologia de ponta para análise e diagnóstico dos problemas verificados em sistemas de direção veiculares;
 - ✓ Desenvolvimento de modelos numéricos de previsão de comportamento para componentes do sistema de direção veicular.
- **Impactos Econômicos:**
 - ✓ Substituição de recursos humanos contratados no exterior pela empresa e desenvolvimento de tecnologia e de recursos humanos em nível nacional;
 - ✓ Desenvolvimento de tecnologia nacional, reduzindo custos com importação de equipamentos de testes;
- **Impactos Estratégicos:**
 - ✓ Fortalecimento da imagem da empresa junto às montadoras, sendo vista como uma empresa ágil, inovadora, aplicando tecnologia em desenvolvimento de produtos;
 - ✓ Desenvolvimento de produtos de qualidade superior, rentáveis e com responsabilidade ambiental, utilizando conceitos atuais e de inovação tecnológica e atendendo às expectativas dos clientes;
 - ✓ Busca de inovação tecnológica através de P&D e alianças estratégicas.
 - ✓ Promoção do desenvolvimento e motivação da equipe de engenharia.

4.5.2 Técnicas e Ferramentas para Estudo de NHV

A avaliação das características de ruído e vibração de veículos automotores pode ser feita através de diferentes técnicas, conforme apresentado no capítulo 2. Contudo, na maioria das vezes, estas técnicas são baseadas em análises experimentais executadas nos próprios veículos. Isto, entretanto, dificulta as análises feitas por modelos tradicionais de medição de ruído e vibrações, uma vez que a maioria dos problemas apresenta características transientes.

Para o caso específico dos sistemas de direção hidráulica, estes problemas tornam-se ainda mais pronunciados pelo fato de alguns tipos de ruídos e vibrações possuírem

dependência das excitações oriundas das irregularidades do piso. Com isso, técnicas de diagnóstico de problemas através de medições convencionais de ruído e vibração, utilizando microfones e acelerômetros, não fornecem bons resultados de detecção de frequências, bem como impedem a separação dos problemas avaliados de outros ruídos e vibrações decorrentes do funcionamento normal do veículo.

Desta forma, partiu-se para a utilização de tecnologia de qualidade sonora na detecção das fontes de ruído provenientes do sistema de direção, através de medições experimentais com o veículo em funcionamento. Esta tecnologia permitiu a gravação do ruído em um intervalo de tempo e sua posterior reprodução de forma extremamente fiel.

O sinal de ruído foi captado por dois microfones instalados em um *headphone*, um ao lado do ouvido esquerdo, outro ao lado do ouvido direito. Assim, o sinal captado foi o mais próximo possível do ruído que seria percebido por uma pessoa no habitáculo do veículo. Os sinais eram transmitidos para um equipamento responsável pela equalização e, depois, repassados a um *laptop*, onde eram armazenados em seu disco rígido. Esta forma de armazenagem de dados permitia a gravação de longos intervalos de tempo. A partir dos dados gravados, era possível reproduzir o ruído original e fazer uma análise detalhada do mesmo através da aplicação de filtros corta-banda, o que permitiu o diagnóstico de frequências associadas aos problemas avaliados.

O projeto dos componentes do sistema de direção foi acompanhado de procedimentos de análise modal experimental. A análise modal experimental visa à obtenção dos parâmetros modais dos componentes, tais como frequências naturais e modos de vibração. Com isso, os componentes do sistema podem ser projetados de modo que não apresentassem elevada resposta vibratória quando submetidos a excitações decorrentes do funcionamento do veículo.

Por fim, modelos numéricos utilizando Técnicas de Elementos Finitos dos componentes foram desenvolvidos para previsão da influência de alterações de projeto no comportamento dinâmico. Estes modelos foram validados através dos resultados obtidos com a análise modal experimental.

Após a conclusão destas etapas, os sistemas de direção tiveram suas características vibroacústicas melhor definidas, bem como procedimentos de análise e diagnósticos de problemas foram estabelecidos. Convergiu-se, então, para um melhor desenvolvimento dos sistemas de direção veiculares, utilizando tecnologia nacional, diminuindo gastos com importação de componentes, sistemas e aumentando a qualidade final do veículo.

4.6 Desenvolvimentos de Produto com nova Metodologia de PDP

Esta seção apresenta alguns desenvolvimentos de novos produtos, executados a partir da implementação da nova metodologia do PDP na empresa. Como exemplo são relatados desenvolvimentos de produtos utilizando-se a metodologia de desenvolvimento avançado de produto e as competências de NVH.

4.6.1 Sistema de Direção Eletrohidráulico

Com a estruturação da Engenharia Avançada na empresa, com o objetivo de dedicar-se ao desenvolvimento de novos conceitos de produtos e à implementação do ADP como fase antecessora ao PDP da empresa, um dos produtos desenvolvidos dentro desta nova metodologia foi o sistema de direção eletrohidráulico.

A iniciativa de desenvolver este novo conceito de sistema de direção na empresa ocorreu a partir de uma análise de mercado de movimentos da concorrência no seguimento de sistemas de direções. Esta análise de mercado não faz parte do escopo deste trabalho. Esta iniciativa foi documentada no *Project Definition*. Os objetivos do desenvolvimento de um sistema de direção eletrohidráulico eram:

- Desenvolver esta alternativa tecnológica como opção nacional, uma vez que todos os produtos similares da concorrência eram integralmente importados.
- Utilizar este desenvolvimento para firmar a imagem da empresa, junto aos seus clientes, como uma empresa que busca inovação tecnológica.
- Utilizar este desenvolvimento, como vantagem competitiva comercial, frente à concorrência. Uma vez que, tendo uma alternativa de fornecimento de fonte nacional, as isenções de impostos de importação cairiam.
- Preparar a empresa para desenvolvimentos que necessitassem tecnologia similar associado a tendências futuras de sistemas de direção.

Como indicadores preliminares do projeto foram estabelecidos os custos objetivos do produto final e o investimento global para o desenvolvimento. Também foi definida a família de veículos a qual o produto poderia ser aplicado. A partir da mesma pesquisa de mercado, já citada anteriormente, foram definidos os produtos da concorrência a serem considerados como paradigma para o desenvolvimento.

O Plano de Recursos do projeto preliminar envolveu:

- Recursos Humanos: um Líder de Projeto, dois Engenheiros de Produto, um Técnico de Laboratório, um Engenheiro de Manufatura, um Comprador, um Engenheiro da Qualidade e um Analista de Custos.
- Investimentos financeiros para o desenvolvimento de amostras iniciais e validação do conceito de produto em laboratório e em veículo. Os valores não são relatados devido a confidencialidade da informação. Os investimentos para a fase de produção em massa não fizeram parte do projeto, por se tratar de um desenvolvimento da fase 00 – ADP.
- Recursos Físicos: desenvolvimento de equipamentos específicos para testes e validação do produto, bem como veículos.

Devido à complexidade do produto a ser desenvolvido e a magnitude dos recursos envolvidos, este projeto foi classificado na categoria A, requerendo todas as revisões de fase possíveis do ADP. Ou seja, este desenvolvimento do ADP contemplou os *Design Reviews* RR, PDR, IDR e CDR, e os *Gate Reviews* RC, DD e CT.

Tecnicamente, em um sistema de direção hidráulica convencional, o fluxo e a pressão hidráulicos são providos por uma bomba hidráulica, acionada por uma polia através de uma correia que está conectada ao trem de polias do motor de combustão interna do veículo. Em um sistema de direção eletrohidráulico, a bomba hidráulica convencional é substituída por uma bomba eletrohidráulica. Esta bomba, portanto, é acionada por um motor elétrico ao invés de ser acionada pelo motor de combustão interna. A Figura 36 ilustra os dois conceitos descritos.

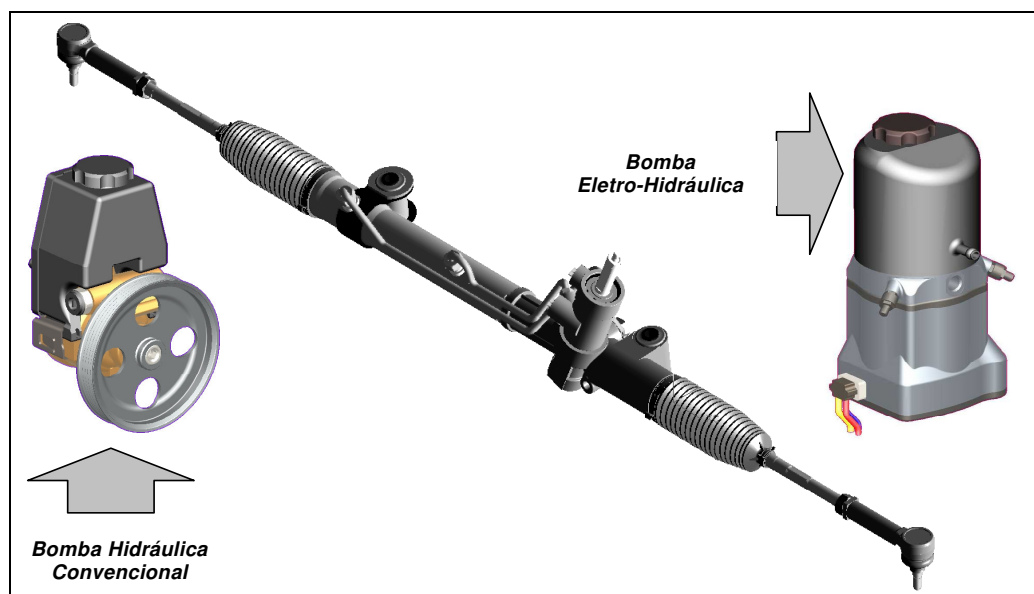


Figura 36 - Sistema de Direção Hidráulica e Eletrohidráulico

O conceito de bomba eletrohidráulica, desenvolvido na fase ADP, possui uma placa de componentes eletrônicos de alta tecnologia incorporada à carcaça do motor elétrico. Através de uma interface e de protocolo específico de comunicação, é possível realizar ajustes no produto a fim de obter a melhor configuração de assistência hidráulica a ser entregue ao sistema de direção. O produto utiliza motor trifásico sem escovas, totalmente selado, o que garante alta confiabilidade e durabilidade em condições de temperatura de trabalho entre -40°C e 120°C . A Figura 37 destaca os principais componentes deste produto.

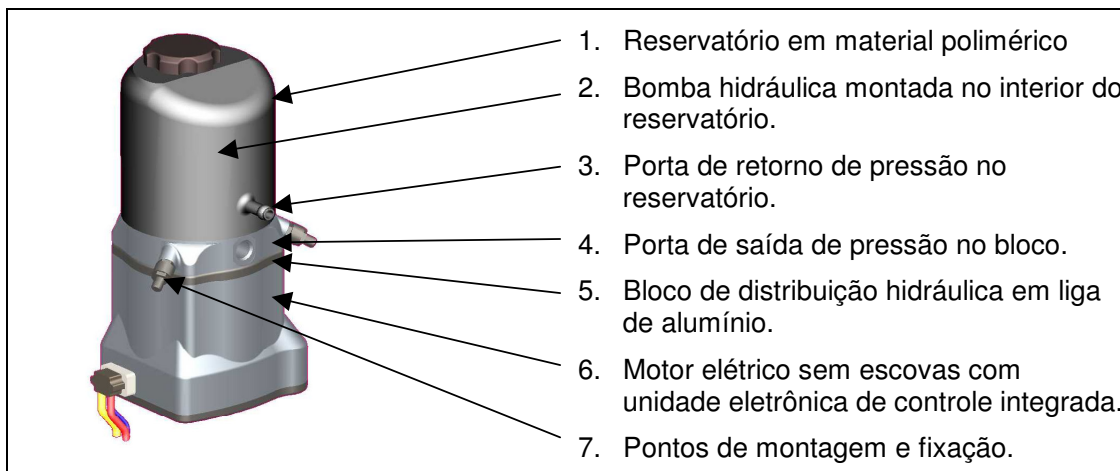


Figura 37 - Principais Componentes do Sistema Eletrohidráulico

O motor elétrico é trifásico, com ímãs permanentes e sem escovas. Além da confiabilidade e durabilidade, o fato de não possuir escovas possibilita um menor tamanho e massa, bem como uma baixa inércia ao rotor. Em adição, permitem baixas flutuações do torque, reduzidos níveis de ruído e rápida resposta em uma grande faixa de torques.

A unidade de controle eletrônico é baseada em uma placa do tipo multicamadas. Esta unidade é integrada à carcaça do motor e não requer sensores externos adicionais do veículo para executar suas funções de controle do sistema. Um algoritmo específico gerencia as condições e necessidades de trabalho do sistema. Além disto, recursos de economia de energia e de modo de falha para segurança são ativados quando a assistência hidráulica ao sistema de direção não é requerida.

O sistema hidráulico do produto possui reduzido e controlado nível de turbulência hidráulica e, conseqüentemente, reduzido nível de ruído. Sua massa é baixa pela utilização de componentes de liga de alumínio. Possui sistema de filtragem, alívio de pressão incorporado e é montado integrado ao reservatório de óleo.

Como benefícios, o produto desenvolvido traz a redução de perdas de energias parasitas dos sistemas convencionais, uma vez que não drena potência direta do motor de

combustão interna para o seu funcionamento e, conseqüentemente, a economia de combustível; a redução do tempo de montagem no veículo, quando comparado com o sistema hidráulico convencional; um desempenho hidráulico mais otimizado, com a manutenção das características de direção dos sistemas convencionais; simplificação do projeto e montagem do motor de combustão interna.

Ao longo do desenvolvimento avançado deste produto, foram feitas análises de *benchmarking* sob diversos enfoques. Foram comparados desempenhos funcionais e características construtivas, bem como realizados testes de durabilidade e confiabilidade como se fosse um produto da empresa. Por questões de sigilo de informações, dados técnicos específicos não podem ser revelados. Contudo o Quadro 22 traz uma análise comparativa genérica do produto desenvolvido em relação à concorrência.

Quadro 22 - Análise Genérica da Concorrência

Características comparativas	Empresa	Concorrente 1	Concorrente 2	Concorrente 3
Motor Elétrico	Sem escovas	Escovas	Sem escovas	Sem escovas
Dispositivo Eletrônico	Integrado ao motor	Separado do motor	Integrado ao motor	Integrado ao motor
Dimensões Ext. (mm)	265 X 110	312 X 90	261 X 150	300 X 100
Peso total	4,2 kg	4,0 kg	4,9 kg	5,0 kg
Necessidade de Proteção Acústica para Ruído	Não	Não	Não	Sim

O desenvolvimento deste produto na fase ADP concretizou-se com:

- 18 meses de desenvolvimento entre o Project Definition e o último Gate Review – CT – onde se deu a transferência da fase 00 do ADP para a fase 0 do PDP.
- A mobilização de uma equipe de desenvolvimento envolvendo oito profissionais – a maioria deles com dedicação exclusiva ao programa.
- O estabelecimento de parcerias estratégicas com fornecedores de sistemas eletrônicos, prestadores de serviço em sistemas de prototipagem via CAM e universidades de ensino.

- Recursos financeiros equivalentes a cinquenta e três por cento (53%) do orçamento anual da Engenharia de Produto da empresa.

Entre as dificuldades encontradas ao longo do desenvolvimento do projeto pode-se destacar:

- O desenvolvimento de fornecedores de componentes eletrônicos – visto que a maioria dos componentes é importada.
- A mudança de comportamento e de atitudes dos integrantes da equipe de projeto – por se tratar de um desenvolvimento totalmente diferenciado para a empresa.

Ao final do desenvolvimento os objetivos estabelecidos no *Project Definition* foram atingidos. Com relação aos indicadores estabelecidos para monitorar o sucesso do programa: o custo do produto final ficou de acordo com o programado e o investimento total no programa ficou abaixo da previsão inicial.

Contudo, talvez, as maiores contribuições que este desenvolvimento deixou na organização foram:

- O desenvolvimento de novas competências técnicas – tratando-se de um sistema com eletrônica embarcada de última geração.
- O desenvolvimento de novas competências de gestão – visto que foi o primeiro desenvolvimento concluído posteriormente a introdução do ADP, resultante do Plano de Intervenção para melhoria do PDP na empresa.

4.6.2 Melhoria no Desempenho do Produto

Ao estabelecer parcerias estratégicas na área de NVH, o departamento de Engenharia de Produto da empresa incorporou não apenas novas ferramentas técnicas para o estudo do comportamento vibroacústico dos sistemas de direção, mas uma nova competência ao seu grupo técnico. Os desenvolvimentos de novos produtos da empresa passaram a utilizar intensamente esta nova competência. A cada novo lançamento de um sistema hidráulico de direção, o refino de projeto – que trata do ajuste do sistema de direção às necessidades de cada plataforma veicular – passou a usufruir desta metodologia de projeto.

Como exemplo de implementação desta metodologia no PDP da empresa, estão os novos desenvolvimentos de bombas hidráulicas para sistemas de direção. O ruído gerado por uma bomba hidráulica pode se tornar um sério problema de qualidade na fase de produção seriada caso o projeto de ajuste do sistema hidráulico do veículo não for bem conceituado durante a fase de desenvolvimento do produto.

A empresa desenvolve bomba hidráulica de palhetas para as aplicações do mercado. Este tipo de bomba pode gerar ruído devido à frequência de passagem destas palhetas. Dois tipos de ruído que, de acordo com as condições de operação do veículo, podem ser percebidos, são chamados de *Moan* e *Whine*.

O *Moan* de uma bomba hidráulica, por vezes, pode ser percebido como ruído e/ou vibração produzido enquanto o volante é girado, estando o motor do veículo em marcha lenta. Nesta condição, o sistema de direção solicita assistência hidráulica à bomba, ficando esta submetida à carga.

O *Whine* de uma bomba hidráulica, por vezes, também pode ser percebido como ruído enquanto o volante é girado. Porém neste caso o motor não está em marcha lenta, mas, sim, em uma condição acelerada, normalmente superior a 2000 rpm, pois abaixo deste regime o próprio ruído do motor normalmente esconde o ruído da bomba.

Durante o desenvolvimento de uma nova aplicação de bomba hidráulica, foi desenvolvida uma métrica para análise do nível de NVH desta aplicação. Através da análise da qualidade sonora, percebida no interior, junto à detecção das frequências em que os ruídos eram gerados e a um estudo de correlação, com análise subjetiva de júri de avaliadores treinados, esta métrica foi estabelecida.

A Figura 38 apresenta o registro de ocorrência do ruído *Moan* em uma bomba hidráulica, desde sua frequência fundamental – determinada pelo regime de rotação da bomba e pelo número de palhetas – até as suas harmônicas, que são múltiplos da frequência fundamental. No caso, o espectro “Com *Moan*” aparece ao girar o volante do veículo.

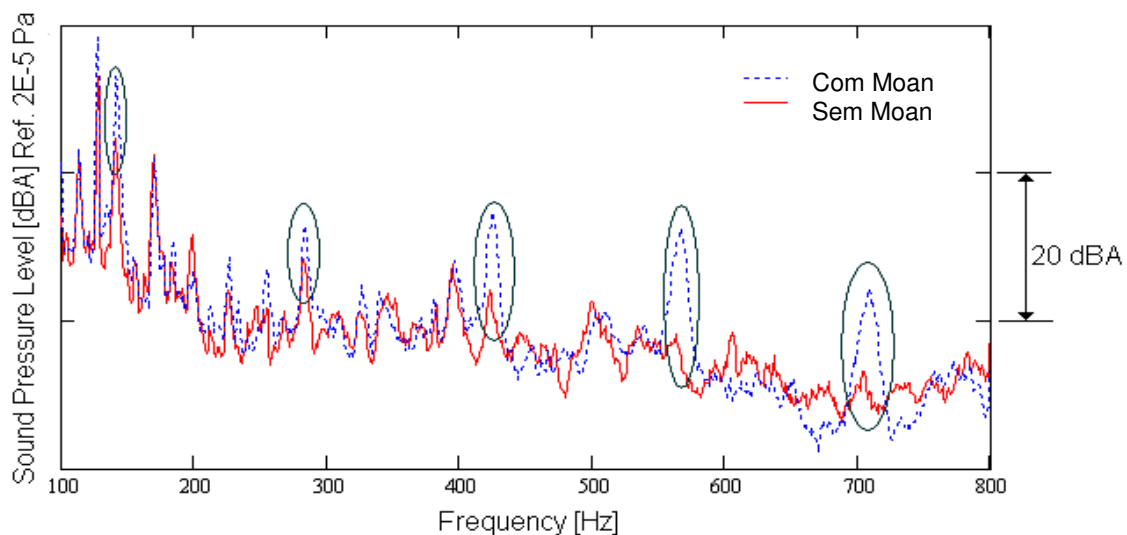


Figura 38 - Medições do Ruído *Moan*

No caso do ruído *Moan*, além da frequência fundamental, a segunda, terceira e quarta harmônicas devem ser objeto de estudo, pois contribuem para o conforto vibroacústico do veículo.

A Figura 39 apresenta um comparativo entre duas propostas de bombas hidráulicas para a mesma aplicação veicular. O objetivo desta análise comparativa foi determinar qual o *design* responderia com melhor desempenho, no quesito de NVH, associado ao ruído *Moan*. Apesar da bomba # 1 ter apresentado um nível de ruído menor em algumas frequências, no escopo geral – através da métrica desenvolvida para análise de ruído – a bomba # 2 apresentou melhor desempenho.

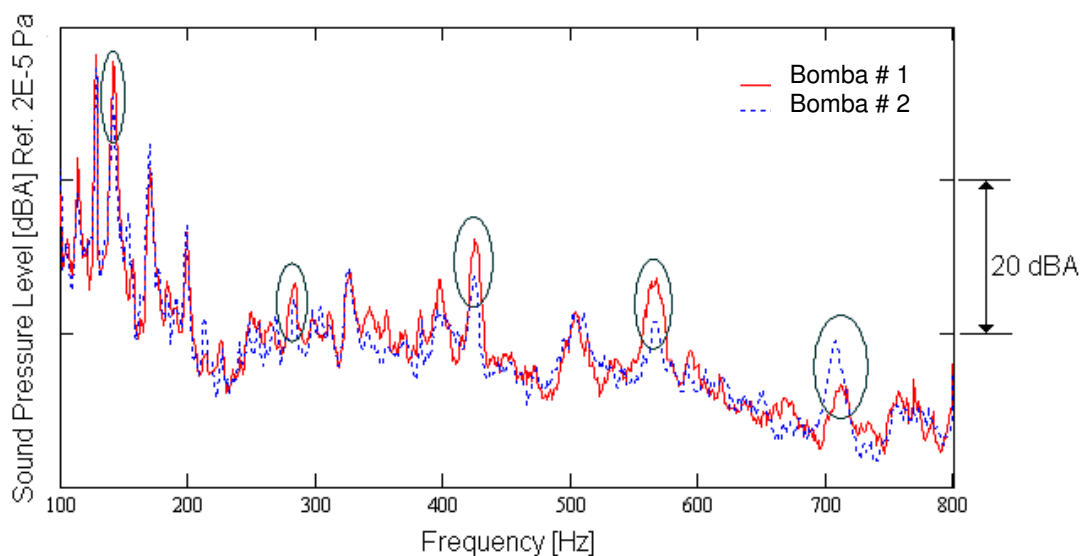


Figura 39 - Medições do Ruído *Moan* – comparativo entre bombas

A Figura 40 apresenta o registro de ocorrência do ruído *Whine* de uma bomba hidráulica, desde sua frequência fundamental até suas harmônicas correspondentes. Neste caso, o espectro “Com *Whine*” também aparece ao girar o volante do veículo. No caso do ruído *Whine*, além da frequência fundamental, a primeira e a segunda harmônica devem ser objeto de estudo, pois contribuem para o conforto vibroacústico do veículo.

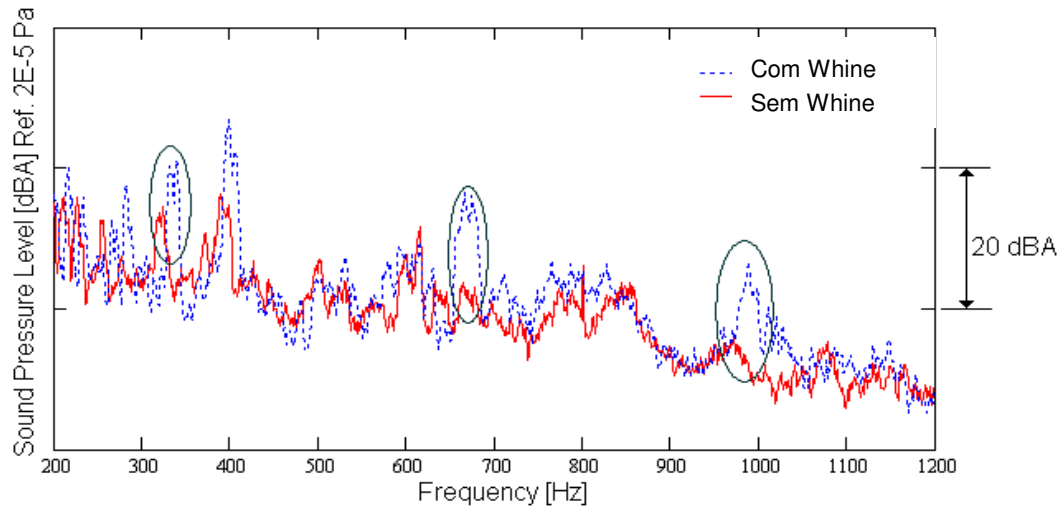


Figura 40 - Medições do Ruído *Whine*

Novamente, a Figura 41 apresenta um comparativo entre duas propostas de bombas hidráulicas para a mesma aplicação veicular. Também foi objetivo desta análise comparativa determinar qual *design* responderia com o melhor desempenho ao quesito de NVH associado ao ruído *Whine*. Neste caso, a bomba # 2 apresentou um nível de ruído menor em algumas frequências, porém no escopo geral – através da métrica desenvolvida para análise de ruído – a bomba # 1 apresentou uma pequena superioridade de desempenho.

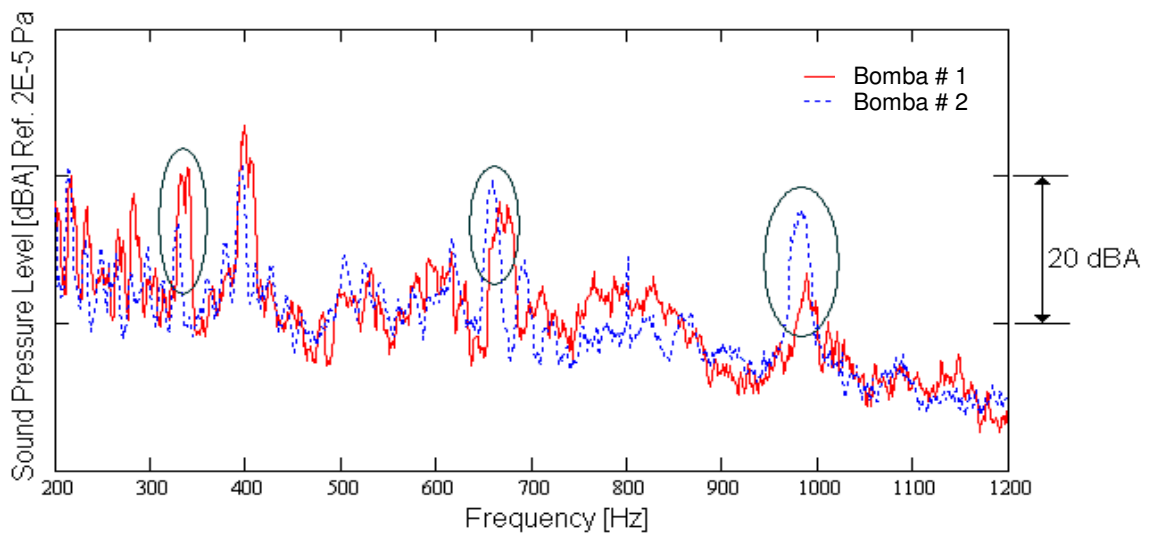


Figura 41 - Medições do Ruído *Whine* – comparativo entre bombas

Nestes desenvolvimentos de bombas hidráulicas, o desempenho do produto da empresa foi superior ao da concorrência. As medições objetivas das características

vibroacústicas – nomeadas de *Moan e Whine Noise* – executadas nos produtos da concorrência, confirmaram a superioridade do projeto da empresa.

O relato acima foi executado em um PDP de um novo negócio da empresa. Após um ano de trabalho com uma montadora do país, a empresa conquistou toda a carteira de negócios desta montadora. Ou seja, conquistou o negócio, para desenvolvimento e fornecimento de bombas hidráulicas para sistema de direção, de todos os veículos fabricados por esta montadora no Brasil e Argentina. Anteriormente, o fornecimento deste produto era feito por uma grande e tradicional multinacional. A conquista desta fatia de mercado praticamente retirou esta concorrente do mercado sul-americano neste segmento de produto. Como resultados específicos pode-se destacar que:

- Para a empresa este negócio representou cerca de vinte por cento (20%) de incremento no volume de produção de bombas hidráulicas para sistema de direção.
- Além de obter este negócio, o sucesso destes desenvolvimentos conferiu a empresa uma certificação, por parte da montadora, que habilita a empresa a desenvolver e fornecer estes produtos para todas as plantas desta montadora ao redor do mundo.

A nova metodologia aplicada no PDP da empresa tem propiciado o lançamento de produtos com melhor desempenho, evitando ações de melhoria após o seu uso no campo. Também tem contribuído, de forma positiva, com a imagem da empresa, pelo que tem sido reportado por clientes.

Alguns trabalhos na área de NVH têm servido como material para elaboração e apresentação de artigos em congressos de Engenharia, tais como os Congressos da SAE. De fato, o exemplo relatado nesta seção foi objeto de publicação de alguns colaboradores da empresa no 12º Congresso e Exposição Internacionais de Tecnologia da Mobilidade da SAE Brasil, ocorrido em São Paulo em novembro de 2003, valendo destacar Triches et al. (2003) e Kirchner et al. (2003).

4.7 Resultados Gerais do Novo Modelo de PDP

O novo modelo de PDP, implementado a partir do Plano de Intervenção, tem rendido uma série de benefício à empresa, entre eles:

- A gestão do PDP como argumento de venda:
 - ✓ Foi exercida em mais de cinquenta (50) processos de cotações no ano de 2004.
 - ✓ Em cerca de vinte (20) destes processos, o PDP foi requisito obrigatório para suporte às reuniões técnicas solicitadas pelos clientes.
 - ✓ Foi apresentada em nove (9) países, envolvendo mais de vinte (20) clientes potenciais.
- O novo procedimento de análise da concorrência:
 - ✓ Permitiu o mapeamento técnico de seis (6) concorrentes diretos da empresa.
 - ✓ Contribuiu na conquista de fatia de mercado contra dois (2) destes concorrentes.
 - ✓ Contribuiu na melhoria contínua e na redução de custos da empresa em cerca de quinze (15) processos.
- O desenvolvimento avançado de produto:
 - ✓ Foi responsável pelo desenvolvimento de sete (7) novos conceitos de produto. Sendo que três (3) destes conceitos ainda estão em andamento.
 - ✓ Contribui com o ranking de avaliação tecnológica da empresa junto aos seus clientes.
 - ✓ Abriu novo mercado de atuação para empresa que é composto por mais de vinte (20) clientes potenciais. Quatro (4) destes clientes potenciais são grandes montadoras mundiais.
 - ✓ Criou vantagem competitiva comercial contra dois concorrentes diretos (*Global Players*) no mercado nacional.
 - ✓ Gerou três (3) patentes de propriedade industrial à empresa.
 - ✓ Introduziu na empresa o uso da tecnologia CFX para simulação numérica do comportamento dinâmico de fluídos.

- ✓ Gerou competência interna para o desenvolvimento de produtos que requerem eletrônica embarcada de última geração.
- ✓ Ampliou em cerca de vinte por cento (20%) os investimentos em pesquisa e desenvolvimento da empresa.
- O desenvolvimento de competência para o tratamento de NVH:
 - ✓ Foi aplicado em dezesseis (16) desenvolvimentos de produtos nos últimos dois (2) anos, envolvendo cinco (5) clientes.
 - ✓ Contribuiu na conquista de fatia de mercado contra dois (2) concorrentes diretos.
 - ✓ Gerou seis (6) trabalhos de pesquisa apresentados em congressos de engenharia no país.

5 CONCLUSÕES

5.1 Análises e considerações finais

O setor automotivo proporciona às empresas que atuam neste mercado desafios constantes quanto à organização do PDP. A competição no mercado mundial é exercida por empresas de atuação em esfera global, que possuem forte base tecnológica e grande capacidade de recursos de investimento. Essas empresas, muitas vezes, são oriundas das próprias montadoras de veículos.

O mercado brasileiro também tem vindo a se tornar extremamente competitivo nos últimos anos. O cliente final tem-se tornado mais exigente nos aspectos de *design*, conforto e desempenho dos veículos. As montadoras, por sua vez, imprimem um volume de requisitos específicos cada vez maior à sua cadeia de fornecedores, sem, contudo pagar mais por estes requisitos. Para atuar neste ambiente, a melhoria da eficácia do PDP tem-se tornado um importante elemento diferencial para que as empresas perpetuem-se no mercado. O lançamento de produtos de forma rápida e eficiente, de modo a atender às necessidades do cliente, pode ser a chave de sucesso, principalmente para empresas de origem local.

Conforme comentado no tópico 2.1 deste trabalho, por ser um processo complexo e amplo, o PDP de uma empresa do setor automotivo merece especial atenção dos executivos da sua alta administração. A gestão do desenvolvimento de produto, sob uma perspectiva empresarial, caracteriza-se como uma atividade que exerce papel fundamental na coordenação da multiplicidade das mais diversas áreas do conhecimento.

Os sucessos ou prejuízos futuros da empresa podem, muitas vezes, ter, como raiz, um desenvolvimento de produto ineficaz. Por ser um ambiente de alta mobilidade e velocidade, no que tange a lançamentos de produtos, o setor automotivo também requer das empresas que atuam neste seguimento muita agilidade, flexibilidade e eficiência no desenvolvimento de produtos. Não basta possuir um PDP consolidado por sucessos de lançamentos de produto ocorridos no passado: é preciso buscar a melhoria deste processo continuamente.

Assim, este trabalho de conclusão teve como tema central exatamente a intervenção no PDP de uma empresa do setor automotivo de modo a propor e implementar melhorias no seu PDP. Dado o cenário no qual a empresa atua, em que já havia uma cultura forte de desenvolvimento de produto, um dos itens de melhoria visados relacionou-se ao maior alinhamento do PDP ao planejamento estratégico da empresa. Outros pontos focalizados foram o da implementação de uma nova metodologia para a pesquisa e o desenvolvimento de novos conceitos de produto, e o do estreitamento de relações com clientes. Ainda, entre os objetivos do trabalho, focalizou-se o desenvolvimento de novas competências na empresa, através do estabelecimento de parcerias estratégicas.

O maior alinhamento do PDP ao planejamento estratégico da empresa, através da introdução da Engenharia Avançada de Produto, propiciou diversos benefícios, entre eles o aumento do *portfolio* de produtos da empresa. Isto ampliou as possibilidades de conquista de negócios e posicionou a empresa num novo patamar de desenvolvimento de tecnologia.

A introdução da gestão do PDP como serviço agregado nos novos desenvolvimentos e fornecimentos proporcionou o estreitamento das relações com os clientes. Esta exploração da dimensão ampliada do produto trouxe benefícios à imagem da empresa e ampliou os argumentos de venda do Departamento Comercial da companhia.

A nova sistemática de análise da concorrência e o estabelecimento de parcerias estratégicas – como, por exemplo, para os estudos de NVH, contribuíram para o desenvolvimento de novas competências para a empresa. Estas sistemáticas têm proporcionado o desenvolvimento de produtos com melhor desempenho.

Este trabalho utilizou a metodologia de pesquisa aplicada, qualitativa e descritiva quanto à sua natureza, abordagem e seus objetivos. Optou-se por esta metodologia por ter-se como foco a geração de conhecimentos e sistemáticas para a melhoria do PDP. Através da coleta de dados, provenientes de entrevistas nos departamentos internos da empresa, e da assimilação de diretrizes do planejamento estratégico da empresa, realizou-se a análise crítica do PDP existente. Esta análise crítica identificou ameaças e oportunidades de melhoria do atual sistema, tais como: a deficiência do atual PDP em executar análises da concorrência de forma profunda, o nível de estagnação tecnológica dos produtos que estavam sendo desenvolvidos pela empresa e a necessidade do desenvolvimento de novas competências para melhoria do desempenho dos produtos desenvolvidos.

Quanto à forma de intervenção realizada, a pesquisa baseou-se nos princípios da pesquisa-ação, pois a proposição e implementação de melhorias, através do plano de intervenção no PDP, se deram pela atuação participativa entre pesquisador e equipes de trabalho. O pesquisador e autor deste trabalho, sendo o gestor da Engenharia de Produto da

empresa, juntamente com a sua equipe de trabalho, implementou as iniciativas delineadas no Plano de Intervenção para melhoria do PDP.

A implementação do ADP como metodologia, e a estruturação da Engenharia Avançada para P&D de novos conceitos de produtos, além de alinhar o PDP ao planejamento estratégico da empresa e ampliar o *portfolio* de produtos com tecnologia diferenciada, se constitui em fator positivo para o restabelecimento da competitividade da empresa, abrindo a possibilidade de conquista de novos mercados – até então inviáveis, sob o ponto de vista organizacional da companhia. O desenvolvimento do Sistema de Direção Eletrohidráulico evidenciou esta conquista. Trata-se de um sistema que utiliza tecnologia de ponta, alinhado com a tendência mundial para determinado segmento de veículos, que proporciona redução do consumo de combustível e uma série de ganhos tecnológicos. Este novo produto equiparou a empresa com concorrentes globais e a posicionou como empresa que desenvolve produtos com tecnologia avançada.

O uso do novo modelo do PDP, como argumento de venda nos processos de cotações e como serviço agregado ao desenvolvimento subsequente, foi estabelecido como meio de estreitar relações e de conquistar confiança com clientes, o que foi assimilado como um diferencial competitivo para a empresa. Esta nova dimensão do PDP tem sido confirmada pelos próprios clientes em reuniões técnicas de prospecção de novos negócios.

O novo procedimento de análise da concorrência traduziu-se como uma forma de ampliar as competências internas da empresa. Neste sentido, o estabelecimento de parcerias estratégicas – em especial na área de conhecimento específico de NVH – também ampliou a gama de competências da empresa no desenvolvimento e na melhoria de sistemas de direção, no que se refere ao conforto vibroacústico proporcionado pelo produto. Esta nova competência ficou evidenciada nos últimos desenvolvimentos de Bomba Hidráulica para Sistema de Direção. Esta nova área de competência tem, inclusive, rendido à empresa o reconhecimento e a participação em eventos de divulgação tecnológica, além de estar sendo percebida junto aos clientes, conjuntamente com o novo modelo de PDP, como diferencial competitivo da empresa – o que tem sido utilizado também como argumento de venda pela área comercial da empresa.

Dado o caráter confidencial da pesquisa aplicada à empresa, alguns aspectos relevantes da melhoria do modelo de PDP implementado na empresa não puderam ser relatados neste trabalho. Contudo, considera-se que tal fato não trouxe limitações maiores ao entendimento do escopo geral da nova metodologia de PDP.

5.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

O PDP de uma empresa deve evoluir continuamente, com o objetivo de perpetuar a presença da companhia no mercado de forma rentável. Este argumento foi enfatizado ao longo deste trabalho. A importância deste fator deve ser objeto de reflexão constante por parte da alta administração de uma empresa, que depende do lançamento de novos produtos para garantir a sua continuidade no mercado.

Então, como monitorar a eficiência de um PDP ao longo do tempo? Não a eficiência de um determinado desenvolvimento de produto, mas a eficiência do processo como um todo. Auditorias no sistema de gestão são efetuadas por órgãos certificadores, na empresa, com base semestral ou anual. Estes processos de auditoria servem para verificar se o sistema de gestão da empresa está sendo cumprido e se está em conformidade com normas e requisitos como, por exemplo, ISO-TS16949. Porém estas auditorias não dão resposta sobre a obsolescência do seu PDP, não fazem diagnóstico sobre a eficiência e o comprometimento deste processo para com o futuro da empresa.

Uma oportunidade, para um trabalho futuro, identificada após a implementação do novo modelo de PDP, refere-se à construção de indicadores (métricas) que permitam verificar a eficiência do PDP da empresa ao longo do tempo.

Segundo Echeveste (2003), a mensuração do sucesso do PDP, realizada na fase pós-desenvolvimento, através de indicadores de projeto, serve para monitorar a informação e garantir que as melhorias identificadas sejam implementadas e que os problemas sejam evitados nos próximos desenvolvimentos. Os indicadores do PDP, sumarizados em um documento, devem comparar o realizado com o planejado, devem comparar o projeto em questão com os demais projetos da empresa, e, ainda, verificar o impacto das melhorias implementadas.

Todavia, para a empresa onde foi realizada esta pesquisa-ação, que já possui indicadores que monitoram a eficácia de cada desenvolvimento, uma oportunidade, para um trabalho futuro, é a criação de métricas que indiquem o resultado que a atual gestão do PDP irá proporcionar em um futuro próximo na companhia. Este indicador deve ser capaz de projetar, com antecedência, o impacto de determinados desenvolvimentos no futuro da organização, a fim de priorizar iniciativas e recursos e até servir de base para as revisões dos planejamentos estratégicos da empresa. Contudo este indicador deve ser amplo – pois deve refletir o PDP da empresa como um todo – e, ao mesmo tempo, de fácil entendimento, para que deficiências do processo sejam rapidamente assimiladas e ações de melhoria necessárias sejam realizadas.

Outra oportunidade, para um trabalho futuro, refere-se ao monitoramento da presença da empresa no mercado. Não se trata de identificar a parcela do mercado que a empresa possui, ou como está o seu posicionamento em relação à concorrência. Trata-se de um monitoramento de movimentos e modificações do mercado, de previsão de tendências e de busca de informações estratégicas. Conforme já relatado no tópico 1.5 deste trabalho, a compreensão do macro e microambiente da empresa são necessárias para a execução da análise e da projeção de demanda do mercado, identificando tais tendências e estimando seu impacto.

Este trabalho futuro poderia estruturar a organização com uma base de dados que permitisse uma navegação rápida e eficiente acerca de determinado tema estratégico – clientes, concorrentes, números do mercado, informações econômicas, volumes de produção, etc., como uma Engenharia de Mercado, que servisse como orientador e divulgador de movimentos táticos a serem tomados frente às demandas do mercado. Em resumo, ter um sistema estruturado com informação estratégicas que permita à alta direção da empresa estar preparada para reagir ou para antecipar-se às mudanças no mercado.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, Gregory. How to (almost) schedule innovation. **Research Technology Management**. Washington, v. 41, p. 31-40, jan.-fev. 2002.
- ALLIPRANDINI, Dário H.; SILVA, Mariana M. Relação entre o processo de Stage-Gates e a Aprendizagem Organizacional no PDP: um estudo de caso. In: **XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Salvador: [s. ed.], 2001.
- ALLIPRANDINI, Dário H.; SILVA, Mariana M. Aprendizagem Organizacional no Processo de Desenvolvimento de Produto: Investigação do Conhecimento Declarativo no Contexto da Sistemática de Stage-Gates. In: **12º Congresso e Exposição Internacionais de Tecnologia da Mobilidade**. São Paulo: SAE Brasil, nov. 2003.
- ANDERSON, Richard E. Phased Product Development: Friend or Foe? **Business Horizons**. Massachusetts, p. 30-6, nov.-dez. 1996.
- BERGMAN, Stacy; YASSINE, Ali e ROEMER, Thomas. Competencies Development Framework Based on Best Practices. **Information, Knowledge & Systems Management**, [s.l.], v. 4, Pág. 35-53, 2004.
- BUCHHOLZ, Kami. GM Production Speed. **Automotive Engineering International**, [s.l.], v. 109, n. 11, p. 48, nov. 2001.
- BULLINGER, H.J.; DANGELMAIER, M. Virtual prototyping and testing of in-vehicle interfaces. **Ergonomics**, Oxfordshire, v. 46, p. 41-51, 2003.
- BUSS, Carla de Oliveira; Cunha, Gilberto. **Desenvolvimento de Produto**. Postila do Mestrado Profissional, PPGEF – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.
- BUSS, Carla de Oliveira. **Cooperação Interfuncional no Desenvolvimento de Novos Produtos: A Interface Marketing-Engenharia**. Porto Alegre: UFRGS, 2002. Dissertação (Mestrado em Administração), Escola de Administração, Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.
- CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. **Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry**. Boston: Harvard Business Press, 1991.
- CONDOTTA, A.; PAMPANELLI, A.; SALAMONI D. et al. **Aplicação da Metodologia de Projeto de Experimentos na Indústria Automotiva: Um Estudo de Caso**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. Trabalho Acadêmico (Mestrado em Engenharia), Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.
- CONSONI, Flávia L.; QUADROS, Ruy. As Estratégias de Produto das Subsidiárias das Montadoras no Brasil: Adaptação ou Desenvolvimento Local. In: **12º Congresso e**

Exposição Internacionais de Tecnologia da Mobilidade. São Paulo: SAE Brasil, nov. 2003.

- CUNHA, Gilberto Dias da. Uma Análise da Evolução dos Procedimentos de Execução do Desenvolvimento de Produtos. **Revista Produto & Produção**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, 2004-a.
- CUNHA, Gilberto Dias da; FACHINELLO, Tatiana. Uma Abordagem para a Gestão do Ciclo de Vida do Produto (PLM). In: **XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Florianópolis: [s. ed.], 2004-b.
- DANILEVICZ, Ângela de Moura Ferreira; CUNHA, Gilberto Dias da. **Market-Oriented New Product Development**. In: GHODOUS, Parisa; CHA, Jianzhong; GONÇALVES, Ricardo Jardim; STEIGER-GARÇÃO, Adolfo. (Org.). Concurrent Engineering: The vision for the future generation - Advanced Design, Production and Management Systems. Lisse, 2003, v. 2, p. 1255-62.
- DIAS, Ana Valéria Carneiro. Engenharia Brasileira e o Desenvolvimento de Produtos Globais Indústria Automobilística: Algumas Proposições. In: **3º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto**. Florianópolis: [s. ed.], set. 2001.
- DRESSELHAUS, Bill. How to earn a return on innovation. **Machine Design**. Cleveland, v. 73, n. 10, p. 56-62, maio 2001.
- ECHEVESTE, Márcia Elisa Soares. **Uma Abordagem para Estruturação e Controle do Processo de Desenvolvimento de Produto**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.
- FERREIRA, Heloisa S. R.; TOLEDO, José C. Metodologias e Ferramentas de Suporte à Gestão de Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) na Indústria de Autopeças. In: **XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Salvador: [s. ed.], 2001.
- FILOMENA, Tiago Pascoal. **Modelo para Medição e Controle de Custos no Desenvolvimento de Produtos**. Porto Alegre: UFRGS, 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.
- GRENIER, Glen et al. Power Steering Pump Sound Quality and Vibration – Test Stand Development. In: **Noise & Vibration Conference and Exhibition**. Traverse City – Michigan: SAE International, maio 2003.
- HARI, Amihud; WEISS, Menachem P.; ZONNESCHAIN, Avigdor. **Design Quality Metrics used as a Quantitative Toll for the Conceptual Design of a New Product**. In: International Conference on Engineering Design. Glasgow: [s. ed.], ago 2001.
- KAPLAN, Robert S.; NORTON, David P. **A estratégia em ação: balanced scorecard**. Rio de Janeiro: Campus, pág. 20, 1997.
- KAROL, Robin A.; LOSER, Ross C.; TAIT, Richard H. Better new business development at DuPont-I. **Research Technology Management**. Washington, v. 45, n. 1, p. 24-30, jan.-fev. 2002.

- KIRCHNER, Ivan M. B. et al. Customização de Sistemas de Direção com Assistência Hidráulica. Otimização das características de NVH (Estudo de Caso). In: **12º Congresso e Exposição Internacionais de Tecnologia da Mobilidade**. São Paulo: SAE Brasil, nov. 2003.
- KRONMEYER FILHO, Oscar Rudy. A viabilização da integração de gestão de projetos com a estratégia empresarial – a solução Balanced Scorecard. **PMI-RS Journal**, [s. l.], n. 5, p. 21-34, maio 2003.
- KUYVEN, Patrícia Sorgatto. **Uma Abordagem para a Análise de Demanda no Contexto do Desenvolvimento de Produtos**. Porto Alegre: UFRGS, 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.
- LARSEN, John B.; MAGLEBY, Spencer P.; HOWELL, Larry L. An Engineering Approach for Matching Technology to Product Applications. In: **International Conference on Engineering Design**. Glasgow: [s. ed.], ago. 2001.
- MAIN, Bruce W. Design reviews: Checkpoints for design. **Professional Safety**. Park Ridge, v. 47, n. 1, p. 27-33, jan. 2002.
- MARROQUIN, Marc. A Comparison of Seven Different Noise Identification Techniques. In: **Noise & Vibration Conference and Exhibition**. Traverse City, Michigan: SAE International, maio 2003.
- MEDINA, H. V.; NAVEIRO, R. A gestão integrada de projeto de veículos automotivos: o caso da introdução de novos materiais na Renault. **Produto & Produção**, vol. 4, n. 3, pág. 77-95, out. 2000.
- MIRANDA, Ary P. Design Review: a Tool for Product Development Quality Assurance. In: **12º Congresso e Exposição Internacionais de Tecnologia da Mobilidade**. São Paulo: SAE Brasil, nov. 2003.
- MENAND, S.; TOLLENAERE, M. Multi: A tool and a method to support collaborative functional design. In: **International Conference on Engineering Design**. Glasgow: [s. ed.], ago. 2001.
- NOBELIUS, D.; TRYGG, L. Stop chasing the Front End Process – management of the early phases in product development projects. **International Journal of Project Management**, Gothemburg, v. 20, p. 331-40, mar. 2001.
- NOISE Reduction Trends. **Automotive Engineering International**. out. 2000. Disponível em: < http://www.sae.org/automag/nvh_reduction/01.htm > Acesso em: 19 maio 2002.
- O'LEARY-KELLY, Scott W.; FLORES, Benito E. The integration of manufacturing and marketing/sales decisions: impact on organization performance. **Journal of Operations Management**, [s. l.], v.20, p. 221-40, 2002.
- ONUSIC, Helcio; BAPTISTA, Edgar L.; HAGE, Marcelo M. Noise Inside Motor Vehicles: Acoustic Parameters Correlation. In: **12º Congresso e Exposição Internacionais de Tecnologia da Mobilidade**. São Paulo: SAE Brasil, nov. 2003.

- PATTERSON, Marvin L.; FENOGLIO, John A. **Leading product innovation: accelerating growth in a product-based business.** . New York: Jonh Willey & Sons, Inc, 1999.
- PENNYPACKER, James S.; GRANT, Kevin P. Project Management Maturity. **Project Management Journal.** [s. l.], v. 34, n.1, p. 4-11, mar. 2003.
- QATU, M.; SIRAFI, M.; JOHNS, F. Robustness of powertrain mount system for noise, vibration and harshness at idle. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers – Part D – **Journal of Automobile Engineering.** [s. l.], v. 216, p. 805-10, 2002.
- SABAN, Kenett et al. Organizational Learning: a critical component to new product development. **Journal of Product & Brand Management,** Pittsburgh, v. 9, n. 2, p. 99-119, 2000.
- SMITH, Preston G. Your Product Development Process Demands Ongoing Improvement. **Research Technology Management,** Washington, p. 37-44, abr. 1996.
- THIOLENT, Michel. **Metodologia da Pesquisa-ação.** São Paulo: Editora Cortez, 2000.
- TOLEDO, José Carlos et al. Gestão do Processo de Desenvolvimento de Produto na indústria brasileira de autopeças: práticas correntes e principais problemas. In: **3º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto.** Florianópolis: [s. ed.], set. 2001.
- TRICHES JUNIOR, Mário et al. Analysis of Moan and Whine Noise Generated by Hydraulic Pumps of Power Steering Systems. In: **12º Congresso e Exposição Internacionais de Tecnologia da Mobilidade.** São Paulo: SAE Brasil, nov. 2003.
- ZORRIASSATINE, F. et al. A survey of virtual prototyping techniques for mechanical product development. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers -- Part B -- **Engineering Manufacture,** London: Birdcage Walk, v. 217, ed. 4, p. 513-31, 2003.

GLOSSÁRIO

<ul style="list-style-type: none"> • <i>Aftermarket</i> 	Terminologia em inglês usada para definir mercado de reposição, que é a etapa do mercado de reposição de produtos cujo período de garantia já expirou.
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Brainstorming</i> 	Termo inglês usado para técnica de dinâmica de grupo, onde os integrantes de uma equipe de trabalho devem expressar livremente suas opiniões sobre determinado tema. O objetivo é capturar o maior número possível de idéias – sem preliminar censura – para, no momento seguinte, analisar tais idéias e tomar decisões acerca delas.
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Benchmark</i> 	Termo inglês usado para definir procedimento de medição ou de comparação de algo em relação a um padrão de referência. Na indústria, costuma-se utilizar este procedimento para comparar um produto a seus concorrentes.
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Design Review</i> 	Revisão do design (estilo ou características técnicas) do produto em desenvolvimento.
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Error Proofing</i> 	Termo inglês utilizado para definir a sistemática de detecção ou prevenção de ocorrências de falhas usualmente no processo produtivo. Também podem se referir a alguma característica do produto que evita o uso ou montagem inadequados.
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Gate Review</i> 	Revisão do projeto ou do negócio como um todo.
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Layout</i> 	Características físicas (geométricas e dimensionais) de um produto, bem como suas interfaces de montagem com outros produtos ou sistemas.
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Lead Time</i> 	Termo inglês normalmente utilizado para definir o tempo total necessário para a produção de um determinado produto. Leva em consideração os tempos de fabricação, de espera em inventário, de preparação dos meios produtivos, entre outros.
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Lessons Learned</i> 	Lições Aprendidas. Termo inglês normalmente utilizado para identificar o conhecimento adquirido ao longo do desenvolvimento e na finalização de um projeto.
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Make or Buy</i> 	Processo de análise econômico-financeira que permite avaliar se determinado componente, subsistema ou sistema deve ser produzido internamente na empresa ou comprado de um recurso externo.

<ul style="list-style-type: none"> • <i>Mock up</i> 	<p>Termo técnico inglês que, no setor automotivo, designa as primeiras amostras que simulam o conceito do produto que se está desenvolvendo. Trata-se de uma amostra ainda distante do produto final, mas que tem por objetivo simular sua montagem.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Moan</i> 	<p>Tipo de som longo e baixo, como um gemido produzido por dor ou sofrimento. No caso da indústria automotiva, este termo é utilizado para definir um tipo de ruído normalmente associado ao funcionamento de um mecanismo como, por exemplo, uma bomba hidráulica.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pay Back</i> 	<p>Termo em inglês usado para definir o período de tempo em que se dá o retorno do investimento feito em determinado projeto. Usualmente este período de tempo é em anos e frações de anos.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Rattle</i> 	<p>Seqüência de sons ou ruídos curtos e agudos.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Target Price</i> 	<p>Termo em inglês usado para definir o objetivo de preço do produto esperado pelo cliente em um processo de cotação.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Trade-off</i> 	<p>Termo inglês usado para expressar uma relação de compromisso existente entre duas situações, usualmente para tomada de decisão como, por exemplo, uma relação de custo/benefício de determinada opção de projeto.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Try out</i> 	<p>Termo inglês utilizado para definir o ato de testar a efetividade ou o sucesso de algo: processo, ferramenta, etc.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Voice of the Customer</i> 	<p>Voz do Cliente: metodologia ou pesquisa utilizada para determinar as necessidades do cliente.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>War rooms</i> 	<p>Terminologia de origem inglesa utilizada para identificar o local onde usualmente reúnem-se pessoas para debater determinado tema em um projeto.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Whine</i> 	<p>Som longo de lamento ou choro de intensidade alta. No caso da indústria automotiva, este termo é utilizado para definir um tipo de ruído normalmente associado ao funcionamento de um mecanismo como, por exemplo, o motor.</p>