

**MÁRIO DOS SANTOS BARROCO**

**QUALIDADE NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO  
PRODUTO NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA**

Trabalho de curso apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade  
de São Paulo para obtenção do título  
de Mestre em Engenharia Automotiva

**São Paulo  
2002**

**CONSULTA  
FMP-2**

**MÁRIO DOS SANTOS BARROCO**

**QUALIDADE NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO  
PRODUTO NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA**

Trabalho de curso apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade  
de São Paulo para obtenção do título  
de Mestre em Engenharia Automotiva

Mestrado Profissional

Orientador:  
Prof. Dr. Paulo C. Kaminski

**São Paulo  
2002**

## **Agradecimentos**

Agradeço, acima de tudo, ao Criador, Inteligência Suprema do Universo, por me ter permitido a graça desta oportunidade.

Ao meu orientador e mestre Prof. Dr. Paulo Carlos Kaminski por suas recomendações objetivas e precisas, que muito engrandeceram a apresentação e consistência deste trabalho.

Aos Engenheiros e à Gerência do Departamento de Engenharia de Produtos da GMB, que durante este período de preparação, tornaram meu ambiente de trabalho receptivo e pró-ativo durante nossas conversas e especialmente à equipe da seção ADV - Integração, pela dedicação e desempenho de cada membro em suas funções, sempre acompanhado por um agradável relacionamento amistoso, que contribuiu como incentivo à minha missão. Aos colegas do grupo de Contatos Técnicos de Engenharia, pela prestatividade e colaboração na conclusão do trabalho.

À turma 01 do MEA pelo companheirismo e garra, dos quais me sinto orgulhoso de ter compartilhado.

Ao ex-Diretor da Administração da Engenharia de Produtos da GMB, Sr. Miguel A. Felippa, que com sua atitude liberal e justa, deixou que esta oportunidade acontecesse.

Ao Sr. Yasufumi Oki, Diretor de Administração da Engenharia de Produtos da GMB, que apesar de não ter participado do início de tudo, demonstrou seu apoio; agradeço a atenção, as palavras de incentivo e disponibilidade para rever o conteúdo deste trabalho.

## RESUMO

A qualidade no processo de desenvolvimento do produto substanciada nos objetivos requeridos para atingir o entusiasmo total do cliente, é o objetivo deste trabalho.

Introduzimos o assunto descrevendo as motivações e justificativas da importância do tema, os enfoques envolvidos, onde destacamos a variabilidade do processo. No seu corpo, são discutidos os métodos tradicionais de desenvolvimento e acompanhamento da qualidade, para apresentar e inserir novos métodos aplicados no desenvolvimento do produto na indústria automotiva, que estão inseridos na proposta do Plano de Qualidade da Engenharia.

O Plano é proposto abordando dois enfoques, a qualidade do processo de desenvolvimento do projeto e os objetivos de qualidade para o produto. Os resultados de uma pesquisa efetuada em três fases do processo de desenvolvimento de veículos, envolvendo o projeto de três veículos novos e veículos em produção, substanciam a proposta estruturada no processo.

## ABSTRACT

The quality in product development process, substantiated in the required objectives to achieve the total customer enthusiasm, is the objective of this work.

The subject is introduced by describing the motivation and the reasoning behind the importance of the theme, highlighting the process variability.

Inside the description body, is discussed the traditional methods for quality development and tracking during product development inside the automotive industry, to introduce and to describe later on, new methods which are inserted in the proposed Engineering Quality Plan.

The Plan is introduced considering two approaches, the design development process quality and product quality objectives. The results from an investigation executed during three fases of the vehicle development process, incorporating three new vehicle designs and production vehicles, support the proposal structured in the process.

## ERRATA

PÁGINA	LINHA	ONDE SE LÊ	LEIA-SE
124, 125	--	Anexo 9	
133	4 <sup>a</sup>	CHENG, L. C.	Anexo 9, abaixo
			CHENG, L. C. et al.

Sistema \_\_\_\_\_  
 Subsistema \_\_\_\_\_ PEÇA NUMERO: \_\_\_\_\_  
 Componentes \_\_\_\_\_

**POTENCIAL**  
**ANÁLISE DO MODO DE FALHA**  
**E SEUS EFEITOS (FMEA)**  
**(DFMEA - FMEA de Projeto)**

DFMEA NÚMERO: \_\_\_\_\_

Descrição: MÓDULO DO VIDRO DA ABERTURA TRASEIRA  
 Ano(s) Modelo: \_\_\_\_\_  
 Veículo: \_\_\_\_\_  
 Equipe Responsável: \_\_\_\_\_

Responsabilidade do Projeto: \_\_\_\_\_  
 Data Chave: DEZ/2000

FMEA Número : 0  
 Preparado por : \_\_\_\_\_  
 Data FMEA (Origem): 1/XX/2000  
 Data Revisão : \_\_\_\_\_

Ítem No	Item/Função	Modo de Falha Potencial	Efeitos da(s) Falha(s) Potencial(ais)	Severidade	Classe	Causa(s) Potencial(ais) / Mecanismo(s) da Falha	Divergência	Controles Atuais do Projeto	Detecção	N P R	Ações Recomendadas	Responsabilidades e Data Objetivo p/ Conclusão	Ações Tomadas	Novo SEV	Novo OCOR	Novo DET	Novo NFR
1	MÓDULO DO VIDRO DA ABERTURA TRASEIRA - PROVER BARRERA AMBIENTAL (ÁGUA E VENTO)	QUEBRA DO VIDRO - EM PEDACINHOS DE TAMANHO ERRADO	PROTEÇÃO AMBIENTAL INSUFICIENTE PARA OCUPANTES (8)	8	KPC Segurança	ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAL INCORRETA	1	FESTE CERTIFICAÇÃO DO VIDRO EGE R43 LIÇÃO APRENDIDA DO TESTE BÁSICO DE VALIDAÇÃO DO S4300	1	3	NENHUMA						
2	MÓDULO DO VIDRO DA ABERTURA TRASEIRA - PROVER BARRERA AMBIENTAL (ÁGUA E VENTO)	MÓDULO JANELA/INTERFACE DA CHAPA - ENCAIXE E/OU CONCORDÂNCIA POBRES	RUÍDO DE VENTO/ENTRADA DE ÁGUA	7	KPC Função	TOLERÂNCIAS ESPECIFICADAS DA CHAPA INADEQUADAS	2	EMPILHAMENTO DE TOLERÂNCIAS, ESTUDOS DE PROJETO, TESTE BÁSICO DE VALIDAÇÃO, LIÇÕES APRENDIDAS DO S4300	42		VERIFICAR FMEA DA CHAPA DA ABERTURA TRASEIRA, ADICIONAR KPC NA ABERTURA DA CHAPA	JOSÉ VIDREIRO	31/YY/00				
3	MÓDULO DO VIDRO DA ABERTURA TRASEIRA - PROVER BARRERA AMBIENTAL (ÁGUA E VENTO)	MÓDULO JANELA/INTERFACE DA CHAPA - ENCAIXE E/OU CONCORDÂNCIA POBRES	RUÍDO DE VENTO/ENTRADA DE ÁGUA	7	KPC Função	TOLERÂNCIAS ESPECIFICADAS DA CHAPA INADEQUADAS	2	EMPILHAMENTO DE TOLERÂNCIAS, ESTUDOS DE PROJETO, TESTE BÁSICO DE VALIDAÇÃO, LIÇÕES APRENDIDAS DO S4300	42		ADICIONAR KPC NA ÁREA DO ADESIVO NO VIDRO DA ABERTURA TRASEIRA	JOSE VIDREIRO	15/09/00				
4	MÓDULO DO VIDRO DA ABERTURA TRASEIRA - ESTETICAMENTE AGRADÁVEL	VIDRO LASCADO OU RISCADO	APARÊNCIA POBRE/BAIXA PERCEÇÃO DE QUALIDADE CUSTOS DE GARANTIA AUMENTADOS	3		ESPECIFICAÇÕES INSUFICIENTES	1	BMW AB45 GS LIÇÕES APRENDIDAS DOS CONTROLES DE QUALIDADE DO PROJ.W30	1	3	NENHUMA						
5	MÓDULO DE ILUMINAÇÃO TRASEIRA - ESTETICAMENTE AGRADÁVEL	MÓDULO APRESENTA DEFEITOS NA SUPERFÍCIE	APARÊNCIA POBRE/BAIXA PERCEÇÃO DE QUALIDADE CUSTOS DE GARANTIA AUMENTADOS	3		ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAL INCORRETAS	1	ESPECIFICAÇÃO GM MOSTRADA NO DESENHO DO PROJETO, LIÇÕES APRENDIDAS DO S4300	3		NENHUMA						
6	MÓDULO DO VIDRO DA ABERTURA TRASEIRA - PROVER SUPERFÍCIE PARA VEDAÇÃO	VEDADOR INSUFICIENTE (ADESIVO/URETANO)	VAZAMENTO DE AR, RUÍDO E ENTRADA DE ÁGUA	7		ESPECIFICAÇÕES INSUFICIENTES NA INTERFACE ENTRE MÓDULO DO VIDRO E CHAPA	4	LIÇÕES APRENDIDAS TESTES DE MONTAGEM, MODELOS FÍSICOS, PADRÕES DE PROJETO E TESTE DE VAZAMENTO	3	34	NENHUMA						
7	MÓDULO DO VIDRO DA ABERTURA TRASEIRA - HARMONIA ENTRE OS DETALHES EXTERNOS DE ESTILO	DESUNIÃO DE PEÇAS CASADAS	BAIXO APELO AO CLIENTE BAIXA PERCEÇÃO DE QUALIDADE (APARÊNCIA POBRE)	4		FALTA DE COORDENAÇÃO ENTRE PEÇAS CASADAS (ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO INCORRETAS)	2	LIÇÕES APRENDIDAS DO S4300 REVISÕES DE PROJETO ESTUDOS DE COMPATIBILIDADE REVISÃO DE SECCÕES TÍPICAS	2	16	NENHUMA						
8	MÓDULO DO VIDRO DA ABERTURA TRASEIRA - HARMONIA ENTRE OS DETALHES EXTERNOS DE ESTILO	DISPARIDADE NO NÍVEL DE APARÊNCIA EXTERNA - SUPERFÍCIE DE PERFIL	APARÊNCIA POBRE	4		PROJETO INCORRETO - ESPECIFICAÇÕES DO VIDRO	2	LIÇÕES APRENDIDAS PROJ.W30 REVISÕES DE PROJETO ESTUDOS DE COMPATIBILIDADE REVISÃO DE SECCÕES TÍPICAS GMW AB12 GS ESPEC.	2	16	NENHUMA						

## SUMÁRIO

	RESUMO	
	ABSTRACT	
	LISTA DE FIGURAS	
	LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	
1.	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	A qualidade do processo de desenvolvimento e a inserção de objetivos de qualidade do produto .....	1
1.2	Novos conceitos.....	3
1.3	Novo formato das informações, <i>math data</i> e o novo processo de desenvolvimento de veículos.....	4
2.	METODOLOGIA TRADICIONAL NO SEGUIMENTO DA QUALIDADE .....	6
2.1	O Conceito do GQT e os quatro níveis de Qualidade.....	8
2.1.1	Adequação ao padrão.....	8
2.1.2	Adequação ao uso.....	9
2.1.3	Adequação ao custo.....	9
2.1.4	Adequação à necessidade latente.....	10
2.2	A implantação do GQT e o ciclo de solução de problemas.....	11
3.	NOVOS MÉTODOS DE SEGUIMENTO DA QUALIDADE NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE VEÍCULOS.....	16
3.1	Conceitos de engenharia robusta.....	16
3.2	Projeto do produto considerando sua manufaturabilidade.....	17
3.3	Desdobramento da função qualidade.....	20
3.4	Análises dos efeitos do modo de falha.....	21
3.4.1	FMEA de produto.....	22
3.4.2	FMEA de processo.....	23
3.5	Engenharia dimensional.....	24
3.6	Engenharia simultânea.....	25
3.7	Plano de melhoria da confiabilidade e de redução dos custos de garantia.....	28
4.	O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE VEÍCULOS.....	31

4.1	Alguns processos publicados.....	32
4.2	O conceito de qualidade da QS 9000.....	36
4.3	O processo de desenvolvimento de produtos, organização da empresa e a interação com o mercado.....	38
4.4	O desenvolvimento do PDV.....	40
4.4.1	Um novo veículo no mercado.....	41
4.4.2	Definição da arquitetura e desenvolvimento das informações de engenharia.....	42
4.4.3	Prazos de desenvolvimento do projeto.....	48
4.5	A matriz proposta para o PDV.....	50
4.5.1	Elementos estruturais do PDV.....	51
4.5.2	Correlação com a organização de engenharia.....	52
4.5.3	Administração da qualidade no desenvolvimento do projeto.....	55
5.	<b>CARATERIZAÇÃO DOS PROBLEMAS DE QUALIDADE LOCALIZADOS NO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.....</b>	<b>58</b>
5.1	Metodologia da pesquisa.....	58
5.1.1	Subfases de identificação das discrepâncias.....	59
5.1.2	Quanto à origem.....	60
5.1.3	Qualificação.....	61
5.1.4	Subfases da prevenção.....	61
5.1.5	Área do veículo.....	62
5.2	Avaliação dos dados da pesquisa durante a fase de produção.....	62
5.2.1	Identificação das discrepâncias – produção.....	63
5.2.2	Origem e qualificação – produção.....	64
5.2.3	Prevenção – produção.....	65
5.2.4	Área do veículo – produção.....	67
5.3	Pesquisa durante o estágio piloto.....	68
5.3.1	Origem e qualificação – piloto.....	69
5.3.2	Prevenção – piloto.....	70
5.3.3	Área do veículo – piloto.....	71
5.4	Pesquisa durante a fase de desenvolvimento.....	72



5.4.1	Identificação das discrepâncias – desenvolvimento.....	74
5.4.2	Origem e qualificação – desenvolvimento.....	74
5.4.3	Prevenção – desenvolvimento.....	75
5.4.4	Área do veículo – desenvolvimento.....	76
5.5	Conclusões pertinentes da pesquisa.....	77
6.	O PLANO DE QUALIDADE DA ENGENHARIA .....	79
6.1	Qualidade no processo de desenvolvimento.....	79
6.2	Inserção de novos objetivos de qualidade, o plano de qualidade do produto.....	81
6.2.1	Objetivos de qualidade internos.....	82
6.2.2	Objetivos de qualidade externos.....	82
6.2.3	Objetivos de caráter geral.....	83
7.	PROCESSO DE ACOMPANHAMENTO E CONTROLE.....	85
7.1	Plano de acompanhamento .....	85
7.1.1	Portais da qualidade.....	87
7.1.2	Momento de acesso à qualidade, (MAQ).....	88
7.2	Controle do plano de qualidade.....	89
8.	DISCUSSÃO DE CASOS .....	92
8.1	Ferramentas da qualidade no desenvolvimento.....	92
8.1.1	Engenharia dimensional.....	92
8.1.2	<i>DFM</i> .....	95
8.1.3	<i>QFD</i> .....	97
8.1.4	DFMEA (produto).....	97
8.1.5	DFMEA (produto, projeto de componente).....	98
8.1.6	PFMEA (processo).....	99
8.2	Apresentação de casos.....	99
9	CONCLUSÕES .....	109
Anexo 1	Qualidade no processo de desenvolvimento.....	112
Anexo 2	Requisitos da qualidade no processo de desenvolvimento..	113
Anexo 3	Plano de qualidade do produto.....	114
Anexo 4	Portais da qualidade.....	115
Anexo 5	Momentos de Acesso à Qualidade (MAQ).....	116

Anexo 6	Plano de qualidade da engenharia ( <i>check list</i> , exemplo).....	121
Anexo 7	Exemplo de QFD.....	122
Anexo 8	Exemplo de FMEA de projeto (carroceria).....	123
Anexo 9	Exemplo de FMEA de projeto (componente).....	124
Anexo 10	Exemplo de FMEA de processo.....	127
LISTA DE REFERÊNCIAS.....		133
BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA.....		135

#### APÊNDICE

Apêndice A	Estrutura do PDV.....	I
Apêndice B	Critérios de aprovação dos <i>gates</i> .....	II
Apêndice C	Perguntas usuais requeridas na elaboração do plano de ação para definir se o mesmo é requerido.....	V
Apêndice D	Requisitos de um bom plano de ação.....	VI
Apêndice E	Equipes de desenvolvimento do produto.....	VII
Apêndice F	Gerenciamento do risco.....	VIII
Apêndice G	Classificação do risco.....	IX
Apêndice H	Formato dos planos de ação e contingência.....	X
Apêndice J	Lista de entregas ( <i>deliverables</i> ), modelo.....	XI
Apêndice K	Lista de entregas ( <i>deliverables</i> ) por PQ.....	XII

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	- Ciclo de solução de problemas no gerenciamento da qualidade.....	14
Figura 3.1	- Aplicação dos conhecimentos de manufatura.....	18
Figura 3.2	- 5 passos utilizado na elaboração do FMEA.....	24
Figura 3.3	- Conceitos da engenharia simultânea.....	27
Figura 3.4	- Ciclo de solução de problemas, novos métodos de acompanhamento da qualidade.....	30
Figura 4.1	- Setores envolvidos e responsáveis pelas atividades de desenvolvimento.....	31
Figura 4.2	- Ciclo de vida de um projeto, <i>U.S. Space Station</i> .....	33
Figura 4.3	- Processo de desenvolvimento de sistemas aviônicos.....	34
Figura 4.4	- Diagrama de blocos da implantação do processo APQP.....	38
Figura 4.5	- Criação e lançamento de um novo veículo no mercado.....	42
Figura 4.6	- Elementos arquiteturais do veículo.....	43
Figura 4.7	- Liberação de informações, subfase conceitual.....	45
Figura 4.8	- Estágios da criação de um modelo.....	47
Figura 4.9	- Liberação de informações, subfase estrutural.....	48
Figura 4.10	- Liberação de informações, subfase integração.....	48
Figura 4.11	- Estrutura básica do processo.....	50
Figura 4.12	- A organização de engenharia na empresa.....	53
Figura 5.1	- Identificação das discrepâncias – produção.....	63
Fig. 5.2/5.3	- Classificação quanto à origem / qualificação – produção.....	64
Figura 5.4	- Incidência pelas subfases na prevenção – produção.....	66
Figura 5.5	- Incidência por área do veículo – produção.....	68
Figura 5.6/5.7	- Classificação quanto à origem / qualificação – piloto.....	69
Figura 5.8	- Incidência pelas subfases na prevenção – piloto.....	71
Figura 5.9	- Incidência por área do veículo – piloto.....	72
Figura 5.10	- Identificação das discrepâncias – desenvolvimento.....	73
Fig. 5.11/5.12	- Classificação quanto à origem / qualificação – desenvolvimento...	74
Figura 5.13	- Incidência pelas subfases na prevenção – desenvolvimento.....	75
Figura 5.14	- Incidência por área do veículo – desenvolvimento.....	76

Figura 7.1 - Processo de acompanhamento da qualidade.....	86
Figura 8.1 - Resultados de análise da variação dimensional.....	93
Figura 8.2 - Resultado da simulação dos <i>gaps</i> , peças envolvidas na Fig. 8.1.....	94
Figura 8.3 – Reprojeto de lanternas – <i>DFM</i> .....	96
Figura 8.4 – Reprojeto do conjunto porta – <i>DFM</i> .....	96
Figura Apêndice A - Estrutura do PDV.....	I

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Assinatura do contrato
ADI	Análise dos dados iniciais
ADV	<i>Analysis, development and validation</i> , análise, desenvolvimento e validação
AFP	Aprovação final das peças
AFVV	Arquivo final, veículo virtual
AIAG	<i>Automotive Industry Action Group</i>
AIP	Aprovação inicial do projeto
ALDL	<i>Assembly line diagnostic linkage system</i> , sistema de teste dinâmico na linha de montagem
APQP	<i>Advanced product quality planning</i> , planejamento avançado da qualidade do produto
ASQC	<i>American Society for Quality Control</i>
AT	Aprovação do tema
ATP	Aprovação técnica do projeto
AVVC	Acesso virtual, veículo conceitual
AVVE	Acesso virtual, veículo estrutural
AVVI	Acesso virtual, veículo de integração
AVVpC	Acesso virtual, veículo pré-conceito
AVVV	Acesso virtual, veículo de validação
BDA	<i>Body build design and assembly</i> , projeto de construção e montagem da carroceria
CA	Consolidação da arquitetura
CAD	<i>Computer aided design</i> , projeto suportado por computador
CAE	<i>Computer aided engineering</i> , engenharia suportado por computador
CAM	<i>Computer aided manufacturing</i> , manufatura suportada por computador
CAPP	<i>Computer aided process planning</i> , planejamento do processo suportado por computador
CCP	Características-chave do produto, <i>KPC - key product characteristics</i>

CPA	<i>Connector Positive Assurance</i> , conector com conexão positiva assegurada
CSI	<i>Customer satisfaction index</i> , índice de satisfação do cliente
DC	DaimlerChrysler, nome da <i>joint venture</i> entre Mercedes Bens da Alemanha e Chrysler dos E.U.
DCS	<i>Design criteria strategy</i> , estratégia dos critérios de projeto
DFA	<i>Design for assembly</i> , projeto conforme requerido na montagem
DFM	<i>Design for manufacturing</i> , projeto conforme requerido pela manufatura
DFMEA	<i>Design failure mode and effect analysis</i> , análise do projeto (produto) do modo e efeitos da falha
DH	<i>Design Harmony</i> , técnica de harmonização do estilo do veículo com o conforto/postura/ergonomia do usuário
DLS	<i>Datum location strategy</i> , estratégia de localização dos dados num desenho
DPV	<i>Discrepancies per vehicle</i> , discrepâncias por veículo
DPTV 2 MIS	<i>Discrepancies per thousand vehicles, 2 months in service</i> ; discrepâncias por mil veículos, 2 meses em serviço
DPTV 12 MIS	<i>Discrepancies per thousand vehicles, 12 months in service</i> ; discrepâncias por mil veículos, 12 meses em serviço
DQ&V	<i>Design quality &amp; verification</i> , verificação e qualidade do projeto (estilo)
DRR	<i>Direct run rate</i> , índice direto da produção, (quantidade de produtos produzidos sem retrabalho ao final da linha de montagem)
D&TG	Dimensionamento e tolerância geométrica, <i>GD&amp;T – Geometric dimensioning &amp; tolerancing</i>
DTS	<i>Dimensional technical specification</i> , especificação técnica dimensional
EA	Especificação da arquitetura
EC	Estilo congelado
ECOS	<i>Electrical check out system</i> , discrepâncias elétricas por veículo

<i>EE&amp;AC</i>	<i>Eletro Eletronic Engineering &amp; Air Conditioning</i> , engenharia eletroeletrônica e ar condicionado, (também usado <i>EE&amp;VAC</i> , <i>V</i> de <i>ventilation</i> )
<i>ER</i>	Engenharia robusta, <i>RE – Robust engineering</i>
<i>ERP</i>	<i>Enterprise resource planning</i> , planejamento de recursos para empreendimentos
<i>ES</i>	Engenharia simultânea, <i>SE – Simultaneous engineering</i>
<i>ETBA</i>	Especificações técnicas básicas da arquitetura
<i>EWO</i>	<i>Engineering work order</i> , ordem de serviço de engenharia
<i>FMEA</i>	<i>Failure mode and effects analysis</i> , análise do modo e efeitos da falha
<i>GCA</i>	<i>Global customer audit</i> , auditoria global do cliente
<i>GDS</i>	<i>Global delivery survey</i> , pesquisa global no despacho
<i>GDS &amp; free</i>	<i>Global delivery survey</i> , pesquisa global no despacho, livre de discrepâncias
<i>GM</i>	<i>General Motors</i> , usada no sentido da GM global
<i>GMB</i>	General Motors do Brasil
<i>GMC</i>	<i>General Motors Corporation</i>
<i>GMNA</i>	<i>General Motors North America</i>
<i>GQT</i>	Gerenciamento da qualidade total, <i>TQM – Total quality management</i>
<i>ICE</i>	<i>Initial customer enthusiasm</i> , índice inicial de entusiasmo do cliente
<i>IPR</i>	Início da produção regular, <i>SOP - start of production</i>
<i>IPTV</i>	<i>Incident per thousand vehicles</i> , incidentes por mil veículos
<i>JE</i>	<i>Jewely effect</i> , termo usado para avaliar a aparência da superfície do veículo que adiciona valor perceptível à visão e entusiasma o avaliador
<i>KCC</i>	<i>Key Control Characteristics</i> , características chave de controle
<i>LCA</i>	Lista de critérios alinhados, (critérios de projeto de comum acordo com o processo de manufatura e estilo)
<i>LEA</i>	Lista de elementos arquiteturais
<i>LEP</i>	Lista de elementos do processo
<i>LSNV</i>	Liberação da superfície não validada, <i>UDR – unverified data release</i>
<i>LSV</i>	Liberação da superfície validada, <i>VDR – verified data release</i>

MAQ	Momento de acesso à qualidade
MRP	<i>Material requirements planning</i> , planejamento dos requisitos de material
MTC	<i>Master Timing Chart</i> , quadro de datas críticas (de um programa/projeto)
NCBS PPH	<i>New car buyer survey, problems per hundred</i> ; pesquisa com novos compradores de veículos, problemas por centena
NFMa	Nomeação dos fornecedores majoritários
NFMe	Nomeação dos fornecedores médios/intermediários
NFMi	Nomeação dos fornecedores minoritários
ODPHV	<i>Obvious discrepancies per hundred vehicles</i> , discrepâncias óbvias por cem veículos
PDP	Processo de desenvolvimento do produto
PDT	<i>Product development team</i> , equipe de desenvolvimento do produto
PDV	Processo de desenvolvimento de veículos, <i>VDP – vehicle development process</i>
PFMEA	<i>Process failure mode and effects analysis</i> , análise do processo do modo e efeitos da falha
PPAP	<i>Production parts approval process</i> , processo de aprovação de peças de produção
PPH	<i>Problems per hundred</i> , problemas por centena
PPM	<i>Problems per million</i> , problemas por milhão
PQ	Portal da qualidade
QFD	<i>Quality function deployment</i> , desdobramento da função qualidade
QPV	Qualidade á primeira vista, <i>FTQ – first time quality</i>
QRD	<i>Quality, reliability and durability</i> , qualidade, confiabilidade e durability
RASI	<i>Responsible, Approval, Support, Information</i> , Responsável, Aprovar, Suportar, Informar, (sigla que identifica a alocação do envolvimento e responsabilidades numa dada tarefa)
SQC	<i>Statistical quality control</i> , controle de qualidade por estatística



<i>S&amp;R</i>	<i>Squeaks &amp; Rattles</i> , rangidos e ruídos de chocalho (diz-se de certos ruídos internos ao veículo)
<i>VTS</i>	<i>Vehicle technical specifications</i> , especificações técnicas do veículo
<i>WDPV</i>	<i>Weighted discrepancy per hundred vehicles</i> , discrepâncias ponderadas por cem veículos
<i>WHF</i>	<i>Walk home failure</i> , falha de deixar a pé (falha em que o usuário fica privado do uso do veículo)

## 1. INTRODUÇÃO

Um dos conceitos aceitos e almejados em todo o processo de desenvolvimento de veículos é a implementação dos objetivos de qualidade durante a fase de desenvolvimento do produto. Isto significa dizer que o projeto do produto já nasce com os objetivos de qualidade incorporados.

Nosso assunto, “Qualidade no processo de desenvolvimento do produto na indústria automotiva”, aborda dois aspectos básicos distintos correlacionados com a qualidade: a qualidade do processo de desenvolvimento de tal forma a gerar um produto minimizando a incidência de ocorrências em detrimento da sua qualidade final e a inserção dos objetivos de qualidade do produto durante a fase de projeto.

### 1.1 A qualidade do processo de desenvolvimento e a inserção de objetivos de qualidade do produto

A primeira consideração tem muito a haver com a propagação de erros durante a execução do trabalho e pela falta de atendimento das informações no nível requerido no prazo estabelecido. Por isso toda a atenção estará voltada para o acompanhamento dos critérios de trabalho e para o desenvolvimento de metodologia que leve a uma maior eficiência no controle dos resultados. Métodos tradicionais de inspeção, auditorias ou “checagens” do trabalho completado, oneram a organização por requererem mão de obra adicional e introduzirem prazos adicionais. Por isso se tornam improdutivos; melhor seria que tal operação pudesse ser feita por quem executa o próprio projeto.

A inserção dos objetivos de qualidade do produto durante a fase de desenvolvimento e especificamente no estágio do projeto, é a forma menos dispendiosa e mais eficaz de se implementar um plano de qualidade, por não requerer custos adicionais além daqueles já levados em conta para a execução do projeto em si e por permitir alterações mais objetivas voltadas para uma solução mais robusta, a fim de garantir confiabilidade ao produto final. Certamente isto não ocorrerá da mesma forma, com a alteração em produto já existente.

À primeira vista estes conceitos aparentam ser óbvios, mas são motivo de grande preocupação nas empresas, por apresentarem grande dificuldade de assimilação durante o processo normal de trabalho. A pressão para encurtar o prazo de lançamento de um produto, bem como reduzir custos e alcançar sempre melhores níveis de qualidade, acaba provocando deslizos e o surgimento de discrepâncias que só são identificadas mais tarde, quando o ferramental já está em andamento ou até pronto, causando o inevitável retrabalho, penalizando prazo e custo.

Muitas vezes os próprios planos de qualidade a serem adotados num projeto, chegam tarde demais para sua consideração na fase de desenvolvimento de um novo produto. A razão para isto, normalmente é atribuída à falta de agilidade da empresa em analisar o mercado, obter a avaliação realista do comportamento da concorrência, estabelecer um *benchmarking*\* adequado, correlacionar com o nível do produto existente, manter arquivos com estas informações atualizadas ao longo do tempo, dialogar e estabelecer objetivos viáveis com fornecedores.

Diante de tudo isto, há necessidade de uma grande dose de perspicácia para não ser surpreendido com lançamentos e alterações de produto pela concorrência, o que requereria reações rápidas para manter conteúdo e nível de qualidade compatíveis, diante da percepção do cliente, sem afetar a participação no mercado. Apesar disto ser costumeiro e de certa forma previsível, as empresas tem mostrado deficiência no aproveitamento das lições aprendidas para chegar a reformular de forma objetiva sua metodologia de trabalho.

Para suportar este trabalho estaremos fazendo uma análise destes problemas à luz de uma pesquisa de um grande número de problemas enfrentados em projetos de vulto, para propor soluções, que certamente não esgotarão o assunto, mas permitirão ações práticas significativas no equacionamento e controle do aspecto qualidade durante o desenvolvimento do produto.

---

\* *benchmarking* informações de referência, em geral tidas como metas a serem perseguidas e alcançadas

## 1.2 Novos conceitos

Alguns conceitos ainda em evolução em nossa indústria, como segurança veicular, serviceabilidade\*, danabilidade\*\* e reparabilidade\*\*\*, estão exigindo revisão de postura na área de qualidade. Um produto pode ser produzido e alcançar altos índices de qualidade, com o reconhecimento de todos, mas ser questionado se não incluir em seu projeto requisitos básicos de segurança veicular, como resistência a impacto, cinto de segurança “três pontos” e mais recentemente *air bag*, além de proteção contra impacto lateral nas portas, para citar alguns itens mais sensíveis à opinião do usuário moderno.

Por outro lado, as seguradoras estão sofisticando cada vez mais o processo de cálculo do prêmio do seguro a ser pago para segurar o valor do veículo em caso de acidente. Na Europa e E.U. o cliente já é influenciado, na hora da compra, pelo valor atribuído ao seguro e procura o veículo de menor prêmio numa dada faixa de mercado. Os critérios estão em fase de discussão em nosso mercado, mas são fatos concretos e estão sendo absorvidos muito rapidamente pelo mercado segurador local.

Fatores como serviceabilidade, que interessa à seguradora, mas também ao usuário comum brasileiro que permanece com o veículo um tempo médio maior que o consumidor americano e europeu, por afetar diretamente a mão de obra de manutenção.

Danabilidade, cujo enfoque está na característica do veículo sofrer o menor número de danos possível e de fácil reparação, sem comprometer a parte estrutural básica durante acidentes de baixo impacto mais comuns no dia-a-dia. Tal fator tem correlação direta com o projeto de sua estrutura e o atendimento a requisitos regulamentares de segurança veicular, além de grande influência no custo do reparo e por isso também no prêmio do seguro.

---

\* serviceabilidade, palavra de uso comum na indústria automobilística que significa, qualidade do que é serviçável; qualificação que diferencia as coisas pela sua capacidade de absorver serviços.

\*\* danabilidade, palavra de uso comum na indústria automobilística que significa, qualidade que diferencia as coisas pela sua capacidade de absorver danos; danaficalidade.

\*\*\* reparabilidade, palavra de uso comum na indústria automobilística que significa, qualidade do que é reparável.

Nenhum veículo é possível ser projetado hoje, por razões óbvias do mercado, sob o conceito *one way\**, isto é, uso até o ponto de exigir reparos e ser descartado. Por isso a reparabilidade, que nos permite um fator de avaliação das condições existentes no veículo para facilitar o reparo dos danos, como disse anteriormente muito importante para as seguradoras e nosso usuário comum, é outro requisito importante que está ganhando expressividade. As condições favoráveis podem ir desde a facilidade de acesso a peças danificadas, como o projeto adequado que facilite a sua troca de uma forma fracionada e por isso a custo mais baixo, sem ferir funcionalidade, confiabilidade e durabilidade do produto.

Todos esses fatores têm que ser levados em conta no projeto, logo no seu início, num estágio do trabalho que chamamos de desenvolvimento dos dados matemáticos, quando a arquitetura do veículo e seu conceito como um todo, estão ainda em evolução. Seus requisitos técnicos são decorrentes dos conceitos arquitetônicos e estruturais do projeto e afetam diretamente a qualidade do mesmo e já devem, a esta altura, estar influenciados pelos objetivos de qualidade desejados no produto final.

### 1.3 Novo formato das informações, *math data\*\** e o novo processo de desenvolvimento de veículos

*Math data*, informação de projeto, da qual destacamos a geométrica, de agregação de subsistemas e componentes no espaço na forma do veículo, integradas com as especificações técnicas básicas, resultam no desenvolvimento das superfícies interna e externa do veículo. São obtidos através dos novos processos informatizados, em modernas *workstations\*\*\** providas de grande variedade de modelos matemáticos e algoritmos que podem simular e construir os mais complexos sistemas e detalhes necessários no projeto de um veículo. Este novo formato das informações requer remanejamento do enfoque de como tratar os dados relativos à qualidade.

---

\* *one way*, no uso em questão significa, provido de um único encaminhamento; sem retorno.

\*\* *math data* ou *mathematical data*, em português, dados matemáticos; palavra usada para descrever informações de projeto liberadas por terminais de processamento de dados.

\*\*\* *workstations*, terminal operacional, tipo profissional (alta capacidade de processamento de informações) de centro de processamento de dados.

Nossa intenção é promover uma análise do processo de desenvolvimento de veículos, nas suas versões mais usuais na indústria automotiva, comentando a literatura existente sobre o assunto e fazendo uso da experiência do autor neste campo, para chegarmos a um plano cadenciado que garanta a qualidade no processo de desenvolvimento. Entendemos ser esta a melhor forma de assegurar que as soluções desejadas surjam consistentes e a tempo durante o desenvolvimento do projeto.

Comentamos a metodologia tradicional no seguimento da qualidade e colocamos as razões atuais para o rearranjo desses métodos, aspecto fundamental para o alcance dos objetivos no momento atual.

Para melhor suportar os novos métodos de trabalho, descrevemos algumas ferramentas necessárias na conceituação, desenvolvimento e execução do projeto e que vêm suportar de forma substancial a implementação da proposta de melhoria de qualidade no processo de desenvolvimento.

Finalmente formatamos nossa proposta na forma de um Plano de Qualidade da Engenharia, ancorado nas fases do processo de desenvolvimento de veículos, que garante o seguimento dos critérios de trabalho, promovendo uma varredura a cada evento na evolução do projeto, de tal forma a garantir a identificação e correção de eventuais discrepâncias, bem como garantir o alcance dos objetivos estabelecidos.

É proposto também um processo de acompanhamento e controle que pode ser implementado facilmente, já durante a fase inicial de planejamento do projeto. Alguns exemplos são apresentados com o objetivo de ilustrar e dar credibilidade à proposta desenvolvida

## 2. METODOLOGIA TRADICIONAL NO SEGUIMENTO DA QUALIDADE

À medida que os processos produtivos foram sendo implantados e tomaram corpo no início do século passado, a demanda por bens de consumo era tão grande e o mercado tão receptivo por coisas nunca antes imaginadas, que a qualidade não era observada nem mensurada. Os bens eram produzidos e expedidos.

Foi com o surgimento da concorrência na indústria, da variedade e refinamento dos anseios do consumidor, das crises econômicas, do surgimento de novas tecnologias e melhor controle sobre os processos, que o conceito qualidade entrou em evidência e tornou-se fator diferenciador na comparação de bens e serviços. O desenvolvimento tecnológico passa a cadenciar a evolução social.

“Aprendemos que viver em uma sociedade tecnológica nos deixa à mercê da operação continuada dos bens e serviços que tornam possível essa sociedade”, (JURAN, 1992). A continuidade desta operação depende da qualidade embutida nesses bens e serviços. A perda de participação no mercado e a conscientização por parte das empresas de que vinham sofrendo custos excessivos devido a desperdícios crônicos ligados à qualidade, despertou no pós Segunda Guerra Mundial, a necessidade de um planejamento para a qualidade.

JURAN (1992) afirma que as características dos produtos e dos índices de falhas são determinadas em grande parte, durante o planejamento para a qualidade, o que nos parece adequado. O velho mestre da qualidade aponta como alguns obstáculos enfrentados no planejamento da qualidade, o fato dos planejadores para a qualidade serem amadores e não serem treinados nas “disciplinas da qualidade”. Para equacionar esse problema, propõe suportar os planejadores com serviços de consultoria ou treiná-los para que se tornem profissionais. Afirma também que, as empresas que adotaram esta última opção, têm se saído melhor.

Provavelmente muitas destas empresas já evoluíram mais e estão hoje seguindo outros conceitos mais ligados ao estudo da variabilidade do processo produtivo, para alcançar seus objetivos de desempenho e qualidade.

O emprego de planejadores profissionais da qualidade, como é recomendado, não é uma alternativa muito amigável hoje em dia, por acrescentar custos estruturais à empresa, mão de obra específica adicional, e dificultar a integração e assimilação do conceito qualidade nas atividades que a originam. A qualidade deve estar embutida na metodologia e critérios de trabalho dos responsáveis pelo projeto do produto e definição do processo. Melhor seria então que o treinamento fosse provido para essas funções, ao invés de treinar planejadores profissionais nas disciplinas da qualidade.

Pelo nosso entendimento, estas disciplinas estão referenciadas pelo autor diretamente às mensurações tradicionais da qualidade com base nas amostragens e processos estatísticos, como por exemplo, análise de Pareto, análise de falhas, confiabilidade, capacidade de processo, etc., tomadas sob um conceito tradicional de inspeção, tipo atendeu / não atendeu. Estas mensurações continuam sendo importantes hoje no acompanhamento de resultados, mas a ênfase dos controles deve ser na adequação do processo de trabalho e sua variabilidade quanto ao atendimento das expectativas do cliente final.

O autor propõe uma trilogia de processos para o gerenciamento da qualidade (JURAN, 1988):

- Planejamento da qualidade;
- Controle da qualidade;
- Aperfeiçoamento da qualidade.

Hoje, melhor seria que tivéssemos:

- Planejamento da qualidade;
- Controle da regularidade de processos;
- Melhoria contínua de processos e produtos.

Ou seja, uma vez estabelecido o plano da qualidade, este deve ser incorporado aos requisitos do produto, ao respectivo processo produtivo e acompanhado de tal forma a sofrer um processo contínuo de aperfeiçoamento.



Variação é parte da vida (PANDE; NEUMAN; CAVANAGH, 2001). Observar e estudar a variabilidade numa empresa leva a gerência a entender melhor seu desempenho e a variação de seus processos e não só o conceito de qualidade.

## 2.1 O Conceito do GQT e os quatro níveis de qualidade

Após a década de 50, começou a se pronunciar a liderança da indústria japonesa em qualidade, pela procura da excelência nessa área e o início da adoção do que se chama TQM --Total Quality Management ou GQT - Gerenciamento da Qualidade Total, (SHIBA; GRAHAM; WALDEN, 1997). Alguns de seus conceitos básicos podem explicar a evolução da qualidade na indústria bem como a própria evolução do GQT.

Desses conceitos básicos, as quatro adequações, ou níveis de qualidade, caracterizam quatro períodos na história do GQT japonês, mas também na indústria mundial que passou a procurar nestes conceitos, motivação para a melhora de suas práticas de qualidade.

As quatro adequações são:

- adequação ao padrão;
- adequação ao uso;
- adequação ao custo;
- adequação à necessidade latente.

### 2.1.1 Adequação ao padrão

A adequação a padrão avalia se um produto da forma descrita em suas especificações, está adequado ao padrão estabelecido, isto é, esta adequação define a qualidade como aquele produto faz aquilo que os projetistas pretendem que faça. É uma questão de inspeção, o produto passa ou não passa? Para o seguimento destas práticas os administradores e engenheiros definem procedimentos de inspeção para garantir as práticas padrão e usam conceitos de controle estatístico da qualidade (*SQC – statistical quality control*) na sua avaliação, uma abordagem que W. E. Deming trouxe ao Japão no início da década de 50.

A adequação ao padrão quando empregada isoladamente, tem alguns pontos fracos, tais como, a noção de que a qualidade pode ser atingida através da inspeção, o que sempre cria relações de inimizade entre aqueles que fazem o produto e os que o inspecionam; por outro lado esta prática não leva em consideração as necessidades de mercado. Orienta as pessoas sobre o produto, fazendo somente aquilo que foi previsto que fizesse, ao invés de orientá-las sobre a necessidade dos clientes e a satisfação daquelas necessidades. Isto levou à procura do nível seguinte da qualidade no início dos anos 60.

### **2.1.2 Adequação ao uso**

Adequação ao uso é o meio de garantir a satisfação das necessidades de mercado. A adequação ao uso satisfaz as reais necessidades ou desejos do cliente, não apenas aos padrões estabelecidos pelo produtor. Esta também é atingida através da inspeção, o que também gera conflitos entre inspetores e trabalhadores. A variabilidade de uma unidade à outra é característica de qualquer processo produtivo. Numa empresa que deseja garantir o desempenho esperado, que tenha alta “adequação ao uso”, os inspetores devem rigorosamente rejeitar produtos que se desviem do padrão, o que é uma abordagem cara.

Outro ponto fraco do foco na adequação ao uso, é que a vantagem competitiva baseada no uso é tênue. Se uma companhia compreendeu com clareza a adequação ao uso (satisfazendo as necessidades dos usuários), ela pode ganhar posição de monopólio e cobrar preços altos o suficiente para compensar o maior custo da melhor qualidade provida pela inspeção. Competidores oferecendo produtos similares a preços mais baixos, logo surgem, erodindo a posição de monopólio.

Abandonar os altos custos da “inspeção da qualidade” para “embutir a qualidade” levou as principais companhias japonesas, durante os primeiros anos da década de 70, ao nível seguinte da qualidade.

### **2.1.3 Adequação ao custo**

Adequação ao custo significa alta qualidade e custo baixo. Estas são as duas exigências mais universais para virtualmente todos os clientes, produtos e serviços. Para que isto aconteça, deve-se reduzir a variabilidade do processo de produção de maneira que todas as unidades produzidas estejam dentro dos limites de inspeção e nenhuma tenha de ser descartada. Isso requer *feedback* e correção a cada etapa e não apenas no final do processo de produção. Para atingir esse nível de qualidade, deve ser modificado completamente o sistema de produção. O foco deve desviar-se do controle do resultado através da inspeção para o controle do processo.

A exigência da adequação ao custo tornou o conceito da qualidade multidimensional. Hoje a qualidade nunca quer dizer somente a identificação de defeitos em produtos, mas além do custo, pode incorrer também em tempo de entrega, segurança, criatividade no despertar o entusiasmo do mercado e principalmente atingir a satisfação do cliente.

A metodologia de sucesso criada por algumas empresas para a adequação ao custo, não demorou muito para ser imitada e especialmente no caso de empresas localizadas em mercados de custo de mão de obra inferior, estas acabam por superar aquelas originárias da idéia com custos menores ainda. Temos aí os exemplos da Coréia, Hong Kong e Taiwan, com relação à indústria japonesa nos anos 80. A saída está em criar produtos inovadores que irão superar os produtos dos competidores, o que eleva a qualidade ao nível seguinte.

#### **2.1.4 Adequação à necessidade latente**

A adequação à necessidade latente significa a satisfação das necessidades do cliente antes que os clientes estejam conscientes delas. Se uma empresa consegue descobrir este ponto, ela pode ter o monopólio por um pequeno período de tempo, o que permitirá um preço mais alto e ser bastante lucrativo.

Um exemplo bastante divulgado de uma necessidade latente é o walkman da Sony. É um produto que não sabíamos que necessitávamos, até que ele ficou disponível. Aí verificamos que as crianças não caminham ou andam de bicicleta ou mesmo de

carro, sem um deles. Veio complementar nossos momentos de lazer ou quando estamos à espera em algum compromisso.

Existe um risco bastante significativo que acompanha as empresas que satisfazem as necessidades latentes de seus clientes e não advém dos processos atuais de projeto e de processo de produção, mas da velocidade da mudança. Muitas estão quebrando porque simplesmente não são capazes de evoluir tão rapidamente quanto suas concorrentes.

Através dessas adequações, mostramos a evolução do conceito qualidade até os dias de hoje, já que o GQT ainda é uma metodologia bastante prestigiada e mantida em grandes empresas de sucesso na atualidade.

Quanto ao seguimento da qualidade, na adequação ao padrão e na adequação ao uso, isto é feito aproveitando-se o conceito da inspeção, isto é, passa-não-passa, com apoio das mensurações tradicionais acompanhadas das análises estatísticas, sempre cabíveis. Já na adequação ao custo, é imprescindível que se cuide dos desperdícios e isto exige um seguimento *pari passu* do processo produtivo, com procedimentos de inspeção inseridos nas suas etapas, seguidos de elos de *feedback*, antes que se chegue no final da produção. Na adequação à necessidade latente o foco está na boa compreensão da voz do cliente e sua tradução na descrição precisa das especificações técnicas do produto. Para o seguimento que leva à garantia do atendimento deste nível de qualidade pode ser feito o uso do conceito da inspeção, como já foi explicado anteriormente.

## **2.2 A implantação do GQT e o ciclo de solução de problemas**

No início da década de 90, houve uma verdadeira revolução de implementação do GQT, devido aos argumentos fortes de que seria a mais significativa das novas idéias com ênfase no desempenho de qualidade que adentraram o setor industrial nos últimos anos (SLACK, 1993). A grande euforia, levou algumas indústrias a se perderem por não interpretarem cada uma das palavras do gerenciamento da qualidade total, de forma adequada.

No “total” se encerra toda a inovação trazida pela nova abordagem. Significa que toda a estrutura da organização está envolvida; todos, desde o mais humilde funcionário até os diretores; são considerados todos os custos da qualidade; todos os estágios da melhoria de qualidade são importantes; toda a melhoria deve ser vista como um processo contínuo. Quando se menciona a estrutura, entendemos que isto é tão abrangente a ponto de incorporar as áreas de desenvolvimento do projeto e processo. Quando se mencionam os estágios da melhoria de qualidade, todos são importantes, podemos considerar um reforço à idéia do parágrafo anterior e assim assumir que certamente o GQT pressupõe que a qualidade deve abranger a fase de desenvolvimento do projeto.

Por outro lado, a esta altura, a experiência de algumas empresas demonstram que a eficácia de um programa de qualidade deste teor vai aos poucos decaindo, requerendo esforços e campanhas adicionais e periódicas para ser mantido, como demonstram algumas informações de SLACK.

A palavra qualidade pode significar coisas diferentes de empresa para empresa, pode depender do enfoque momentâneo da participação do mercado e de como o produto é visto pelo cliente. Por isso é muito importante para qualquer organização definir objetiva e precisamente o que significa qualidade, para que haja eficiência no seu monitoramento e controle.

Dentro do conceito qualidade pode ser entendido como “especificações altamente refinadas”, como por exemplo aquelas usadas para projetar um veículo de competição, um Fórmula I, e não um veículo esportivo de uso de mercado, como um Maserati ou um Porsche, ainda que sejam modelos de grande desempenho. Pode significar “especificações apropriadas” como aquelas que diferenciam um veículo de passeio de um modelo esportivo, não basta simplesmente prover um visual esportivo, o cliente deve perceber a esportividade no seu uso regular. Pode simplesmente requerer “conformidade com as especificações”, como no caso do fornecimento de sistemas, cujas fontes recebem um documento com os requisitos técnicos, que devem ser atendidos para estarem adequados ao propósito.

Um achado marcante está no aspecto de que qualidade entendida, pode não estar totalmente relacionada às especificações técnicas, ou mesmo as especificações podem ser tomadas de uma outra maneira, relacionadas com o atendimento a um dado tipo de serviço. Muitas vezes podem ter requisitos implícitos como rapidez, flexibilidade, confiabilidade, aparência e até estado físico\*.

Uma descoberta interessante é que no GQT a qualidade é sempre entendida ou enfocada no resultado, no produto de uma operação. Não se enfatiza a qualidade do trabalho de um processo qualquer, como o instrumento de gerenciamento dos resultados com qualidade, pressuposto que proveria confiabilidade às características do resultado e que nos faria esquecer o termo qualidade como um termo que sobrepuja a idéia amarga de problemas. É bem mais aceitável a idéia de termos um processo agradável, regular, enxuto, que gera produtos e serviços aceitos e desejáveis pelo cliente. Isto nos parece o segredo do sucesso e veja que não foi usada a palavra qualidade.

No “gerenciamento”, como é preconizado na qualidade total, todos devem arcar com a responsabilidade pela melhoria da qualidade, mas à gerência cabe ir mais além, abrangendo a tarefa de planejamento e implementação global da qualidade de uma forma mais consultiva, isto é, facilitando, guiando, coordenando e monitorando o programa de melhoria da qualidade da empresa.

Esta é uma idéia inovadora trazida pelo GQT que recomenda que um programa de qualidade para ter sucesso deve ter o apoio da administração superior; um grupo guia que deve cuidar do planejamento inicial e implantação do programa; grupos de melhoria em geral formados pelo pessoal operacional que está diretamente envolvido com o processo; um procedimento de reconhecimento do sucesso junto aos funcionários, para comemorar e realçar para todos na organização os benefícios do esforço bem sucedido; plano de treinamento objetivo e visivelmente direcionado aos negócios da empresa.

---

\* Notas de aula do curso de Mestrado, tópicos especiais em controle de qualidade do Prof. Roberto Rotondaro.

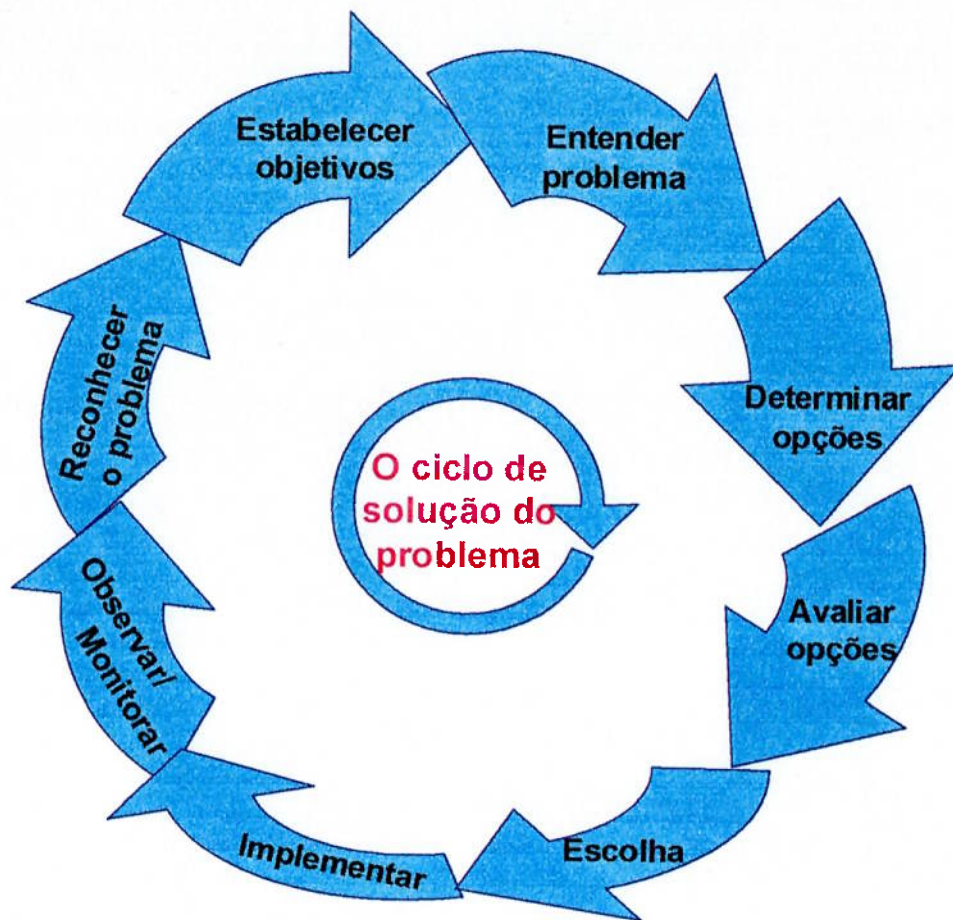


Figura 2.1 – Ciclo de solução de problemas no gerenciamento da qualidade

SLACK mostra um fluxo de atividades de gerenciamento da qualidade, adaptado de uma publicação de COOKE, SLACK\*, onde é mostrado todo o ciclo de solução de problemas, mostrado na Fig. 2.1.

Podemos constatar que a ênfase total é nos problemas, isto é, no resultado não conforme de um processo, ou na expectativa imponderada na fase de planejamento de um evento indesejável, pós-fato. Mais conveniente seria que focássemos a operação em si e não seu resultado, já que nos levaria a evitar o problema e suas

---

\* Figura publicada em SLACK, 1993.

conseqüências e eliminar seu impacto na organização. É evidente que é com base na estatística dos problemas enfrentados no passado que se desenvolve um processo de trabalho baseado na variabilidade do processo e se mantém um procedimento de melhoria contínua.

**“Na essência, esta é a grande diferença entre o GQT e abordagens mais modernas de gerenciamento da qualidade que levam em conta a variabilidade dos processos, estes ajustam a qualidade de forma definitiva na raiz das causas dos problemas.”**



### 3. NOVOS MÉTODOS DE SEGUIMENTO DA QUALIDADE NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE VEÍCULOS

Qualidade hoje em dia, não significa simplesmente produtos “livres de erros”, mas também bom desempenho em confiabilidade, custos e pronta entrega\*. Isto nos leva a concluir que é uma característica intrínseca ao processo e por isso não pode ser tratada como algo distinto que possa ser controlado sem o compromisso com este.

Conferir valor à qualidade é focar as ações na estabilidade do processo produtivo já na sua definição inicial. Não basta fazer uso de mensurações e das informações estatísticas para justificar intervenções corretivas, quando a qualidade se desvia dos objetivos estabelecidos. Todo o processo tem sua variação natural, fruto de todas as suas variáveis inerentes, que merecem ter sua tendência analisada logo no início de um projeto, para que possa ser controlada na sua origem de forma regular e estável, garantindo desta forma a aceitação do cliente.

Existem alguns conceitos modernos e novas metodologias de abordagem da qualidade, que aplicadas durante o desenvolvimento podem identificar pontos críticos do produto e processo, conferir robustez ao projeto, otimizar desempenho e prevenir não conformidades. É sobre algumas destas novas metodologias que pretendemos discorrer a seguir, já que estarão presentes no Plano de Qualidade da Engenharia.

#### 3.1 Conceitos de engenharia robusta \*

Normalmente, quando qualificamos alguma coisa de robusta, é porque a tomamos como algo estruturalmente forte, de formação sólida e fisicamente estável ou projetado para ser forte e resistente às intempéries e percalços durante sua vida útil.

Na engenharia robusta (ER), temos uma definição mais específica e objetiva. Definimos algo robusto como não susceptível a variação ou “insensível à variação”

---

\* Conceitos e descrições desenvolvidos de notações de programas internos de treinamento da GMB sobre o tema.

de tal forma que um projeto robusto por definição, não seja simplesmente forte, mas forte o suficiente para lidar com toda a variação que lhe é jogada desde os momentos da fabricação e montagem, durante seu ciclo de vida, e ainda assim, continuar a desempenhar a função pretendida.

A maioria dos esforços de melhoria de qualidade hoje em dia, está direcionada na redução da variação. Mas há um limite nos ganhos de qualidade que podem ser alcançados através da redução da variação, uma vez que ela não pode ser totalmente eliminada.

A ER não procura reduzir variação dentro de um projeto, ao contrário, aceita a idéia de que variação estará sempre presente no mundo real e portanto, desenvolve projetos robustos que aceitarão tanta variação quanto possível e ainda trabalharão corretamente. Isto é alcançado primeiramente entendendo o que é a função básica do projeto ou função pretendida. Requer uma investigação da física que descreve a função básica, e o uso de ferramentas, como projeto por experimentos, análise por elementos finitos, para determinar quais seriam os parâmetros de controle do projeto que precisaríamos tomar para fazer o projeto robusto à variação.

A ER é formada de parâmetros que conferem ao projeto a robustez requerida, tornando-a uma ferramenta poderosa para melhorar a qualidade dos veículos atuais e futuros.

### **3.2 Projeto do produto considerando sua manufaturabilidade\***

A “*Society of Manufacturing Engineers*” dos E.U. define *design for manufacturing – DFM*, como a prática de projeto de produtos levando em conta a sua manufatura, de tal forma que:

- seja projetado com um mínimo de custo de desenvolvimento e prazo;
- possa ser introduzido em produção de forma rápida e suave;

---

\* Informação colhida via INTRANET do “Process Reference Guide” da General Motors Corporation, Junho, 1998, e modificada conforme objetivo deste trabalho.

- possa ser manufaturado, montado e testado com um mínimo de custo e prazo;
- incorpore a qualidade e confiabilidade requerida;
- satisfaça os requisitos do cliente e seja competitivo.

A GM define *DFM* como um processo concorrente e estruturado de engenharia e um portfólio de ferramentas analíticas que permite o desenvolvimento por equipes multidisciplinares de produto e processo para incorporar conhecimento e experiência de manufatura no projeto de produto.



Figura 3.1 - Aplicação dos conhecimentos de manufatura

Além do projeto do veículo como um todo, pode ser aplicado no projeto de subsistemas, componentes, máquinas, ferramentas, equipamentos e controles.

As ferramentas do *DFM* podem ser focadas em processos específicos ou famílias de processos de manufatura como estamparia, injeção de plástico, usinagem, etc.. *DFA* – *Design for Assembly* é uma particularidade do *DFM* com foco na arquitetura do produto e sua montagem.

A eficiência do método *DFM* é maximizada quando é aplicado durante o estágio conceitual de desenvolvimento do projeto. Outras ferramentas envolvendo serviceabilidade, reciclagem e requisitos ambientais, como usualmente denominados de *Design for Service*, *Recycling* ou *Environment*, tem sua eficácia melhorada e até assegurada se conduzidos concorrentemente com o *DFM*.

Pesquisadores concluíram\*, usando métodos contáveis tradicionais, que a atividade de projeto de um veículo típico contribui com aproximadamente 5% do seu custo. Por outro lado, também concluíram que o projeto influencia em mais de 70% do custo do produto, enquanto que material, mão de obra e burden, influenciam em 30%.

Por uma perspectiva de manufatura, uma vez congelado o projeto pela engenharia, menos de 30% do custo do produto pode vir a ser afetado por esforços de melhoria. Portanto, um bom trabalho estruturado de *DFM* na fase inicial do conceito do produto, pode impactar positivamente os custos do produto e assim assegurar os objetivos. Não é tão simples assim quantificar a robustez conferida ao projeto durante a aplicação desta metodologia, mas esta influencia substancialmente a qualidade do produto final.

Após os últimos 10 anos de aplicação do *DFM*, podemos concluir que esta ferramenta contribuiu de alguma maneira com os seguintes resultados\*\*:

- simplificação da fabricação e montagem;
- melhoria da ergonomia para os montadores;
- melhoria consistente da qualidade;
- redução da complexidade;
- redução de retrabalho, refugos e custos de garantia;
- redução de peso;
- redução de desperdícios tanto do lado da engenharia de produtos quanto da manufatura;
- redução da logística e procura de material;
- redução de prazos;
- redução dos problemas de produção;
- redução dos custos das peças e investimento.

Além dos recursos próprios na área de sistemas desenvolvidos pelas empresas para suportar as atividades de *DFM*, existem algumas alternativas no mercado de softwares, das quais mencionamos algumas internacionais:

- |               |   |
|---------------|---|
| - DFA         | <i>Design for Assembly</i> , Boothroyd Dewhurst, Inc.   |
| - QFD/CAPTURE | <i>Quality Function Deployment</i> , ITI Corp.          |
| - Visual PLUS | <i>Activity Based Costing</i> , KPMG Peat Marwick, LLP. |

\* Pesquisa no início da década de 80, indústria montadora de veículos e veículo típico da época, fonte INTRANET, GM Corporation.

\*\*Notações de seminários e palestras internas à GM sobre o assunto.

No Cap. 8 - Discussão de casos, à página 96, mostramos dois exemplos de resultados da aplicação do processo *DFM*.

### 3.3 Desdobramento da função qualidade\*

A metodologia do *QFD* – *quality function deployment*, é um instrumento poderoso para a melhoria da qualidade, por permitir a visualização das informações e seus inter-relacionamentos. Por isso é muito eficaz no desenvolvimento de produtos e serviços.

Algumas características da prática do *QFD*:

- método para projeto da qualidade para um dado produto;
- permite antecipar e assim reduzir as modificações de produto / processos em desenvolvimento;
- minimiza os riscos durante o processo de desenvolvimento;
- resulta na redução dos problemas e custos iniciais de produção;
- reduz problemas de campo e custos de garantia;
- traz a “Voz do Cliente” para o processo de desenvolvimento;
- é parte da base de conhecimento do projeto.

O *QFD* permite que uma grande quantidade de informações seja correlacionada, de forma resumida em um pequeno número de documentos, os próprios diagramas do *QFD*, eliminando a complexidade. A possibilidade de sua aplicação é bastante ampla.

Para se aplicar o *QFD*, é necessidade premente que se defina os clientes, internos e externos, cujas necessidades devem ser satisfeitas. A satisfação dos clientes internos funciona como a base de apoio ao objetivo principal que é o atendimento ao cliente externo, onde está inserido o usuário final, alvo do empreendimento.

No início do trabalho de desenvolvimento, na sua fase de planejamento, quando se inicia o desenvolvimento do plano de qualidade para um dado programa e são listados os tópicos-chave, surge o primeiro conjunto de estudos de *QFD* que visam suportar estes tópicos-chave para ancorar e orientar o detalhamento do plano de qualidade.

---

\* Anotações do Manual do *Software QFD Designer*, *Qualisoft Corporation*, Michigan. AiTech Consultoria Especializada Ltda., Rio de Janeiro, 1991.

No Cap. 8, à página 97, apresentamos um caso, cujo mapa de resultados está no Anexo 7.

### 3.4 Análises dos efeitos do modo de falha, (*FMEA*)

O processo *FMEA* pode ser descrito como um conjunto sistemático de atividades (DC; Ford; GM, 2001), que se prestam a:

- reconhecer e avaliar o potencial de falha de um produto ou processo e os efeitos dessa falha;
- identificar ações que podem eliminar ou reduzir a chance de ocorrência do potencial de falha;
- documentar todo o processo.

É complementar ao processo de definição de que projeto ou processo deve ter acompanhamento para satisfazer os requisitos do cliente. Todos os *FMEAs* devem focalizar o projeto, independentemente se são do produto ou do processo.

Não pretendemos descrever em todos os seus detalhes o processo *FMEA*, nosso objetivo é apresentar de forma resumida os *FMEAs* de produto e processo, realçando sua grande contribuição nos planos de melhoria de qualidade e no projeto da qualidade para novos produtos. As orientações para a aplicação e implantação do processo *FMEA* podem também ser encontradas na norma SAE J-1739 e na própria QS-9000, que requer esta metodologia no atendimento às suas diretivas.

O acompanhamento da qualidade no processo de desenvolvimento do produto pode envolver produtos e processos totalmente novos; modificação de produtos ou processos existentes; bem como o uso de produtos e processos existentes em aplicações distintas. Em todos as situações mencionadas, o foco da análise deve ser ajustado a cada caso.

No caso de produtos e processos novos o foco deve ser o produto de forma integrada, as novas tecnologias e o processo como um todo; no caso de modificações de produto e/ou processo, o foco deve estar nas modificações em si, possíveis interações decorrentes e o histórico das reclamações de campo; no caso de mudança apenas para

uma nova aplicação, deve ser focalizado o impacto da nova aplicação e/ou localização, no produto e processo existentes.

A preparação e desenvolvimento do processo *FMEA* deve ser feita por um grupo de trabalho multidisciplinar com a liderança sempre recomendada de um indivíduo da área responsável, que pode ser da engenharia de produtos ou de processos da montadora do veículo final ou mesmo dos fornecedores (de equipamento ou produto). O indivíduo responsável pelo *FMEA* deve acompanhar e assegurar a implementação das ações recomendadas, através dos planos de controle, estritamente dentro dos prazos estabelecidos. O processo de estudo deve ser fechado com a análise dos resultados após a entrada do produto em produção.

#### **3.4.1 *FMEA* de produto\***

O *FMEA* de produto suporta o andamento das atividades de projeto na redução dos riscos de falhas, inclusive nas ocorrências não intencionais, através de:

- auxílio nas avaliações objetivas do projeto, incluindo requisitos funcionais e escolha de alternativas;
- avaliação do projeto inicial quanto a manufaturabilidade, montagem, serviceabilidade e requisitos de reciclagem;
- garantir uma probabilidade maior de que os modos de falha e seus efeitos foram considerados durante o processo do projeto e desenvolvimento;
- prover informações adicionais na melhoria do planejamento do andamento das atividades para um projeto eficiente e dos planos de desenvolvimento e validação;
- priorização da lista dos modos de falha de acordo com seu efeito no cliente, para estabelecer cadência na implementação das ações de melhoria do projeto, análises e testes de desenvolvimento e validação, a seu tempo;
- lista aberta de tópicos para recomendações e acompanhamento de ações para redução de riscos;
- lista para referência futura do aprendizado a ser incorporado durante análise de problemas de campo, modificações de produto e desenvolvimento de novos produtos.

---

\* Notas da participação em apresentações, palestras e *workshops* sobre o assunto na GM.

No Cap. 8, às páginas 97 e 98, apresentamos dois exemplos de FMEA de produto, cujos mapas são mostrados nos Anexos 8 e 9.

### 3.4.2 FMEA de processo\*

O FMEA do processo assegura, até onde é possível, que os modos de falha foram repassados e seus mecanismos das causas considerados durante a fase de desenvolvimento do processo de manufatura. A análise sistemática das implicações, acaba por gerar uma forma disciplinada do engenheiro de manufatura percorrer as diversas etapas de planejamento dos processos.

Alguns resultados provenientes da análise do FMEA de processo:

- identifica as funções do processo e seus requisitos;
- identifica as falhas potenciais do produto e os modos de falha relativos ao processo;
- verifica o efeito dessas falhas no cliente final;
- identifica as causas potenciais decorrentes do processo de manufatura e variáveis do processo que uma vez controladas vão reduzir as ocorrências ou detectar as condições de falha;
- identifica as variáveis do processo sobre as quais devem ser focados os controles;
- permite a elaboração e priorização de lista de falhas potenciais para o estabelecimento de prioridades nas ações preventivas e corretivas;
- documenta os resultados das análises do processo de manufatura e montagem final.

No Cap. 8, à página 99, apresentamos um caso de FMEA de processo, cujo mapa é mostrado no Anexo 10.

---

\* Notas da participação em apresentações, palestras e *workshops* sobre o assunto na GM.



Em casos mais complexos, pode ser usado um processo de trabalho estruturado, onde o projeto ou sistema é considerado crítico e torna-se necessário uma análise mais profunda e abrangente, entrando-se nos detalhes e assim permitindo soluções mais específicas para cada causa de falha. O assim chamado *FMEA* estruturado pode ser efetuado para o produto e para o processo. SOARES (2001), propõe uma metodologia baseada em uma estrutura de análise passo a passo, de 5 passos, à qual nos restringimos em mostrar seu diagrama de blocos e macro seqüência dos eventos, que é visto na Fig. 3.2.



Figura 3.2 – 5 passos utilizados na elaboração do *FMEA*

### 3.5 Engenharia dimensional\*

A engenharia dimensional é parte do gerenciamento dimensional de um programa de produto, atividades que cada vez crescem mais no contexto do desenvolvimento de um projeto na indústria automotiva. O propósito é desenvolver, implementar e validar estratégias dimensionais que possibilitem à engenharia e à manufatura, liberar um veículo acabado que atenda ou até exceda as expectativas do cliente, no que diz respeito a desempenho dimensional.

\* Anotações do dia-a-dia de trabalho com grupos de atividades do projeto. Eng. de Produtos, GMB.

O gerenciamento faz uso de ferramentas de trabalho, processos e métodos que suportam as atividades de engenharia desde o início dos estudos arquitetônicos e a criação da superfície pelo estúdio de *design* ou estilo, passando pelo projeto e desenvolvimento de sistemas e componentes, sua validação, avaliação funcional durante a fase inicial de verificação do processo dos painéis estampados e a validação final de produto durante as fases piloto e pré-produção.

Algumas destas ferramentas são: especificações técnicas dimensionais ou *DTS – dimensional technical specifications*, estratégias de localização das especificações dimensionais nos desenhos, análise dimensional, coordenação de dados, dimensionamento e tolerância geométrica ou *GD&T – geometric dimensioning & tolerancing* e características chave do produto, ou *KPC – key product characteristics*. Essas ferramentas são completadas com processos e métodos, como sistemas de mensuração; processo de análise funcional, especialmente aplicado na validação dimensional de componentes, painéis, conjuntos e o corpo ou monobloco da carroceria do veículo; métodos de coleta e análise de dados; e um processo de validação e controle dimensional.

### **3.6 Engenharia simultânea**

A aplicação dos conceitos de engenharia simultânea (ES) surgiu na metade da década de 80 com o desenvolvimento de um processo de trabalho que ajudasse a dar respostas rápidas diante da evolução do mercado bastante competitivo e diversificado de produtos, cujo desenvolvimento pelos processos tradicionais nem sempre atendia as necessidades de mercado. São requeridas respostas rápidas, com nível de qualidade e atendimento compatíveis com os anseios do cliente.

O processo da engenharia tradicional é caracterizado por um caminho seqüenciado de liberação do desenvolvimento, isto é, cada etapa é iniciada somente após ter sido concluída a anterior. Isto leva a uma estrutura organizacional tal que, as áreas operacionais funcionam como organismos estanques, dificultando sua integração e ocasionando demora na identificação e resolução de problemas de processo, fabricação e qualidade, resultando em desperdícios de mão de obra, material e no não

atendimento às datas de lançamento. Isto é tanto mais grave, quanto maior for o número de departamentos, fornecedores e/ou outras empresas envolvidas em conjunto no desenvolvimento de um projeto. Os custos gerados por estas dificuldades, a baixa qualidade do desenvolvimento e a dificuldade para atender os prazos, acabam por debilitar a competitividade da empresa.

Existem algumas definições publicadas sobre engenharia simultânea, mas preferimos uma de caráter geral, apresentada na dissertação de FACIN (1998), atribuída por este a ZHANG, (1995): “Desenvolvimento concorrente das funções de projeto do produto, com comunicação aberta e interativa acontecendo entre todos os membros da equipe com o propósito de reduzir o tempo de projeto que vai da concepção até o lançamento do produto”.

Para que a ES possa ser implementada há necessidade de uma estrutura organizacional adequada, ferramentas de trabalho compatíveis e programa de treinamento que ajuste e vá moldando a cultura dos participantes à nova metodologia de trabalho. Da dissertação de JUNQUEIRA (1994), colhemos alguns conceitos e elementos básicos para uma boa prática da ES, dos quais tiramos e adaptamos nossa própria lista, voltada para o propósito específico de facilitar as atividades de qualidade durante o processo de desenvolvimento do produto, conforme segue:

- estabelecimento de metas para o projeto;
- simplificação e padronização dos processos de projeto do produto, manufaturabilidade, qualidade, produção, integração com os fornecedores e marketing;
- equipe multidisciplinar de projeto;
- foco na “Voz do cliente”;
- comunicação na forma de diálogo, que pressupõe uma forma contínua, e não uma transmissão de informações na forma de lotes, conforme modelo tradicional;
- controle de variabilidade dos processos para melhorar e assegurar os objetivos da qualidade final(\*), enfatizando a participação dos funcionários na melhoria contínua dos processos;

---

\* Os autores que realçam a qualidade, o fazem mencionando a Qualidade Total, definido como sistema abrangente e orientado ao cliente.

- definição de um responsável pela coordenação total do projeto.

Desta última dissertação referenciada, adaptamos uma organização do processo de desenvolvimento, levando em conta uma série de itens, sem entrarmos na discussão se são conceitos ou não, que podem ser usados em qualquer organização de tal forma a suportar as atividades dentro da ES. A Fig. 3.3, mostra esses conceitos integrados.



Figura 3.3 – Conceitos da engenharia simultânea

Substituímos qualidade total no original, por controle da variabilidade dos processos, removemos o item engenharia de sistemas por entendermos ser parte da organização do gerente do projeto, quando se tratar de projeto suficientemente complexo que mereça um cuidado minucioso e uma coordenação na integração dos diversos subsistemas do produto. Acrescentamos comunicação diálogada que subentende comunicação contínua, se esta idealmente pudesse ocorrer, para diferenciar do modelo tradicional da liberação de informações em lotes.

É sabido no meio automobilístico, que as empresas japonesas investem significativamente na educação dos engenheiros para que se desliguem do conceito cultural de que precisam concluir uma tarefa para dar conhecimento ao seu *partner* de uma outra área coligada. Devem expor sua mesa de trabalho e deixar que o outro acompanhe seu andamento. Hoje, isto por si só é necessário, mas não suficiente.

Melhor seria fazer uso de sistemas computacionais com acesso simultâneo a todos os envolvidos no projeto em questão. Desta forma todas as áreas acompanham simultaneamente as atividades de cada um e o nível de liberação, para controle de seu uso, pode ser controlado por uma simples chave eletrônica que acompanha a informação. Isto motiva também o diálogo contínuo da interpretação, em caso de dúvida dos operadores.

Faz parte do processo da qualidade no desenvolvimento do produto a adoção do processo da ES, já que a qualidade do trabalho de desenvolvimento é totalmente afetada por este processo. A simultaneidade das atividades, elimina as eventuais perdas e erros durante os iteratos de passagem e posterior conhecimento das informações. Por outro lado, a geração simultânea dos dados e seu conhecimento de pronto, motivam os engenheiros de todas as áreas ao questionamento e diálogo de imediato, justamente durante o processo de compreensão das informações para prover continuidade às ações, o que resulta num ganho extraordinário de tempo e eficiência.

### **3.7 Plano de melhoria da confiabilidade e de redução dos custos de garantia**

O objetivo deste plano é liderar e comunicar um processo de direcionamento de informações e dados que identifiquem e analisem questões de elevada garantia e relatórios de clientes, provendo com isso, definição de problemas e planos de ação suficientes para assegurar que os objetivos do plano de negócios da empresa serão alcançados.

O plano é apresentado logo no início do planejamento do Programa, quando está em curso a definição da composição arquitetural do veículo e do processo básico de

manufatura, para que os recursos e considerações de projeto sejam alocados em tempo hábil.

O sucesso do plano está na estratégia adotada para a solução de problemas. Primeiramente são considerados aqueles que mais incomodam o cliente, isto é, aqueles que deixam o cliente a pé, os *WHF - walk home failures*. Vêm logo a seguir aqueles classificados pela frequência de ocorrência e/ou importância do impacto na conta de garantia, tomando-se os 10 ou 20 primeiros, dependendo dos objetivos estratégicos da empresa e da percepção da qualidade de produto similar, pelo cliente, quando comparada com a dos concorrentes e suportada por pesquisa de mercado adequada.

É importante adotar processo padronizado de solução de problemas, para que toda organização responda rapidamente ao plano de ação corretivo, sempre acompanhado de soluções preventivas.

Seguindo os novos métodos de solução de problemas com ênfase na variabilidade do processo, o modelo do ciclo de solução de problemas mostrado no Capítulo 2, nos inspirou a criar um equivalente, que mostramos na Fig. 3.4.

Na realidade, uma empresa moderna, altamente competitiva, deve se estruturar de forma a contar com uma multiadequação, cobrindo os novos conceitos já na raiz, inseridos na sua organização. O seguimento baseado no conceito da inspeção, premia fundamentalmente ações corretivas e muito pouco se faz no sentido preventivo, o que não privilegia a qualidade futura na empresa.

Atualmente, para uma empresa se sobressair no nível de qualidade de seus produtos, deve possuir uma organização flexível na capacitação de projeto e adequação de processos, ser hábil na pesquisa e interpretação dos requisitos de mercado e rápida na reformulação e implementação de controles nos seus processos de trabalho.



Figura 3.4 Ciclo de solução de problemas, novos métodos de acompanhamento da qualidade.

É objetivo neste trabalho mostrar uma metodologia de seguimento da qualidade que se compatibilize com esses princípios.

#### 4. O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE VEÍCULOS

Para que possamos detalhar nosso plano da qualidade no processo de desenvolvimento do veículo, é necessário que assumamos um processo disciplinado de desenvolvimento.

Pesquisamos alguns processos com base no curso de Mestrado Profissional em Engenharia Automotiva, artigos a respeito divulgados em congressos bem como outras publicações afins, cujas informações mais significativas são discutidas a seguir, para desenvolvermos nossa própria proposta.

	Comercial	Marketing	Engenharia	Produção	Logística	Suprimentos	Controladoria	Diretoria	Atividades	Decisões
Viabilidade									Captação de idéias	
									Análise de idéias	●
									Análise de viabilidade técnica	
									Dados de mercado	
									Características técnicas do produto	
									Adesão ao planejamento estratégico	●
Desenvolvimento									Análise econômica / financeira	●
									Planejamento do desenvolvimento do produto	
									Projeto do produto	●
									Protótipos / amostras / testes	
									Desenvolvimento de fornecedores	
									Desenvolvimento do processo	
									Definição da embalagem	
									Solicitação de marcas e patentes	
									Aquisição dos meios de produção	●
									Try-out / lote piloto	
Implantação									Validação do processo	
									Validação do produto	●
									Estratégia de lançamento	●
Lançamento									Elaboração da documentação externa	
									Definição de preço de venda	
									Teste de mercado	
									Definição de logística, distribuição	
									Validação final do desenvolvimento	●




 Setor envolvido com a atividade  
 Setor responsável pela atividade  
 Pontos de controle no desenvolvimento de produto

Figura 4.1 - Setores envolvidos e responsáveis pelas atividades de desenvolvimento

#### 4.1 Alguns processos publicados



A Tabela mostrada na Fig. 4.1 (KAMINSKI, 2000), é decorrente de uma metodologia de trabalho para estruturação de um projeto e seu planejamento operacional, que relaciona setores envolvidos e responsáveis com as atividades de desenvolvimento e sua classificação.

Nota-se que a tabela dá ênfase às atividades de desenvolvimento do produto de uma forma geral, setores envolvidos e responsabilidades, distribuídas pelas fases chamadas de viabilidade, desenvolvimento, implantação e lançamento. Tal estrutura tem um caráter geral e por isso pode ser usada como base na elaboração de um plano de qualidade a ser executado durante a fase de desenvolvimento do produto até seu lançamento. Há uma pequena diferença na seqüência das atividades mostradas na Tabela. Normalmente na indústria automotiva a validação do produto é iniciada e terminada antes que se conclua a validação do processo, por isso seria mostrada antes.

Em nosso estudo, há necessidade de revermos essa estrutura, no sentido de direcionarmos as atividades, de forma mais detalhada, dentro do contexto do produto automóvel.

Do processo da Indústria Aeroespacial Americana, podemos obter as fases de desenvolvimento de um projeto de forma simplificada e voltada para os custos (SHTUB; BARD; GLOBERSON, 1994), durante o ciclo de vida do mesmo. Mostramos a seguir a distribuição em fases desse processo.

Fases de um projeto durante seu ciclo de vida:

- Fase do Conceito, *Conceptual Design*
- Desenvolvimento Avançado ou Projeto preliminar dos sistemas, *Advanced Development or Preliminary System Design*
- Aprovação do Projeto, *Project Approval*
- Projeto detalhado, *Detailed Design*
- Produção, *Production*
- Montagem e Acabamento, *Termination*

Esta distribuição de fases, também mostrada na Fig. 4.2, está direcionada ao projeto e construção de uma estação aeroespacial, produto único, e por isso suas fases não estão em harmonia com a cadência de um projeto na indústria automotiva, especialmente no que diz respeito à última fase, chamada de montagem e

acabamento, que não existe neste caso, onde há produção seriada de um mesmo produto disparada na fase anterior.

No caso do veículo, o plano de trabalho é feito de tal forma que o desenvolvimento se concentra nas fases iniciais, para que todas as áreas tenham acesso às informações logo no início, de maneira a minimizar surpresas que possam gerar retrabalho em ferramental já iniciado, o que afetaria severamente o custo. No entanto ainda hoje a concentração de esforços se dá mais próximo da piloto e da produção do que se deseja, o que resulta em gastos adicionais inevitáveis em acertos e correções. Nosso plano de qualidade deverá permitir uma correção dessa tendência.

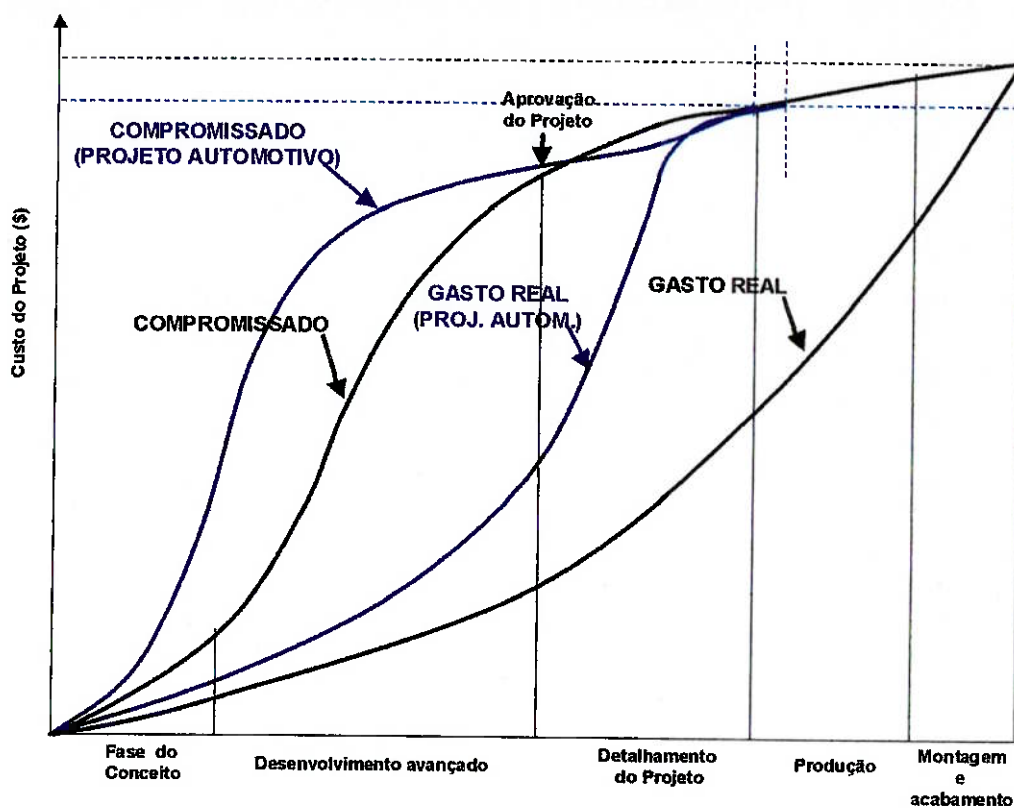


Figura 4.2 – Ciclo de vida de um projeto, U. S. Space Station

Dos autores mencionados, na publicação *Project Management*, de onde obtivemos de forma resumida as fases de um projeto, encontra-se minuciosamente detalhada a organização do trabalho de desenvolvimento, bem como a discussão da organização administrativa mais adequada para se conduzir esse projeto. Estas informações são

bastante úteis no planejamento dos controles e alocação de recursos no acompanhamento e execução das tarefas inseridas no plano de qualidade.

Notamos que os conceitos básicos nesta última publicação terão que ser adaptados à realidade da indústria automotiva, no aspecto objeto deste trabalho. Já a primeira referência comentada, está em harmonia e pode ser usada com bom resultado nos projetos de veículos, podendo servir como processo que cadencia as ações e atividades de qualidade durante o processo de desenvolvimento.

Um outro processo com a mesma finalidade, é praticado pela Indústria Aeronáutica no Brasil. Segue um cadenciado muito próximo daquele que praticamos na indústria automotiva, com maior ênfase nas simulações, tanto virtuais quanto aquelas usando testes físicos em laboratório, e portanto bastante atualizado nos dias de hoje.

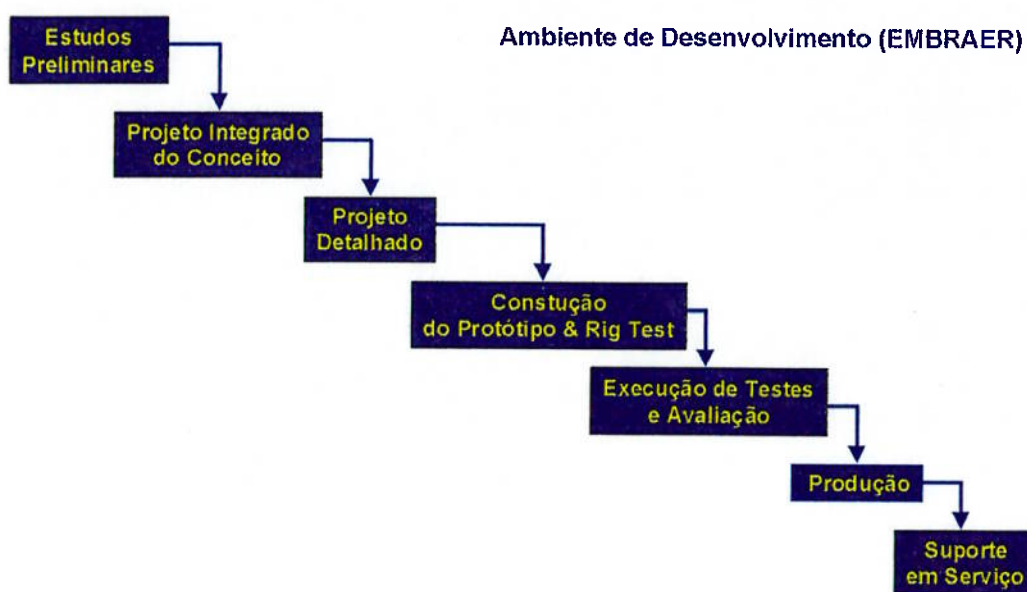


Figura 4.3 – Processo de desenvolvimento de sistemas aviônicos

Este processo, mostrado na Fig. 4.3, aproxima-se também daquele que tenho experiência na indústria automotiva, e certamente daquele das montadoras que seguiram atualizando sua metodologia de trabalho ao longo do tempo. Sua ênfase está na integração das equipes multidisciplinares de trabalho, no uso de ferramentas virtuais e simulações durante o processo de desenvolvimento e validação.

Esta nova metodologia de trabalho está evoluindo muito rapidamente, especialmente nas empresas que empregam alto índice de tecnologia e com isso há necessidade do desenvolvimento de nova metodologia para percepção e acompanhamento das informações de qualidade no atendimento ao novo processo de trabalho.

No estudo de casos na indústria brasileira de autopeças (CHIUSOLI; TOLEDO, 2000), são mostradas 5 fases para o desenvolvimento do produto na indústria automotiva:

- Pré-desenvolvimento,
- Geração do conceito e planejamento do produto,
- Engenharia do produto e testes,
- Engenharia do processo
- Produção do piloto e início de produção.

Esta distribuição de fases mostra de forma abrangente e resumida, os estágios majoritários de desenvolvimento praticados na indústria de autopeças, mas insuficiente para que possa servir ao propósito deste trabalho onde pretendemos mostrar um plano de qualidade localizado nesses estágios. É um processo praticado na indústria de componentes e por isso conectado, em algum momento definido pelo cliente montadora, ao processo majoritário da mesma. Por isso, nosso plano deverá ser suficientemente abrangente para incorporar as fases deste processo secundário.

Em outro trabalho (VALERI et al., 2000), essa mesma distribuição de fases tem atrelado um *gate system*, muito importante no cadenciar e no acompanhar o atendimento dos objetivos em cada fase do projeto. Tanto no processo de fazer acontecer os eventos nas datas requeridas, como na distribuição dos custos e conseqüentemente do fluxo de caixa em função do trabalho completado, é uma melhoria significativa no desenvolvimento dos trabalhos e jamais deve ser desprezada. A cada *gate* os resultados alcançados são mostrados, as dificuldades equacionadas para a fase seguinte, os riscos identificados e a integração com fornecedores e demais participantes do processo de desenvolvimento do produto são assegurados.

A visão de um ambiente integrado para o processo de desenvolvimento de produto, baseado em um sistema *ERP – enterprise resource planning*, (ZANCUL et al., 2000), é muito importante no dimensionamento da inter-relação entre os diversos recursos da empresa, especialmente aqueles inerentes a CAD/CAE/CAPP/CAM/MRP, não só na área administrativa como também e especialmente em desenvolvimento do produto. O conceito de engenharia simultânea, tem um papel importante na disponibilização das informações geradas pelos diversos centros de *experties* mostradas no sistema informatizado para toda a organização de engenharia e demais departamentos, em tempo real. É relevante no processo de integração do desenvolvimento, motivando a troca e permitindo a centralização das informações numa única base de dados, evitando assim sua segmentação, elemento gerador de custos enormes na consolidação e manutenção dessas informações.

A dispersão e segmentação da informação, pode-se tornar um agente ativo da promoção de perda de tempo e não atendimento das datas estabelecidas. A ES torna o sistema bastante eficaz na integração dos eventos da qualidade no processo de desenvolvimento do projeto nas datas prescritas.

#### **4.2 O Conceito de qualidade da QS 9000**

Com a implementação da QS 9000, que reúne os requisitos de fornecedores da GM, Ford e Chrysler de forma globalizada, a estrutura do processo de desenvolvimento do produto teve um grande impulso disciplinador através da implantação do *APQP – Advanced Product Quality Planning*, (Planejamento Avançado da Qualidade do Produto). Trata-se de uma metodologia que tem como principais objetivos atender eficazmente as expectativas do cliente quanto a prazos e à qualidade do produto final, (GONZALEZ; MIGUEL, 2000).

Apesar de ter surgido já em 1994, a sua expansão em nosso meio industrial só veio a ser sentida realmente a partir de 1998 pela compreensão e conscientização da indústria sobre essa metodologia e o interesse acentuado pela certificação QS 9000 e ISO 9001, tornados requisitos essenciais para que os fabricantes de autopeças fossem

aprovados como fornecedores da indústria automotiva em nosso mercado. Apesar disto ser uma condição imposta desde logo após o seu surgimento, as montadoras tiveram que desenvolver alternativas de qualidade para o suprimento de peças, já que o desenvolvimento tecnológico e a capacitação do parque de fornecedores locais não permitiam o seguimento imediato da metodologia do *APQP*.

Para as montadoras, há necessidade de um modelo mais complexo, ainda que lá estejam inseridas as etapas e conceitos básicos do *APQP*, para que os diferentes estágios requeridos no desenvolvimento de um veículo aconteçam de forma satisfatória e a integração com os fornecedores assim certificados, aconteça no processo no momento certo, trazendo o que realmente se espera deles.

Hoje neste processo não existe mais lugar para os que não seguem a QS 9000 e assim, estão destinados à condição de subfornecedores ou a um nível inferior a este, de tal forma a terem o seu trabalho controlado e auditado por aquele que segue a metodologia.

Apesar disso, é importante que durante o momento da divulgação dos requisitos técnicos e condições de contrato, haja a divulgação e esclarecimento necessário do processo de desenvolvimento da montadora, para que as datas críticas ou mais diretamente, os pontos comuns de enlace com o processo do fornecedor sejam perfeitamente identificados e negociados. A negociação destes pontos deve fazer parte de uma Agenda específica da área técnica e dos contatos oficiais do fornecedor com o departamento da engenharia de produtos da montadora.

Na Fig. 4.4, podemos observar o diagrama do processo do *APQP* com sua estrutura básica: planejamento e definição do programa; verificação do projeto e desenvolvimento do produto; verificação do projeto e desenvolvimento do processo; validação do produto e do processo; análise da retroalimentação e ação corretiva. É através dos eventos que marcam essas etapas do processo que as atividades do fornecedor devem ser atreladas nas suas datas críticas ao processo de desenvolvimento da montadora. No desenvolvimento deste trabalho teremos a oportunidade de entrar em mais detalhes sobre este assunto.



Figura 4.4 – Diagrama de blocos da implantação do processo *APQP* (1995)

#### 4.3 O processo de desenvolvimento de produtos, organização da empresa e a interação com o mercado

Um outro trabalho analisado, correlaciona o PDP – processo de desenvolvimento de produtos com a estratégia de produto e as capacitações do processo e sua organização na empresa, (VALERI; ALLIPRANDINI; ROZENFELD, 2000).

Evidencia a correlação entre a organização e gerenciamento do desenvolvimento de produtos com as escolhas estratégicas em função do ambiente competitivo, fator determinante no atendimento ao mercado na data mais conveniente *fast to market\**, e com o produto inovador e esperado no momento, *best in class\*\**.

\* *fast to market*, rapidez no lançamento do produto para atender demanda identificada; fator de concorrência entre as montadoras.

\*\* *best in class*, a empresa que melhor atende o cliente no seu nicho de mercado pela percepção do cliente.

O trabalho apresentado sobre o PDP é fruto de pesquisa efetuada na área de desenvolvimento de produto de uma única empresa, fabricante de veículos comerciais, cujas etapas do processo listamos abaixo:

- conceito;
- encargos;
- especificação;
- planejamento, desenvolvimento de produto e produção;
- industrialização;
- comercialização.

Em termos arquiteturais a composição de um veículo de passageiros, seja ele pequeno, compacto ou grande, tem um nível de complexidade maior que um veículo comercial. É no início do desenvolvimento que essas diferenças mais aparecem, isto é, existem diferenças substanciais nas fases aqui chamadas de conceito e encargos.

Na fase de conceito algumas clínicas são efetuadas para definição e consolidação dos conceitos básicos e sua comparação com a concorrência, o que vai demonstrar se a preferência do cliente tende a recair sobre o produto em questão no momento de seu lançamento ou não. Estes conceitos assim alinhados, foram na sua definição, precedidos por outras pesquisas e “clínicas” de caráter geral que tiveram como objetivo coletar a “voz do cliente”.

Em termos relativos, nos veículos comerciais os requisitos técnicos pesam bem mais do que nos veículos de passageiros, onde os quesitos aparência, dirigibilidade e conforto têm um destaque maior.

No veículo de passageiros a definição de sistemas e componentes é antecipada para a fase encargos e até para a fase conceito, uma vez que muitas vezes o estilo e a forma da superfície da carroceria depende do *packaging*\* desses sistemas, isto é, do espaço ocupado e sua posição de montagem. Estas considerações podem afetar significativamente os objetivos de qualidade a serem alcançados durante a fase de projeto.

---

\* *packaging*, atividade de posicionar os subsistemas e componentes na posição de funcionamento no veículo, gerando o espaço e a superfície da carroceria.



#### 4.4 O desenvolvimento do PDV\*

O processo de desenvolvimento de veículos (PDV), não surgiu de repente, como se alguém desenvolvesse um método estanque com o objetivo de resolver um problema definido, específico, e o implantasse fechando a questão. Surgiu como decorrência do acirramento e refinamento da competição no mercado automobilístico, puxado pela disciplina, organização e determinação das indústrias japonesas em vencer e ganhar o mercado com produtos novos, de boa qualidade, a custos menores, que efetivamente tiveram a preferência do cliente em quase todos os mercados que adentraram.

As indústrias de origem americana e européia, viram seus nichos mercadológicos serem ameaçados e tiveram que partir para metodologias de desenvolvimento mais aprimoradas e sofisticadas para garantir produtos que entusiasmassem o cliente, permitissem lançamentos inovativos, *first in the market\*\**, o melhor na sua classe, *best in class*, tanto em termos de qualidade quanto preço. Isto requer agilidade e flexibilidade na organização, e especialmente na engenharia, nunca antes imaginados.

Tal processo não pode permitir perda de tempo e desperdícios de qualquer ordem e deve contar com os últimos desenvolvimentos tecnológicos na área de sistemas, além de uma postura disciplinar que assegure o alcance dos objetivos pré-estabelecidos para o projeto.

A década de 80 foi marcada por iniciativas da indústria automotiva americana e européia, em especial a primeira, com o desenvolvimento de novos processos de desenvolvimento de veículos que pudessem melhor se adequar à nova ordem de um mercado extremamente competitivo. Na segunda metade desta década a GM surgiu com o processo *4 Phase VDP\*\*\**, que vem evoluindo até hoje,

---

\* PDV – processo de desenvolvimento de veículos, elaborado por similaridade com o 4 Phase VDP da GMB, com ajustes de simplificação e direcionamento para o objetivo deste trabalho.

\*\* *first in the market*, líder no mercado; primeiro a lançar produto novo num determinado nicho do mercado.

\*\*\* *4 Phase VDP*, processo de desenvolvimento de veículos adotado pela GMB de 1996 a 1999.

permitindo o desenvolvimento de projetos cada vez mais rápido, criativos e de melhor qualidade, dentro dos objetivos estabelecidos.

Estas transformações vieram acompanhadas por mudanças organizacionais e ajustes na filosofia de trabalho não só internas, como também externamente, marcando uma nova fase de relacionamento e integração com os fornecedores de sistemas e componentes. A indústria automotiva, organização que desenvolve, monta, lança e comercializa um veículo, que passamos a chamar de montadora para diferenciar da outra parte fornecedora de *commodities*, serviços, equipamentos e ferramentas. As atividades de pesquisar, planejar, criar, desenvolver, industrializar, lançar, comercializar, distribuir e prover assistência ao cliente, passaram a contar com um instrumento poderoso de integração dos recursos das partes envolvidas, o PDV.

#### 4.4.1 Um novo veículo no mercado

Podemos verificar resumidamente pela Fig. 4.5 as etapas que cobrem as atividades desde a criação até o surgimento de um novo veículo no mercado. A duração de cada etapa foi sendo reduzida, sua complexidade crescendo exponencialmente de tal forma que se tornou insustentável a condução de um projeto por organizações com um processo abrangente e de controle desfocado. Surgiram as organizações de administração de projetos por plataforma\*, com diretores independentes, responsáveis por toda uma família de veículos desde a sua criação até terminar seu ciclo de vida no mercado.

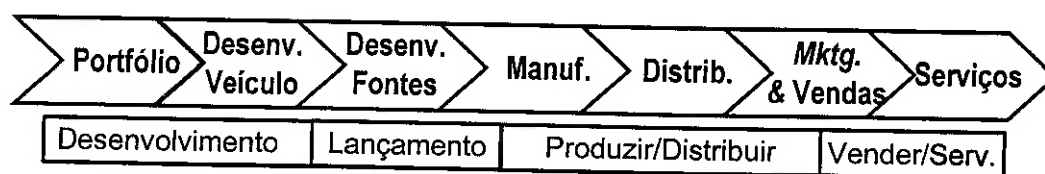


Figura 4.5 – Criação e lançamento de um novo veículo no mercado

\* plataforma, identifica uma mesma família de veículos que possui em comum uma arquitetura básica; os modelos de veículos são originados através de alterações na configuração e modificações em alguns elementos arquiteturais.

Isto foi acompanhado na Engenharia com a criação de departamentos focados na plataforma ou mesmo num programa\* específico, com nível de Diretoria e autoridade suficiente para priorizar as atividades dentro da empresa, desembaraçando as ações da pesada hierarquia departamental e agilizando assim as decisões. Esta estrutura organizacional pode ser notada no exemplo de organização mostrada na Fig. 4.12 e é muito comum nas grandes montadoras de origem oriental, bem como nas americanas e européias. O novo processo de desenvolvimento tinha que contar com essas reestruturações para atender os objetivos agressivos do mercado.

#### **4.4.2 Definição da arquitetura e desenvolvimento da informação de engenharia**

A grande decisão orientadora de todo o Programa está na escolha da arquitetura\*\* (Fig.4.6) do novo veículo, que pode ser também uma nova versão derivada de um existente por mudanças substanciais ou não, no seu projeto original.

É neste momento que são avaliados as necessidades de novas tecnologias no atendimento aos objetivos, nível de inclusão de novos processos de montagem e integração com os existentes, consideração de peças novas ou manutenção das existentes nas mesmas funções, efeito da criação do estilo nos elementos arquiteturais, tudo em harmonia com a voz do cliente, verificada através de “clínicas” periódicas ao longo do desenvolvimento inicial do Programa.

Este também é um momento fundamental na definição do conteúdo do plano de qualidade do Programa, do qual o Plano de Qualidade da Engenharia é a estrutura básica. Nas decisões relativas a novas tecnologias, manter, modificar ou criar novos elementos arquiteturais e componentes, alterar o processo de montagem ou ajustar o tema desenvolvido pelo estilo, os requisitos de qualidade tem participação

---

\* Programa, na forma mencionada identifica e reúne os planos necessários para executar um projeto até sua implementação em produção.

\*\*A composição da arquitetura de um veículo mostrada na Fig. 4.6, é uma ferramenta facilitadora da visualização dos elementos de uso generalizado na organização de engenharia GM.

substantial no jogo decisório.

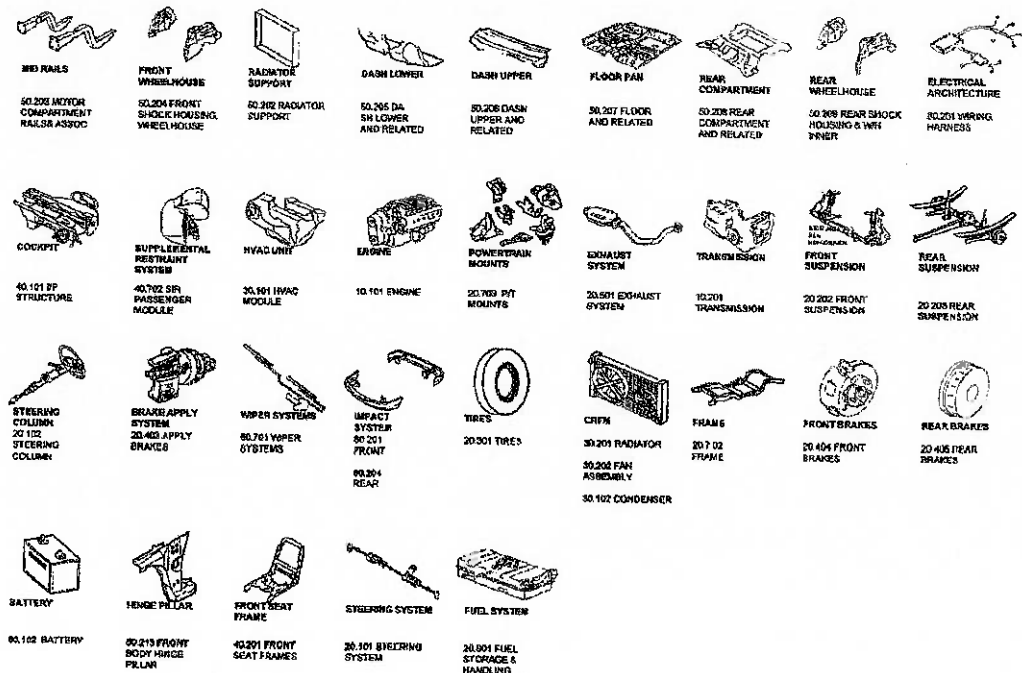


Figura 4.6 – Elementos arquiteturais do veículo

A condução do desenvolvimento do projeto e a geração da informação de Engenharia, aquela que nutre todas as demais atividades que levam à implementação do produto em produção e ao seu lançamento no mercado, deve ser feita de forma gradativa e contínua. Aprendemos na forma tradicional de acompanhamento de um projeto, baseado num cronograma de atividades previamente estabelecido, que as datas devem ser respeitadas e por tanto as respostas requeridas nessa altura tem que ser apresentadas, *timing is sacred\**. Realmente é sagrado, e isto é tão levado à risca em organizações zelosas pela eficiência que chega a ser traumático.

O projetista se debruça sobre seu trabalho, aumenta o ritmo à extenuação, não compartilha o que já alcançou com as demais áreas porque tem sua data a cumprir. Seguindo-se o cronograma, outras áreas só podem iniciar suas atividades após a entrega da parte deste funcionário. Tudo é cumprido e o prazo do cronograma é atendido.

\* *timing is sacred*, expressão que é atribuída à cultura japonesa e enfatiza a necessidade de cumprir prazos.

A organização de Engenharia atendeu os objetivos estabelecidos? Pode ser que sim, o cronograma foi respeitado. A empresa alcançou o objetivo maior de ser *first in the market* e que tal, *best in class*? Provavelmente não, se houver um concorrente nesse nicho de mercado que tenha desenvolvido forma mais tranqüila e ágil de atender os prazos.

Esta forma tem relação com o processo de quebrar uma tarefa no menor número possível de etapas que ainda possam ser controladas, e compartilhar seus resultados com o maior número possível de clientes internos à organização, que precisam da informação para prosseguir com suas atividades. É com este conceito em mente que alcançamos a simultaneidade do trabalho, sem perda de continuidade, e os prazos podem ser reduzidos aquém das datas definidas na forma tradicional, quando estaríamos achando que extenuaríamos e levaríamos ao esgotamento as equipes de trabalho.

Sob o aspecto do controle do andamento do projeto, uma forma mais tranqüila e ágil de atender os prazos mantendo a integração e controle eficaz sobre as ações, é subdividir as atividades de projeto em estágios que cadenciam os resultados de acordo com o cronograma do Programa, totalmente amarrados às subfases do desenvolvimento. Do lado do controle da informação, isto é feito partindo-se pela definição da macro-informação de caráter mais geral com os elementos da arquitetura de prazo de desenvolvimento mais longo, liberando gradativamente para a organização na cadência enunciada anteriormente, desdobrando a informação a cada estágio até que chegamos ao detalhamento necessário do projeto.

Desta forma, contamos com um controle minucioso das tarefas, a organização desempenhando suas atividades integradas de tal maneira que permite maior eficiência no atendimento dos prazos e, o que é à base deste trabalho de curso, a inserção dos requisitos da qualidade durante o detalhamento do projeto no momento adequado de seu desenvolvimento.

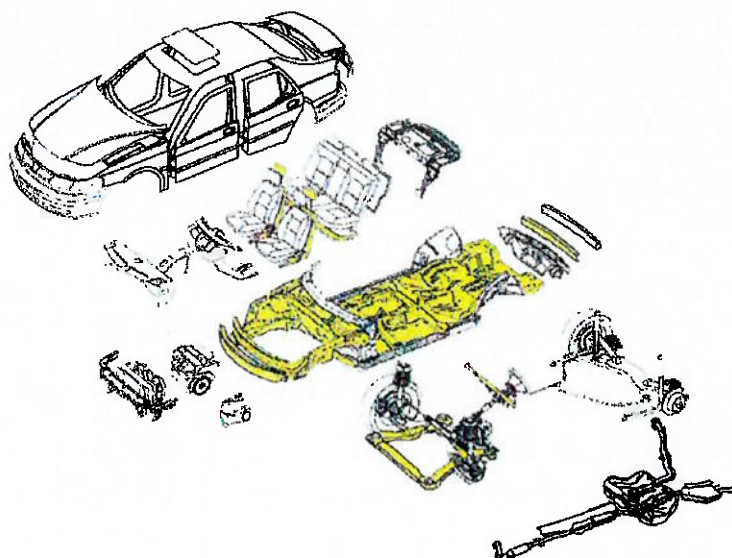


Figura 4.7 – Liberação de informações, subfase conceitual

As Fig. 4.7, 4.8 e 4.10, mostram essa cadência de desenvolvimento, desde a subfase do conceito até a de integração, cadenciadas pelos estágios das atividades das análises virtuais e a construção física\* dos protótipos.

Na Fig. 4.7, mostramos a área colorida, que contém os elementos arquiteturais da estrutura do assoalho do veículo, cujas informações na subfase conceitual são normalmente liberadas para a organização para que se inicie o projeto e construção do ferramental. Por serem itens de longa duração de desenvolvimento, a sua liberação avançada pode ajudar substancialmente a redução de prazos. Ainda assim, isto é feito após o acesso aos resultados da análise virtual do veículo conceitual, que antecipa eventuais necessidades de correção do modelo de projeto e precedido por avaliações dos resultados de teste em veículos-mula durante o estágio de mulas.

Uma iniciativa estratégica neste início do projeto, é não permitir que o trabalho, tanto na área de estúdio de estilo, quanto na de projeto da carroceria, se inicie sem uma referência física, com o desenvolvimento de um conjunto assoalho totalmente novo, mas sim com a base do assoalho da plataforma veicular existente ou de referência mais próxima. Esta recomendação justifica-se pelo fato de que esta referência inicial

---

\* vide detalhes na próxima página.

funciona como roteiro do trabalho adiante, fazendo com que se fixem os macro-limites dimensionais do veículo, favorecendo prazos de projeto, contenção da variação de investimentos, permitindo aproveitamento total ou parcial de ferramental pesado existente, aproveitamento de subsistemas dos veículos em produção, melhoria dos objetivos de qualidade sem restringir a criatividade e a geração de um veículo totalmente novo, se for o caso.

A criação do modelo de projeto segue um critério evolutivo em linha com o que foi mencionado em parágrafo anterior sobre o controle da informação. Na Fig. 4.8 resumizamos o processo de desenvolvimento de um modelo. Esta seqüência é válida tanto para o modelo de um componente quanto de um subsistema, ou mesmo uma parte do veículo como um todo, como por exemplo o conjunto da estrutura da carroceria.



Figura 4.8 – Estágios da criação de um modelo

\* As análises virtuais e as construções físicas de protótipos para teste, seguem a cadência dos estágios “mula”, “conceito”, “estrutural”, “integração”, “validação” e “piloto”, que por sua vez são amarrados com as subfases do desenvolvimento e traduzem o avanço do trabalho de desenvolvimento do projeto; o aprendizado de um estágio impacta o seguinte; **mula**: veículo de teste de subsistemas e elementos da arquitetura, preparado através de modificações em veículo existente; **conceito**: veículo de avaliação que reúne na sua configuração a intenção de projeto e incorpora informações de engenharia que preparam a decisão do projeto estrutural; **estrutural**: protótipo incorporando a superfície final da carroceria, usado para avaliar e decidir sobre a configuração estrutural final e funcional básica do projeto; **integração**: protótipo com a configuração geral do projeto, usado para desenvolvimento e validação de subsistemas e componentes; **validação**: protótipo incorporando a carroceria montada com peças das ferramentas de produção, incorporando as grandes peças plásticas também de ferramental final e demais componentes do produto, aprovados; tem como objetivo a validação final do produto veículo; **piloto**: veículo produzido durante as operações de validação do processo pela manufatura. Definições provenientes da cultura GM.

A Fig. 4.9 mostra a subfase estrutural, cujo foco é a validação do projeto da estrutura e da funcionalidade básica do veículo. É composta pelo estágio construtivo dos protótipos estruturais, que é precedido pelo acesso aos resultados das análises virtuais do modelo estrutural.

Estas atividades suportam a liberação da informação de projeto dos demais elementos estruturais do veículo, áreas coloridas, mantendo-se em amarelo os que foram liberados na subfase conceitual, dentro do contexto da evolução do desenvolvimento explicado anteriormente.

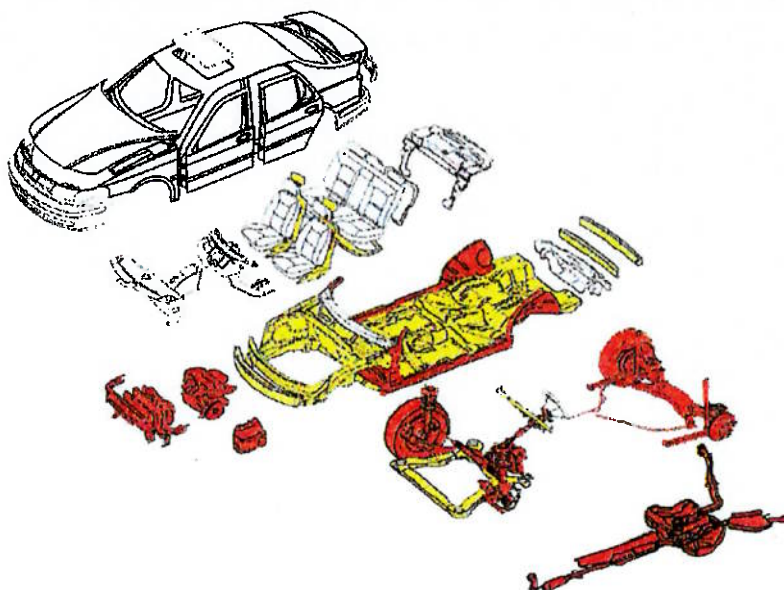


Figura 4.9 – Liberação de informações, subfase estrutural

Já a Fig. 4.10 mostra a subfase integração com foco na validação do projeto de subsistemas e componentes com participação dos fornecedores e início da validação dos processos produtivos, especialmente aqueles dos sistemas e conjuntos de longo prazo.

Logo no início desta subfase é concluída a liberação da informação de projeto de todos os demais componentes do veículo que não foram liberados nas subfases anteriores, o que é precedido pelo acesso aos resultados da análise virtual do veículo



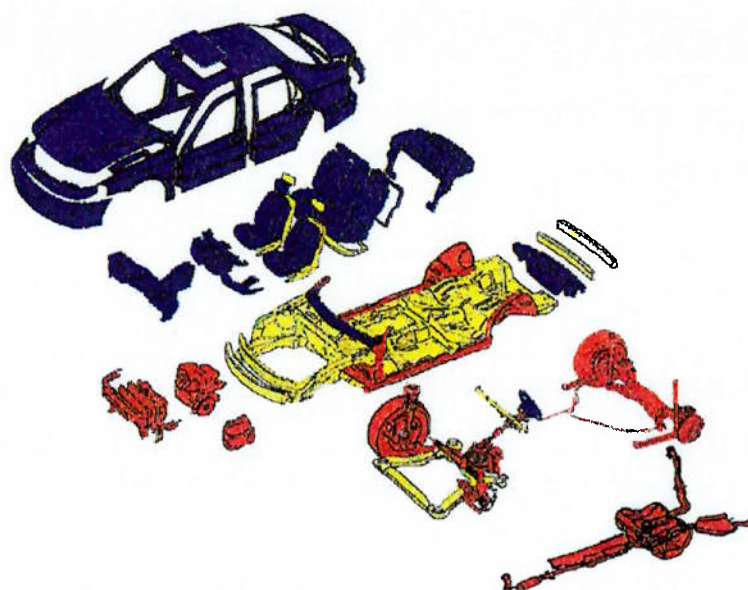


Figura 4.10 – Liberação de informações, subfase integração

de integração. A subfase é preenchida pelo estágio de construção e teste dos protótipos de integração e é esperado no seu final, ter disponíveis peças estampadas e injetados de grande porte para a montagem dos protótipos finais do estágio de validação do veículo completo.

Com a conclusão do estágio de validação conclui-se o período de desenvolvimento do projeto do produto e inicia-se a validação do processo de montagem do veículo.

#### **4.4.3 Prazos de desenvolvimento do projeto**

Não é o escopo deste trabalho de curso discutirmos prazos, mas é sabido que o prazo é um dos maiores motivos (o outro é custo), de não se atingirem os objetivos de qualidade num projeto. Por outro lado, a estrutura do processo de desenvolvimento de veículos conta com a definição de cronogramas adequados para o desenvolvimento do projeto e a fixação de datas-chave que permitem a ancoragem das atividades a seu tempo e a integração de seus resultados no contexto da organização.

A matriz proposta para o processo na Seção 4.5, mostra uma distribuição de eventos e *gates* sincronizados com o cronograma de atividades do Programa, atividades estas desenvolvidas considerando um veículo novo. Não há necessidade de colocarmos prazos e datas nesses eventos, já que esta informação depende da duração de cada atividade, que por sua vez depende dos recursos e da estrutura de trabalho de cada montadora. O que é representativo para a proposta do Plano de Qualidade da Engenharia é a seqüência das atividades durante o desenvolvimento e a natureza dos resultados.

Para situarmos no tempo a proposta, podemos afirmar que no mundo da indústria automobilística, as montadoras levam para desenvolver um veículo novo, no período compreendido entre o ADI – análise dos dados iniciais e o IPR – início da produção regular, de 48 a 24 meses aproximadamente, dependendo da inovação tecnológica, tipo (caminhão, camioneta, utilitário, automóvel de passageiros, etc.), modelo (sedan, 5 portas, grande, médio, pequeno, esportivo, etc.) e conteúdo.

Na indústria automotiva de forma geral, adotou-se um padrão\* de mensuração do prazo de desenvolvimento de um veículo, que é o período compreendido entre o LSV – liberação da superfície validada (VDR) e o IPR (SOP). A razão para a escolha da referência no LSV está na interpretação de que este é um momento, de certa forma comum a todas as montadoras, que sinaliza a conclusão da definição do modelo de estilo, das especificações da superfície da carroceria, dos subsistemas e componentes incorporados e sua liberação para a organização que deve proceder com sua execução e implementação em produção.

Este período há cerca de 10 anos, foi superior a 36 meses para um veículo novo e hoje está entre 30 e 12 meses. A grande variação se deve, além das mesmas razões colocadas para o período total de desenvolvimento, à agilidade na condução do processo específico de desenvolvimento, parceria com *design houses*\*\* e

---

\* Padrão de mensuração da duração de um projeto de veículo para um novo lançamento, seguido pelas grandes montadoras (não registrado) que vai do LSV, pelo estúdio até a data do início de produção regular.

\*\* *design house*, aqui mencionado como fornecedor de serviços de desenvolvimento e execução de projetos

fornecedores de autopeças e o uso de novas tecnologias na área de sistemas informatizados.

As montadoras costumam usar como instrumento de *marketing* a redução desse período de desenvolvimento, por demonstrar agilidade e avanço tecnológico.

#### 4.5 A matriz proposta para o PDV

Tendo como base as referências mencionadas, é mostrado aqui um processo de desenvolvimento de produtos, detalhado o suficiente para poder cobrir e emoldurar as atividades do plano de qualidade no nível que pretendemos desenvolver neste trabalho de curso.

Na Fig. 4.11, mostramos a estrutura básica da matriz do processo ao qual chamamos PDV – processo de desenvolvimento de veículos. No Apêndice A mostramos a matriz completa, incorporando os *gates* do Plano de Qualidade da Engenharia, foco deste trabalho.

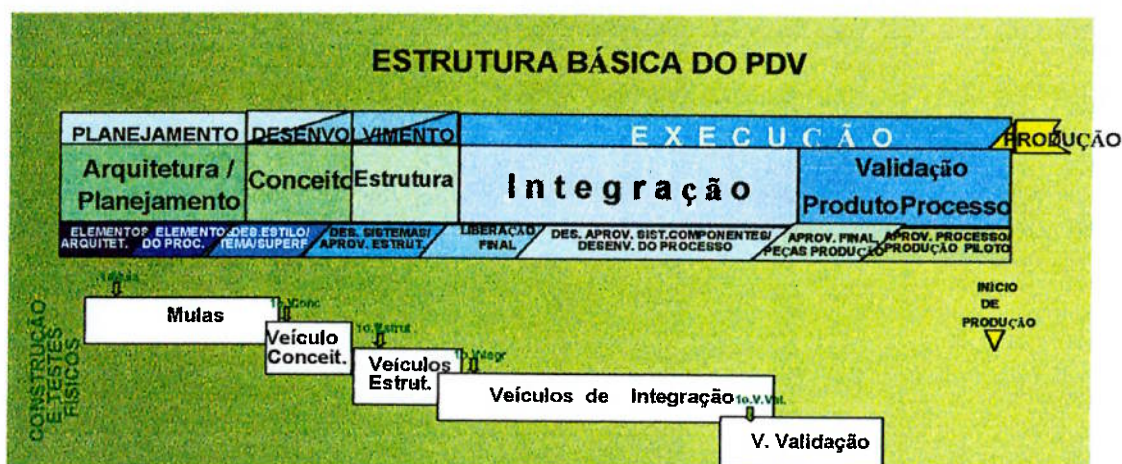


Figura 4.11 – Estrutura básica do processo

##### 4.5.1 Elementos estruturais do PDV

A estrutura do PDV está formatada para atender grandes projetos, como desenvolver um veículo totalmente novo, partindo-se das informações do mercado. Atende como

via de consequência, pequenos projetos, para o que não precisaríamos de tanta complexidade, como vamos explicar um pouco mais adiante, no desenvolvimento do texto.

Não é objetivo entrarmos profundamente neste tópico, mas é importante que entendamos a estrutura do processo, uma vez que este é o ambiente que vai suportar a elaboração e condução do plano de qualidade.

Podemos observar na Fig. 4.11, que o processo é constituído de quatro fases e nosso plano de qualidade navega em três delas, planejamento, desenvolvimento e execução, que encerram todo o trabalho de desenvolvimento do projeto e precedem a entrada em produção, esta última perfazendo a quarta fase do PDV.

Por outro lado as três fases mencionadas se subdividem em subfases, arquitetura e planejamento, conceito, estrutura, integração e validação do produto e processo produtivo. São estas subfases que marcam o acompanhamento do andamento do projeto através de revisões periódicas das atividades cumpridas na passagem de uma subfase à outra. Distinguem também a natureza do trabalho desenvolvido para maximizar o desempenho da organização no atendimento dos objetivos.

Por exemplo, na subfase de arquitetura e planejamento procura-se avaliar os recursos disponíveis na organização diante das informações do mercado que orientam a caracterização do produto a ser desenvolvido, definir sua viabilização alinhando uma composição básica desse produto à luz dos processos existentes e de novas tecnologias que eventualmente tenham que ser introduzidas e dos critérios internos de trabalho da empresa.

Já na subfase conceito, inicia-se o desenvolvimento propriamente dito com a integração do tema artístico visualizado pelo estúdio em função das expectativas do cliente, às informações de fabricação e subsistemas de fornecimento considerado viável, conforme diretrizes financeiras e processo produtivo definido, de tal forma a atender os requisitos do mercado.

Na estrutura o desenvolvimento avançou o suficiente para que se possa tomar decisões sobre o projeto estrutural do veículo, que normalmente condiciona os investimentos de maior vulto e os prazos das peças de desenvolvimento mais longo.

Durante a integração, quando já todas as fontes de fornecimento foram definidas, o processo produtivo detalhado, ocorre o desenvolvimento e validação dos demais subsistemas e componentes do veículo.

Na subfase subsequente, validação do produto e processo produtivo, ocorre a validação final do produto veículo e do processo de montagem como um todo, incluindo a integração do sistema de controle de suprimentos com o de manufatura, aprovando e liberando todo o processo de produção regular.

Podemos ver ainda na Fig. 4.11 logo abaixo das subfases, uma faixa realçando atividades evolutivas dominantes durante evolução do processo de desenvolvimento. Mais abaixo, temos sumarizado na forma de blocos e eventos, o plano de construção e testes físicos, que cadencia todo o andamento do desenvolvimento, por integrar fisicamente no produto as decisões e detalhamento que vão sendo consolidados ao longo do tempo na organização do projeto. Desta forma, é possível ilustrar os estágios do progresso do trabalho para conferir confiabilidade e suportar as decisões de continuidade do trabalho e sua passagem para a subfase adiante.

Estas atividades estão também interligadas através do cronograma dos eventos do projeto, às atividades de análise e simulação virtual, que muito contribuem para o suporte das ações construtivas, bem como às liberações das informações de desenho do produto para o restante da organização e para a rede de fornecedores de materiais e produtos, ferramental, dispositivos, máquinas e equipamentos.

#### **4.5.2 Correlação com a organização de engenharia**

Se olharmos a matriz completa do PDV no Apêndice A, vamos notar que o quadro mostra algumas faixas de eventos além da construção e testes físicos, que determinam a cadência do processo de desenvolvimento, a interação com os

diferentes níveis organizacionais para a tomada de decisão e a localização dos eventos do Plano de Qualidade da Engenharia ao longo do processo.

Para melhor entender o processo de trabalho é conveniente referenciar esse conjunto de atividades com um tipo de organização de engenharia direcionada para a execução de projetos na área automotiva. Muitas poderão ser as alternativas, mas nossa referência está numa organização mostrada no organograma de blocos apresentado na Fig. 4.12, elaborado tendo com referência a experiência adquirida na GMB, mas absorvendo algumas modificações advindas de exemplos de outras empresas do ramo.

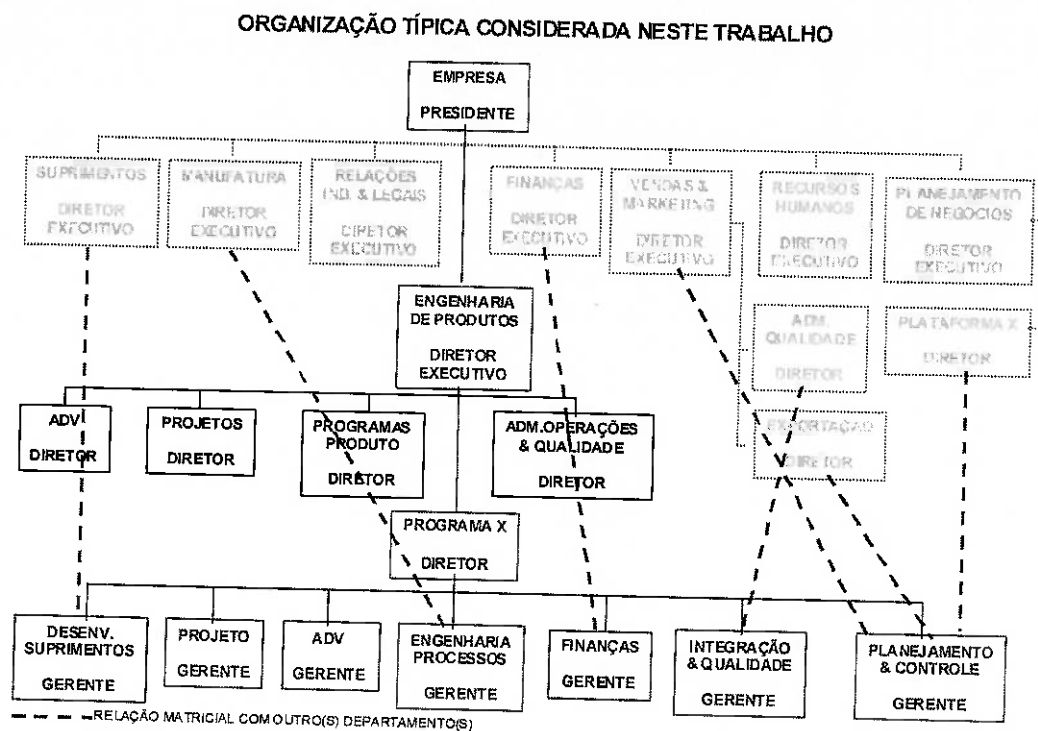


Figura 4.12 A organização de engenharia na empresa

A organização tomada como referência, no que é básico, tem uma distribuição de cargos e funções usual em algumas das grandes empresas, destacando-se a característica de ter uma Diretoria do Projeto específico dentro da Engenharia de

Produtos e uma Diretoria de Plataforma fora deste Departamento, reportando-se à Diretoria Executiva de Planejamento de Negócios.

Esta tem por responsabilidade dirigir todas as versões de uma dada plataforma de veículos, como Corsa ou Astra, no que diz respeito a atender os objetivos dos negócios estratégicos da empresa. Quanto à Diretoria do Projeto tem a responsabilidade de cuidar do seu desenvolvimento até o seu lançamento no mercado e entrada do mesmo em ritmo de produção regular.

Não pretendemos descrever toda a organização, mas é importante saber pelo menos a função e responsabilidades destes cargos que estarão diretamente interagindo com toda a organização na condução do Plano de Qualidade da Engenharia. Com esta compreensão é possível adaptar esta mesma proposta em qualquer outra organização de engenharia.

Pela organização referenciada o plano de qualidade vai ser conduzido pelo gerente da área de integração e qualidade, cuja função é elaborar, propor, implementar e administrar o plano ao longo do desenvolvimento do projeto. Tem a função adicional de integrar seu conteúdo com as demais áreas e planos que tenham respostas a dar em função da execução de suas próprias atribuições.

Por exemplo, a área responsável pelo ADV – análise, desenvolvimento e validação, que deve elaborar o plano que leva à validação final do veículo, deve incluir os objetivos de qualidade do produto na lista de requisitos a serem alcançados no processo de validação. É função de quem gerencia o plano de qualidade negociar, garantir que isto aconteça e acompanhar o desempenho na execução desta tarefa.

As áreas de execução do projeto, em especial as de elaboração dos desenhos do produto e análises estruturais, devem executar mensurações e as auditorias definidas no plano referente à qualidade no processo de desenvolvimento do projeto, que da mesma forma estará sendo gerenciado pelo gerente da área de integração e qualidade na organização referenciada.

#### **4.5.3 Administração da qualidade no desenvolvimento do projeto**

A administração da qualidade durante o desenvolvimento do projeto é feita em três níveis: Diretoria da Empresa, Diretoria da Plataforma e/ou do Projeto e gerência de integração e qualidade.

Voltando ao quadro geral no Apêndice A da estrutura do PDV, verificamos que temos seis *gates* definidos que são conduzidos com a Diretoria Executiva da Empresa, no caso de um programa estabelecido para lançamento de um veículo novo, onde ocorre o maior envolvimento geral das operações da empresa. Vamos verificar adiante que estes são sempre precedidos pela realização de um PQ ou um MAQ pela Gerência da Qualidade que visam preparar e atualizar o relatório de acompanhamento, que fará parte da apresentação do desempenho da qualidade do projeto para a Diretoria Executiva.

Na faixa logo abaixo dos *gates* da Diretoria Executiva temos os eventos estruturais do PDV que cadenciam o processo de desenvolvimento, *gates* conduzidos pela Diretoria da Plataforma, onde é levado um resumo do andamento do plano de qualidade e submetido a toda a organização da empresa, isto é, não somente à engenharia de produtos. O Diretor da Plataforma reúne em torno de si uma equipe completa de representantes de todos os departamentos envolvidos com o projeto.

Nas demais faixas abaixo no quadro do PDV, têm atividades que são conduzidas pelo Diretor do Projeto, aqui também chamado de Diretor do Programa, com exceção da penúltima que mostra a distribuição dos MAQ's, os quais são conduzidos pelo gerente de integração e qualidade. A última faixa mostra apenas algumas atividades básicas da manufatura que ancoram eventos importantes do desenvolvimento do projeto.

Os resultados das análises virtuais são apresentados em *gates* cadenciados pelos estágios construtivos, quando se tem acesso às conclusões tiradas através de simulações analíticas, que devem influenciar diretamente o estágio de construção física correspondente. Por exemplo, se alguma recomendação de modificação do produto de ordem estrutural for apontada durante o AVVE (acesso virtual ao veículo



estrutural), esta modificação deve estar implementada no primeiro veículo estrutural construído, para que seja avaliada e validada.

A seqüência de atividades durante os estágios de construção e testes físicos, tidos como a forma mais aceitável e segura de se visualizar o alcance dos objetivos do projeto, é relativamente demorada e rígida, não absorvendo facilmente ajustes eventuais durante o desenvolvimento, por requererem muita mão de obra, investimentos substanciais e atenderem à necessidade de verificação e validação física do produto. Por isso está no caminho crítico dos prazos do Programa e por isso cadencia o andamento de todo o projeto.

As informações aqui geradas ilustram e suportam todas as atividades de projeto do produto, desenvolvimento do processo produtivo, ferramentais, dispositivos e equipamento de manufatura. Provêm condições adequadas para desenvolver os requisitos de serviceabilidade necessários para definir o processo de assistência técnica na rede de concessionárias. Servem também para verificar e certificar o atendimento a requisitos de segurança veicular e demais regulamentações legais.

Na seqüência aparece a faixa mostrando os eventos do Plano de Qualidade da Engenharia, aqui propostos em dois níveis: o dos portais da qualidade (PQ) e o dos momentos de acesso à qualidade (MAQ). Os primeiros são *gates* que fazem parte das reuniões de acompanhamento do andamento do projeto, liderados pela Diretoria do Projeto e apresentados pelo gerente de integração e qualidade. Os MAQs são reuniões regulares lideradas pelo gerente de integração e qualidade diante de representantes no nível operacional de todas as áreas participantes do projeto, onde é discutido o andamento do trabalho que envolve a inclusão dos itens do plano de qualidade, bem como dificuldades e seus planos de ação.

Os resultados destas reuniões compõem os resumos focados em diferentes níveis, que são apresentados nos *gates* liderados pela Diretoria do Projeto e Diretoria da Plataforma, para a Diretoria Executiva da Empresa.

Sumarizando, no que diz respeito à condução do PDV, podemos realçar que a Diretoria da Plataforma administra o Programa através dos *gates* enunciados nos

eventos estruturais do PDV e lidera as apresentações nos *gates* para a Diretoria Executiva da Empresa.

A Diretoria do Projeto conduz o desenvolvimento e o administra através dos *gates* que são parte do processo das análises virtuais e dos portais da qualidade. De acordo com o vulto do conteúdo do Programa e da criticalidade dos prazos, alguns dos *gates* de acesso virtual e PQs que estejam com datas muito próximas, podem ser fundidos num evento único, para que se ganhe tempo no processo de trabalho.

É muito importante lembrar que o PQ tem um agente motivador que é a qualidade do desenvolvimento do projeto bem como a qualidade do produto em si. Por isso tem a função de ser um evento multidisciplinar com a essência de um *workshop*, onde todas as áreas ativas no Programa trazem seu status e dificuldades acompanhadas pela análise de risco e respectivos planos de ação, para que haja interação com a equipe e dali saiam eventuais redirecionamentos e definições da necessidade ou não de envolver níveis superiores na organização para que os objetivos sejam alcançados.

O número de *gates* e reuniões de trabalho recomendados pelo PDV, devem ser planejados de acordo com o vulto do Programa, isto é, se tratamos de um veículo novo, uma alteração de *face lift\**, ou mesmo simples ornamentações na mudança de um ano modelo, o tamanho do processo deve ser ajustado para conferir objetividade e agilidade à metodologia de trabalho. Foge ao escopo deste trabalho de curso este detalhamento.

O PDV mostrado, similar ao processo VDP adotado pela Corporação GM, no nosso entender mais ajustado à organização da divisão brasileira, foi desenvolvido com o propósito único de suportar a condução do Plano de Qualidade da Engenharia. Pelo que se sabe é um processo também similar ao adotado por outras grandes montadoras no Brasil e no mercado mundial.

---

\* *face lift*, termo usado no meio automotivo para identificar alterações na aparência do veículo em geral, sempre inclui modificações da superfície metálica da carroceria.

## **5. CARACTERIZAÇÃO DOS PROBLEMAS DE QUALIDADE LOCALIZADOS NO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO**

Para caracterizar os problemas de qualidade, desenvolvemos uma pesquisa sobre os problemas e discrepâncias encontradas, analisando três famílias de dados, surgidos durante a produção do produto, sua fase de implementação na produção ou piloto e durante a fase de desenvolvimento, esta especificamente cobrindo os estágios do conceito, estrutura e integração, fase onde as definições de projeto têm maior impacto sobre o produto e processo de fabricação.

A abordagem do assunto é feita propositalmente nessa ordem, isto é, do final para o começo, iniciando-se com a produção, passando-se pela piloto para se chegar à fase de desenvolvimento. Isto é interessante porque começamos com os problemas que afetam diretamente o usuário final, aqueles que escapam do controle na produção (cujas conseqüências todos nós como usuários de um veículo entendemos perfeitamente), para chegarmos naqueles que ainda podem ser prevenidos através das ferramentas propostas.

As fases de coleta de dados, metodologia de pesquisa, bem como sua classificação, foram formatados de tal forma a estarem em harmonia com as fases e a cadência do processo de desenvolvimento de veículos mostrado no Cap. 4, que será usado como referência no Plano de Qualidade de Engenharia, objeto específico e instrumento da solução proposta neste trabalho de curso.

As ações motivadas pela análise dos resultados das pesquisas são desenvolvidas e definidas no Cap. 6, onde definimos o Plano de Qualidade da Engenharia.

### **5.1 Metodologia da pesquisa**

Para que os dados melhor servissem ao propósito, foi seguida a seguinte metodologia:

- coleta da família de dados, constando de alterações do produto documentadas, na fase de produção de todas as plataformas e versões de veículos em produção;

- coleta de dados, alterações documentadas, durante o estágio de validação do processo ou piloto, fase da implementação em produção de dois veículos novos derivados de uma mesma plataforma;

- coleta de dados, discrepâncias reportadas oficialmente, durante a fase de desenvolvimento, abrangendo as subfases de conceito, estrutura e integração, de um veículo totalmente novo.

Análise dos dados e sua classificação, segundo os critérios listados a seguir.

Subfases de identificação da discrepância:

- Arquitetura / Planejamento,
- Conceito,
- Estrutura,
- Integração e Testes Finais,
- Piloto,
- Produção;

Quanto à origem:

- Montadora,
- Fornecedor,

Qualificação

- Produto,
- Processo,
- Operações;

Subfases da prevenção:

- Arquitetura / Planejamento,
- Conceito,
- Estrutura,
- Integração.

Área do veículo:

- Carroceria,
- Acabamento interno,
- Acabamento externo,
- eletroeletrônica,
- Chassis,
- Powertrain,
- Geral.

### **5.1.1 Subfases de identificação das discrepâncias**

Estas subfases estão correlacionadas com o momento em que o problema foi identificado, quando se originou o documento dentro da organização que orienta e

descreve a ação corretiva do processo ou produto, ou ainda ambos. Na pesquisa das discrepâncias encontramos a origem, na sua grande maioria, nessas etapas pesquisadas, mas deparamos com problemas já identificados em fases anteriores e que por algum motivo não chegaram a ser resolvidos, impactando fases adiante. A razão desta defasagem se deve à atividade administrativa requerida para aprovação da alteração (emissão do documento, estimativa dos impactos como custos, efeito no preço, prazos de implementação advindos de retrabalho em ferramental e revisão do processo), validação do produto/processo e coordenação com a cadeia de suprimentos para a entrada em produção, até que efetivamente sejam incorporadas ao processo produtivo regular.

De qualquer forma, tomamos como fase da identificação aquela constante do documento tomado como referência para o caso. Na análise dos casos da piloto, como todos foram tomados durante este processo, não existem outras fases de identificação a mencionar.

É importante saber quando a organização é capaz de perceber as discrepâncias, não fosse pela identificação dos problemas de qualidade, ao menos pela oportunidade de sentir os pontos fracos da organização e poder desenvolver melhorias em sua estrutura e metodologia de trabalho, de tal forma a flexibilizar e agilizar o tempo de reação a imprevistos durante o processo de desenvolvimento do produto.

### **5.1.2 Quanto à origem**

Estes dados identificam se a origem do problema está localizada na montadora ou em algum de seus fornecedores

O desenvolvimento do projeto de um dado sistema ou componente ocorre em diferentes momentos durante o desenvolvimento de um novo veículo, dependendo de seu vulto e expressividade no veículo como um todo, se o mesmo é de responsabilidade da montadora ou do fornecedor e se diz respeito a processo, produto ou a ambos. Com a identificação da origem, é possível inserir ações a seu tempo no desenvolvimento, de tal forma a interceptar e prevenir a eventual ocorrência de um

desvio do bom encaminhamento do trabalho de projeto e inserir controle que minimize discrepâncias e até falhas.

### **5.1.3 Qualificação**

Na qualificação dos problemas identificamos se são de processo, de produto ou afetam a ambos e ainda se são de ordem apenas operacional, (acerto de lista de peças, extensão de informações de um ano modelo para o seguinte, solicitação de uma fábrica no exterior que resolveu absorver uma peça localmente ou implementar um novo processo, nova combinação de opções por razões momentâneas de comercialização, etc.).

Na maioria dos casos, tanto produto quanto processo são envolvidos. Mesmo a sua origem é de difícil qualificação sobre este aspecto, já que existem situações onde processos diferentes podem resultar em aparência e/ou configurações de produto distintas. Muitas vezes é a conveniência do processo que dita a regra e por outras é a preferência do cliente que prevalece.

### **5.1.4 Subfases da prevenção**

Com o conhecimento da origem do problema, a fase em que o mesmo foi identificado e a parte do veículo a que pertence o sistema ou componente afetado, é possível definir ações e traçar um plano de acompanhamento que motive a prevenção de sua ocorrência.

Se é um problema relativo a produto, este deve ser equacionado antes que venha o desenvolvimento de seu processo produtivo, ou o mais tardar, simultaneamente com a discussão do processo. Se é relativo a um componente da estrutura básica do veículo, o controle preventivo deve ser levantado já durante a fase de desenvolvimento inicial da arquitetura.

Se alguma discrepância escapou e tudo indica pela pesquisa que o impacto e sua identificação vai surgir durante a fase de desenvolvimento final e testes, há que

analisar a abrangência das ações corretivas e definir sua prioridade num plano preventivo. Isto é, pode ser possível que na fase de identificação do problema ainda seja possível sua correção sem maior impacto na qualidade e em custos operacionais, o que pode não merecer medidas adicionais em fases anteriores, cujos recursos e tempo de trabalho podem ser usados na investigação e controle de itens mais críticos.

#### **5.1.5 Área do veículo**

No desenvolvimento do projeto de um veículo, uma vez concluído o conceito, procura-se iniciar o trabalho pelas peças arquiteturais e de prazo mais longo, que vão requerer mais tempo até que possam estar disponíveis para a produção de veículos vendáveis.

Um novo painel-assoalho, certamente será classificado como um item de longo prazo, por exigir um dos ferramentais e equipamentos produtivos mais pesados e complexos de toda a composição do veículo, o que é diferente para um banco, um pára-lama, um radiador, um sistema eletrônico, etc. Portanto, precisamos saber estatisticamente a incidência dos problemas por área do carro, para que medidas adequadas possam ser programadas em tempo, quando podemos obter eficiência máxima nas ações preventivas.

#### **5.2 Avaliação dos dados da pesquisa durante a fase de produção**

Os dados nesta fase foram obtidos da pesquisa de *EWOs* \*, entrando no sistema de Engenharia, no período de cerca de um mês (de 14/08 a 11/09/2001), contendo informações de todas as versões de veículos em produção nessa época. Foi analisado um total de duzentos documentos e a classificação segue a seqüência de eventos e atividades definidos no processo de desenvolvimento de veículos, Cap. 4.

---

\* *EWO* – *Engineering Work Order*, documento que oficializa, autoriza, registra e implementa ações corretivas de produto na empresa.

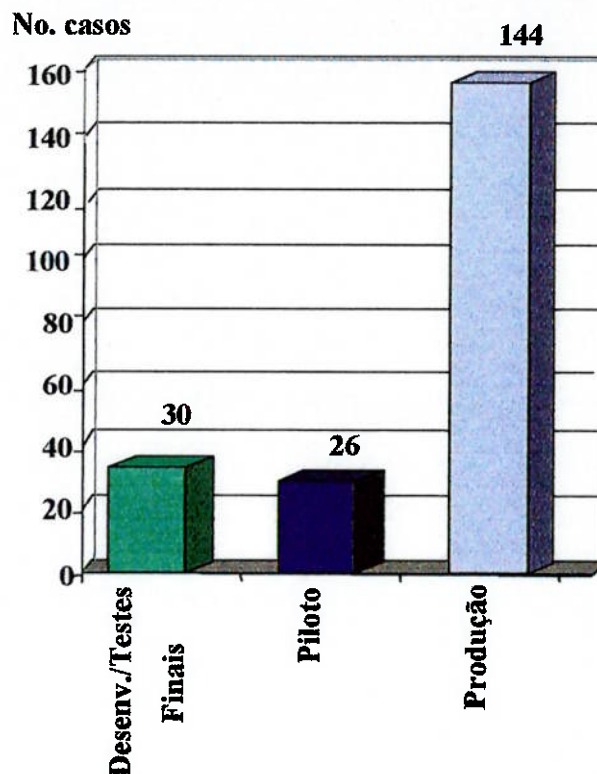


Figura 5.1 – Identificação das discrepâncias – produção

Podemos considerar que a amostragem representa todo o conjunto de dados deste tipo de informação, uma vez que a revisão de todos os documentos originados é feita semanalmente, a uma quantidade de 40 a 70 por reunião, com os assuntos variando entorno dos mesmos tópicos. Foi verificado que após dois anos, ainda esta representatividade permanece, alterando-se apenas os modelos em produção. Não poderia ser de outra forma, já que a *EWO* traz aquilo que é o dia-a-dia do Engenheiro das áreas de projeto na empresa, em termos de modificações no produto de qualquer origem.

### 5.2.1 Identificação das discrepâncias - produção

Como podemos observar no gráfico da Fig. 5.1, a maioria dos casos (72%) foi identificada na fase de produção, o que está dentro da expectativa, já que estamos pesquisando documentos que tratam de alterações do produto sendo produzido atualmente. O que nos surpreende mais é o fato de termos identificados 15% dos



casos durante a fase do desenvolvimento final e não ter sido possível a efetivação da solução, antes de se iniciar a produção regular. Isto na realidade é bastante comum, mas indica que a organização deve melhorar em agilidade para resolver problemas. Pode significar custo elevado envolvendo essas alterações, por tomarem muito tempo para serem introduzidas na produção, com algumas certamente, requerendo retrabalho substanciais em ferramentais.

Os 13% identificados na piloto, demonstram uma capacidade de percepção tardia dos problemas, o que pode ser demonstrativo da necessidade de melhoria na integração das atividades de projeto de produto e desenvolvimento do processo durante o processo de desenvolvimento.

Como reação aos resultados da análise dos dados, devemos propor ações no plano de qualidade que possam prevenir essas ocorrências no momento em que as informações envolvidas estão sendo geradas

### 5.2.2 Origem e qualificação - produção

O gráfico da Fig. 5.2 mostra a distribuição dos problemas quanto à organização de origem, montadora ou fornecedor e a Fig. 5.3 a qualificação na origem, se diz respeito a produto, processo ou é resultado de operações outras que não afetam este trabalho.

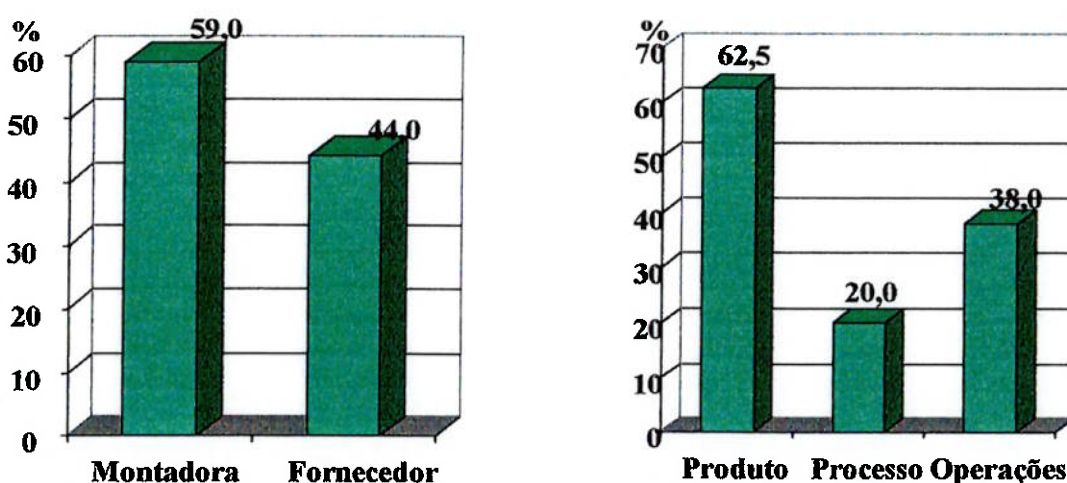


Figura 5.2/5.3 - Classificação quanto à origem / qualificação – produção

Podemos constatar que a maioria, 59%, advém da montadora e 44% dos problemas são originados no fornecedor. Quanto à qualificação, 62,5% são originados no produto, 20% tem origem no processo e 38% não são importantes neste trabalho, por terem causas inicialmente não relacionadas com o desenvolvimento do projeto e a qualidade, aqui identificados como operações.

É importante complementar que temos problemas comuns tanto á montadora quanto ao fornecedor numa mesma peça, que não foram separados nesta pesquisa. A análise dos problemas por organização e com a informação da área de incidência no veículo, é possível planejar em que fase do processo o plano de qualidade deve puxar as informações de projeto dessas peças e alocar controles para que isso ocorra de fato. Da mesma forma, devemos lembrar que não separamos itens que afetam processo e produto simultaneamente. A razão é idêntica áquela explicada anteriormente e este é o motivo da soma das porcentagens resultar num valor superior a 100%.

Por exemplo, se tivermos uma alteração afetando a carroceria e esta disser respeito ao fornecedor, sabemos pelo processo de desenvolvimento de veículos em que estágio este problema deve ser abordado e debatido concorrentemente com a equipe multifuncional na fase de definição, de tal forma a evitar que escorregue adiante. Da mesma maneira, se tivermos um problema de acabamento interno que afeta somente a montadora, sabemos pelo processo a fase ao longo do desenvolvimento, que este deve ser debatido e equacionado.

### **5.2.3 Prevenção - produção**

O gráfico da Fig. 5.4 mostra-nos uma prevalência da subfase de integração, 31%, para tomarmos ações preventivas quanto à ocorrência futura dos problemas. Podemos verificar que a subfase estrutural, quando as decisões podem afetar ferramental pesado e assim impactar substancialmente prazo, custo e qualidade, vem logo em seguida com 27%.

De certa forma, o resultado parece lógico, especialmente o índice da integração, sob o aspecto da prevalência sobre o estrutural, já que é o período do desenvolvimento

onde integramos todas as peças no sistema veículo. Por terem sido os problemas identificados durante a produção, já tendo passado portanto pela piloto, que é o estágio da validação do processo produtivo do produto novo ou modificado, as peças deveriam ser representativas da qualidade de produto a volume de produção regular.

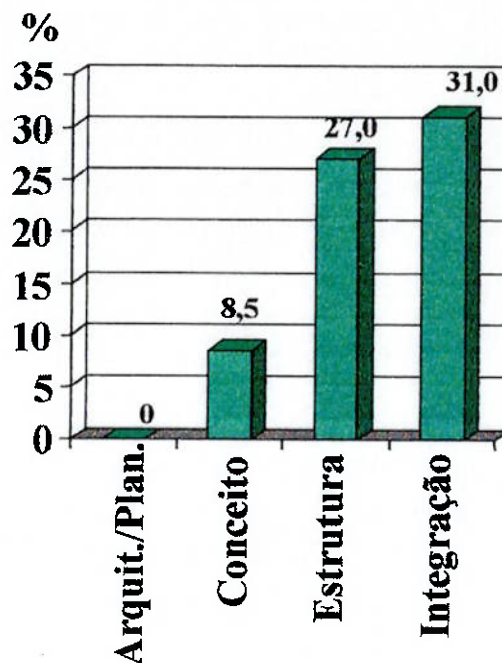


Figura 5.4 – Incidência pelas subfases de prevenção – produção

Este momento de transição do desenvolvimento para a produção, é bastante crítico, dada a concentração de grande quantidade de componentes e sistemas, além do próprio veículo como um todo, que simultaneamente passam pela validação do produto e processo de fabricação, sem terem passado, em grande parte dos casos, pelo funcionamento em conjunto num veículo apresentando o mesmo nível de desenvolvimento entre si.

Algumas peças durante os testes finais já são tiradas do ferramental final, outras vêm de ferramentas experimentais, algumas retrabalhadas de similares da produção e umas poucas fabricadas a nível artesanal, apesar de todas possuírem um relatório de aprovação do produto, (não necessariamente do processo), que as habilita a entrarem na montagem do veículo protótipo para a finalização dos testes de validação.

Idealmente, antes de adentrarem o estágio da validação do processo de montagem do veículo, todas as peças deveriam ter seu processo de validação e aprovação concluído (produto e processo produtivo).

O índice de 31% indica que o trabalho de desenvolvimento na subfase integração, quando deve ocorrer a validação de componentes e sistemas pelo próprio fornecedor, não teve acompanhamento adequado e a montadora não foi eficaz na sua identificação em tempo hábil.

O índice da subfase estrutural, pode indicar ineficiência no processo de desenvolvimento, escolha tardia de fontes fornecedoras e/ou falha no processo de integração da engenharia de produtos com a manufatura e os próprios fornecedores.

Estes problemas são os grandes vilões causadores do baixo nível de qualidade do produto perceptível pelo cliente, da criticalidade dos custos de desenvolvimento e dos altos custos da garantia.

#### **5.2.4 Área do veículo - produção**

A Fig. 5.5 mostra o resultado da análise dos problemas quanto à sua localização no conjunto veículo. O maior grupo de problemas, 30%, é aquele classificado como Geral e diz respeito à padronização de peças e a componentes de uso diversificado no veículo, como parafusos, porcas, presilhas e outros elementos de fixação, pequenos suportes, vedadores, etc., cujo vulto do impacto na atividade de projeto é relativamente pequeno, mas não pode ser desprezado neste processo.

Por exemplo, uma modificação num componente de fixação, pode requerer alterações num elemento estrutural da carroceria, cujo ferramental tem longo prazo de desenvolvimento e com isso comprometer prazos e investimentos para a sua resolução. Desde que levantado a seu tempo no processo de desenvolvimento, que normalmente é negligenciado por serem encarados como miscelânea, o impacto da modificação pode ser minimizado.

Já a incidência na área de *powertrain*\* e carroceria é preocupante por exigirem ações contundentes logo na fase inicial do projeto quando o nível de detalhamento não favorece a análise minuciosa das causas.

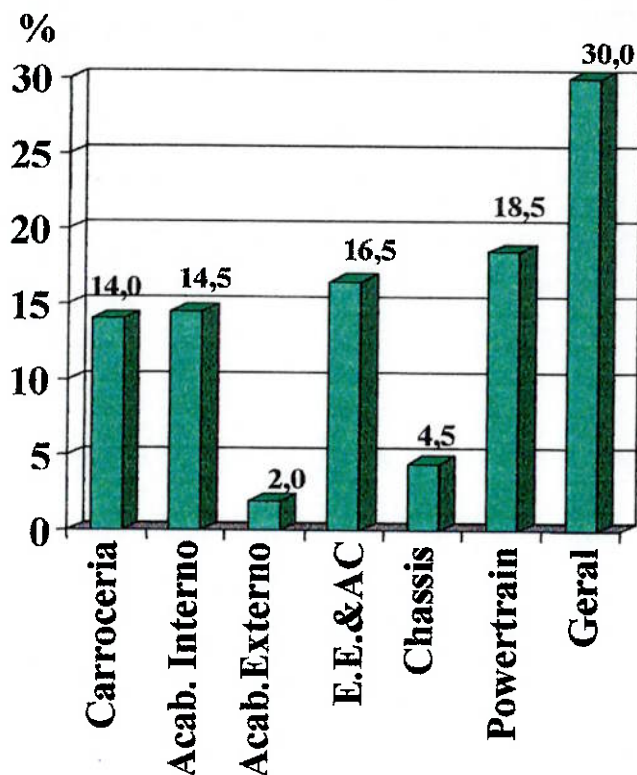


Figura 5.5 – Incidência por área do veículo - produção

O plano de qualidade deve exigir respostas da organização de engenharia que satisfaçam a prevenção dos problemas, mesmo nesta fase.

### 5.3 Pesquisa durante o estágio piloto

Durante a fase piloto, analisamos 505 casos (5 passos)\*\* documentados durante a entrada em produção de dois veículos novos, no período de outubro a dezembro de 2001. As informações foram colhidas de documentos abertos durante a montagem

\* *powertrain* palavra usada no meio automotivo para designar o conjunto do motor, transmissão e seus agregados

\*\* Processo padrão GMB de análise de problemas desenvolvido em 5 etapas: Definição do problema / Contenção imediata ou solução intermediária / Causa ou raiz do problema / Implementação do plano de ação ou Solução definitiva (EWO) / Verificação ou confirmação da eliminação do problema.

na área de tapeçaria (110), funilaria e pintura (150), observações de qualidade ao longo da linha de montagem (143) e auditoria final (GCA) (102).

A representatividade da amostragem é significativa pela quantidade e especialmente pelo período da coleta, 3 meses, bastante abrangente, já que esta primeira fase da piloto pode durar de 3 a 4,5 meses na fábrica em questão. Durante a segunda fase, que precede a produção regular, não é suposto termos alterações de produto e o foco está na integração das operações produtivas.

### 5.3.1 Origem e qualificação - piloto

Podemos observar no gráfico da Fig. 5.6 que 71,3% dos problemas são atribuídos à montadora, o que não poderia ser diferente já que estamos na fase de validação do processo de montagem do veículo. Os problemas alocados ao fornecedor são cerca de metade dos anteriores, mas alguns deles envolvem ambas as origens, já que os documentos não permitiam uma investigação mais profunda para chegar até o nascedouro da discrepância.

Quanto à qualificação dos problemas, Fig. 5.7, podemos notar que se distribuem aproximadamente meio a meio entre produto e processo. Aqui podemos tirar algumas conclusões a respeito das causas, mas um aspecto é claro, não deveríamos ter índice tão elevado de problemas de produto chegando no estágio da piloto.

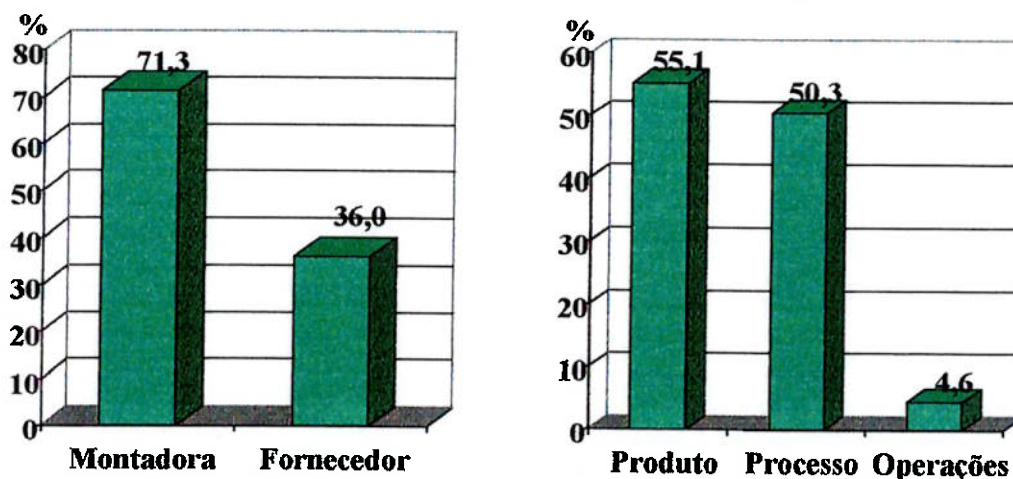


Figura 5.6/5.7 - Classificação quanto à origem / qualificação - piloto

Alguns dos problemas tem origem tanto no processo quanto no produto, isto é, ambos os aspectos estão tão interligados que torna difícil a qualificação.

Seria esperado termos um número maior de problemas de processo, por estarmos passando pelas atividades de validação do processo de manufatura, de onde podemos comentar que as atividades de desenvolvimento do produto deveriam ter sido iniciadas antes e a integração com fornecedores e especialmente com a manufatura, evidenciando pontos fracos da organização.

Os 4,6% identificados como operações, neste caso, são decorrentes de acerto de lista de peças, alteração de combinação de opções, agrupamento ou desmembramento de sistemas, etc, e por isso não são tão importantes para o nosso estudo.

### 5.3.2 Prevenção - piloto

A atividade de prevenção deve se concentrar na subfase de integração (60,0%) e de desenvolvimento estrutural (37,8%) pelos dados da Fig. 5.8. Como vamos poder comprovar mais adiante, houve uma incidência muito grande de problemas de carroceria, o que pode justificar uma porcentagem significativa de discrepâncias no lado estrutural, as quais devem merecer toda a atenção no desenvolvimento preventivo, pelo aspecto de terem uma tendência a impactar substancialmente prazo, custo e a qualidade do veículo como um todo. Note que isto nos leva a reforçar aquela afirmativa anterior de que o projeto deveria ter tido uma melhor integração com a manufatura desde o início do desenvolvimento.

É na subfase de integração que deve residir o maior esforço do trabalho de prevenção para os componentes gerais, trabalho este que deve focar a fase de acompanhamento de validação de componentes e sistemas com os fornecedores, bem como o trabalho inicial da manufatura em *try out*\* de ferramentas, solda e montagem de

---

\* *try out*, expressão usada no meio da indústria automotiva para indicar o início do processo de validação de uma ferramenta, conjunto de ferramentas ou equipamento de produção, quando são tiradas as primeiras peças para verificação de sua representatividade diante do projeto.

conjuntos, subconjuntos e painéis que precedem a construção de carrocerias e a própria operação piloto do complexo da linha de montagem do veículo.

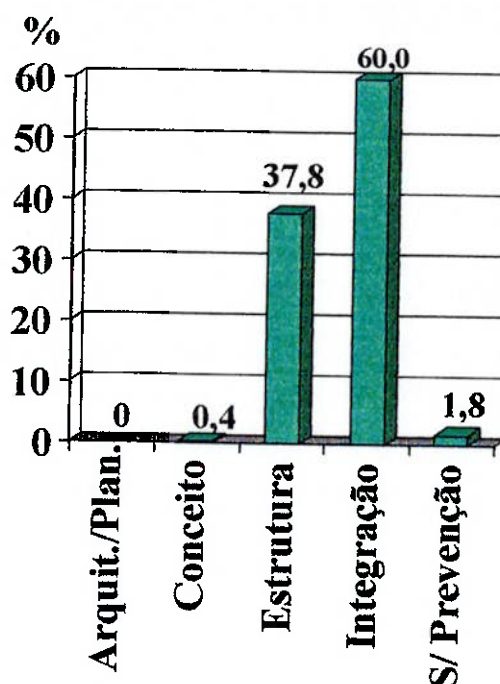


Figura 5.8 – Incidência pelas subfases na prevenção – piloto\*

### 5.3.3 Área do veículo - piloto

Podemos verificar pela Fig. 5.9, que pouco menos de metade dos problemas (46%) estão localizados na carroceria e os outros 54% distribuídos pelas demais áreas do veículo. Os dados estatísticos anteriores mostram grande coerência, o que demonstra que a amostragem é bastante confiável. Vimos que a origem das discrepâncias está 71,3% na montadora e a carroceria é de responsabilidade total da mesma, o que suporta a afirmativa anterior.

As análises indicaram que as atividades de prevenção devem ser executadas durante o estágio estrutural (37,8%) e de integração (60,0%), onde neste último se mostra

\* 1.8% dos casos não são passíveis de prevenção, dentro do escopo deste trabalho, já que são relativos a operações e não é possível capturá-los no âmbito da qualidade durante o projeto.



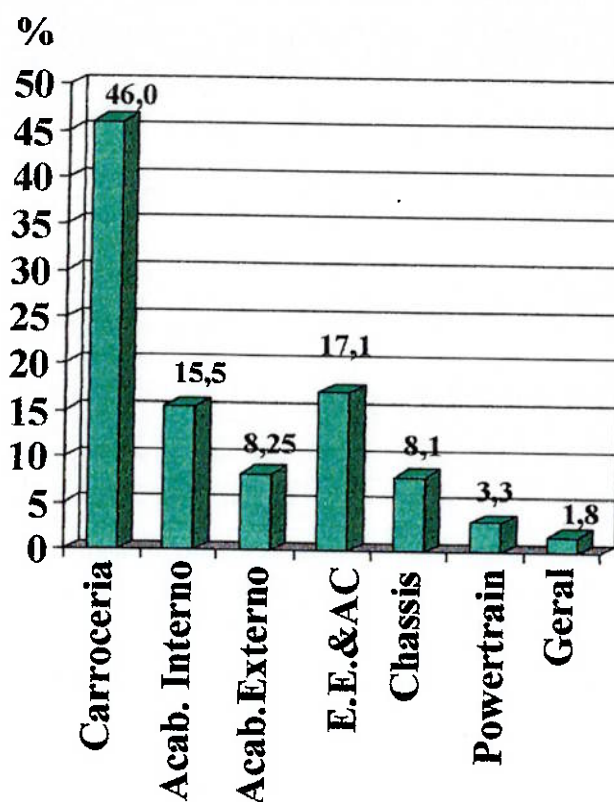


Fig. 5.9 – Incidência por área do veículo – piloto

lógico o resultado da pesquisa, pelo processo de desenvolvimento já explicado em parágrafo anterior. É durante a integração que há oportunidade de se harmonizarem todas as variáveis antes da finalização e validação do projeto de sistemas e componentes\*, e seus processos produtivos.

Isto nos leva a concluir que é o projeto da carroceria que requer maior atenção quanto à implantação de iniciativas de qualidade durante o desenvolvimento do projeto do produto, para que tenhamos boa qualidade no produto final.

#### 5.4 Pesquisa durante a fase de desenvolvimento

Foram pesquisados 257 casos durante a fase de desenvolvimento de um veículo

\* o que chamamos de componentes gerais: pode-se dizer que a carroceria é formada por estrutura e componentes gerais.

novo, distinto daquele pesquisado na fase piloto, que pelo nosso PDV compreende os estágios de conceito, estrutura e início da integração. Todos os casos estão documentados, ocorrendo a identificação da sua maior parte entre outubro de 2000 a fevereiro de 2001.

Esta fase foi escolhida por ser a mais significativa em termos do vulto do trabalho desenvolvido e pelo efeito na condução do projeto, já que é nessa época que o projeto do produto é consolidado e o projeto do ferramental mais pesado, de longo prazo, é executado e contratada a sua construção.

Por outro lado, as decisões nesta fase têm impacto fundamental no andamento do projeto como um todo, especialmente no foco de nosso trabalho, a qualidade no desenvolvimento do projeto do produto, onde, a esta altura, todo o conteúdo do Plano de Qualidade da Engenharia deve estar negociado com a organização, consolidado e em plena execução.

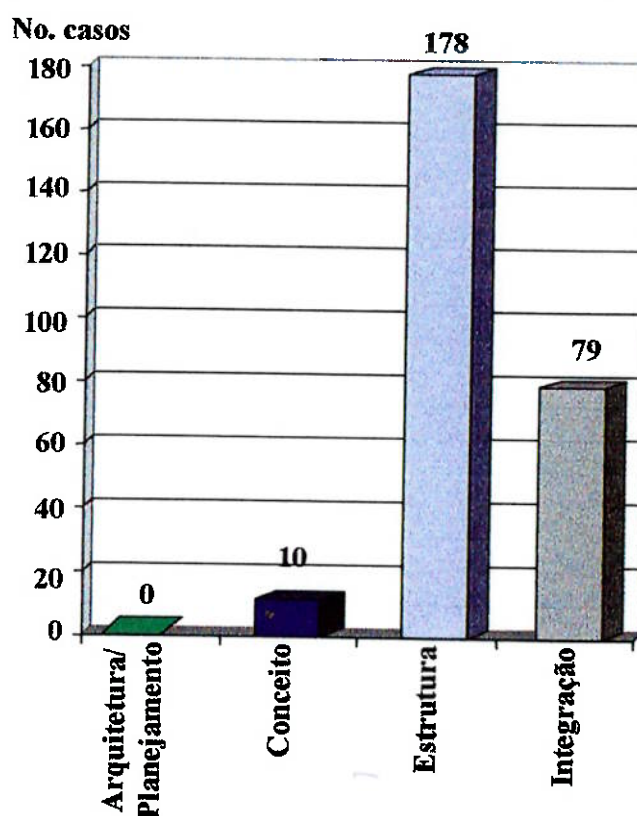


Fig. 5.10 – Identificação das discrepâncias - desenvolvimento

#### 5.4.1 Identificação das discrepâncias - desenvolvimento

Como podemos verificar pela Fig. 5.10, identificamos 178 ou 69,3% das discrepâncias na subfase conceitual e 79 ou 30,7% na de integração. Apenas 10 casos foram identificados na subfase conceitual.

É sempre um bom indicativo de que poderá se ter um projeto caminhando dentro dos objetivos estratégicos se a concentração da identificação das discrepâncias acontecer em subfases anteriores à da estrutura. Podemos observar que também neste projeto podemos acrescentar valor se adiantarmos algumas das ações que poderão evitar as ocorrências identificadas nos estágios, estrutural e de integração.

#### 5.4.2 Origem e qualificação - desenvolvimento

Verificamos pela Fig. 5.11, que a origem dos problemas está fundamentalmente na montadora (87,3%), o que é razoável, já que estamos no início do desenvolvimento programa e a mesma é também a origem do projeto. Restaram apenas 17,6% com origem nos fornecedores, uma vez que neste ponto apenas aqueles majoritários foram engajados nas atividades. Novamente alguns problemas tiveram origem que envolveu ambos os lados.

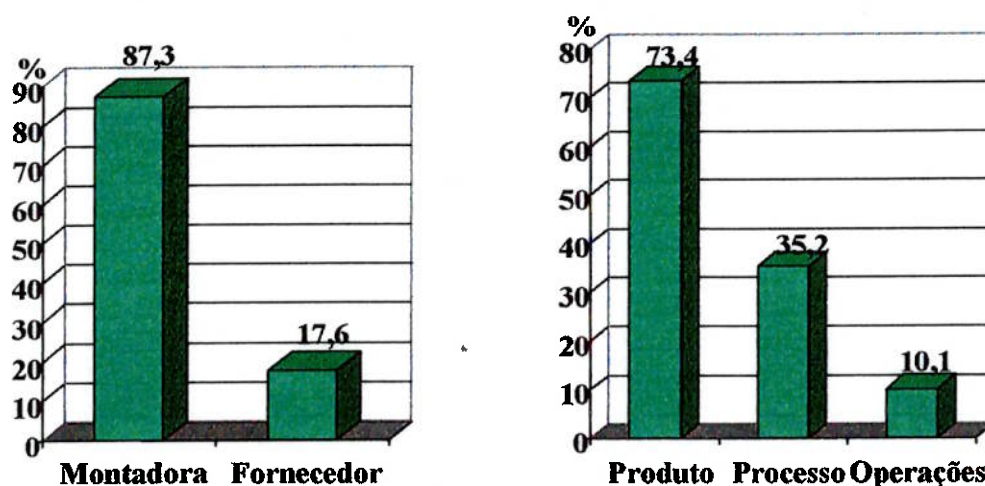


Figura 5.11/5.12 – Classificação quanto à origem / qualificação – desenvolvimento

Quanto à qualificação, Fig. 5.12, tivemos 73,4% na área de produto, que se encontra

em franco desenvolvimento, e 35,2 % na área de processo, mostrando uma tendência perfeitamente previsível, pelo processo estar iniciando seu detalhamento após ter consolidado sua definição estrutural e estratégica. Tivemos 10,1% classificados como operações, que correspondem a erros de emissão, acertos burocráticos e outros não pertinentes a este trabalho.

### 5.4.3 Prevenção - desenvolvimento

Quanto à prevenção, pelo gráfico mostrado na Fig. 5.13, verificamos que a maioria das ações deve se concentrar na subfase do conceito (70,0%). Temos 15,7% no estágio de desenvolvimento da arquitetura e planejamento do projeto, que certamente ajudará na melhoria da qualidade do desenvolvimento. A prevenção durante o planejamento tem o efeito de refinar as informações, não gera custo, ao mesmo tempo em que evita a incidência de custos posteriores e assegura o atendimento ao cronograma estabelecido, por concorrer para evitar a ocorrência de ações inesperadas pós-fato.

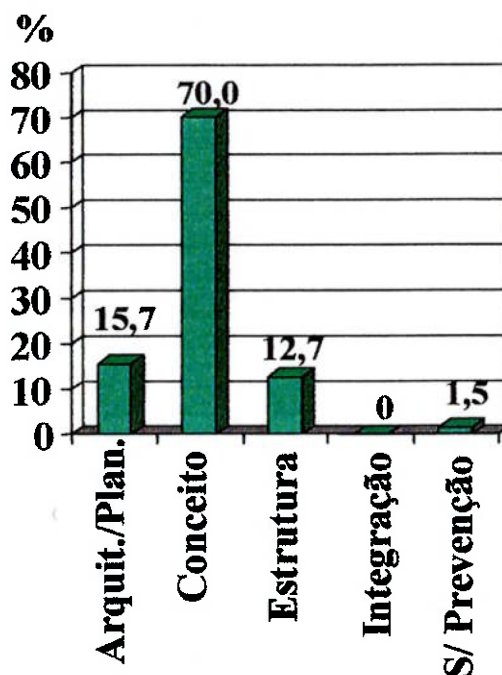


Figura 5.13 – Incidência pelas subfases na prevenção – desenvolvimento\*

\* 1,5% dos casos não são passíveis de prevenção, dentro do escopo deste trabalho, já que são relativos a operações e não é possível capturá-los.

Temos também 12,7% na subfase estrutural, reflexo direto do número significativo de casos identificado na subfase integração, que podem ser bastante reduzidos por um trabalho minucioso nas subfases anteriores.

Podemos concluir da análise dos casos, que muitas das discrepâncias foram identificadas em momento oportuno (69,3% na subfase conceitual) para que fossem resolvidas e não passadas adiante na organização, isto é, foram verificadas ainda dentro do período em que seria requerida sua definição ou confirmação pelo plano de desenvolvimento e pelo PDV.

#### 5.4.4 Área do veículo - desenvolvimento

Podemos notar pela Fig. 5.14, que também nesta fase da pesquisa a maior incidência dos problemas ocorre na área da carroceria (46,4%). Temos uma distribuição quase equilibrada do restante pelas demais áreas do veículo, com destaque maior para a área EE&AC (18,3%), o que é explicável pelo fato de ser uma área cujos sistemas e

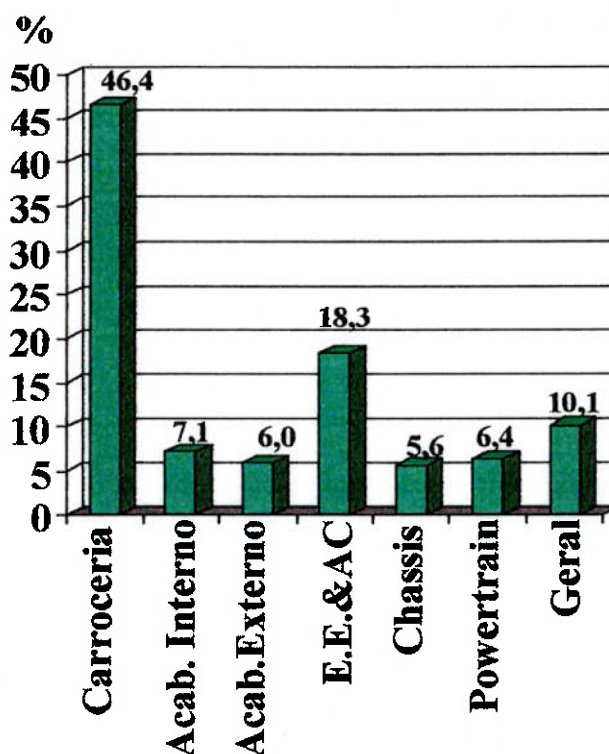


Figura 5.14 – Incidência por área do veículo – desenvolvimento



Figura 7.1 – Processo de acompanhamento da qualidade

Os *gates* definidos no PDV e identificados por PQs – portais da qualidade, são o foco do plano de qualidade do produto e estão amarrados a datas obtidas do cronograma de atividades básicas estabelecido para o projeto.

Os atrasos na execução das atividades, número de entregas cumpridas e o desempenho da organização na apresentação dos resultados do andamento do projeto durante as reuniões dos *gates*, constituem as mensurações que suportam os planos de ação para retomada do desenvolvimento no curso desejado.

componentes dependem muito da definição final da superfície da carroceria, que ocorre neste início do desenvolvimento, para localização de rotas de mangueiras, dutos, cabos elétricos e localização de módulos.

Apesar do uso de ferramentas virtuais e tridimensionais, a imaginação espacial do operador e os recursos dos sistemas de informática, ainda não se mostraram suficientes para esclarecer todas as dúvidas em algumas situações específicas. Nestes casos, o modelo físico ainda é imprescindível para a tomada de uma decisão final. Isto ajuda a explicar em parte, a maior incidência de itens localizados na carroceria, já que nesta fase é intenso o uso do CAD como ferramenta básica no detalhamento do projeto.

### **5.5 Conclusões pertinentes da pesquisa**

Os resultados da pesquisa mostram boa coerência de dados almejada, mas nem sempre alcançada, para o objetivo deste trabalho. Pode-se chegar a esta conclusão pelo conhecimento da organização, pela vivência no acompanhamento dos projetos pesquisados e principalmente pela análise das falhas e equívocos na metodologia de trabalho no atendimento aos quesitos do PDV, ainda não absorvido em nível suficiente pelas áreas envolvidas.

O processo implantado na empresa é altamente disciplinador, puxa as ações e decisões na cadência requerida pelo programa. Basicamente, a limitação de recursos e o atraso na tomada de decisões, levam a resultados como os mostrados.

Podemos notar pela pesquisa na fase de desenvolvimento, que este projeto teve iniciativas mais prontas e adequadas ao momento, o que demonstra o aprendizado da organização, já que é um projeto recente. Estas evidências são indicativos de que deverá entrar no mercado com nível tecnológico, inovação de produto e qualidade, superior aos demais.

Podemos afirmar que as características dos problemas e a problemática alcançada no processo de desenvolvimento do produto são similares em todas as grandes montadoras, com pequenas variações de eficiência, quando se leva como referência

um mesmo mercado. Isto é explicado pelo fato de que todas as empresas estão envolvidas no mesmo processo competitivo, as estatísticas do mercado e o *benchmarking* está acessível e perfeitamente conhecido por todos.

Como decorrência do resultado da pesquisa, desenvolvemos alguns pontos que vão ajudar a compor o Plano de Qualidade da Engenharia. São eles:

- desenvolvimento de ações que ancorem as decisões e as etapas de desenvolvimento, nos estágios recomendados pelo PDV para cada projeto, para que a incorporação dos itens da qualidade ocorra no tempo adequado;
- processo de desenvolvimento gradativo do produto, definindo níveis de conteúdo das especificações do produto durante o desenvolvimento, adequados à capacidade da organização em gerar as informações de projeto, fracionando e antecipando decisões, de tal forma a melhorar a cadência e os prazos de desenvolvimento;
- adoção de planos de trabalho ou mesmo *check lists* para áreas e/ou assuntos críticos, (serviceabilidade, aparência, conforto, ruídos, qualidade, etc), para orientação na priorização e destaque das ações requeridas no momento requerido em cada projeto;
- decisões que conferem robustez ao projeto, são concentradas nos estágios de definição da arquitetura e conceito. Se assim for feito, o estágio estrutural se iniciará totalmente envolvido por este conceito, minimizando as ocorrências de adoção de requisitos e critérios de projeto considerados inviáveis nos planos de manufatura e lançamento do veículo.



## 6. O PLANO DE QUALIDADE DA ENGENHARIA

Já tivemos a oportunidade de discutir a caracterização dos problemas de qualidade localizados durante o desenvolvimento, no Capítulo 5, que nos trouxe suporte suficiente para substanciar nosso plano.

Descrevemos o PDV, processo de desenvolvimento de veículos que servirá de meio de movimentação das ações da qualidade e sua localização ao longo do tempo, durante o desenvolvimento do projeto do produto.

Para que possamos identificar e melhor controlar imprevistos e a variabilidade do processo, desenvolvemos o plano localizando-o em dois enfoques: a qualidade no trabalho de desenvolvimento e a inserção dos objetivos de qualidade do produto.

Preferimos esta abordagem, porque nem sempre um bom plano de metas para a qualidade do produto, resulta em objetivos alinhados com as expectativas do cliente final. É muito importante que o caminho percorrido durante o desenvolvimento tenha sido disciplinado por critérios, procedimentos e métodos, que suportem o alcance das metas e assegurem os resultados desejados.

### 6.1 Qualidade no processo de desenvolvimento

A qualidade no processo de desenvolvimento é diretamente influenciada pelo processo de trabalho e sua organização na empresa. Como descrevemos sobre a qualidade no processo de desenvolvimento do produto, o setor mais influente está dentro das áreas de execução do projeto no departamento de engenharia do produto, para onde são carreadas as informações técnicas dos demais departamentos para que sejam inseridas nas especificações e desenhos. Nosso foco vai estar direcionado para a qualidade do trabalho aí desenvolvido.

Os processos atuais de desenvolvimento são premiados pelo uso intenso de sistemas, gerando grande volume de informações de projeto na forma de *math data* ou dados matemáticos, ao invés dos tradicionais desenhos elaborados nas pranchetas, o que requer um tratamento diferenciado daquele das costumeiras verificações dos desenhos antes de sua liberação.

Os sistemas de CAD hoje existentes já possuem alguns softwares que permitem fazer um acompanhamento simultâneo à medida que os dados matemáticos vão sendo gerados, o que é um avanço significativo no controle do processo de trabalho. Muitos deverão ser os lançamentos de novas ferramentas nessa área nos próximos anos, por assegurarem rapidez, flexibilidade, padronização e o nível de qualidade planejado.

Por enquanto esse controle eletrônico é necessário, mas não suficiente para assegurar bom nível de qualidade aos dados matemáticos. Hoje em dia, ainda se usa o processo de gerar as informações eletrônicas, partindo-se do levantamento da superfície de um modelo físico preparado artesanalmente. Para validar essas informações é feito o caminho inverso, reproduzindo o modelo físico, partindo-se do arquivo eletrônico.

Nosso plano de qualidade incorpora uma proposta de auditoria dos dados matemáticos, cujo *check list* básico mostramos no Anexo 1\*. Entendemos que o conteúdo desta lista de tópicos não se esgota aí, mas deve ser elaborado e acrescido de acordo com os recursos da empresa para executar a atividade, sua metodologia de trabalho e seu processo de desenvolvimento do produto. Este *check list* orienta as mensurações da qualidade durante o processo de desenvolvimento do projeto, cujos resultados são revistos e discutidos a cada MAQ e um sumário, realçando os casos críticos, é apresentado a cada PQ.

As ferramentas descritas no Cap. 3, especialmente aquelas que conferem robustez e asseguram regularidade ao andamento do projeto, são listadas na parte do Plano de Qualidade da Engenharia, correspondente ao processo de desenvolvimento, na forma de planos de trabalho ou atividades que devem ser reportadas nos *gates*.

No Anexo 2\*, Requisitos da qualidade no processo de desenvolvimento, mostramos os tópicos que definem as entregas que devem fazer parte do *check list* dos *gates*.

---

\* Proposta e requisitos criados a partir de listas modificadas de atividades similares na GMB.

## 6.2 Inserção de novos objetivos de qualidade, o plano de qualidade do produto

Os novos objetivos de qualidade que vão impactar o projeto do produto, são avaliados e definidos logo após a coleta de dados estatísticos do mercado, durante a definição dos elementos arquiteturais do novo veículo. Isto é necessário, uma vez que sua definição poderá requerer alterações substanciais nas características do produto bem como exigir modificação ou o desenvolvimento de novos processos e com isso alterar substancialmente os investimentos do Programa.

A decisão sobre que objetivos de qualidade devem ser assumidos para o produto, em geral depende dos aspectos competitivos de mercado, mas fundamentalmente dos recursos e capacitação do processo de manufatura da empresa, moldados pelo compromisso financeiro do projeto, (análise do *business case*), diretriz esta imposta pela sua Diretoria Executiva.

A definição dos objetivos de qualidade surge inicialmente para o veículo completo, veja o Anexo 3. À medida que o desenvolvimento toma corpo, são fracionados e distribuídos por parte ou área específica do veículo. O veículo é subdividido em partes, seguindo-se um critério de afinidade técnica e de interdependência entre as peças de cada parte, função estanque ou grupo de funções afins. Ainda pode ser levado em conta a modulação dos sistemas do veículo, por conveniência do processo de montagem. Desta forma, o ganho na agilidade em prover soluções para os objetivos estabelecidos, integrado nas atividades regulares de projeto, é substancial. No Apêndice E, mostramos uma distribuição dessas equipes de trabalho\*, adotada em alguns programas da GMB.

O plano de qualidade do produto pode estar baseado em três enfoques: objetivos de qualidade internos, externos e os de caráter geral.

---

\* Definição modificada da organização dos PDT – Product Development Teams, GMB, que têm a responsabilidade descrita no texto e cuja composição é ajustada conforme o vulto e enfoque técnico do Programa.

### 6.2.1 Objetivos de qualidade internos

São aqueles que cobrem mensurações de qualidade dentro das operações da montadora e de suas fontes fornecedoras. Normalmente envolvem processos específicos e padronizados de desenvolvimento próprio, dificultando a comparação de resultados de uma montadora para a outra, salvo aqueles baseados em conceitos acadêmicos de conhecimento geral.

São aplicados durante o processo de montagem ou no produto completo ao final da linha de montagem e/ou imediatamente antes do despacho do veículo para comercialização. Os objetivos são verificados e acompanhados no produto antes que este chegue à mão do usuário e estão referenciados aos objetivos de qualidade externos, conseqüentemente ao plano de negócios da empresa. Listamos alguns, já que esta lista pode variar a cada montadora e mesmo que haja similaridade, eles sempre refletem a política de qualidade específica da empresa.

- São eles:
- Índice direto, produção regular (*direct run rate - DRR*); aplicável tanto para veículo completo quanto para subsistemas e componentes entregues pelos fornecedores; quantidade de produtos completos no fim da linha sem retrabalho (sem alteração no processo regular de produção)
  - Discrepâncias óbvias por cem veículos (*obvious discrepancies per hundred vehicles - ODPHV*)
  - Discrepâncias elétricas por veículo (*electrical check out system discrepancies - ECOS*)
  - Discrepâncias no teste dinâmico por cem veículos (*ALDL test*)
  - Discrepâncias ponderadas por cem veículos (*weighted discrepancy per hundred vehicles - WDPV*)

### 6.2.2 Objetivos de qualidade externos

São aqueles desenvolvidos em função do plano de negócios da empresa, objetivando o alcance de suas metas estratégicas. Do seu desdobramento resultam os objetivos

de qualidade internos à montadora e a seus fornecedores, para o veículo completo e por subsistemas e componentes.

Alguns destes objetivos tem suas mensurações obtidas através de metodologia comum a todas montadoras, levantadas de comum acordo por um mesmo órgão pesquisador, para que a comparação do desempenho no mercado seja viável. De mesma forma que para os internos, vamos listar alguns, aqueles que consideramos essenciais para o plano de qualidade do produto.

- São eles:
- Índice de satisfação do cliente (*customer satisfaction index – CSI*)
  - Discrepâncias por mil veículos, inspeção de entrega ao usuário (*discrepancies per thousand vehicles – DPV*)
  - Discrepâncias por mil veículos, dois meses em serviço (*discrepancies per thousand vehicles, two months in service – DPV 2MIS*)
  - Discrepâncias por mil veículos, doze meses em serviço (*discrepancies per thousand vehicles, twelve months in service – DPV 12MIS*)
  - Problemas por cem veículos, pesquisa com novos compradores (*new car buyer survey, problems per hundred – NCBS PPH*)
  - Número de falhas de deixar o usuário a pé (*walk home failures – WHF*)

### 6.2.3 Objetivos de caráter geral

Os objetivos de qualidade de caráter geral podem envolver outros enfoques como serviços, reparo de danos no caso de pequenos acidentes (importante para as companhias de seguro e os gastos do usuário) e efeitos da abrangência da qualidade como custo da garantia.

Como objetivos de qualidade do produto de caráter geral, pode ser acrescentado:

- Plano de serviceabilidade
- Plano de danabilidade

- Plano de reparabilidade
- Plano de melhoria da confiabilidade e redução da garantia
- Competitividade em qualidade, nível de qualidade no mercado

## 7. PROCESSO DE ACOMPANHAMENTO E CONTROLE

O processo de acompanhamento e controle segue *pari passu* a cadência de condução do Programa dada pelo PDV.

O conteúdo do plano de qualidade é distribuído conforme a perspectiva de seu desenvolvimento no tempo, em conjunto com os demais itens que fazem parte do conjunto de atividades de desenvolvimento do produto e alocadas nos *check lists* dos *gates*. A execução do conteúdo é acompanhada através dos relatórios do andamento do trabalho apresentados durante esses eventos.

O controle é feito através da mensuração da qualidade e do nível de atendimento a cada *gate*, executado nos *deliverables*, que passaremos a chamar de entregas. Para cada um reportado incompleto ou apresentando resultados discrepantes dos objetivos inicialmente definidos, um plano de ação é elaborado, acompanhado de análise de risco quanto ao alcance dos resultados no prazo estabelecido

### 7.1 Plano de acompanhamento

Toda a eficiência do processo está num bom plano de acompanhamento e controle dos planos de ação que cubram as atividades principais durante o projeto. Para tanto, ancoramos o plano de acompanhamento na cadência do PDV, para garantir a obtenção de resultados e o seguimento dos prazos.

O plano de acompanhamento tem como base o plano de *gates* com uma lista de entregas, conforme formato mostrado no Apêndice J, correlacionadas a cada *gate*, que serve como *check list* na verificação do que foi alcançado em relação ao que era esperado naquele momento do andamento do Projeto.

O acompanhamento da qualidade no desenvolvimento do projeto do produto, é feito estruturado no tripé: *Gates*, *Check lists* e planos de ação, conforme ilustrado na Fig. 7.1.

### 7.1.1 Portais da qualidade

No Anexo 4 definimos os PQs, mostrando sua denominação e uma breve descrição de seu propósito.

Os PQs podem ser definidos em dois níveis e é assim que os apresentamos no *framework* do PDV. O nível superior corresponde aos *gates* de qualidade que devem ser apresentados à Diretoria da Plataforma e o nível abaixo corresponde àqueles que são conduzidos no nível da Diretoria do Programa.

Usamos acima a afirmativa "... podem ser definidos ..." porque o número de PQs bem como seu nivelamento diante da hierarquia da organização deve ser condicionado convenientemente de acordo com o tamanho do Programa e seu conteúdo. Isto é, se é um veículo totalmente novo, inovador, envolvendo novas tecnologias, que mereça um controle bastante acurado para que toda organização aprenda e fixe os conceitos de trabalho, o desenvolvimento passará por todos os PQs em ambos os níveis.

Pode ser também um projeto de um veículo novo ou derivado de plataforma veicular existente de conteúdo majoritário, mas sem criar dificuldades novas para a organização, isto é, está dentro da experiência adquirida. Podemos ainda ter pequenas mudanças relativas a ornamentação de caráter geral, visando a mudança do ano-modelo, ou ainda, melhorias e incrementos mecânicos e eletroeletrônicos visando a atualização do modelo no mercado. Nos casos dos dois parágrafos anteriores o número de PQs em ambos os níveis é diminuído.

As diferenças de conteúdo resultam em valores de investimento bem diferentes, que vão motivar um controle do desenvolvimento do projeto com mais ou menos detalhes, afetando diretamente a complexidade do processo, que deve ser minimizada para ganharmos em agilidade, redução de prazos e otimização de despesas durante o desenvolvimento. Isto não leva a uma redução dos controles, mas ao seu refinamento, assegurando o alcance dos objetivos.



No Apêndice K é mostrada uma proposta para os *check lists* dos PQs definidos no Anexo 4. Tem conteúdo direcionado ao acompanhamento do plano de qualidade, apesar de alguns itens mencionarem outros assuntos, estes de uma forma ou de outra, estão lá para garantir o alcance dos objetivos de qualidade. O conteúdo é básico e pode ser incrementado conforme o planejamento do Programa.

### 7.1.2 Momento de acesso à qualidade, (MAQ)

Os momentos de acesso à qualidade ou simplesmente MAQs são reuniões conduzidas pelo gerente de integração e qualidade e sua equipe multifuncional. Durante essas reuniões, o conteúdo do plano de qualidade é discutido, desenvolvido e seu andamento reportado quanto ao alcance dos objetivos ao longo do tempo.

Outra função bastante importante do MAQ é a preparação do relatório do andamento do desenvolvimento do projeto, no que diz respeito aos objetivos de qualidade, a ser apresentado nos *gates* do Programa, em especial nos PQs. É fundamental que as entregas prescritas nos *gates* sejam cumpridas tanto em termos de representatividade do que realmente está ocorrendo com o andamento do projeto, quanto ao volume de informações prescrito para aquele momento, além da natureza e qualidade das mesmas.

Por exemplo, num dado *gate* era prescrito que tivéssemos todos os desenhos dos componentes do sistema de transmissão elaborados, incorporando os objetivos de qualidade, rates de molas concluídos e seus pontos de fixação no veículo definidos e avaliações iniciais de *ride & handling*\* em veículos estruturais completadas. Não é conveniente descobrir-se num MAQ que todos os desenhos estão prontos, mas com os requisitos de qualidade parcialmente incorporados, estudos de FMEAs não finalizados, molas com projeto incompleto, amortecedores disponíveis com a calibração “final” e avaliações de *ride & handling* em veículos de integração, apenas em andamento.

---

\* *ride & handling*, aqui usado como identificação e/ou mensuração da qualidade inerente ao ato de percorrer um percurso guiando o veículo; dirigibilidade.

O exemplo é um demonstrativo forte da falta de coordenação no andamento do detalhamento do projeto, tanto internamente quanto nos fornecedores, bem como da falta de controle efetivo das ações incompletas apresentadas nos *gates* e seus respectivos planos de ação. Pode levar à falta de cadência e harmonia requeridas na execução das atividades.

Os MAQs são identificados conforme o estágio de desenvolvimento do projeto em que se encontram. O MAQ identificado pelo número M01, é a reunião número 1 que ocorre durante o desenvolvimento das mulas; o de número E02, é a segunda reunião durante o estágio de desenvolvimento da estrutura, e assim por diante. Uma vez reportadas as conclusões de cada reunião, é fácil e rápido para a organização avaliar e correlacionar as decisões com o andamento do desenvolvimento do projeto. Mostramos no Anexo 5 os MAQs propostos para o acompanhamento do Plano de Qualidade da Engenharia.

## 7.2 Controle do plano de qualidade

Durante os *gates* é apresentado o andamento das atividades que determinam o desenvolvimento do projeto como um todo e não só dos itens que dizem respeito ao plano de qualidade, cujas atividades temos o compromisso de detalhar. O desempenho da organização em atender os requisitos do *gate* é base do controle da qualidade do processo de desenvolvimento.

Desenvolvemos um critério para aprovar os *gates* e decidir sobre a continuidade do desenvolvimento do Programa, conforme mostrado no Apêndice B, páginas II, III e IV. O critério, que é geral para todos os *gates* do PDV, permite controlar e assegurar que todos os itens do plano de qualidade sejam atendidos e os resultados adequados para o Programa sejam alcançados. No caso de dificuldades intransponíveis pela organização, permite a discussão de alternativas e a reavaliação do Programa pela Diretoria, a fim de encontrar soluções que assegurem continuidade nas atividades de desenvolvimento do produto.

O exemplo fictício apresentado no Anexo 6 tem um caráter ilustrativo do processo de condução dos *gates* e da metodologia de tomada de decisões sobre o andamento do Programa. Tomamos o PQ02 – especificações técnicas, como referência. Note a descrição das entregas e a forma adotada para alocar os objetivos, que permite a avaliação pela equipe durante o *gate* e maior liberdade sobre decisões diante dos resultados apresentados. Ao longo do tempo, com o acúmulo de experiência, é recomendável que tais objetivos sejam colocados numa forma mais ponderada e menos subjetiva.

Veja que em grande parte dos itens na coluna “Plano de Ação”, há um código (por exemplo, W35.007), que identifica o controle estabelecido para aqueles itens que não foram apresentados de forma conclusiva. Na coluna chamada de “Avaliação”, que tem a finalidade de mostrar um parecer visual, em geral pode ser mostrado com faixas coloridas, neste caso por letras, conforme segue:

<b>verde</b>	<b>(G)</b>	Programa dentro dos objetivos, conforme desejado;
<b>amarelo</b>	<b>(Y)</b>	incompleto, mas os riscos estão identificados e o plano de ação está totalmente definido;
<b>vermelho</b>	<b>(R)</b>	incompleto, riscos não totalmente identificados e/ou planos de ação incompletos.

O exemplo mostrado traduz a condição do Programa na fase de planejamento, na subfase de desenvolvimento e confirmação da arquitetura e definição dos elementos do processo de manufatura. Neste ponto, a definição e inclusão dos itens críticos do produto e a conclusão dos estudos arquitetônicos, são de fundamental importância para a continuidade do desenvolvimento. Como esses itens estão vermelhos (R), (decisão obtida pela maioria da audiência no *gate* sob condução do Diretor), há necessidade de repetir o *gate* e concluir essas tarefas, antes de realizar o PQ03. Demais itens em amarelo (Y), apesar de alguns apresentarem nível de atendimento baixo, não chegam a prejudicar o Programa (planos de ação mostram resultados até o próximo *gate*) e por isso são suportáveis\*.

\* Alguns comentários sobre os objetivos: - *RASI Chart*. *Responsible / Approval / Support / Information chart*. tabela que mostra a alocação de responsabilidades, definindo quem é responsável pela tarefa, quem aprova, suporta ou apenas é informado; os termos “preliminar” e “inicial” tem significado de disparar a informação, no nível de esboço; o termo “completo” significa que a informação está definida, mas pode requerer ajustes minoritários: “final” não requer mais alterações.

É parte do processo de avaliação a cada *gate*, a análise de risco que suporta as decisões de continuidade ou não e substancia as informações do plano de ação. Em casos mais críticos, pode ser requerido um plano de contingência para não só manter sob controle os riscos, mas prover alternativas de soluções imediatas, caso estes ocorram.

Nos programas de produto típicos da indústria automotiva, a maioria dos riscos analisados, diz respeito a prazos, custos, novas tecnologias, qualidade e desempenho. São classificados em altos moderados e baixos. O gerenciamento dos riscos é suportado por planos de qualidade assegurada, relatório de gerenciamento de riscos, que mostra as áreas envolvidas e as implicações inerentes aos riscos, além da classificação já mencionada. Nos Apêndices F, G e H\*, apresentamos um apanhado dos critérios e algumas informações adicionais relativas ao gerenciamento dos riscos, já que não é o escopo deste trabalho de curso.

É no acompanhamento dos resultados das entregas relativas ao plano da qualidade e dos planos de ação, que controlamos a incorporação dos itens da qualidade e sua integração nas atividades de desenvolvimento do produto. No Apêndice C, mostramos uma lista de perguntas cujas respostas orientam a elaboração e aprovação dos planos de ação. No Apêndice D mostramos a recomendação do conteúdo de um bom plano de ação.

---

\* Critérios modificados de apresentação do autor nas atividades do Departamento de ADV – Análise, desenvolvimento e validação, da Engenharia GMB

## 8. DISCUSSÃO DE CASOS

São apresentados casos que independentemente da origem, de uma forma ou de outra, estão relacionados com o tema deste trabalho. Na sua grande maioria não foi possível nomear o veículo nem seus responsáveis por uma questão de confidencialidade recomendada pela empresa. Isto não deve afetar o objetivo do trabalho, já que nos interessa qualificação, natureza, problemática e a possibilidade de sua prevenção ao longo do processo de desenvolvimento do produto.

Foi estabelecido um padrão de apresentação da informação de tal forma a caracterizar mais objetivamente a discussão de cada caso. Cada um é apresentado pela sua denominação, enfoque correlacionado com conceitos de desenvolvimento, descrição, análise / discussão do caso, conclusão / prevenção / comentários onde possíveis soluções são recomendadas conforme a análise do processo envolvido.

São apresentados também alguns exemplos de ferramentas do seguimento da qualidade no processo de desenvolvimento do produto, onde procuramos mostrar alguns exemplos práticos não publicados.

### 8.1 Ferramentas da qualidade no desenvolvimento

Alguns exemplos de resultados do uso das ferramentas descritas no Cap. 3, para que se tenha uma visão do valor adicionado.

#### 8.1.1 Engenharia dimensional

Este exemplo de engenharia dimensional foi executado num veículo existente, nas áreas indicadas na Fig. 8.1 envolvendo o painel lateral esquerdo e seus componentes na ponta traseira da tampa da caçamba, próximo ao encaixe da mesma.

**Denominação** Simulação dos *gaps* entre a ponta traseira do painel lateral esquerdo da caçamba, lanterna traseira esquerda e abertura da porta traseira da caçamba.

**Enfoque** Uso da engenharia dimensional no desenvolvimento do produto com auxílio ao plano de qualidade.

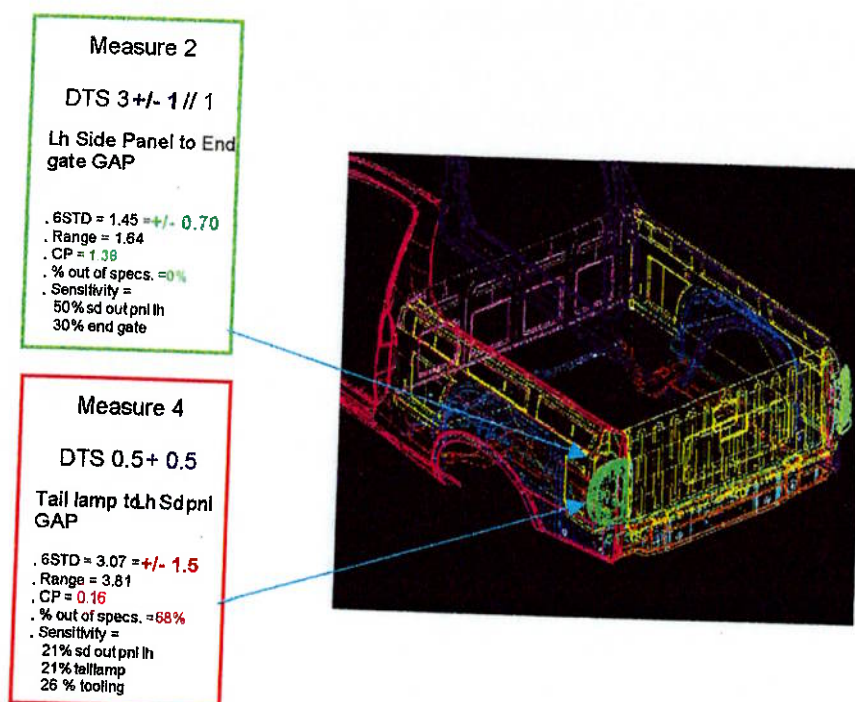


Figura 8.1 - Resultados de análise da variação dimensional

**Descrição** Análise da variação dimensional através de simulação com uso do software 3DCS\* com o objetivo de dimensionar os *gaps* e sua variação nas peças hoje em produção visando o desenvolvimento de um novo projeto. Análise executada em duas áreas, entre painel lateral esquerdo da caçamba e abertura da porta traseira, lanterna e painel lateral esquerdo.

**Análise / discussão do caso** Este exemplo foi executado durante o início da subfase estrutural de um novo projeto com o objetivo de subsidiar a construção virtual do veículo estrutural.

Os quadros de resultados mostrados na Fig. 8.1 mostram a variação estatística (+/- 3 $\sigma$ ) alcançada pela peça, variação total, capacidade

\* 3DCS, software existente no mercado para aplicação em análise tridimensional da empresa DCS.

do processo ( $C_p$ ), comparação entre os limites do projeto e o  $3\sigma$ , e sensibilidade à variação para cada um dos elementos participantes na montagem. Na Fig. 8.2 no quadro do histograma, a legenda de topo mostra o número da mensuração e o título; na coluna lateral esquerda

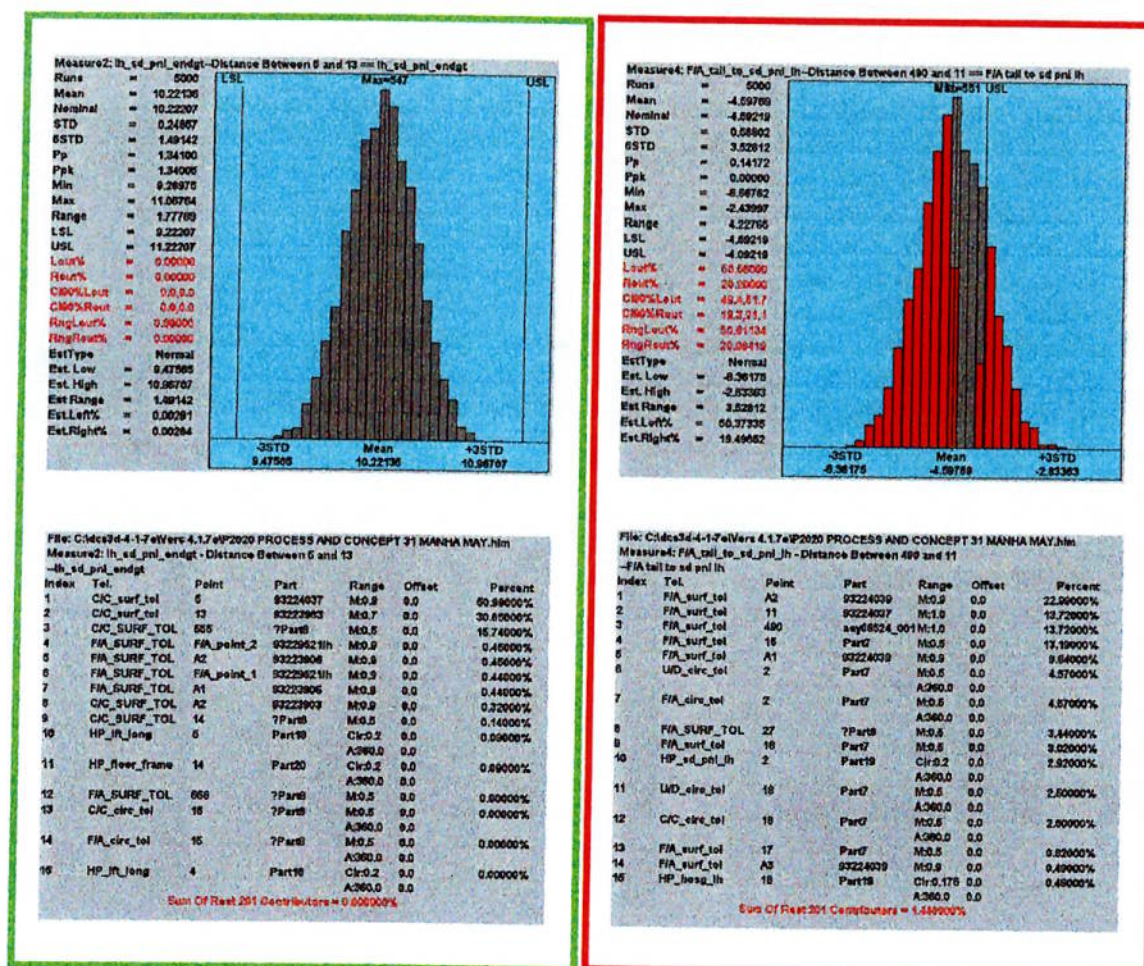


Figura 8.2 - Resultado da simulação dos gaps, peças envolvidas na Fig. 8.1

é mostrada a variação  $3\sigma$ ; capacidade do processo ( $P_p$  e  $P_{pk}$ ); limites do projeto (LSL e USL); e a porcentagem de quanto os limites do projeto são menores que  $6\sigma$ . Os quadros de dados abaixo dos histogramas na mesma figura, mostram a identificação da tolerância; ponto da análise da sensibilidade pontual; peça participante na análise,

valor da tolerância e quanto em porcentagem este ponto contribui com a variação.

A(s) sensibilidade(s) de maior valor nos indica(m) o(s) item(ns) a ser(em) trabalhado(s), para que a variação seja equacionada e contida.

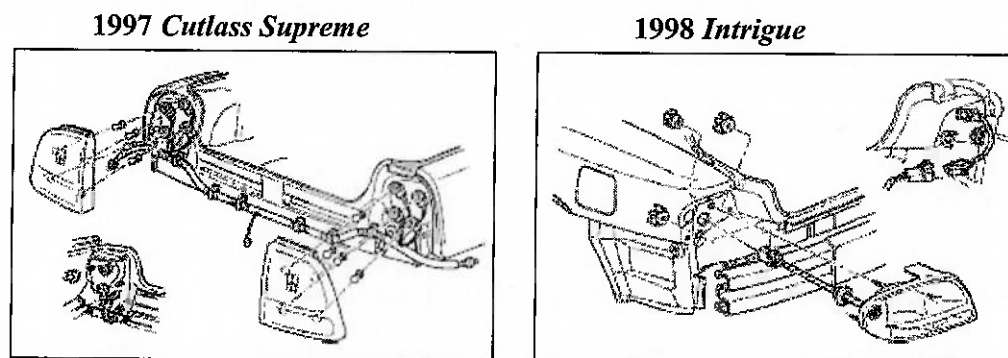
**Conclusão/prevenção/comentários** Veja que a análise foi executada num veículo existente de mesma versão do futuro projeto, o que nos leva a acreditar que as conclusões serão muito úteis para o propósito a que se destinam, isto é, análise virtual e construção estrutural do novo veículo. Para a realização da simulação foram usadas as informações mencionadas na Seção 3.5. A atividade ocorreu em tempo de ser útil e assegurar a qualidade da informação e robustez ao projeto, uma vez que veio em tempo de suportar as informações estruturais, conforme pretendido, antecipar-se à confirmação do processo de montagem e antes da construção do ferramental de produção. Por outro lado, se ocorresse antes poderia adicionar mais valor ao processo de desenvolvimento, já que é uma atividade típica das subfases de pré-conceito ou conceito, dependendo do conteúdo e do caráter inovativo do novo veículo. Mas poderia até ocorrer antes, na fase de definição e consolidação da arquitetura, pois seus resultados podem motivar alterações ou originar novos elementos estruturais.

### 8.1.2 DFM

Os exemplos escolhidos são casos reais, hoje divulgados nos cursos de treinamento de DFM/A, dentro das divisões da GMC. Tornaram-se casos clássicos, de milhares deles desenvolvidos, atestando o grande valor desta ferramenta no aprimoramento do processo e do produto, trazendo melhoria de qualidade e redução de custo. A Fig. 8.3 mostra o resultado do reprojeto das lanternas dos veículos *BUICK* modelos *Cutlass Supreme* e *Intrigue*, comercializados nos E.U.. Podemos notar que a qualidade teve um ganho de 62%, representada pelo reflexo na garantia que foi reduzida, além da melhoria enfatizada na serviceabilidade que também repercute na qualidade do produto como um todo.



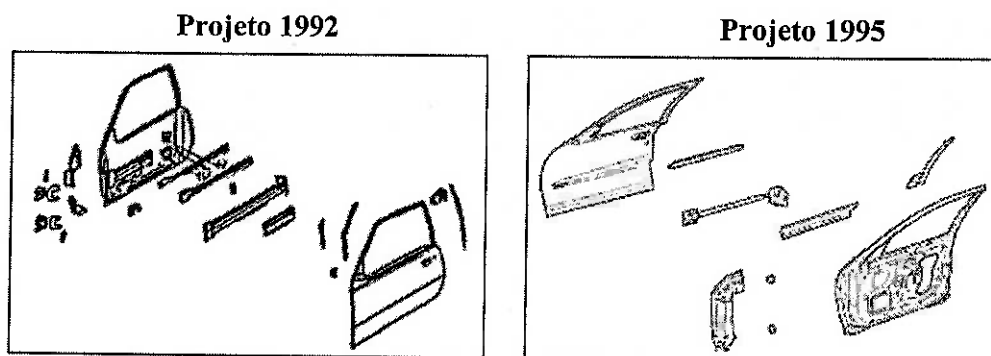
Reprojeto das lanternas do modelo *Intrigue* 1998 do grupo de carros médios e de luxo da GMNA. Os projetos de 1997 e 1998 são ilustrados abaixo. A serviceabilidade também foi melhorada no reprojeto.



	1992	1997	Melhoria
Garantia (IPTV)	18.75	7.12	62%
Número de peças	34	6	82%
Minutos de montagem	5.25	0.9	83%

Figura 8.3 – Reprojeto de lanternas - *DFM*

Durante o Programa J foi reprojetoado o conjunto-base da porta do sedan *Sunbird* 1995. Os projetos de 1992 e 1995 são ilustrados abaixo.



	1992	1995	Melhoria
Ajuste e acabamento			20%
Custo unitário	\$79	\$69	13%
Investimento			\$1.2M
Custo da montagem	\$13	\$5	62%
Número de peças	22	11	50%

Figura 8.4 – Reprojeto do conjunto porta – *DFM*

A Fig. 8.4 mostra o reprojeto do conjunto porta do veículo *PONTIAC Sunbird* 1995 comparado ao projeto de 1992. Apesar de não se ponderar a qualidade, houve melhoria significativa pela redução do número de peças envolvidas e pela melhoria do ajuste e acabamento. O ponto alto foi a redução no investimento de US\$ 1,2 milhões.

### 8.1.3 QFD

O exemplo apresentado no Anexo 7\* é bem recente e está ainda em evolução. É decorrente de uma pesquisa encomendada por um fabricante de lâmpadas com o consumidor usual deste produto em supermercados, para definir o requisito mais marcante na percepção do cliente e com isso direcionar possíveis melhorias do produto.

A análise do *QFD* não está concluída mas já podemos observar que nos quesitos pesquisados o consumidor tende a ser mais sensível às melhorias de durabilidade, segurança e boa aparência, nessa ordem decrescente de importância. A voz da empresa, marcada pelo item fidelidade, demonstra que esta é a melhoria mais necessária no momento. Já podemos observar também que, torque até a ruptura, lâmpada em curto e inspeção final, são requisitos cujas especificações requerem ajustes para se melhorar o nível de qualidade percebido pelo consumidor.

### 8.1.4 DFMEA (produto)

O Anexo 8 mostra um exemplo de *FMEA* de produto\*\*, envolvendo um novo processo de solda de painéis de chapa. Veja que as soluções preventivas apontadas levam em conta experiência anterior (Projeto W32), o que reduz riscos; faz parte também dos controles na solução dos problemas, identificar quando ao longo da

\* Cortesia da VTB Consultoria, trabalho de pesquisa no mercado de lâmpadas, dados fictícios.

\*\* Exemplo adaptado da Engenharia GMB, trabalho em conjunto com fornecedor, do projeto alvo da pesquisa do Cap.5, fase de desenvolvimento; identificação dos responsáveis e projeto fictícios.

etapa do desenvolvimento, através da identificação de seus estágios, alfa (subfase estrutural, pela nomenclatura GMB), beta (integração, pela mesma nomenclatura) e corrida piloto.

Esta forma de localizar os problemas através da identificação do estágio de desenvolvimento, é uma forma direta e objetiva, cuja informação por si só já indica se entraremos numa condição de risco para alcançar os objetivos. Veja que na subfase alfa indicada, procede-se à aprovação do projeto estrutural e verificação das funções básicas do novo veículo. Na subfase beta ocorre a integração e aprovação de subsistemas e componentes no veículo. A piloto valida o processo de montagem e precede o início de produção. Notamos que na coluna *Actions Taken* está uma anotação de um documento (EWO XPXP), mostrando que uma decisão de projeto já havia sido tomada, requerendo correção.

Podemos concluir que este *FMEA* foi iniciado antes da subfase estrutural, em tempo da informação ser incorporada no projeto do produto e do ferramental, sem causar impacto sensível ao bom andamento do desenvolvimento. Mas note que o momento certo de sua iniciação, pela informação da ação documentada do parágrafo anterior, deveria estar no final da subfase de definição dos elementos arquiteturais que precedem e suportam o direcionamento do conceito do veículo. Isto se explica pelo fato de que as alternativas de solução poderão passar pela reconfiguração e reprojeção do teto bem como dos painéis laterais, ou mesmo levar a um processo de solda distinto do imaginado. De qualquer forma, isto pode ser antecipado e controlado durante o processo de acompanhamento proposto através dos PQs.

#### **8.1.5 DFMEA (produto, projeto de componente)**

Na subseção anterior mostramos um *FMEA* de projeto correlacionado com uma etapa da montagem da carroceria do veículo e no Anexo 9 mostramos um exemplo de *FMEA* de projeto de componente\*, peça modulo do vidro da porta traseira

---

\* Trabalho em conjunto, mas com foco no fornecedor, Engenharia GMB, projeto alvo da pesquisa do Cap. 5, fase de desenvolvimento; identificações fictícias.

(*tailgate glass module*). Neste caso as análises foram feitas no momento correto, antes do fechamento da subfase estrutural, em tempo para a conclusão do projeto do componente e sua liberação pela engenharia.

### 8.1.6 PFMEA (processo)

No Anexo 10 mostramos um exemplo de FMEA de processo de uma peça, conjunto trilho do teto, desenvolvida por fornecedor externo\*. Foi feita uma análise bastante criteriosa, envolvendo os subprocessos sensíveis ao projeto da peça, o que permite assegurar o atendimento dos objetivos de qualidade do produto quanto do desenvolvimento do projeto.

## 8.2 Apresentação de casos

### Caso No. 1

**Denominação** Fornecimento da carroceria por fonte externa.

**Enfoque** Qualidade no desenvolvimento do projeto e no produto final, a questão do *design core*\*\* da montadora.

**Análise / discussão do caso** É muito comum se discutir no meio automobilístico sobre o que seria o cerne do projeto de um veículo do qual a montadora não abriria mão de sua execução para não comprometer a personalidade de sua marca. Tradicionalmente, a grande maioria das montadoras de veículos de passageiros, até hoje, mantiveram dentro de casa o projeto da carroceria, mais precisamente seu módulo monobloco estrutural. Procuram manter também, como parte essencial do projeto, o trem de potência e seus controles, executando-o internamente ou entregando-o para uma empresa dedicada a este tipo de tecnologia, mas pertencente ao mesmo grupo empresarial. Isto no futuro poderá não ser mais verdade.

---

\* Adaptado de trabalho de fornecedor, Engenharia GMB, projeto alvo da pesquisa do Cap. 5, fase de desenvolvimento; identificações fictícias.

\*\* *design core* - essência do projeto, termo usado no ambiente de projetos que identifica o foco da empresa para assegurar seus negócios.

Por razões de competitividade, principalmente de custos, as montadoras estão correndo atrás de alternativas que possam manter o nível de qualidade da marca, inovar o produto e melhorar os aspectos de montagem e distribuição do produto, de tal forma a ficar mais junto ao mercado consumidor com preços altamente competitivos. Os veículos menores, mais populares, são candidatos naturais a essa alternativa de produção, já que hoje a lucratividade da montadora, nesse tipo de produto, é bastante reduzida.

Assistimos há poucos anos, a uma tentativa frustrada de se alcançar este objetivo em nosso mercado no lançamento de um veículo popular e é este caso que passamos a discutir sob o aspecto da qualidade durante o desenvolvimento do projeto\*.

Alguns fatos e fatores ocorreram que merecem ser considerados na análise:

- as empresas envolvidas, tanto montadora e a possível fornecedora da carroceria, são empresas detentoras de tecnologia nessa área especializada;
- para o sistema de manufatura, a empresa planejou pela primeira vez neste mercado, um “consórcio” produtivo num mesmo complexo industrial com as plantas dos fornecedores conectadas à planta montadora de tal forma a obter um fluxo produtivo sincronizado sem a logística do transporte externo;
- demora na nomeação do fornecedor específico e a sua consequente integração no projeto;
- projeto do produto deve acontecer simultaneamente e integrado ao projeto do processo de montagem, dispositivos e ferramentas;
- grande distância entre a sede da montadora e o centro de projetos do fornecedor;

---

\* Episódio ocorrido durante a implantação do projeto da fábrica de Gravataí, RS, com a análise do autor.

- muita informação de projeto a harmonizar entre montadora e fornecedor, dificuldade no atendimento dos objetivos de desempenho e qualidade planejados inicialmente para o produto;
- divergência acentuada nos custos entre o planejado pela montadora e as estimativas do fornecedor ao longo do desenvolvimento (ponto crítico do acordo);
- época em que houve oscilação do dólar e desvalorização do real no mercado, saindo da paridade 1 para 1, com reflexo agravante nos investimentos do fornecedor (ponto motivante para sair do negócio);
- prazos do desenvolvimento comprometidos pela demora do trabalho de integração e consolidação da informação do projeto;
- identificado alto risco no cumprimento das datas de lançamento e confiabilidade do produto final;
- detalhes do processo de montagem em desenvolvimento pelo fornecedor frequentemente questionados;
- a correção do rumo do desenvolvimento requeriria investimentos adicionais e revisão de prazos, ambos a esta altura objetáveis pela defasagem do andamento do projeto com os demais fornecedores de sistemas; o risco continuaria elevado;
- a montadora teve que reagir rapidamente e retomar o desenvolvimento do projeto da carroceria dentro de casa, apesar do atraso, o risco seria menor.

**Conclusão / prevenção / comentários** Em situação desta ordem, a escolha de parceiro numa área bastante sensível e vultosa do projeto do veículo, podem ser recomendadas algumas ações, com o propósito de garantir a manutenção dos objetivos do produto e consequentemente do plano de qualidade:

- da informação inicial para planejamento deve constar avaliação do processo do fornecedor em produtos similares

e comparação com o processo da montadora, a nível dos objetivos a serem alcançados;

- como resultado, gerar lista de itens do processo a harmonizar durante o desenvolvimento do projeto;
- ambos os processos da montadora e fornecedor, devem ser classificados quanto à sua participação no novo Programa e sua condição no momento, isto é, processos existentes (em atividade), modificados para atender, novos internamente (conhecidos em outras empresas), novos de mercado (novos, mas dependentes de tecnologias já desenvolvidas para sua viabilização) e novos de origem (requerem tecnologias totalmente novas); avaliação muito importante para o estudo dos investimentos envolvidos e a avaliação dos riscos;
- a análise de risco da qualidade requer comparação dos objetivos planejados para o Programa e os níveis atuais de produção da montadora e do fornecedor;
- análises de QFD e DFM por ambas as organizações para comparação de conclusões e posterior decisão sobre a capacidade do processo futuro, quanto ao alcance dos objetivos de qualidade do Programa;
- a avaliação das possíveis fontes fornecedoras e a escolha final deve ser anunciada no PQ02; antes do CA;
- plano de integração no projeto de ambas as engenharias abrangendo comunicação, conceitos de engenharia simultânea, critérios de projeto (LCA), distribuição de funções e responsabilidades, centralização de *math data* e processo unificado de controle e solução de problemas, pronto para operar até o CA;
- estabelecer e implementar as mensurações da qualidade no fornecedor desde o início de seu envolvimento;

- plano de trabalho do fornecedor cadênciado pelo PDV com participação em todos os PQs definidos.

## Caso No. 2

**Denominação** Fornecedor por demais abrangente

**Enfoque** Sistemista\*, falta de experiência nos periféricos\*\*

**Análise / discussão do caso** A escolha de um sistemista pode ter alguns inconvenientes, como a falta de conhecimento do todo, ao ponto de afetar a condução do projeto, sua implementação e o próprio fornecimento.

Hoje em dia, existem grandes sistemistas que possuem vivência e tecnologia bastante diversificadas que podem cobrir o desenvolvimento das mais diferentes peças montadas num veículo, o que não foi diferente no caso que vamos enunciar. Possivelmente a vivência não era suficiente à época em que o fato ocorreu para evitar que ocorressem transtornos além das expectativas.

O caso trata do desenvolvimento de um conjunto painel de instrumentos de um veículo, também chamado de *cockpit*. A decisão da montadora era de que um único fornecedor, o sistemista, fornecesse todo o conjunto montado diretamente à linha de montagem do veículo, um produto composto de uma superfície almofadada, estrutura de aço, interruptores e sistemas de controle eletromecânicos, equipamentos e instrumentos eletrônicos, fiação elétrica, sistema de ventilação com câmara de distribuição, dutos e bocais, módulos de aquecimento e resfriamento, citados aqui com o objetivo de ilustrar a diversidade tecnológica. O sistemista escolhido tinha seu *design core* neste mercado voltado para instrumentos. Alguns fatos e fatores decorrentes:

- um plano de trabalho foi apresentado pelo fornecedor e aceito pela montadora; certamente o fornecedor sabia que deveria centralizar e conduzir o desenvolvimento de subfornecedores dos demais componentes que seriam agregados no conjunto; algumas discrepâncias ocorreram;

---

\* Denominação do fornecedor responsável por agregar subsistemas e componentes de várias procedências para formar um novo sistema e entregá-lo à montadora.

\*\* Caso adaptado do processo de desenvolvimento de fontes fornecedoras de sistemas para novos projetos, na GMB.



- era esperado que possuísse a visão dos prazos e datas de disponibilidade da informação de projeto de cada item do conjunto e sua interdependência no projeto do veículo como um todo; ocorreu defasagem entre a data de disponibilidade do layout de mangueiras e dutos de ar e a informação dos furos de passagem pelo painel do *dash*\*.
- os objetivos de qualidade para o veículo foram colocados pela montadora e foi enfocada a fração que cabia ao conjunto painel; cabia ao sistemista desdobrar os objetivos sobre os componentes que compõem este conjunto; a tarefa foi cumprida, mas os resultados foram questionados, ruído generalizado no painel do veículo;
- o desdobramento dos objetivos de qualidade é feito levando-se em conta as peculiaridades tecnológicas de cada componente, sua função e aplicação; requer domínio das tecnologias envolvidas; problemas de qualidade com alguns componentes;
- a elaboração do cronograma de atividades de desenvolvimento do projeto do *cockpit* requer conhecimento suficiente para entender a interrelação entre as diversas disciplinas envolvidas e o ritmo do projeto em cada área responsável; faltaram especialistas na coordenação e a integração foi insuficiente.

**Conclusão / prevenção / comentários** Algumas ações que poderiam ter resultado em melhor nível de qualidade:

- as possíveis fontes de sistemas devem ser avaliadas quanto ao domínio de todas as tecnologias envolvidas; na maioria dos casos a avaliação é feita profundamente no *design core* mas superficialmente nos periféricos do sistema; o conjunto painel instrumentos é um subsistema majoritário,

---

\* *dash*, painel estampado que separa o habitáculo dos passageiros do compartimento do motor no veículo; painel “corta-fogo”.

- a definição da fonte deve ocorrer logo após o fechamento das especificações básicas arquiteturas, no NFMA;
- o PDV deve ser debatido com o sistemista, na fase de consideração das alternativas antes da sua escolha; é essencial sua participação na fase de *packaging*, quando se inicia o desenvolvimento da superfície e o estudo do conceito;
  - no desdobramento dos objetivos de qualidade pelos subfornecedores é necessário que as diferentes tecnologias sejam enfocadas quanto à viabilidade de atendimento do requerido e as dúvidas trazidas pelo sistemista para a montadora, dentro do cronograma de atividades;
  - diante de tanta diversidade tecnológica, o uso de simulações, tanto aquelas envolvendo testes físicos em laboratório, quanto as virtuais através de modelos matemáticos, são essenciais na antecipação da visão da qualidade e desempenho final do produto.

### **Caso No. 3**

**Denominação** Comunização de subsistemas e componentes, redução de custos no desenvolvimento

**Enfoque** Comunização de peças em aplicações diferentes e a manutenção do nível de qualidade.

**Análise / discussão do caso** É muito comum o aproveitamento de subsistemas e componentes de um veículo para outro no desenvolvimento de um projeto. Isto é muito vantajoso no custo do desenvolvimento e do produto final. Por outro lado, se a aplicação existente apresenta bom nível de qualidade e desempenho, não há garantia de que isto aconteça de mesma maneira na nova aplicação. Isto se explica pelo fato de que nem sempre os mesmos esforços são mantidos, pode variar a função e o ambiente de instalação nem sempre permanece o mesmo.

Normalmente num projeto novo, a montadora procura alcançar melhores níveis de qualidade do produto, já que esta também é a dinâmica da concorrência. Colocam-se objetivos de qualidade superiores aos alcançados pelo veículo em produção e no desdobramento destas figuras pelos subsistemas e componentes, acaba-se por realçar a necessidade da melhoria da qualidade dos mesmos. Aí vem o choque com a decisão de reduzir custos. É comum encontrarmos, por exemplo, um sistema de ventilação com aquecimento num veículo lançado recentemente no mercado, com um problema de vazamento de ar quente, altamente desconfortável no verão tropical, que existia no veículo substituído, cujo projeto ocorreu há vinte anos atrás.

**Conclusão / prevenção / comentários** Existem algumas recomendações que podem assegurar o alcance dos objetivos do Plano de Qualidade da Engenharia e evitar que os problemas do produto sejam passados adiante e se tornem perenes diante da percepção do usuário. Vejamos algumas:

- os problemas apontados pela “Voz do Cliente” devem ser analisados por uma ferramenta eficaz como o QFD para que possamos melhor entender e detalhar todas as anuências de suas causas e planejar ações corretivas;
- as ações corretivas tornar-se-ão preventivas no novo projeto e não necessariamente resultam num novo projeto do subsistema ou componente;
- o nível de melhoria requerido na peça origem do problema, é dado pela análise de DFM/A e FMEA, cujos resultados vão mostrar se o nível de qualidade planejado vai ser alcançado; estas análises são feitas inserindo a característica da nova aplicação;
- a organização que analisa as peças em produção e decide sobre ações corretivas, deve ser a mesma que desenvolve o novo projeto de veículo, isto é, as mesmas equipes de desenvolvimento do produto, os mesmos engenheiros; isto é importante para que ocorra a integração das lições

- aprendidas no novo projeto e a dissolução dos custos de desenvolvimento no contexto do novo Programa;
- na decomposição do processo de montagem de um conjunto nos seus subprocessos, acabamos descobrindo que para melhorar a qualidade não precisamos substituir o todo e sim sómente a parte que é a origem do problema; isto leva ao aproveitamento do ferramental existente de forma total ou parcial;
  - os resultados das análises mencionadas sempre deverão estar disponíveis antes do fechamento da subfase estrutural, para confirmar a viabilidade dos objetivos da qualidade do produto.

Podemos observar pelas recomendações, que a redução de custo no desenvolvimento e no veículo como um todo, ainda pode ser alcançada se integrarmos as operações de melhoria contínua, como é chamada a atividade de corrigir problemas na indústria automotiva, com a atividade de desenvolvimento de um novo projeto. Podem ser adicionadas mais duas razões à argumentação, pela integração da experiência adquirida a organização torna-se mais eficaz e a somatória dos custos operacionais das duas organizações distintas, certamente é inferior à de uma organização integrada\*.

#### **Caso No. 4**

**Denominação**            Subsistema multifuncional

**Enfoque**            Incorporação de funções num mesmo subsistema nem sempre traz vantagem econômica, melhor qualidade e robustez ao projeto.

**Análise / discussão do caso** O caso clássico é o de algumas alavancas da coluna de direção que agregam as funções de indicação de direção a seguir (seta), interruptor do limpador, acionador do jato de água lavador do parabrisa e janela traseira e acionamento da buzina. A imaginação do engenheiro ainda

---

\* Conceito de distribuição de custos diretos e indiretos, levando-se em conta o mesmo número de funcionários nas duas alternativas ou número menor na organização integrada, como costuma acontecer nestes casos.

pode trazer junto o interruptor de alerta e o controlador automático de velocidade no mesmo conjunto.

A complexidade do projeto da peça, quando comparada à alternativa de distribuir as funções por componentes no painel e na coluna, de projeto mais simples e comum, pode resultar em perda de robustez do projeto, menor confiabilidade e perda na qualidade final do produto. Quanto a custos pode ser uma questão do volume de produção alcançado, já que com os modernos processos de manufatura, uma peça complexa pode ser produzida a custos baixos e inferiores à somatória dos custos das peças da alternativa das funções distribuídas. Hoje, ainda para o usuário pode se tornar oneroso no momento da manutenção, já que a falha de uma função leva à substituição de todo o subconjunto. Estes custos são levados em conta no plano de reparabilidade por interesse não só do usuário, como também das companhias seguradoras, que querem reduzir o valor do prêmio do seguro.

A tecnologia e o processo produtivo, podem ser inovativos ao ponto de garantir alta confiabilidade e com isso não resultar em substituição durante o ciclo de vida útil do veículo, o que já é comum em componentes e subsistemas eletrônicos, mas não é um conceito que pode ser generalizado.

**Conclusão / prevenção / comentários** Algumas recomendações para estes casos:

- análise detalhada da experiência tecnológica e processo de montagem através de DFM/A e FMEA, acompanhada da avaliação dos riscos;
- avaliação da confiabilidade do processo e alternativas viáveis para sua melhoria;
- as análises devem ser finalizadas durante a subfase estrutural.

## 9. CONCLUSÕES

Como conclusão inicial queremos afirmar que este trabalho demonstra que a qualidade no processo de desenvolvimento do produto é totalmente dependente da disciplina do processo. Conforme ficou demonstrado pela pesquisa no Cap. 5 e os casos apresentados, a grande variação de atitudes dos membros da organização de engenharia na condução do processo e a falta de atendimento a prazos, definem a variabilidade do processo de trabalho que deve ser controlada para o sucesso do projeto.

Comparando os recursos do método tradicional de controle da qualidade do Cap. 2 com novos processos mencionados no Cap. 3, podemos concluir que estes últimos estão mais adequados ao suporte da qualidade no processo de desenvolvimento do produto. Os métodos tradicionais, geralmente estão mais voltados para ações corretivas e necessitam de dados para suportarem processos preventivos.

Os sistemas CAD e seus agregados, desempenham um papel fundamental para assegurar o ritmo de trabalho, alcance dos objetivos, redução de prazos, racionalização dos custos e garantir a qualidade durante o projeto e no produto final. A integração dos sistemas *on line* com as fontes fornecedoras de serviços e produtos, agiliza e adiciona eficácia ao processo de trabalho e evita surpresas desagradáveis na consolidação da informação de projeto.

O bom uso da engenharia robusta pode desequilibrar os aspectos competitivos no desenvolvimento de um projeto. Assegura o controle desejado sobre os pontos críticos do produto e tem na sua essência a prevenção. Ainda assim, a adoção de um processo padronizado de solução de problemas com ênfase na variabilidade dos processos, ajuda substancialmente a organização por trazer estabilidade e equilíbrio no tratamento das discrepâncias, conferindo rapidez e agilidade nas decisões.

Os objetivos de qualidade serão mais facilmente atingidos se contarmos com um processo de desenvolvimento gradativo, onde a organização gera as informações de forma acumulativa e contínua, permitindo o aprendizado e o crescimento do

conhecimento sobre o projeto, de tal forma a se auto transformar num centro integrado de especialistas eficazes na geração de informação de engenharia. O PDV proposto provém cadência necessária para que esse dinamismo aconteça.

Os conceitos de robustez do produto devem ser levantados no início do planejamento, para disparar esse processo de aprendizado durante as subfases de desenvolvimento da arquitetura e do conceito, evitando com isso penalizar custos com a ocorrência posterior de alterações não esperadas.

O Plano de Qualidade da Engenharia foi desenvolvido considerando o seguimento da qualidade no processo de desenvolvimento e os objetivos de qualidade para o produto, ambos integrados através de um novo processo de acompanhamento formado por um plano de *gates*, *check lists* das entregas nos *gates* e planos de ação. É durante os *gates* que é varrido o andamento do projeto e são mostradas as mensurações da qualidade do processo de trabalho que evidenciam se os objetivos do Programa vão ser alcançados.

Foram criados os PQs – portais da qualidade, os *gates* da qualidade, que acompanham a cadência do desenvolvimento e verificam se os objetivos da qualidade estão sendo incorporados ao projeto. As ações são debatidas com toda a organização, Diretoria da Plataforma, Diretoria do Programa e com o nível do trabalho direto através dos MAQs – momentos de acesso à qualidade, que precedem a realização dos PQs.

Nos casos discutidos no Cap. 8 introduzimos uma metodologia de tratamento que inclui foco, análise, conclusão e prevenção, para melhorar a compreensão dos problemas abordados. Deixamos de identificar responsáveis e mostrar dados e informações mais precisas, quando aparecem são fictícios, pelo sentido sigiloso e sensibilidade do assunto, quando se expõe informação de propriedade das empresas envolvidas, ainda que seja no meio acadêmico. As conseqüências da divulgação dessas informações são sempre imprevisíveis.

O assunto qualidade no processo de desenvolvimento do produto na indústria automotiva é bastante abrangente. Cada um dos tópicos periféricos abordados, certamente poderá gerar outros trabalhos específicos, dissertações e teses de grande valor para a engenharia automotiva e para a comunidade de engenharia de forma geral. Qualidade e engenharia caminham juntas no campo do desenvolvimento de novos processos de trabalho. A meu ver, um campo se mostra bastante promissor e fértil para novos estudos sobre qualidade, o desenvolvimento de novos métodos de seguimento da qualidade com foco na variabilidade do processo.



## ANEXOS

### Anexo 1

#### Qualidade no processo de desenvolvimento

##### Check list\*

##### Auditoria de *Mathdata*

1. Pacote de informações do LEA, disponível e completo
2. Controle dos elementos da arquitetura:
  - 2.1 Número correto
  - 2.2 Nome correto
  - 2.3 Conjunto de dados coerente e correto
  - 2.4 Informação integrada com processo, (se aplicável)
3. Nível do release correto
4. Solicitante identificado
5. Os requisitos do solicitante foram atendidos
6. Controle de dados e arquivos:
  - 6.1 Conjunto de dados original do plano do projeto / Modificados do original / Novo conjunto de informações
  - 6.2 Vistas de acordo com a seqüência de montagem
  - 6.3 Revisão das vistas verificadas e registradas
  - 6.4 Estão as vistas de acordo com o padrão
  - 6.5 Controle do arquivo de dados, correlação correta dos *folders*
  - 6.6 Arquivo de detalhamento da peça iniciado apropriadamente, (identificações, registro e controle)
  - 6.7 Dados estranhos removidos
  - 6.8 Atributos comuns de arquivos de dados corretos
  - 6.9 Macros dos arquivos vinculados e verificados
  - 6.10 Arquivos ativados, informações fluíram satisfatoriamente através do sistema
7. Relatório de construção aprovado pela Engenharia de Ferramental
8. Sólidos validados
9. As categorias de peças são selecionáveis e estão corretas
10. As informações de caráter geral (não peças) estão corretas
11. Relatório de análise de tolerâncias foi feito
12. Formato do desenho correto
13. Dimensões completas e finais
14. Identificação de uso completa, uso definido verificado
15. Informação de fixação correta
16. Solda mostrada e identificada
17. Diretrizes de *S&R* relativas a este projeto foram completadas, *check list* anexo
18. Histórico de revisões registrado apropriadamente
19. Vetores contidos numa categoria de vetores identificados (se aplicável)
20. Dados do executor do *sketch* organizados apropriadamente
21. Peças novas passaram por *design check* (lista de ações pendentes, definida)
22. Arquivo do novo conjunto passou por *design check*
23. Peças com ângulos de saída bloqueadores do molde eliminadas
24. Dispositivos de conformação de peças definidos e listados p/ processos
25. Peças em plástico projetadas apropriadamente
26. Planos de escorregamento e ajuste na montagem estão corretos
27. Arquivo de dados de referência verificado
28. Comprimento de todos os chicotes estão dentro das tolerâncias dos desenhos liberados pelos fornecedores
29. Todos os componentes de chicotes estão de acordo com a) relatório original e lógica de circuitos, b) especificações de desenho dos fornecedores
30. Empilhamento, seqüência e categorias alocadas estão em conformidade com o critério de engenharia
31. Todo o empilhamento está visível na vista do modelo
32. Linhas de centro revisadas antes de rodar o verificador automático de discrepâncias
33. Todos os *CPAs* (*Connector Positive Assurance*) alfanuméricos estão mostrados na posição de instalados
34. Relatórios de atualização de componentes verificados
35. Transferidos todos os arquivos disponíveis (chicote, componentes e agregados) para o setor de *pre-check*
36. Verificação de operações com arquivos, conforme critérios de organização de sistemas:
  - 36.1 Arquivo principal e árvore de arquivos do veículo, mantidos dentro dos critérios definidos para o sistema de organização dos dados
  - 36.2 Risco da capacidade do sistema analisado
37. Plano de disponibilização dos dados seguido conforme cronograma do projeto
38. Resumo dos resultados das mensurações
39. Planos de ação para alinhamento dos riscos (correção das não conformidades críticas)

\* Adaptado de notas de acompanhamento de projetos, Engenharia GMB.

## Anexo 2

**Requisitos da qualidade no processo de desenvolvimento**

1. LEA completo / congelado
2. Critérios de desenvolvimento do projeto alinhados (projeto do produto, processo de fabricação e estilo)
3. Lista de critérios alinhados, LCA fechada
4. LCA incorporada no modelo físico
5. Plano de execução dos workshops de *math data*
6. Plano geral de atividades do estúdio (estilo)
7. Plano de desenvolvimento do modelo físico no estúdio
8. Plano de desenvolvimento do *packaging*
9. Plano de desenvolvimento das atividades de projeto (desenhos)
10. Plano de análises e simulações virtuais
11. Plano de construção de modelos e veículos físicos
12. Plano de avaliações e testes físicos
13. Plano integrado de análise, desenvolvimento e validação (ADV)
14. Plano de integração dos itens críticos do produto (*S&R/DQ&V/VE/DH/Pêso/Fuel Economy/ etc.*).
15. Plano de confiabilidade e redução da conta de garantia
16. Planos da engenharia dimensional
17. Planos da engenharia robusta
18. Plano de integração do acesso ao veículo:
  - 18.1 Plano de serviceabilidade
  - 18.2 Plano de danabilidade
  - 18.3 Plano de reparabilidade
19. Integração do plano de qualidade do produto
20. Integração dos requisitos de qualidade do processo
21. Mensurações durante desenvolvimento do projeto:
  - 21.1 Auditoria do *math data (check list)*, até o LSV ou enquanto houver liberação de informações
  - 21.2 Qualidade à primeira vista (QPV), (*FTQ – First Time Quality*) – Estúdio
  - 21.3 QPV – Centro de Projetos (antes da liberação de Engenharia)
  - 21.4 Porcentagem de itens liberados (após liberação) sem retrabalho (EWOs)
  - 21.5 Desempenho do ADV (mensuração da carga de trabalho adicional por alteração ao plano original, cada alteração requer emissão de *EWO* específica)

## Anexo 3

## Plano de qualidade do produto\*

1. Índice direto, produção regular ( <i>DRR</i> )	quantidade produzida s/ discrepâncias / a cada 100 vehicles
2. Discrepâncias óbvias por cem veículos ( <i>ODPHV</i> )	em %
3. Discrepâncias elétricas por veículo ( <i>ECOS</i> )	quantidade/ veículo
4. Discrepâncias no teste dinâmico por cem veículos ( <i>ALDL test</i> )	em %
5. Índice de discrepâncias ponderadas por cem veículos	em %
6. Índice de satisfação do cliente ( <i>CSI</i> )	em %
7. Discrepâncias por mil veículos, inspeção de entrega ( <i>DPV</i> )	quantidade/1000
8. Discrepâncias por mil veículos, dois meses em serviço ( <i>DPV 2MIS</i> )	quantidade/1000, 2MES
9. Discrepâncias por mil veículos, doze meses em serviço ( <i>DPV 12MIS</i> )	quantidade/1000, 12MES
10. Problemas por cem veículos, pesquisa com novos compradores ( <i>NCBS PPH</i> )	quantidade/100
11. Número de falhas de deixar o usuário a pé ( <i>WHF</i> )	quantidade/ano
12. Plano de serviceabilidade	lista de requisitos
13. Plano de danabilidade	lista de requisitos
14. Plano de reparabilidade	lista de requisitos
15. Plano de melhoria da confiabilidade e redução da garantia	índice em <i>DPV</i> ou R\$ de redução por veículo
16. Competitividade em qualidade, nível de qualidade no mercado	Índice de qualidade relativo ao <i>best in class</i> ou lista de requisitos da qualidade almejados pelo cliente.

\* Alguns tópicos modificados de anotações de acompanhamento de planos de qualidade, Eng. GMB.

## Anexo 4

Portais da qualidade		
PQ00	Análise dos Dados Iniciais	Coleta e análise dos dados disponíveis
PQ01	Estudos Arquitetônicos	Geração de alternativas para o Programa
PQ02	Especificações Técnicas	Consolidação dos requisitos Arquitetorais técnicos, produto / processo
PQ03	Consolidação da Arquitetura	Pré-aprovação inicial do projeto
PQ04	Acesso Virtual, Veículo pré-conceito (AVVp-C)	Início do desenvolvimento técnico, definição dos critérios técnicos
PQ05	Aprovação Inicial do Projeto	Fechamento da subfase de Arquitetura/Planejamento
PQ10	Subfase Conceitual	Desenvolvimento da superfície conceitual
PQ11	Acesso Virtual, Veículo Conceitual	Sistemas majoritários definidos/ resultados da "clínica", alternativas/ modelo físico em andamento/ linhas da superfície conceitual definidas
PQ12	Aprovação do Tema (AT)	Resultados da "clínica" de confirmação do conceito/superfície conceitual definida
PQ13	Estilo congelado	Liberação da superfície não--validada (LSNV)
PQ14	Acesso Virtual, Veíc. Estrutural	Aprovação analítica dos elementos estruturais de longo prazo/liberação de engenharia dos itens estruturais majoritários
PQ15	Aprovação técnica do projeto	Aprovação e conclusão da subfase conceitual
PQ20	Assinatura do Contrato	Início da subfase estrutural/ desenvolvimento estrutural/construção de veículos com a superfície intencionada
PQ21	Conclusão da subfase Estrutural	Aprov. estrutural / funcional básica/ liberação final dos itens estruturais e sub-sistemas médios
PQ30	Acesso Virtual, Veíc. Integração	Liberação da Superfície Validada (LSV)/ Desenvolvimento / Aprovação de subsistemas e componentes
PQ31	Acesso Virtual, Veíc. Validação	Liberação dos últimos itens pela Engenharia
PQ32	Aprovação final das peças para produção	Aprovação final de peças, produto/ processo (PPAP)
PQ40	Início da operação Piloto	Início da validação do processo de manufatura de veículos
PQ41	Final da validação do veículo	Fechamento da validação do Produto
PQ42	Arquivo final, Veículo Virtual	Registro das lições aprendidas
PQ43	Início da produção regular	Revisão da operação piloto, planos de contingência (se houverem) e aprovação do início da aceleração da produção

## Anexo 5

## Momentos de Acesso à Qualidade (MAQ)

MAQ	DADOS DE ENTRADA	SAÍDAS
M00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acesso às informações iniciais do Programa</li> <li>- Apresentação do <i>benchmarking</i> para a Qualidade, mercado local e export</li> <li>- Recursos disponíveis</li> <li>- Plano preliminar do ADV, sub-plano de Mulas completo</li> <li>- Lista preliminar do LEA</li> <li>- Lista preliminar do LEP</li> <li>- Diretrizes para a Qualidade, "Business Plan"</li> <li>- Lista dos possíveis fornecedores p/ sistemas majoritários / recursos disponibilizados</li> <li>- MTC do Programa</li> <li>- Plano básico das atividades do Estúdio (Estilo)</li> <li>- Informações de confiabilidade e custo da garantia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Macro objetivos para a qualidade do produto</li> <li>- Plano de operação de sistemas, Engenharia Simultânea</li> <li>- Plano preliminar de <i>workshops</i> do do <i>mathdata</i></li> <li>- Plano de desenvolvimento do <i>package</i></li> <li>Plano de desenvolvimento do modelo físico no estúdio</li> <li>- Objetivos de confiabilidade</li> <li>- Recomendações de sistemas p/ estudos de QFD, DFM e FMEA inicial</li> <li>- Relatórios de Qualidade sobre estudos da Arquitetura</li> <li>Sumários e Relatórios p/ apresentação no PQ-01</li> <li>- Recomendações para compartilhar c/ fornecedores atividades de projeto, desenv. e validação</li> <li>- Plano preliminar do ADV, consolidação do plano de Mulas</li> </ul>
M01	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construída a 1ª Mula</li> <li>- Estudos Arquiteturais</li> <li>- Informações preliminares de qualidade do processo, Serviços, Danabilidade, Reparabilidade</li> <li>- Informações dos sub-sistemas majoritários</li> <li>- Lista de critérios de projeto, (produto, processo de fabricação e estilo)</li> <li>- Plano de desenvolvimento das atividades de projeto</li> <li>- Plano de datas do LSNV e LSV pelo Estilo</li> <li>- Plano de análises e simulações virtuais</li> <li>- Plano preliminar de desenvolv. de fontes</li> <li>- Plano preliminar de lançamento do produto</li> <li>- LEA completo</li> <li>- Proposta, requisitos de qualidade no processo de desenvolvimento</li> <li>- Planos de Ação resultantes do PQ-01</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Sign off</i> da 1ª Mula</li> <li>- Especificações técnicas iniciais para as alternativas de arquitetura, revisadas</li> <li>- Plano inicial de objetivos para a qualidade do produto</li> <li>- Lista de itens críticos do produto</li> <li>- Plano preliminar serviceabilidade</li> <li>- Plano preliminar danabilidade e reparabilidade</li> <li>- Lista de critérios de projeto alinhados, (LCA)</li> <li>- Plano integrado de desenvolvimento das atividades de projeto (detalhamento de <i>package</i> e desenhos do produto, estúdio, manufatura, fontes fornecedoras)</li> <li>- Relatório do andamento da atividade de <i>package</i></li> <li>Plano de execução dos <i>workshops</i> de <i>mathdata</i>, consolidado</li> <li>- Primeira auditoria do <i>mathdata</i></li> <li>- Plano ADV atualizado</li> <li>- Sumários e Relatórios p/ apresentação no PQ-02</li> </ul>

MAQ	DADOS DE ENTRADA	SAÍDAS
M02	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planos de Ação resultantes do PQ-02</li> <li>- Especificações técnicas da arquitetura</li> <li>- Lista de fornecedores majoritários nomeados</li> <li>- Revisão das especificações técnicas com manufatura/requisitos do processo</li> <li>- Resultados, auditoria do mathdata</li> <li>- Resultados das mensurações iniciais, desenvolvimento do projeto</li> <li>- Recomendações do <i>workshop</i> do <i>mathdata</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planos revisados, informações de projeto incorporadas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Serviceabilidade</li> <li>• Danabilidade e Reparabilidade</li> <li>• Integração dos itens críticos</li> <li>• Confiabilidade e redução da conta de garantia</li> </ul> </li> <li>- Plano da Engenharia Robusta, incluindo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas e componentes objetos de Engenharia Dimensional</li> <li>• Lista de estudos de DFM</li> <li>• Lista de análises FMEA</li> </ul> </li> <li>- Requisitos da Qualidade no processo de desenvolvimento, plano completo</li> <li>- Plano de Qualidade do produto, novos requisitos</li> <li>- Plano de Qualidade da Engenharia do Produto</li> <li>- Sumários e Relatórios p/ apresentação no PQ-03</li> <li>- Atualizado Plano ADV, plano de veículos conceito e estruturais, consolidado</li> <li>- Planos de Ação relativos a resultado da auditoria de mathdata e mensurações da atividade de projeto</li> </ul>
M03	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recomendações do <i>gate</i> da Aprovação Inicial do Projeto (PQ-05)</li> <li>- Resultados, clínica de confirmação de alternativas para o tema Recomendações e Planos de Ação do PQ-03, PQ-04 e AVVpC</li> <li>- Plano ADV atualizado</li> <li>- Sub-planos ADV de fornecedores majoritários e fontes de serviços envolvidas</li> <li>- Resultados, auditoria do mathdata</li> <li>- Resultados das mensurações do andamento das atividades de projeto</li> <li>- Relatório de desempenho do estágio das Mulas</li> <li>- Lista de peças e plano de atividades para construção do veículo conceitual</li> <li>- Recomendações do <i>workshop</i> do <i>mathdata</i>, (se executado)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2º Release do Plano ADV, consolidação e execução dos estágios conceito e estrutural (se existirem no programa)</li> <li>- Análise dos resultados da auditoria de <i>mathdata</i>, Planos de Ação elaborados, se necessário</li> <li>- Análise das mensurações de projeto e Planos de Ação elaborados, se identificadas não-conformidades</li> <li>- Planos de Ação para resolver eventuais falhas durante o desenvolvimento das Mulas</li> <li>- Sumários e Relatórios p/ apresentação no PQ-11</li> <li>- Relatório do nível de prontidão de materiais e processos para montar o veículo conceitual/Identificação de itens críticos, ações requeridas</li> </ul>

MAQ	DADOS DE ENTRADA	SAÍDAS
C01	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construído 1º veículo conceitual</li> <li>- Recomendações e Planos de Ação do PQ-11 e PQ-12</li> <li>- Relatório do andamento das atividades na área de Estilo,(modelo físico, desenvolvimento da superfície)</li> <li>- Tema aprovado</li> <li>- Resultados do AVVC</li> <li>- Resultados, auditoria do mathdata</li> <li>- Resultados das mensurações do andamento das atividades de projeto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Sign off</i> do 1º veículo conceitual</li> <li>- Relatório de acompanhamento do Plano de Qualidade da Engenharia</li> <li>- Plano ADV atualizado</li> <li>- <i>Releases</i> da Engenharia, nível ferramental, itens majoritários de longo prazo, painel(eis) do assoalho</li> <li>- Sumários e Relatórios p/ apresentação no PQ-13</li> <li>- Planos de Ação anteriores revisados e novos elaborados</li> </ul>
C02	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Liberação do LSNV</li> <li>- Lista de fornecedores médios nomeados</li> <li>- Avaliação dos trabalhos de <i>Mock-up</i></li> <li>- Resultado do desenvolvimento veículo(s) conceitual(is)</li> <li>- Recomendações e Planos de Ação do PQ-13</li> <li>- Estilo congelado</li> <li>- Lista de peças e plano de atividades para construção do veículo estrutural</li> <li>- Sub-planos ADV de fornecedores médios</li> <li>- Resultados, auditoria do mathdata</li> <li>- Resultados das mensurações do andamento das atividades de projeto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atualização Plano ADV, preparado para o 3º <i>release</i>, sub-planos de ADV dos fornecedores médios incorporados</li> <li>- Relatório de acompanhamento do Plano de Qualidade da Engenharia</li> <li>- Planos de Ação anteriores revisados e novos elaborados</li> <li>- Sumários e Relatórios p/ apresentação no PQ-14 e PQ-15</li> <li>- Relatório do nível de prontidão de materiais e processos para montar o veículo estrutural/Identificação de itens críticos, ações requeridas</li> </ul>
E01	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construído 1º veículo estrutural</li> <li>- Recomendações e Planos de Ação do PQ-14, PQ-15 e AVVE</li> <li>- Recursos e cronograma de atividades de desenvolvimento do projeto congelados</li> <li>- Minuta da aprovação técnica do projeto (aprovação dos planos de trabalho das Engenharias)</li> <li>- Resultados, auditoria do mathdata</li> <li>- Resultados das mensurações do andamento das atividades de projeto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Sign off</i> do 1º veículo estrutural</li> <li>- Projeto atualizado quanto às modificações e ajustes provenientes do acesso virtual e construção estrutural</li> <li>- Cronograma de construção dos veículos estruturais atualizado, datas e conteúdo</li> <li>- <i>Releases</i> da Engenharia, nível ferramental, itens estruturais de longo prazo</li> <li>- <i>Releases</i> da Engenharia, nível Produção, painel(is) do assoalho</li> <li>- Relatório de acompanhamento do Plano de Qualidade da Engenharia</li> <li>- Planos de Ação anteriores revisados e novos elaborados</li> </ul>

MAQ	DADOS DE ENTRADA	SAÍDAS
E02	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sumário dos resultados do desenvolvimento do(s) veículo(s) estrutural(is) e aprovação funcional</li> <li>- Resultados, auditoria do mathdata</li> <li>- Resultados das mensurações do andamento das atividades de projeto</li> <li>- Lista de peças e plano de atividades para construção do veículo-integração</li> <li>- Recomendações do workshop do mathdata, (se executado)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plano de atualização do cronograma de construção dos veículos-integração</li> <li>- Relatório do nível de prontidão de materiais e processos para montar o veículo-integração/Identificação de itens críticos, ações requeridas</li> <li>- Releases da Engenharia, nível produção, itens estruturais de longo prazo e sub-sistemas grandes e Médios</li> <li>- Preparação para a liberação do 4o release do Plano ADV</li> </ul>
I01	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construído 1º veículo-integração</li> <li>- Liberação do LSV</li> <li>- Resultados do acesso virtual do veículo-integração</li> <li>- Lista dos fornecedores minoritários Nomeados</li> <li>- Sub-planos ADV de fornecedores Minoritários</li> <li>- Resultados, auditoria do mathdata</li> <li>- Resultados das mensurações do andamento das atividades de Projeto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sign off do 1º veículo-integração</li> <li>- Plano ADV atualizado, sub-planos dos fornecedores minoritários integrados, liberação do 4o release</li> <li>- Releases da Engenharia, nível produção, todos os itens</li> <li>- Relatório de acompanhamento do Plano de Qualidade da Engenharia</li> <li>- Planos de Ação anteriores revisados e novos elaborados</li> <li>- Plano de Qualidade congelado</li> </ul>
I02	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relatório da liberação dos releases da Engenharia</li> <li>- Relatório, andamento da aprovação de sub-sistemas e componentes</li> <li>- Resultados das mensurações do andamento das atividades de Projeto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 100% liberação, releases de Engenharia</li> <li>- Análise de risco, desempenho do andamento das atividades de projeto e atendimento às datas</li> <li>- Lista de sub-sistemas e componentes críticos para aprovação</li> <li>- Sumário da 1a fase do desenvolvimento dos veículos-integração</li> <li>- Sumário do desempenho alcançado pelo Plano de Qualidade da Engenharia</li> <li>- Planos de Ação anteriores revisados e novos elaborados</li> <li>- Apresentação do andamento geral para Diretoria</li> </ul>
I03	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recomendações/redirecionamentos da Diretoria</li> <li>- Relatórios e sumários do I02 atualizados</li> <li>- Resultados das mensurações do andamento das atividades de projeto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análise de risco, itens críticos</li> <li>- Atualização e início da 2a fase do desenvolvimento, veículos-integração</li> <li>- Planos de Ação anteriores revisados e novos elaborados</li> <li>- Andamento do Plano de Qualidade atualizado</li> </ul>



MAQ	DADOS DE ENTRADA	SAÍDAS
I04	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relatórios e sumários do I03 atualizados</li> <li>- Resultados das mensurações, itens liberados sem retrabalho e andamento das atividades de ADV</li> <li>- Recomendações e Planos de Ação do PQ-31 e AVVV</li> <li>- Resultados dos Planos de Ação dos itens críticos</li> <li>- Avaliação da 2a. fase do desenvolvimento dos veículos-integração</li> <li>- Lista de peças e plano de atividades para construção do veículo de validação</li> <li>- Andamento das atividades de construção do ferramental de Produção</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista de itens críticos revisada</li> <li>- Análise de risco atualizada</li> <li>- Relatórios de datas de disponibilidade de <i>out of tooling parts</i></li> <li>- Andamento do Plano de Qualidade atualizado</li> <li>- Relatório do nível de prontidão de materiais e processos para montar o veículo de validação/Identificação de itens críticos, ações requeridas</li> <li>- Planos de Ação anteriores revisados e novos elaborados</li> </ul>
V01	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construído 1º veículo de validação</li> <li>- Resultados das mensurações, itens liberados sem retrabalho e andamento das atividades de ADV</li> <li>- Relatório de acompanhamento da aprovação, sistemas e componentes</li> <li>- Plano de acompanhamento da avaliação funcional de peças estampadas (try out de componentes, sub-sistemas e sistemas estampados)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Sign off</i> do 1º veículo de validação</li> <li>- Relatório do nível de representatividade das peças montadas no veículo de validação/Planos de Recuperação</li> <li>- Lista de itens críticos atualizada</li> <li>- Planos de Ação anteriores revisados e novos elaborados</li> <li>- Análise de risco atualizada/Planos de Contingência, suprimento de peças p/ Piloto, peças c/ processo aprovação atrasado</li> <li>- Relatório de apresentação para o PQ-32</li> </ul>
V02	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avaliação do desenvolvimento e fechamento do estágio de validação</li> <li>- Relatório final de aprovação de peças para a produção (PQ-32), fornecedores</li> <li>- Relatório, aprovação da avaliação funcional, peças e conjuntos estampados</li> <li>- Resultados das mensurações, itens liberados sem retrabalho e andamento das atividades de ADV</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planos de contingência revisados e acrescentados</li> <li>- Plano de atividades na operação Piloto, atualizado</li> <li>- Plano de atualização do produto aprovado</li> <li>- Planos de Ação anteriores revisados e novos elaborados</li> </ul>
V03	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relatório final, validação do veículo</li> <li>- Avaliação do desenvolvimento da piloto/ajustes no produto</li> <li>- Planos de contingência</li> <li>- Planos de ação do PQ41</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relatório de fechamento do plano ADV, e da validação do veículo</li> <li>Atualização e confirmação de planos de Contingência</li> <li>Fechamento dos planos de ação</li> <li>Relatório de informações para registro</li> </ul>

## Anexo 6

## PLANO DE QUALIDADE DA ENGENHARIA

Acompanhamento

Lista de entregas (*deliverables*)

Programa: -----

Projeto No.: W35

Evento do VDP: Especificações técnicas

PQ:02

Data:XX/YY/02 Responsável:-----

Gerente Int. -----

&amp; Qualidade:

ITEM	DESCRIÇÃO DA ENTREGA	RESP.	OBJETIVO	ATINGIDO	PLANO DE AÇÃO	AValiação
	LEA – lista de elementos arquiteturais – especificações técnicas		Completo	ok		G
	LEP – lista de elementos do processo		Preliminar	ok		G
	LCA – lista de critérios alinhados de projeto		Inicial	50%	W35.007	Y
	Lista de ações e responsabilidades com os <i>design houses</i>		RASI Chart	incompleto	W35.008	Y
	Plano de ADV: - integração atividades virtuais e testes físicos		Inicial	ok		G
	- <i>math data workshops</i>		Completo	ok		G
	- subplano de mulas		Final	80%	W35.009	Y
	- construção de protót.		Completo	50%	W35.010	Y
	Plano de integração do acesso ao veículo. (serviceabilidade, danabilidade e reparabilidade)		Preliminar	ok		G
	Planos de desenvolvimento do projeto: - <i>packaging</i> -estúdio		Completo	ok		G
	- modelo físico-estúdio		Completo	70%	W35.011	Y
	incorporação do LCA		Preliminar	50%	W35.012	Y
	- engenharia robusta		Preliminar	50%	W35.013	Y
	- eng. dimensional		Preliminar	50%	W35.013	Y
	- liberação informação		Inicial	0%	incompleto	Y
	Consolidação das datas do LSNV e LSV					
	Plano da Qualidade de Engenharia: - confiab. e garantia		Completo(v.)	40%	W35.014	Y
	- objetivos de qualidade do processo		Completo (veículo)	50%	W35.015	Y
	- processo de desenvolvimento		Completo	60%	W35.016	Y
	- integração itens críticos do produto		Completo	50%	W35.017	R
	Estudos arquitetônicos - análises		80%	50%	W35.018	R
	Acompanhamento de estudos de QFD, DFM e FMEA		QFD comp.	80%	W35.019	Y
			DFM comp.	60%	W35.020	Y
			FMEAcamp.	Ok		G
	Plano de lançamento do produto		Esboço	0%	ñ disponível	Y
	Plano de nomeação de fontes fornecedoras		Completo	89%	W35.021	Y

APROVAÇÕES:

Diretor do Programa: \_\_\_\_\_

Diretor da Plataforma: \_\_\_\_\_

AValiação:  Aprovado Aprovado c/ restrição Repetir o gate XX/YY/02



System \_\_\_\_\_  
 X Subsystem Program: XXXX  
 Components Description: Welding Laser Raaf  
 UPC: TCUJ  
 Part Number: NRRNRNRNRNR  
 Core Team \_\_\_\_\_

**POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (DESIGN/FMEA)**

FMEA Number \_\_\_\_\_  
 Prepared By \_\_\_\_\_  
 FMEA Date (Orig): 1-nov-00  
 Revision Data: 30-nov-00

Design Responsibility Key Date  
 XXX DEC2000

Line No	Item / Function	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	S E V	Potential Cause(s) / Mechanism(s) of Failure	Current Design Controls			D I R P N	Recommended Action(s)	Responsibility & Target Completion Date	Action Results			
						O C	Prevention	Detection				Actions Taken	NBW SEV	NBW OCC	NBW DET
1	Canal do Tete Ute lateral com o tito	Fuga excessiva na região de flange	Má soldabilidade ocasionando retrabalho na produção	3	Má estruturação do plano lateral conjunto (material, forma, ...)	Desenvolvimento de um dispositivo específico para assegurar a posição dos dentes internos e externos	Prototipagem na fase A/E	4	128	Análise dimensional	Analísioles Vitoria Até março de 2001				
2		Gargal não coberto pela vedação	Infiltração podendo causar corrosão	3	Superdimensionamento da camada de zinco	Aprovação pela Engenharia de Materiais	Prototipagem na fase A/E	4	266	Extender a largura do perfil lateral externo e adicionar duas pontas de solda com a cantoneira da coluna "D"	Silveira Ketu Até março de 2001				
3		Subdimensionamento da largura do canal entre o canal e a moldura	Dificuldade de montagem da moldura ou infiltração entre o canal e a moldura	3	Má especificação do material vedante	Projeto similar ao V02	Prototipagem na fase B/E	4	12	Ação não necessária					
					Superdimensionamento das superfícies de contato de moldura	Projeto similar ao V02	Prototipagem na fase B/E	4	48	Análise dimensional	Analísioles Vitoria Até março de 2001				

System PAUMBER **POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (DESIGN FMEA)** **DFMEA NUMBER**

X Subsystem Components

Description TAIL GATE GLASS MODULE

Model Year(s) \_\_\_\_\_

Vehicle \_\_\_\_\_

Core Team \_\_\_\_\_

Prepared By \_\_\_\_\_

FMEA Date (Orig.) 1/XX/2000

Revision Date \_\_\_\_\_

FMEA Number 0

Design Responsibility Key Date DEC/2000

Line No.	Item / Function	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Class	Potential Cause(s) / Mechanism(s) of Failure	O C C	Current Design Controls	D E T	R P N	Recommended Action(s)	Responsibility & Target Completion Date	Action Results				
													Actions Taken	NEWREV	NEWOCC	NEWDET	NEWRPN
1	TAILGATE GLASS MODULE. PROVIDE ENVIRONMENTAL BARRIER (WATER & WIND)	GLASS BREAKS INTO WRONG SIZE PIECES.	INSUFFICIENT ENVIRONMENTAL PROTECTION TO OCCUPANTS (8)	8	SAFETY KC	INCORRECT MATERIAL SPECIFICATIONS	1	GLASS CERTIFICATION TEST TO ECE R41. BASIC VALIDATION TEST LESSONS LEARNED FROM S4300	1	8	NONE.						
2	TAILGATE GLASS MODULE. PROVIDE ENVIRONMENTAL BARRIER (WATER & WIND)	WINDOW MODULE / SHEET METAL INTERFACE POOR FIT AND/OR POOR MATCH-UP.	WIND NOISE. WATER LEAKS	7	FUNCTION KC	INADEQUATE SHEET METAL TOLERANCES SPECIFIED.	2	TOLERANCE STACKUPS DESIGN STUDIES BASIC VALIDATION TEST LESSONS LEARNED FROM S4300	3	42	CHECK TAILGATE SHEET METAL DFMEA ADD KPC ON SHEET METAL OPENING	JOSE VIDREIRO 31-VY-00					
3	TAILGATE GLASS MODULE. PROVIDE ENVIRONMENTAL BARRIER (WATER & WIND)	WINDOW MODULE / SHEET METAL INTERFACE POOR FIT AND/OR POOR MATCH-UP.	WIND NOISE. WATER LEAKS	7	FUNCTION KC	INADEQUATE GLASS MODULE TOLERANCES SPECIFIED	2	TOLERANCE STACKUPS DESIGN STUDIES BASIC VALIDATION TEST ON PROTOTYPE BUILD LESSONS LEARNED FROM S4300	3	42	ADD KPC ON TAILGATE GLASS ADHESIVE AREA	JOSE VIDREIRO 31-TT-00					
4	TAILGATE GLASS MODULE. AESTHETICALLY PLEASING	GLASS CHIPPED OR SCRATCHED	POOR APPEARANCE / PERCEPTION OF QUALITY IS LOW INCREASED WARRANTY COSTS	3		INSUFFICIENT SPECIFICATIONS.	1	BMW AERGS LESSONS LEARNED FROM PROJ.V30 QUALITY CONTROLS	1	3	NONE						

5	BACKLITE MODULE	MODULE SHOWS SURFACE DEFECTS	POOR APPEARANCE / PERCEPTION OF QUALITY IS LOW INCREASED WARRANTY COSTS	3	INCORRECT MATERIAL SPECIFICATIONS	1	GM SPECIFICATION SHOWING DESIGN DRAWINGS LESSONS LEARNED FROM \$4300	11	3	NONE						
6	TAILGATE GLASS MODULE PROVIDES A SEALING SURFACE	INSUFFICIENT SEALING (GLASS ADHESIVE URETHANE)	AIR NOISE AND WATER LEAKAGE	7	INTERFACE BETWEEN THE GLASS MODULE AND THE SHEET METAL HAVE INSUFFICIENT SPECS.	4	LESSON LEARNED BUILD TESTS, MOCKUPS, DESIGN STANDARDS, WATERLEAK TEST.	3	84	NONE						
7	TAILGATE GLASS MODULE OUTSIDE STYLING FEATURES MATCH	MISMATCH WITH MATING PARTS	LOW CUSTOMER PERCEPTION OF QUALITY TO CUSTOMER (POOR APPEARANCE)	4	LACK OF COORDINATION BETWEEN MATING PARTS (INCORRECT DESIGN SPECIFICATIONS)	2	DESIGN REVIEWS, COMPATIBILITY STUDIES, TYPICAL SECTION REVIEWS LESSONS LEARNED FROM \$4300	2	16	NONE						
8	TAILGATE GLASS MODULE OUTSIDE STYLING FEATURES MATCH	GLOSS LEVEL MISMATCH - PROFILE SURFACE	POOR APPEARANCE	4	INCORRECT DESIGN - GLASS SPECIFICATIONS	2	DESIGN REVIEWS, COMPATIBILITY STUDIES, TYPICAL SECTION REVIEWS LESSONS LEARNED FROM PROL/V20 GNV ABR GS SPEC	2	16	NONE						
9	TAILGATE GLASS MODULE PROVIDES A CLOSE-OUT BETWEEN THE GLASS AND THE SHEET METAL	BOND BETWEEN GLASS AND URETHANE FAILS (GLASS BECOMES LOOSE AND/OR DETACHED FROM MODULE)	AIR, WATER LEAKS AND WIND NOISE (7) INSUFFICIENT ENVIRONMENTAL PROTECTION (8)	6	INCORRECT PRIMER SPECIFICATIONS.	1	LESSON LEARNED FROM \$4300, DESIGN STANDARDS, GENERAL VAL TEST DESIGN REVIEW WITH MATL ENGG	1	6	HAVE C/O MATERIAL SPECIFICATION	5/RR/2000	USE C/O MATL SPEC	6	1	1	8
10	TAILGATE GLASS MODULE PROVIDES A CLOSE-OUT BETWEEN THE GLASS AND THE SHEET METAL	BOND BETWEEN GLASS AND URETHANE FAILS (GLASS BECOMES LOOSE AND/OR DETACHED FROM MODULE)	AIR, WATER LEAKS AND WIND NOISE (7) INSUFFICIENT ENVIRONMENTAL PROTECTION (8)	6	INCORRECT PRIMER SPECIFICATIONS AND (W BLOCKAGE)	1	LESSON LEARNED FROM \$4300, DESIGN STANDARDS, GENERAL VAL TEST DESIGN REVIEW WITH MATL ENGG	1	8	HAVE C/O MATERIAL SPECIFICATION	5/RR/2000	USE C/O MATL SPEC	8	1	1	8

TALGATE GLASS MODULE	DISTORTION	PERCEPTION OF QUALITY (LOW / CUSTOMER DISSATISFACTION)	VISION GUIDELINES	INADEQUATE GLASS SPECIFICATION	DESIGN GUIDELINES	DESIGN CHECKS	30 VERIFY IF OPTIC DISTORTION STUDY IS NECESSARY	PEDRO EXPERTO PPG	30-05-00
11 GLASS PROVIDES A TRANSPARENT MEDIA TO SEE THROUGH.					ENM/V108 GS				
12 TALGATE GLASS MODULE - HIDE INTERIOR SEALING AND ATTACHMENTS	BLACK OUT PAINT (FRIT) DOES NOT SEALING AND ATTACHMENTS	LOW PERCEPTION OF QUALITY BY CUSTOMER, POOR APPEARANCE		POOR TOLERANCE STACK UP TO DETERMINE FRIT LINE (EXCESSIVE BUILD VARIATION)	9 TOLERANCE STACK UPS. DESIGN BUILDS. COMPATIBILITY REVIEWS LESSONS LEARNED FROM S4000	1	64 ENSURE THAT THE INTERIOR TRIM AREA COVERS THIS FAILURE MODE	DONALDO ALYO	30-04-00
13 TALGATE GLASS MODULE - BOND STRENGTH TO SHEET METAL.	FALS TO BOND PROPERLY. INADEQUATE BOND STRENGTH	WIND NOISE & WATER LEAKS (7) POOR FIT (4)		INADEQUATE SPECIFICATION, QUANTITY AND LOCATION	2 DESIGN STANDARDS & VERIFICATIONS LESSON LEARNED	2	32 NONE		
14 TALGATE GLASS MODULE - AESTHETICALLY PLEASING	SILKSCREEN POOR APPEARANCE ON THE BORDERS	INADEQUATE ENVIRONMENTAL PROTECTION (8) LOW CUSTOMER APPEAL LOW PERCEPTION OF QUALITY TO CUSTOMER - POOR APPEARANCE		INADEQUATE SILKSCREEN SPECIFICATION. DESIGN FUNCTION (7)	10 DESIGN STANDARDS & VERIFICATIONS LESSON LEARNED FROM PPOXV92	4	320 SUPPLY NEW SILKSCREEN SPEC FROM IBM	REGINA TORRADO	10/17/00
15 TALGATE GLASS MODULE - DEFOGGING	DOES NOT DEFOGG PROPERLY	CUSTOMER DISATISFACTION INCREASE WARRANT COST REDUCE VISIBILITY		INADEQUATE DESIGN SPEC	3 DESIGN STANDARDS & VERIFICATIONS LESSON LEARNED FROM PROJ. V48	3	54 NONE	ANTONIO ARMADA PIERO	30/22/00







# FMEA-Tipos de Falha e Análise do Efeito

## PROCESSOS

Projeto: C.J.TRLHO TETO - SIANLELD																	
Responsáveis: ENG-PROCESSOS-UNIDADE METALÚRGICA																	
Áreas Envolvidas: ENG-PROCESSOS, QUALIDADE DA UN, ENG. DE QUALIDADE																	
CELULA DE PRODUÇÃO, COMERCIAL, ENG. DE PRODUTOS, FERRAMENTARIA																	
Descrição: TRLHO DO TETO EM ALUMINIO SER JANELA																	
FMEA Nº: 0306																	
Revisão																	
Data Emissão: JUL/00																	
Coordenador:																	
Responsável:																	
Número:																	
Data:																	
Descrição	Processo Especial	Caract. Tipo da Falha em Potencial	Efeito da Falha em Potencial	Severidade	Causa da Falha em Potencial	Ocor. Falha	Contrôles Atuais	Detecção	Risco	Ação Preventiva Recomendada	Resultados						
											Responsável	Data Prevista	Apções Tomadas	Sev.	Occ.	Del. Risco	
PREPARAR E MONTAR A GANCHERA/ PREPARAR A CAIXA PARA TRLHO DO TETO		DEFORMAÇÃO NA PEÇA DURANTE O TRANSPORTE	DEFORMAÇÃO NA PEÇA APARENCIA	20%	LOCALIZAÇÃO DA PEÇA NA GANCHERA	20%	INSPEÇÃO VISUAL	40%	1500%	TREINAR OPERADORES PARA LOCALIZAÇÃO ADEQUADA DAS PEÇAS NA GANCHERA	PRODUÇÃO	3/10/2000					
PINTURA DO ELETROSTAT. MANUSEIO E MANUTENÇÃO DO ALUMINIO NECESSARIA AO CLIENTE		TONALIDADE FORA DO ESPECIFICADO	MA APARENCIA	50%	TINTA FORA DO ESPECIFICADO	100%	CONTROLE DO LOTAÇÃO, SATISFAÇÃO E INSTRUCOES DE PREPARO DA TINTA AOS OPERADORES	300%	1500%	MANTER O PROCEDIMENTO ATUAL							
		CONTAMINAÇÃO DA PINTURA POR IMPUREZAS	MA APARENCIA	70%	TERMOMETROS NA PINTURA NÃO CALIBRADOS PARA A TEMPERATURA DE APLICACAO	200%	AVALIAÇÃO VISUAL NA PEÇA	300%	3000%	INSPEÇÃO PREVENTIVA PERIODICA AOS INSTRUMENTOS E AFERICAO DOS MESMOS QUANDO NECESSARIO	MANUTENÇÃO	30/07/2000		500%	100%	300%	1500%
		SALTOS DE ADESAO DA TINTA AO SUBSTRATO	MA APARENCIA	50%	PRESENCIA DE SILESIAS NO AMBIENTE DA PINTURA	30%	AVALIAÇÃO VISUAL NA PEÇA	300%	6300%	LIMPEZA DA AREA DA PINTURA EM FREQUENCIA ESTABELECCIDA	PRODUÇÃO	26/07/2000		700%	100%	20%	1400%
		FALTA DE ADESAO DA TINTA AO SUBSTRATO	MA APARENCIA	50%	LIMPEZA NA DEQUADA DA PINTURA ANTES DE APLICACAO	200%	ENSAIO DE GRADE	30%	300%	TREINAR PESSOAL PARA EXECUTAR LIMPEZA ADEQUADA DAS PEÇAS	PRODUÇÃO	3/10/2000					
		DEFORMAÇÃO NA AREA EM QUE A PEÇA FOI MONTADA NA GANCHERA	MA APARENCIA	20%	TINTA FORA DO ESPECIFICADO	100%	CONTROLE DO LOTAÇÃO, SATISFAÇÃO E INSTRUCOES DE PREPARO DA TINTA AOS OPERADORES	300%	1500%	MANTER O PROCEDIMENTO ATUAL							
DES-MONTAR DA GANCHERA RE-VERIFICAR O BOM ESTADO DA GANCHERA E AVALIAR A CONDIÇÃO DA PEÇA AOS PINTORES		DEFORMAÇÃO NA AREA EM QUE A PEÇA FOI MONTADA NA GANCHERA	MA APARENCIA	20%	DES-MONTAGEM DA PEÇA NA GANCHERA	300%	INSPEÇÃO VISUAL	40%	1500%	ORIENTAR OS OPERADORES PARA DES-MONTAGEM ADEQUADA DAS PEÇAS NA GANCHERA	PRODUÇÃO	3/10/2000					





## FMEA-Tipos de Falha e Análise do Efeito

PROCESSOS																	
Projeto: C.L. TRILHO TETO - SANLEID																	
Responsável: ENG. PROCESSOS-UNIDADE METALÚRGICA																	
N.º Original: 17777777																	
Descrição: TRILHO DO TETO EM ALUMINIO SEM JANELA																	
Revisão																	
Coordenador:																	
Data Emissão: JUL/00																	
FMEA N.º																	
Folha N.º 05/08																	
Responsável:																	
Número:																	
Data:																	
Processo Especial	Caract. Especial	Tipo de Falha em Potencial	Efeito da Falha em Potencial	Segurança	Causas da Falha em Potencial	Ocorrência	Controles Atuais	Defecção	Risco	Ação Preventiva Recomendada	Resultados						
											Responsável	Atções Tomadas	Sev.	Oco.	Det. Risco		
LIXAR SUPERFÍCIE	PROVER A SUPERFÍCIE DA PEÇA DE ACABAMENTO	MARCAS DE LIXA	MA APARENCIA	60%	EXCESSO DE LIXAMENTO NA PERIFERIA DA PEÇA	20%	INSPEÇÃO VISUAL	30%	300%	TRABALHO DO OPERADOR PARA EXECUÇÃO ADEQUADA DA OPERAÇÃO	PRODUÇÃO 30/08/2000						
MONTAR NA GANÇHERIA	CHAMAR PARA O OPERADOR DURANTE O TRANSPORTE	PEÇA CAIR DA GANÇHERIA	DEFORMAÇÃO NA PEÇA	20%	LOCALIZAÇÃO INADEQUADA DA PEÇA NA GANÇHERIA	20%	INSPEÇÃO VISUAL	40%	100%	TRABALHADORES PARA LOCALIZAÇÃO DAS PEÇAS NA GANÇHERIA	PRODUÇÃO 30/08/2000						
DESGRANAR E TRATAMENTO SUPERFICIAL DA PEÇA	ABRIR O BARRIL APÓS O ABRILHO	BRILHO APÓS O ABRILHO	MA APARENCIA FUNCIONAL	30%	USAR DE ALIM. FORTALDA E ESPECIFICAR	20%	AVALIAÇÃO DA LIGA DE QUANDO RECEBERMTO	50%	300%	TRABALHADORES PARA ADEQUAÇÃO DO ACABAMENTO NECESSÁRIO APÓS O BARRIL	PRODUÇÃO 30/08/2000						
		ACUMULAMENTO DE RESÍDUOS NA PEÇA	MA APARENCIA	30%	RESÍDUOS NA PEÇA	30%	VERIFICAR VISUALMENTE NO TANGUE	30%	270%	EFETUAR LIMPEZA DE RESÍDUOS NO FUNDO DO TANGUE DE ACORDO COM O PROCEDIMENTO ADICIONANDO APÓS A MESMA OS COMPONENTES DO BANHO COM FOME ESPECIFICADO PELO LAB. PARA MANTE-LO EM CONDIÇÃO SATISFATORIA PARA A OPERAÇÃO	PRODUÇÃO 30/08/2000			30%	100%	30%	80%
		PONTA AFEBOR DA PEÇA APÓS A INSPEÇÃO	MA APARENCIA	20%	PONTA DA PEÇA AFEBOR EM EXCESSO	30%	VERIFICAR VISUALMENTE A PEÇA APARENCIA DEBIDA EM SUA PONTA DE RESÍDUOS DO BANHO	30%	180%	EFETUAR LIMPEZA DE RESÍDUOS NO FUNDO DO TANGUE QUANTO NECESSÁRIO ADICIONANDO APÓS A MESMA OS COMPONENTES DO BANHO COM FOME ESPECIFICADO PELO LAB. PARA MANTE-LO EM CONDIÇÃO SATISFATORIA PARA A OPERAÇÃO	PRODUÇÃO 30/08/2000			20%	100%	30%	50%
DES-MONTAR DA GANÇHERIA DO BALANÇO	PROVER A CONDIÇÃO DA PEÇA PARA SER PINTADA	MA APARENCIA	MA APARENCIA	20%	MA APARENCIA INADEQUADA DAS PEÇAS	20%	INSPEÇÃO VISUAL	40%	180%	TRABALHADORES PARA ADEQUAÇÃO DAS PEÇAS NA GANÇHERIA	PRODUÇÃO 30/08/2000						
Engenharia de Processos				Qualidade da Unidade				Célula de Produção									

**LISTA DE REFERÊNCIAS**

CARBONARI, A.J. **Sistema aviônico em aeronaves**. In: SEMINÁRIO ELETRO-ELETRÔNICA APLICADA À MOBILIDADE III, São Paulo, out. 2001.

CHENG, L.C. **QFD: Planejamento da qualidade**. Belo Horizonte: UFMG, Escola de Engenharia, Fundação Christiano Ottoni, 1995.

CHIUSOLI, R.F.Z.; TOLEDO, J. C. **Engenharia simultânea: estudo de casos na indústria brasileira de auto peças**. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO. São Carlos: ago. 2000.

CHRYSLER;FORD;GM. **Planejamento avançado da qualidade do produto e plano de controle – APQP: Manual de Referência**. 1.ed.br. São Paulo: IQA – Instituto da Qualidade Automotiva; jun. 1997.

CHRYSLER;FORD;GM. **Requisitos do sistema da qualidade: QS-9000**. 3.ed.; 2.ed.br. IQA – Instituto da Qualidade Automotiva; out. 1998.

DC; FORD; GM. **Potencial failure mode and effects analysis –FMEA: Reference Manual**. 3.ed. Detroit: ASQC/AIAG July, 2001.

FACIN, A.L. F. **A relevância do uso de sistemas computacionais para obtenção de informação integrada na engenharia simultânea**.1998. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.

GONZALEZ, J.C.S.; MIGUEL, P.A.C. **APQP: uma ferramenta para estruturação do desenvolvimento de produto**. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO. São Carlos: ago. 2000.

JUNQUEIRA, G.B. **Da engenharia tradicional à engenharia simultânea no setor industrial nacional**. 1994. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.

JURAN, J.M.. **A qualidade desde o projeto**. São Paulo: Pioneira, Thomson Learning, 1992.

JURAN, J.M. **Juran planejando para a qualidade**. 2.ed. São Paulo: Pioneira Editora, 1992.

JURAN, J.M.; GRZYNA Jr., F. M.; BINGHAM Jr., R.S. **Quality Control Handbook**. 3.ed. New York: McGROW-HILL BOOK COMPANY, 1974.

KAMINSKI, P.C. **Desenvolvendo produtos com planejamento, criatividade e qualidade**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora SA, 2000.

- KASSER, J. **Applying total quality management to systems engineering**. Boston: Artech House Inc., 1995.
- PANDE, P.S.; NEUMAN, R.P.; CAVANAGH, R.R. **Estratégia Seis Sigma: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda., 2001.
- QUALISOFT CORP. **QFD designer software: Manual do usuário**. Rio de Janeiro: AiTech Consultoria Especializada Ltda., 1991.
- SHIBA, S.; GRAHAM, A.; WALDEN, D. **TQM Quatro revoluções na gestão da qualidade**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- SHTUB, A.; BARD, F.J.; GLOBERSON, S. **Project Management: Engineering, Tchnology and Implementation**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall Inc., 1994.
- SLACK, N. **Vantagem competitiva em manufatura**. São Paulo: Editora Atlas S. A., 1993
- SOARES, L. B. **Recall X FMEA**. SAE Technical Paper nº 2001-01-3831. In: X CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAIS DE TECNOLOGIA DA MOBILIDADE. São Paulo: nov. 2001.
- VALERI, S.G.; SERPA, A.L.; ROZENFELD, H.; MARTINI, L.G.S.; DINIZ, M.A.N. **Análise da implementação de um gate system em uma indústria fornecedora do setor automotivo**. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO. São Carlos: ago. 2000.
- VALERI, S.G.; ALLIPRANDINI, D.H.; ROZENFELD, H. **Análise do processo de desenvolvimento de produtos de uma indústria do setor automobilístico**. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO. São Carlos: ago. 2000.
- ZANCUL, E.S.; ROZENFELD, H.; HORTA, L.C.; GUERRERO, V. **Ambiente integrado para o processo de desenvolvimento de produto, baseado em um sistema ERP**. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO. São Carlos: ago. 2000.

**BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA**

AKAO, Y. **Quality Function Deployment: Integrating customer requirements into product design.** Cambridge MA: Productivity Press, 1990.

AKAO, Y.; OHFUJI, T.; ONO, M. **Hinshitsu Tenkai Katsuyo Manuaru.** Tokyo: JUSE Press, 1990. 3v.

CLARK, K.B.; FUJIMOTO, T. *Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry.* Boston: HBS Press, 1991.

CUSUMANO, M.A.; NABEOKA, K. *Multi-project management: strategy and organization in automobile product development.* IMVP/MIT., june, 1993.

PRASAD, B. *Concurrent Engineering Fundamentals: integrated product and process organization.* Upper Saddle River, Pentice Hall, 1996.

WHEELWRIGHT, S.C.; CLARK, K.B. *Competing through development capability in a manufacturing-based organization.* *Engineering Management Review*, p.26-37, 1992.



**APÊNDICE**



**Apêndice B****Critérios de aprovação dos *gates***

O critério de aprovação tem como base a lista de entregas que devem ser concluídas e apresentadas durante o *gate*.

1. Todo o conteúdo da lista de entregas foi atendido sem diferenças substanciais ou consideradas objetáveis quanto às expectativas para o Programa.

Desenvolvimento sob controle; Programa passa no *gate* e pode prosseguir para o próximo.

2. Atendidos acima de 80% das entregas listadas, ou os 100% apresentados com resultados considerados objetáveis, sujeitos a correções;
  - análise dos riscos demonstra que não haverá efeitos nocivos nos prazos, custos, objetivos de qualidade e desempenho;
  - as entregas e suas pendências poderão ser concluídas e atendidas até o próximo *gate*;
  - planos de ação deverão ser apresentados no *gate* em andamento, para cada entrega não atendida e/ou discrepâncias consideradas objetáveis;
  - planos de ação aprovados.

Desenvolvimento sob controle; Programa passa no *gate*, lista de ações pendentes para fechamento no próximo *gate*, elaborada e distribuída pela organização; prosseguir para o próximo *gate*.

3. Mesmas condições apresentadas no item anterior com as seguintes alterações:
  - análise dos riscos demonstra que as datas críticas poderão ser afetadas; e/ou custos alterados fora dos objetivos estratégicos; objetivos de qualidade não atingidos; objetivos de desempenho fora dos requisitos mínimos estratégicos;
  - entregas e suas pendências, total ou parcialmente não poderão ser concluídas até o próximo *gate*;
  - planos de ação com indefinições e/ou não aprovados.

Desenvolvimento com risco de controle; Programa com *gate* rejeitado, pendências devem ser revistas e reequacionadas; o *gate* deve ser repetido antes da data do próximo.

Prazo para a repetição definido em função do tempo requerido para eliminar as indefinições.

4. Entregas atendidas acima de 50 % e inferiores a 80%;
  - análise dos riscos demonstra que não haverá efeitos nocivos nos prazos, custos, objetivos de qualidade e desempenho;
  - as entregas e suas pendências poderão ser concluídas e atendidas até o próximo *gate*;

- planos de ação deverão ser apresentados no *gate* em andamento, para cada entrega não atendida e/ou discrepâncias consideradas objetáveis;
- planos de ação aprovados.

Desenvolvimento sob risco de controle; cadência do trabalho objetável; Programa com *gate* rejeitado; lista de ações pendentes para fechamento no próximo *gate* elaborada e distribuída pela organização; o *gate* deve ser repetido para puxar a cadência do desenvolvimento do Programa, antes da data do próximo.

Prazo para a repetição do *gate*, negociado em função da necessidade de se atingir 80% da lista de entregas atendidas.

5. Entregas atendidas acima de 50 % e inferiores a 80%;
- análise dos riscos demonstra que as datas críticas poderão ser afetadas; e/ou custos alterados fora dos objetivos estratégicos; objetivos de qualidade não atingidos; objetivos de desempenho fora dos requisitos mínimos estratégicos;
  - as entregas e suas pendências, total ou parcialmente, não poderão ser concluídas até o próximo *gate*;
  - planos de ação com indefinições e/ou não aprovados.

Desenvolvimento fora de controle, cadência do trabalho objetável; Programa com *gate* rejeitado; objetivos estratégicos devem ser revistos, confirmados pela diretoria e redistribuídos; planos de ação revisados; lista de ações pendentes para fechamento no próximo *gate*, elaborada e distribuída pela organização. O *gate* deve ser repetido para nivelar o entendimento sobre os novos objetivos estratégicos e puxar a cadência do desenvolvimento do Programa, antes da data do próximo.

Prazo para a repetição do *gate*, negociado em função do prazo necessário para integração dos objetivos estratégicos revisados e a recuperação da cadência do Programa.

6. Entregas atendidas abaixo de 50%:
- análise dos riscos demonstra que existem efeitos nocivos em custos, nos objetivos de qualidade ou nos objetivos de desempenho e nos prazos; e/ou datas críticas poderão ser afetadas;
  - a essência dos objetivos estratégicos ainda não foi atingida;
  - as entregas e suas pendências não poderão ser concluídas e atendidas até o próximo *gate*;
  - planos de ação apresentados com indefinições e não aprovados.

Desenvolvimento fora de controle; Programa com *gate* rejeitado, lista de ações pendentes para fechamento no próximo *gate* elaborada e distribuída pela organização. O *gate* deve ser repetido para nivelar as ações interdepartamentais e puxar a cadência do desenvolvimento do Programa, antes da data do próximo.

Prazo para a repetição do *gate*, negociado em função do prazo necessário para nivelar as ações interdepartamentais e a recuperação da cadência do Programa.

7. Mesma condição anterior com o agravante de que o(s) objetivo(s) estratégico(s) está(ão) comprometido(s)

Programa com planejamento comprometido, desenvolvimento fora de controle. O *gate* deverá ser refeito após revisão geral dos Planos do Programa e dos objetivos estratégicos; a lista das entregas para o *gate* deverá ser revista à luz das novas informações pelas áreas responsáveis, e os relatórios e planos de ação atualizados.

Data do novo *gate* definida após a divulgação do planejamento revisado e em função do prazo requerido para atualização dos trabalhos.

8. Após a ocorrência da condição 7, se houver reincidência, o desenvolvimento deve ser descontinuado, todo o Programa deve ser refeito ou abandonado e um novo deve ser desenvolvido.

## Apêndice C

**Perguntas usuais requeridas para elaboração do plano de ação, ou para definir se o mesmo é requerido.**

1. A lista de entregas (*deliverables*) foi atendida e está completa?
2. As entregas pendentes comprometem o andamento do desenvolvimento do Programa?
3. Quais são os resultados da análise dos riscos?
4. Podem todas as entregas pendentes ou incompletas ser atendidas até o próximo *gate*?
5. Qual é a natureza da pendência na área responsável?
6. Qual é a natureza da pendência nas outras áreas?
7. O que está pendente depende somente da área diretamente responsável pela entrega?
8. O que está pendente depende de outras áreas para a sua entrega?
9. A pendência pode ser resolvida até o próximo *gate* ?
10. A continuidade do trabalho de outras áreas depende da efetivação da entrega?
11. A pendência na entrega afeta os prazos do Programa?
12. O conteúdo da entrega ou sua pendência, alteram os objetivos de custo?
13. O conteúdo da entrega afeta datas críticas do Programa?
14. O conteúdo da entrega ou sua pendência afetam os objetivos do plano de qualidade?
15. O conteúdo da entrega ou sua pendência afetam os objetivos de desempenho do produto final?
16. É possível elaborar o plano de ação?
17. Quais são as indefinições identificadas no plano de ação?
18. Os riscos identificados afetam prazos? ... datas críticas? ...custos do Programa? ... os objetivos de qualidade? ... objetivos de desempenho? ... objetivos estratégicos?

**Apêndice D****Requisitos de um bom plano de ação**

1. Identificação do responsável pelo plano de ação
2. Descrição clara e sucinta do problema ou ação objetivo do plano
3. Identificação da causa raiz do problema ou origem motivadora da ação
4. Plano detalhado de trabalho para a resolução do problema ou desenvolvimento da ação
5. Prazos e cronograma de trabalho compatíveis com o atendimento das datas do programa do produto em desenvolvimento
6. Identificação dos envolvidos, áreas de trabalho e responsáveis, no plano de trabalho
7. Identificação dos produtos, peças e materiais afetados.

Observação: A falta de um ou mais dos itens 1, 2, 4, 5, 6 e 7, caracteriza plano de ação indefinido

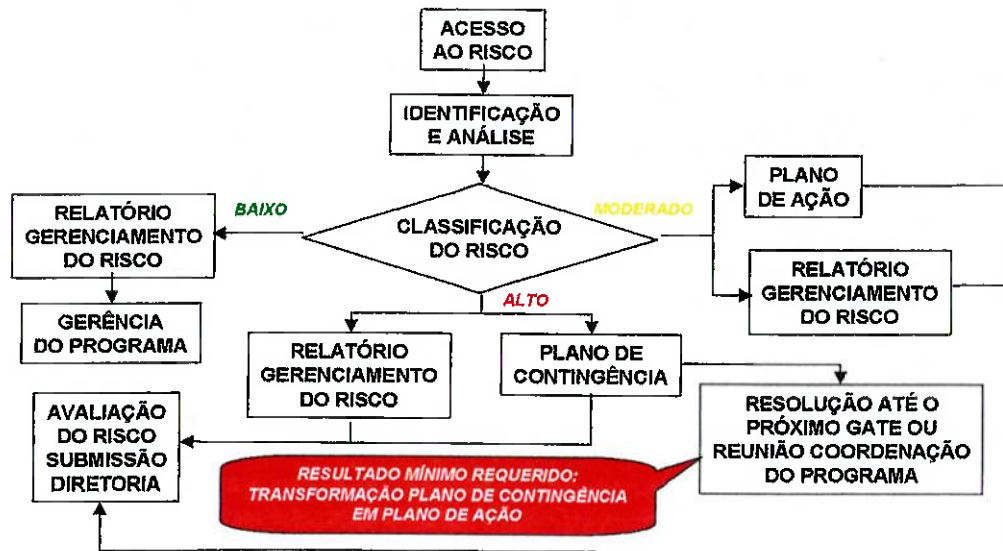
**Apêndice E****Equipes de desenvolvimento do produto**

1. Carroceria estrutural
2. Motor, Transmissão e Controles
3. Chassis
4. Bancos, Cintos e Sistemas de Segurança
5. Eletro-eletrônicos
6. Aquecimento, Resfriamento, Ventilação e Ar Condicionado
7. Conjunto Painel de Instrumentos (*cockpit* e módulo de *crash*)
8. Portas e mecanismos
9. Pára-choques e Acabamento Exterior
10. Acabamento Interno



## Apêndice F

## GERENCIAMENTO DO RISCO



## CLASSIFICAÇÃO DO RISCO

O RISCO É AVALIADO E CLASSIFICADO PELA SEVERIDADE DE SUAS CONSEQÜÊNCIAS

**RISCO ALTO:** *ALTA PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE IMPACTO SEVERO*

- NÃO ATENDIMENTO DE DATAS-CHAVE DO PROGRAMA / FALHA NO ATENDIMENTO A PRAZOS DO CAMINHO CRÍTICO
- ROMPIMENTO DOS TARGETS DE CUSTO ESTRATÉGICOS ESTABELECIDOS
- FALHA NO ATENDIMENTO A OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DE DESEMPENHO E QUALIDADE
- FALHA NO PROCESSO DE VALIDAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS DENTRO DO PRAZO ESTABELECIDO
- PLANOS DE AÇÃO INCOMPLETOS, APRESENTANDO *to be defined*

**RISCO MODERADO:** *COMBINAÇÃO DE CONSEQUÊNCIAS E SUA PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE TAL FORMA A NÃO AFETAR METAS ESTRATÉGICOS DO PROGRAMA*

- PRAZOS AFETADOS MAS DATAS-CHAVE ASSEGURADAS
- CUSTO PODE ESTAR AFETADO, MAS DENTRO DO TOLERÁVEL
- DESEMPENHO E QUALIDADE, OBJETIVOS NEGOCIÁVEIS
- IMPLEMENTAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS NÃO COMPROMETEM OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DO PRODUTO E MANUFATURA
- PLANOS DE AÇÃO COMPLETOS

**RISCO BAIXO:** *BAIXA PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA E POUCA SENSIBILIDADE DO PROGRAMA ÀS VARIAÇÕES RESULTANTES*

- METAS DO PROGRAMA SERÃO ATENDIDAS SEM ADVERSIDADES

## **FORMATO DOS PLANOS DE AÇÃO E CONTINGÊNCIA**

---

### **PROPÓSITO**

*QUALIFICAR OS RISCOS (PRAZO, CUSTO, TECNOLOGIA, QUALIDADE), DESCREVER O OBJETIVO COLOCADO SOBRE O ENFOQUE DO QUE DEVE SER RECUPERADO E QUE ESTAVA SENDO VIOLADO OU CONSIDERADO CRÍTICO PARA O SUCESSO DO PROGRAMA*

### **PROCESSO**

*DESCREVER AÇÕES E DECISÕES REQUERIDAS, COMO DEVEM SER ALCANÇADAS, CRONOGRAMA DE ATIVIDADES, ÁREAS ENVOLVIDAS, NOME DOS RESPONSÁVEIS E SUAS RESPONSABILIDADES NO PLANO EM QUESTÃO*

### **PRODUTO / RESULTADO ESPERADO**

*DESCREVER RESULTADOS ESPERADOS, COMPARAÇÃO COM OBJETIVOS ORIGINAIS DO PROGRAM, ANÁLISE CRÍTICA, DATA DE FINALIZAÇÃO DO PLANO E DATA DO PRÓXIMO GATE OU REUNIÃO DE COORDENAÇÃO DO PROGRAMA PARA APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS*

---

Apêndice J

**PLANO DE QUALIDADE DA ENGENHARIA**  
Acompanhamento  
**Lista de entregas (*deliverables*)**

**Programa:** \_\_\_\_\_ **Projeto No.:** \_\_\_\_\_ **Modelo(s):** \_\_\_\_\_  
**PQ:** \_\_\_\_\_ **Data:** \_\_\_\_\_ **Responsável:** \_\_\_\_\_ **Gerente Int. & Qualidade:** \_\_\_\_\_

ITEM	DESCRIÇÃO DA ENTREGA	RESP.	OBJETIVO	ATINGIDO	PLANO DE AÇÃO	AVALIAÇÃO

APROVAÇÕES:

Diretor do Programa: \_\_\_\_\_

Diretor da Plataforma: \_\_\_\_\_

AVALIAÇÃO:

Aprovado

Aprovado c/ restrição

Repetir o *gate*

**PLANO DE QUALIDADE DA ENGENHARIA**  
Acompanhamento  
**Lista de entregas (deliverables)**

Programa \_\_\_\_\_ Projeto No \_\_\_\_\_ Evento do VDP: ADI  
PQ 06 \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_ Responsável \_\_\_\_\_ Gerente Int. & Qualidade: \_\_\_\_\_

ITEM	DESCRIÇÃO DA ENTREGA	RESP.	OBJETIVO ATINGIDO	PLANO DE AÇÃO	AVALIAÇÃO
	Análise das informações de mercado (dados estatísticos)				
	Identificação do nicho de mercado				
	MTC - master timing chart, Programa				
	Definição dos mercados (local e export)				
	Branding da qualidade				
	Plano de recursos da organização				
	LEA - lista de elementos arquitetônicos				
	LEP - lista de elementos do processo				
	Objetivos estratégicos do Programa				
	Dirtrizes da qualidade				
	Possíveis focos dos subsistemas principais, plano de procura				
	Plano de parceria no projeto				
	Plano de desenv. de atividades de estilo				
	Plano de integração da comunicação				
	Plano de estudos arquitetônicos				
	Plano de desenvolvimento do projeto na engenharia				

**APROVAÇÕES:**  
 Diretor do Programa: \_\_\_\_\_ **AVALIAÇÃO:**  Aprovado  Aprovado c/ restrição  Repetir o gaze  
 Diretor da Plataforma: \_\_\_\_\_  Repetir o gaze

**PLANO DE QUALIDADE DA ENGENHARIA**  
Acompanhamento  
**Lista de entregas (deliverables)**

Programa \_\_\_\_\_ Projeto No \_\_\_\_\_ Evento do VDP: Estudos Arquitetônicos  
PQ 01 \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_ Responsável \_\_\_\_\_ Gerente Int. & Qualidade: \_\_\_\_\_

ITEM	DESCRIÇÃO DA ENTREGA	RESP.	OBJETIVO ATINGIDO	PLANO DE AÇÃO	AVALIAÇÃO
	LEA - lista de elementos arquitetônicos				
	LEP - lista de elementos do processo				
	Objetivos estratégicos da qualidade				
	Quantificação e qualificação das mercúdes				
	Definição de conteúdo e parcerias c/ design houses				
	Plano de atividades do estudo (meet data workshop, modelo físico, packaging)				
	Lista de estudos do CP77				
	Estudos arquitetônicos, retenção da qualidade				
	Plano de estudos de DFM e FMEA				
	Plano de ADV, subplano de malás da arquitetura				
	Objetivos estratégicos de marketing				
	Objetivos estratégicos de serviços (acesso ao veículo)				
	Plano de desenvolvimento do projeto - integração c/ estudo, fornecedores, e manufatura - engenharia simultânea				

**APROVAÇÕES:**  
 Diretor do Programa: \_\_\_\_\_ **AVALIAÇÃO:**  Aprovado  Aprovado c/ restrição  Repetir o gaze  
 Diretor da Plataforma: \_\_\_\_\_  Repetir o gaze

**PLANO DE QUALIDADE DA ENGENHARIA**  
Acompanhamento  
**Lista de entregas (deliverables)**

Programa: \_\_\_\_\_ Projeto No: \_\_\_\_\_ Evento do VDP: Especificações técnicas  
PQ 02 Data: \_\_\_\_\_ Responsável: \_\_\_\_\_ Gerente Int. & Qualidade: \_\_\_\_\_

DESCRIÇÃO DA ENTREGA	RESP.	OBJETIVO ATINGIDO	PLANO DE AÇÃO	AVALIAÇÃO
LEA - lista de elementos arquiteturais e especificações técnicas				
LEP - lista de elementos do processo				
LCA - lista de critérios alinhados de projeto				
Lista de ações e responsabilidades com os <i>design houses</i>				
Plano de ADV - integração atividades virtuais e testes físicos - <i>matrix data workshops</i> - subplano de análise - consistência do projeto				
Plano de integração do acesso aos recursos (serviabilidade, disponibilidade e replicabilidade)				
Plano de desenvolvimento do projeto - <i>parallelizing</i> - estudo - modelo físico-estudo - incorporação do LCA - engenharia robusta - eng. dimensional - liberação informação				
Consolidação dos fatos do LSNV e LSV				
Plano de Qualidade de Engenharia. - confiabil. e garantia - objetivos de qualidade do processo - processo de desenvolvimento - integração itens críticos do produto				
Estudo arquitetônicos - análises				
Acompanhamento de estudos de QFD, DFM e FMEA				
Plano de lançamento do produto				
Plano de homologação de fontes fornecedoras				

**APROVAÇÕES:** \_\_\_\_\_  
Diretor do Programa: \_\_\_\_\_  
Diretor da Plataforma: \_\_\_\_\_

**AVALIAÇÃO:**  Aprovado  
 Aprovado c/ restrição  
 Repetir o gate

**PLANO DE QUALIDADE DA ENGENHARIA**  
Acompanhamento  
**Lista de entregas (deliverables)**

Programa: \_\_\_\_\_ Projeto No: \_\_\_\_\_ Evento do VDP: Consolidação da arquitetura  
PQ 03 Data: \_\_\_\_\_ Responsável: \_\_\_\_\_ Gerente Int. & Qualidade: \_\_\_\_\_

DESCRIÇÃO DA ENTREGA	RESP.	OBJETIVO ATINGIDO	PLANO DE AÇÃO	AVALIAÇÃO
LEA - lista de elementos arquiteturais e especificações técnicas				
LCA - lista de critérios alinhados				
Mensurações durante o desenvolvimento do projeto - auditoria do <i>matrix data</i> - QPV - estudo - desempenho do ADV				
Plano de ADV - atualização - subplanos de fornecedores				
Planos de ação, <i>matrix data workshop</i>				
Avaliação da integração no projeto, ( <i>design houses</i> , fornecedores, manufatura, estudo, planos de serviçoabilidade, durabilidade e reparabilidade)				
Acompanhamento dos planos de desenvolvimento do projeto				
Plano de Qualidade de Engenharia				
Acompanhamento, QFD, DFM e FMEA				
Revisão dos planos de ação				

**APROVAÇÕES:** \_\_\_\_\_  
Diretor do Programa: \_\_\_\_\_  
Diretor da Plataforma: \_\_\_\_\_

**AVALIAÇÃO:**  Aprovado  
 Aprovado c/ restrição  
 Repetir o gate



**PLANO DE QUALIDADE DA ENGENHARIA**  
Acompanhamento  
**Lista de entregas (deliverables)**

Programa: \_\_\_\_\_ Projeto No: \_\_\_\_\_ Evento do VDP: Subfases conceitual  
PQ 10 Data: \_\_\_\_\_ Responsável: \_\_\_\_\_ Gerente Int. & Qualidade: \_\_\_\_\_

ITEM	DESCRIÇÃO DA ENTREGA	RESP.	OBJETIVO ATINGIDO	PLANO DE AÇÃO	AVALIAÇÃO
	Avaliação da integração das atividades durante a subfase conceitual: - manufatura - estudo - fontes fornecedoras - planos de desenvolvimento do projeto - Plano da Qualidade de Engenharia - marketing - integração do acesso ao veículo - plano de ADV				
	Mensurações: - auditoria, <i>math data</i> - QPV - estudo - QPV - censo de projetos - despencho ADV				
	Revisão dos planos de ação				

APROVAÇÕES: \_\_\_\_\_  
Diretor do Programa: \_\_\_\_\_  
Diretor da Plataforma: \_\_\_\_\_

Aprovado  
 Aprovado c/ restrição  
 Repetir o gate

**PLANO DE QUALIDADE DA ENGENHARIA**  
Acompanhamento  
**Lista de entregas (deliverables)**

Programa: \_\_\_\_\_ Projeto No: \_\_\_\_\_ Evento do VDP: AVVC  
PQ 11 Data: \_\_\_\_\_ Responsável: \_\_\_\_\_ Gerente Int. & Qualidade: \_\_\_\_\_

ITEM	DESCRIÇÃO DA ENTREGA	RESP.	OBJETIVO ATINGIDO	PLANO DE AÇÃO	AVALIAÇÃO
	Resultados do AVVC Integração de apês, acesso virtual - manufatura - estudo - fontes fornecedoras - plano de ADV - integração do acesso ao veículo - planos de desenvolvimento do projeto - Plano da Qualidade de Engenharia				
	Mensurações: - auditoria, <i>math data</i> - QPV - estudo - QPV - censo de projetos - percentagem de itens liberados / retrabalho (EWO) - despencho ADV				
	Plano da Qualidade de Engenharia - desdobramento dos objetivos da qualidade da área do veículo por subsistemas e componentes				
	Acompanhamento, planos de desenvolvimento do projeto				
	Acompanhamento, DFM e FMEA				
	Resultado da "clínica" de alternativas				
	Resultado das avaliações e testes de mltas				
	Planos de ação, <i>math data workshop</i>				
	Revisão dos planos de ação				

APROVAÇÕES: \_\_\_\_\_  
Diretor do Programa: \_\_\_\_\_  
Diretor da Plataforma: \_\_\_\_\_

Aprovado  
 Aprovado c/ restrição  
 Repetir o gate



**PLANO DE QUALIDADE DA ENGENHARIA**  
Acompanhamento  
Lista de entregas (*deliverables*)

Programa: \_\_\_\_\_ Projeto No: \_\_\_\_\_ Evento do VDP: Aproximação do tema AT  
PQ 12 Data: \_\_\_\_\_ Responsável: \_\_\_\_\_ Gerente Int. & Qualidade: \_\_\_\_\_

ITEM	DESCRIÇÃO DA ENTREGA	RESP.	OBJETIVO ATINGIDO	PLANO DE AÇÃO	AVALIAÇÃO
	Aprovação do tema, atualização dos planos de desenvolvimento do projeto (se requerido) Plano de ADV - atualizado - protótipos integração veículo básico - consolidação dos resultados das malhas - nível de prometido para montagem dos protótipos estruturais - lista de peças e processos para montagem do veículo conceito Mensurações - auditoria, <i>math data</i> - QPV estudo - QPV crato de projetos - percentagem de itens liberados <i>vs</i> trabalho (EWO) - desempenho ADV Especificações técnicas, conjuntos e subsistemas Plano de Qualidade de Engenharia - relatório, integração Acompanhamento, planos de desenvolvimento do projeto Acompanhamento, DFM e FMEA Revisão dos planos de ação				

APROVAÇÕES: \_\_\_\_\_ AVALIAÇÃO:  Aprovado  Aprovado *com* restrição  Repetir o *gate*  
 Diretor do Programa: \_\_\_\_\_  
 Diretor da Plataforma: \_\_\_\_\_

**PLANO DE QUALIDADE DA ENGENHARIA**  
Acompanhamento  
Lista de entregas (*deliverables*)

Programa: \_\_\_\_\_ Projeto No: \_\_\_\_\_ Evento do VDP: Estão congelado  
PQ 13 Data: \_\_\_\_\_ Responsável: \_\_\_\_\_ Gerente Int. & Qualidade: \_\_\_\_\_

ITEM	DESCRIÇÃO DA ENTREGA	RESP.	OBJETIVO ATINGIDO	PLANO DE AÇÃO	AVALIAÇÃO
	Avaliação do veículo conceitual - autorização do projeto Acesso ao LSNV Lista de nomeação de fornecedores médios ou intermediários (NFI) Plano ADV analisado Mensurações - auditoria, <i>math data</i> - QPV estudo - QPV crato de projetos - percentagem de itens liberados <i>vs</i> trabalho (EWO) - desempenho ADV Acompanhamento, Plano de Qualidade de Engenharia Acompanhamento, planos de desenvolvimento do projeto Acompanhamento, DFM e FMEA Plano de acompanhamento e desenvolvimento do processo de montagem - manufatura Revisão dos planos de ação				

APROVAÇÕES: \_\_\_\_\_ AVALIAÇÃO:  Aprovado  Aprovado *com* restrição  Repetir o *gate*  
 Diretor do Programa: \_\_\_\_\_  
 Diretor da Plataforma: \_\_\_\_\_

**PLANO DE QUALIDADE DA ENGENHARIA**  
Acompanhamento  
**Lista de entregas (deliverables)**

Programa: \_\_\_\_\_ Projeto No: \_\_\_\_\_ Evento do VDP: AVVE  
PQ 14 Data: \_\_\_\_\_ Responsável: \_\_\_\_\_ Gerente Int. & Qualidade: \_\_\_\_\_

ITEM	DESCRIÇÃO DA ENTREGA	RESP.	OBJETIVO ATINGIDO	PLANO DE AÇÃO	AVALIÇÃO
	Resultados do AVVE Integração de peças, acesso virtual - manufatura - estúdio - fontes fornecedoras - plano de ADV - integração do acesso ao veículo - planos de desenvolvimento do projeto - Plano da Qualidade de Engenharia - auditoria <i>in situ</i> - QPV estúdio - QPV centro de projetos - Permissão de trabalho liberados e retrabalho (EWO) - acompanhamento ADV				
	Mensurações				
	Lista de peças, conjuntos, subconjuntos e componentes				
	Avaliação do veículo conceitual - situação do projeto				
	Acesso ao LSNV				
	Lista de nomenclatura de fornecedores indutores ou intermediários (NFI)				
	Plano ADV - lista de peças e processos para montagem dos protótipos estruturais				
	Acompanhamento, Plano da Qualidade de Engenharia				
	Acompanhamento, planos de desenvolvimento do projeto				
	Acompanhamento, DFM e FMEA				
	Revisão dos planos de ação				

**APROVAÇÕES**  
 Diretor do Programa: \_\_\_\_\_ **AVALIÇÃO**  Aprovado  Aprovado c/ restrição  Repetir o gate  
 Diretor da Plataforma: \_\_\_\_\_  Repetir o gate

**PLANO DE QUALIDADE DA ENGENHARIA**  
Acompanhamento  
**Lista de entregas (deliverables)**

Programa: \_\_\_\_\_ Projeto No: \_\_\_\_\_ Evento do VDP: Aproximação técnica do projeto  
PQ 15 Data: \_\_\_\_\_ Responsável: \_\_\_\_\_ Gerente Int. & Qualidade: \_\_\_\_\_

ITEM	DESCRIÇÃO DA ENTREGA	RESP.	OBJETIVO ATINGIDO	PLANO DE AÇÃO	AVALIÇÃO
	Proposta de aprovação técnica do projeto Atualização dos planos de desenvolvimento do projeto (se requerido) Especificações técnicas de conjuntos, subconjuntos e componentes Plano ADV atualizado Mensurações: - auditoria, <i>in situ</i> - QPV estúdio - QPV centro de projetos - percentagem de itens liberados e retrabalho (EWO) - acompanhamento ADV				
	Acompanhamento, Plano da Qualidade de Engenharia				
	Acompanhamento, planos de desenvolvimento do projeto				
	Acompanhamento, DFM e FMEA				
	Revisão dos planos de ação				

**APROVAÇÕES**  
 Diretor do Programa: \_\_\_\_\_ **AVALIÇÃO**  Aprovado  Aprovado c/ restrição  Repetir o gate  
 Diretor da Plataforma: \_\_\_\_\_  Repetir o gate

**PLANO DE QUALIDADE DA ENGENHARIA**  
Acompanhamento  
**Lista de entregas (deliverables)**

Programa: \_\_\_\_\_ Projeto No: \_\_\_\_\_ Evento do VDP: Assinatura do contrato  
PQ 20 Data: \_\_\_\_\_ Responsável: \_\_\_\_\_ Gerente Int. & Qualidade: \_\_\_\_\_

ITEM	DESCRIÇÃO DA ENTREGA	RESP.	OBJETIVO ATINGIDO	PLANO DE AÇÃO	AVALIÇÃO
	Plano do contrato, programa de trabalho das engenharias no projeto: - manutenção - engenharia de protótipos - Plano da Qualidade de Engenharia - engenharia de serviços - estudo				
	Avaliação da integração das atividades durante a subfase do conceito: - manufatura - fontes fornecedoras - planos de desenvolvimento do projeto - Plano da Qualidade de Engenharia - integração do acesso ao veículo - plano de ADV				
	Plano ADV - protótipos integração - nível de protótipo para montagem dos protótipos - integração				
	Revisão dos planos de ação				

APROVAÇÕES: \_\_\_\_\_ AVALIÇÃO:  Aprovado  Aprovado c/ restrição  Repetir o gaze

Diretor do Programa: \_\_\_\_\_  
Diretor da Plataforma: \_\_\_\_\_

**PLANO DE QUALIDADE DA ENGENHARIA**  
Acompanhamento  
**Lista de entregas (deliverables)**

Programa: \_\_\_\_\_ Projeto No: \_\_\_\_\_ Evento do VDP: Conclusão da subfase estrutural  
PQ 21 Data: \_\_\_\_\_ Responsável: \_\_\_\_\_ Gerente Int. & Qualidade: \_\_\_\_\_

ITEM	DESCRIÇÃO DA ENTREGA	RESP.	OBJETIVO ATINGIDO	PLANO DE AÇÃO	AVALIÇÃO
	Avaliação da integração das atividades durante a subfase estrutural: - manufatura - fontes fornecedoras - planos de desenvolvimento do projeto - Plano da Qualidade de Engenharia - integração do acesso ao veículo - plano de ADV				
	Consolidação da informação da subfase estrutural				
	Plano ADV - lista de peças e processos para montagem dos protótipos - integração				
	Planos de ação, <i>multi data workshop</i>				
	Acesso ao LSV				
	Mensurações: - auditoria, <i>multi data</i> - QPV - estudo - QPV - centro de protótipos - descompulso ADV				
	Acompanhamento DFM e FMEA Resultados, desenvolvimento do processo de montagem Revisão dos planos de ação				

APROVAÇÕES: \_\_\_\_\_ AVALIÇÃO:  Aprovado  Aprovado c/ restrição  Repetir o gaze

Diretor do Programa: \_\_\_\_\_  
Diretor da Plataforma: \_\_\_\_\_

**PLANO DE QUALIDADE DA ENGENHARIA**  
Acompanhamento  
**Lista de entregas (deliverables)**

Programa: \_\_\_\_\_ Projeto No: \_\_\_\_\_ Evento do VDP: AVVI  
PQ 30 Data: \_\_\_\_\_ Responsável: \_\_\_\_\_ Gerente Int & Qualidade: \_\_\_\_\_

ITEM	DESCRIÇÃO DA ENTREGA	RESP.	OBJETIVO ATINGIDO	PLANO DE AÇÃO	AVALIÇÃO
	Resultados do AVVI Integração de ações, acesso virtual - manufatura - estúdio - fontes fornecedoras - plano de ADV - integração do acesso ao veículo - planos de desenvolvimento do projeto - Plano de Qualidade de Engenharia Plano ADV - atualizado - protótipos validação				
	Lista de nomeação de fornecedores multinacionais (NFMs) Especificações técnicas de componentes Lista de peças do veículo Plano de acompanhamento da qualidade integrado ao processo na produção Revisão dos planos de ação				

**APROVAÇÕES:**  
Diretor do Programa: \_\_\_\_\_  AVALIAÇÃO  Aprovado  Aprovado c/ restrição  Repetir o gate  
Diretor da Plataforma: \_\_\_\_\_  Repetir o gate

**PLANO DE QUALIDADE DA ENGENHARIA**  
Acompanhamento  
**Lista de entregas (deliverables)**

Programa: \_\_\_\_\_ Projeto No: \_\_\_\_\_ Evento do VDP: AVVV  
PQ 31 Data: \_\_\_\_\_ Responsável: \_\_\_\_\_ Gerente Int & Qualidade: \_\_\_\_\_

ITEM	DESCRIÇÃO DA ENTREGA	RESP.	OBJETIVO ATINGIDO	PLANO DE AÇÃO	AVALIÇÃO
	Resultados do AVVV Integração de ações, acesso virtual - manufatura - fontes fornecedoras - marketing - plano de ADV - integração do acesso ao veículo - planos de desenvolvimento do projeto - Plano de Qualidade de Engenharia - nível de prontidão para montagem dos protótipos de validação - andamento do estágio de integração de sub-sistemas e componentes Mensurações: - QTV - centro de projetos - percentagem dos itens liberados sem trabalho - descompo de ADV Acompanhamento do FMEA Liberação das informações de engenharia Atualização do (n) ou de ferramentas e equipamentos Plano das atividades e veículos da operação piloto Atualização dos planos de desenvolvimento do projeto Planos alternativos, suprimento à piloto Plano de certificação Revisão dos planos de ação				

**APROVAÇÕES:**  
Diretor do Programa: \_\_\_\_\_  AVALIAÇÃO  Aprovado  Aprovado c/ restrição  Repetir o gate  
Diretor da Plataforma: \_\_\_\_\_  Repetir o gate

**PLANO DE QUALIDADE DA ENGENHARIA**  
Acompanhamento  
**Lista de entregas (deliverables)**

Programa: PQ 32      Data: \_\_\_\_\_      Evento do VDP: Apreciação final da peça de produção      Gerente Int & Qualidade: \_\_\_\_\_  
Projeto No: \_\_\_\_\_      Responsável: \_\_\_\_\_

ITEM	DESCRIÇÃO DA ENTREGA	RESP.	OBJETIVO ATINGIDO	PLANO DE AÇÃO	AVALIÇÃO
	Avaliação das atividades durante a sub-fase integração - andamento do desenvolvimento do processo de montagem - andamento da validação do processo - resultado de <i>try out</i> de ferramentas e equipamentos - consolidação dos objetivos de sucesso - habilidade da equipe e reparabilidade - andamento do plano de ADV				
	Andamento do processo de aprovação de amostras para a produção e produção				
	Mensurações - QPV - centro de projetos - porcentagem dos itens liberados sem retrabalho - desajustamento ADV				
	Acompanhamento FMEA				
	Atualização plano piloto				
	Definição e localização das atividades de acompanhamento da qualidade do produto em produção				
	Planos de contingência				
	Revisão dos planos de ação				

**APROVAÇÕES:**  
 Diretor do Programa: \_\_\_\_\_      **AVALIÇÃO:**       Aprovado       Aprovado c/ restrição       Repetir o gate  
 Diretor da Plataforma: \_\_\_\_\_

**PLANO DE QUALIDADE DA ENGENHARIA**  
Acompanhamento  
**Lista de entregas (deliverables)**

Programa: PQ 40      Data: \_\_\_\_\_      Evento do VDP: Início da operação piloto      Gerente Int & Qualidade: \_\_\_\_\_  
Projeto No: \_\_\_\_\_      Responsável: \_\_\_\_\_

ITEM	DESCRIÇÃO DA ENTREGA	RESP.	OBJETIVO ATINGIDO	PLANO DE AÇÃO	AVALIÇÃO
	Relatório de aprovação de amostras				
	Relatório de andamento dos <i>try out</i> , aprovação de ferramentas, equipamentos e dispositivos				
	Plano de operação piloto				
	Relatório do ADV				
	Planos de contingência				
	Planos alternativos de suprimento				
	Revisão dos planos de ação				

**APROVAÇÕES:**  
 Diretor do Programa: \_\_\_\_\_      **AVALIÇÃO:**       Aprovado       Aprovado c/ restrição       Repetir o gate  
 Diretor da Plataforma: \_\_\_\_\_

**PLANO DE QUALIDADE DA ENGENHARIA**  
Acompanhamento  
*Lista de entregas (deliverables)*

Programa: PQ 42      Data: \_\_\_\_\_      Responsável: \_\_\_\_\_      Evento do VDP: APV - Arquivo final veículo virtual      Gerente Int. & Qualidade: \_\_\_\_\_

ITEM	DESCRIÇÃO DA ENTREGA	RESP.	OBJETIVO ATINGIDO	PLANO DE AÇÃO	AVALIÇÃO
	Avaliação da qualidade ao longo do processo de desenvolvimento, relações das mensurações no período				
	Registro dos arquivos de informação do produto analisados				
	Relatório de acompanhamento da operação piloto				
	Consolidação das últimas informações nos arquivos				
	Registro da conclusão da validação do produto e processo de certificação				

APROVAÇÕES: \_\_\_\_\_      AVALIAÇÃO:  Aprovado       Aprovado c/ restrição       Repetir o gate  
 Diretor do Programa: \_\_\_\_\_  
 Diretor da Plataforma: \_\_\_\_\_

**PLANO DE QUALIDADE DA ENGENHARIA**  
Acompanhamento  
*Lista de entregas (deliverables)*

Programa: PQ 41      Data: \_\_\_\_\_      Responsável: \_\_\_\_\_      Evento do VDP: Final da validação do veículo      Gerente Int. & Qualidade: \_\_\_\_\_

ITEM	DESCRIÇÃO DA ENTREGA	RESP.	OBJETIVO ATINGIDO	PLANO DE AÇÃO	AVALIÇÃO
	Relatório dos resultados do estágio de validação do produto				
	Avaliação dos objetivos de desempenho				
	Avaliação dos objetivos do Plano de Qualidade de Engenharia				
	Andamento do processo de certificação				
	Planos de contingência				
	Revisão e fechamento dos planos de ação				
	Sumário de riscos				
	Resumo do aprendizado				
	Mensurações: porcentagem de itens liberados s/ trabalho (EWO)				

APROVAÇÕES: \_\_\_\_\_      AVALIAÇÃO:  Aprovado       Aprovado c/ restrição       Repetir o gate  
 Diretor do Programa: \_\_\_\_\_  
 Diretor da Plataforma: \_\_\_\_\_

**PLANO DE QUALIDADE DA ENGENHARIA**  
Acompanhamento  
**Lista de entregas (deliverables)**

Programa: \_\_\_\_\_ Projeto No: \_\_\_\_\_ Evento do VDP: Início da produção regular  
- IPR

PQ 43 Data: \_\_\_\_\_ Responsável: \_\_\_\_\_ Gerente Int & Qualidade: \_\_\_\_\_

ITEM	DESCRIÇÃO DA ENTREGA	RESP.	OBJETIVO ATINGIDO	PLANO DE AÇÃO	AVALIAÇÃO
	Plano de actuação da produção				
	Programa de acompanhamento da qualidade na produção				
	Definição dos objetivos de qualidade para a produção				
	Atualização dos planos de contingência (caso existam)				
	Plano de melhoria contínua				

APROVAÇÕES:  
 Diretor do Programa: \_\_\_\_\_ Avaliações:  Aprovado  Aprovado c/ restrição  Repreir o gale  
 Diretor da Plataforma: \_\_\_\_\_