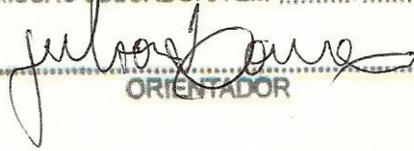


ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL DA
TESE DEFENDIDA POR MÁRCIO DE PUCCIO SILVA

..... E APROVADA
PELA COMISSÃO JULGADORA EM 28 / 07 / 2011


.....
ORIENTADOR

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Márcio de Puccio Silva

Evolução de Produtos Automotivos: O Caso do Conjunto Espelho Retrovisor Externo

Campinas, 2011.

150/2011

Márcio de Puccio Silva

Evolução de Produtos Automotivos: O Caso do Conjunto Espelho Retrovisor Externo

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Automobilística.

Área de Concentração: Projetos

Orientador: Geilson Loureiro, PhD

Campinas
2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

Si38e Silva, Marcio de Puccio
Evolução de produtos automotivos: o caso do
conjunto espelho retrovisor externo / Marcio de Puccio
Silva. --Campinas, SP: [s.n.], 2011.

Orientador: Geilson Loureiro.
Dissertação de Mestrado (Profissional) -
Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de
Engenharia Mecânica.

1. Automóveis – Peças. 2. Acessórios para
automóveis – Indústria. I. Loureiro, Geilson. II.
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Engenharia Mecânica. III. Título.

Título em Inglês: Evolution of automotive products: case of exterior rearview
mirror assy.

Palavras-chave em Inglês: Cars - Parts, Automotive accessories - Industry

Área de concentração: Projetos

Titulação: Mestre em Engenharia Automobilística

Banca examinadora: Luis Gonzaga Trabasso, Claudiano Sales de Araujo Junior,
Jeferson de Oliveira Gomes

Data da defesa: 28-07/-011

Programa de Pós Graduação: Engenharia Mecânica

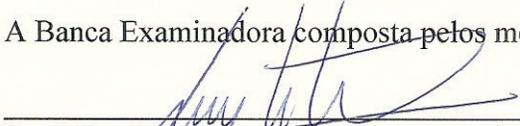
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

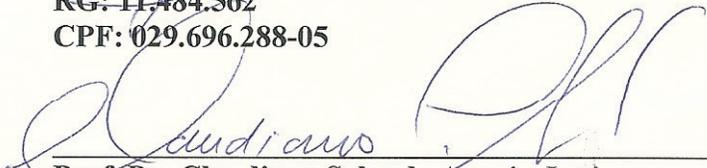
**Evolução de Produtos Automotivos: O Caso do
Conjunto Espelho Retrovisor Externo**

Autor: Márcio de Puccio Silva
Orientador: Geilson Loureiro, PhD

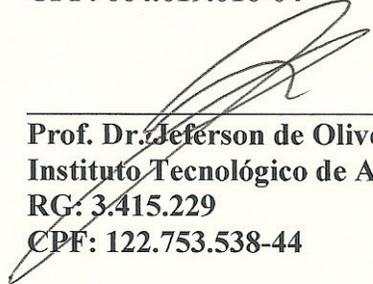
A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Dissertação:



Prof. Dr. Luis Gonzaga Trabasso
Instituto Tecnológico de Aeronáutica
RG: 11.484.562
CPF: 029.696.288-05



Prof. Dr. Claudiano Sales de Araujo Junior
Empresa Brasileira de Aeronáutica SA
RG: M-4.019.289
CPF: 664.619.016-04



Prof. Dr. Jeferson de Oliveira Gomes
Instituto Tecnológico de Aeronáutica
RG: 3.415.229
CPF: 122.753.538-44

Campinas, 28 de julho de 2011.

"Nós geralmente descobrimos o que fazer percebendo aquilo que não devemos fazer. E provavelmente aquele que nunca cometeu um erro nunca fez uma descoberta."
(Samuel Smiles)

Dedicatória

Este é um espaço muito especial que tenho a oportunidade de utilizar para dedicar esta dissertação aos meus queridos e amados pais, que lutaram muito para proporcionar uma boa base acadêmica para mim e meus irmãos, pensando sempre que educação é o combustível para o conhecimento. Fico muito feliz em poder lhes proporcionar mais uma conquista que traz orgulho e felicidade. Muito obrigado!

Agradecimentos

Volkswagen do Brasil, especialmente ao Sr. Antônio Carnielli Júnior, Gerente executivo dos departamentos de engenharia de carroçaria, acabamento e segurança veicular e ao Sr. Edson Soares Silva, Gerente do departamento de engenharia de carroçaria, que acreditaram no meu potencial, me incentivaram e disponibilizaram recursos e o período de tempo suficiente para que este trabalho fosse elaborado e concluído.

Empresa Metagal, fabricante de espelhos retrovisores, que executou a injeção das peças com a matéria prima proposta.

Empresa Borealis, fabricante da matéria prima proposta, que acompanhou todo o processo de injeção das peças na empresa Metagal.

Ao meu orientador Professor Geílson Loureiro, PhD, que ajudou a direcionar e detalhar este trabalho de forma a ser relevante técnica e academicamente.

Aos meus colegas de turma que ajudaram no bom andamento e aproveitamento do conteúdo de todo o curso.

Especialmente a minha esposa, que teve a competência e paciência de ficar com nossos pequenos filhos gêmeos, enquanto me dediquei para participar de todo o programa e executar a pesquisa e compilação dos dados para finalização deste trabalho.

Resumo

Esta dissertação versa sobre a engenharia de um produto objeto de evoluções sucessivas. O produto em questão é o conjunto de espelho retrovisor externo de um automóvel. O processo de engenharia evolui do projeto de engenharia de um conjunto de peças a serem montadas para um processo de engenharia de sistemas que leva em conta outros processos do ciclo de vida como o próprio processo de projeto e o processo de fabricação, ou seja, também uma abordagem de engenharia simultânea. Ao longo de sua evolução, os *stakeholders*, os requisitos, as funcionalidades e a arquitetura de um conjunto espelho retrovisor mudaram. Até 1980, o projeto era orientado para o atendimento à regulamentação do mercado onde o veículo era comercializado. A partir daí, requisitos visando uma maior satisfação dos clientes passaram a ser considerados. O desafio atual é produzir um conjunto espelho retrovisor que atenda todos os requisitos durante todo seu ciclo de vida, desde sua concepção no início do projeto para viabilizar uma idéia ou forma do design até o seu descarte, preocupando-se com a utilização de materiais que possam ser facilmente reciclados. Esta dissertação reporta passos necessários para reduzir o peso dos retrovisores externos dos veículos a partir da utilização de um material com menor peso específico. A mudança no material, no entanto, traz consequências no seu comportamento em relação a resistência à vibração e intemperismo. Por isso, mudanças no processo de projeto e fabricação são necessárias. A conclusão é que evoluções futuras de produtos como o espelho retrovisor precisarão considerar desde o início do seu processo de desenvolvimento engenharia de sistemas e engenharia simultânea para a sua realização.

Palavras chave: engenharia de sistemas, engenharia simultânea, espelho retrovisor externo, automóveis – peças, acessórios para automóveis - indústria

Abstract

This dissertation is about the engineering of a product subject to successive evolution. The product in this case is an exterior rearview mirror assembly for vehicle. The engineering process evolves from the engineering design of an assembly set to a systems engineering process that takes into consideration other life cycle processes. Examples of these other life cycle processes are engineering design, testing and manufacturing. In order to take into consideration these other life cycle processes, the engineering process follows a concurrent engineering approach. Along its evolution, stakeholders, requirements, functionalities and the architecture of the exterior rearview mirror assembly have changed. Up to 1980, the design was oriented to meet market regulations. From there onwards, customer satisfaction started to matter. Nowadays, the challenge is to develop the product, from the outset, taking into consideration all of its life cycle processes, up to disposal, taking into consideration the materials that can be easily recyclable. This dissertation reports the steps necessary to reduce the weight of the external mirrors by using materials with lower density. However, the change in the material, affects resistance to vibration and intemperism. Therefore changes in design and in the manufacturing process are required. In conclusion, future evolution of products such as the exterior mirror needs to consider from the outset of product development the use of systems engineering and concurrent engineering approaches.

Keywords: systems engineering, concurrent engineering, exterior rearview mirror, cars – parts, automotive accessories - industry

Lista de Figuras

Figura 1: Gráfico da evolução do mercado automobilístico brasileiro.	2
Figura 2: Produção e licenciamento de veículos no mercado brasileiro no período de novembro e dezembro 2010 e, em destaque, fechamento anual 2009 e 2010.....	2
Figura 3: Representação esquemática das 04 fases do projeto de engenharia.....	9
Figura 4: Representação esquemática do método de Cooper.....	12
Figura 5: Esquema do modelo de processo de desenvolvimento de produto.....	15
Figura 6: Processo de Engenharia de Sistemas.....	20
Figura 7: Representação esquemática do modelo V da engenharia de sistemas.....	22
Figura 8: Processo de moldagem por injeção.....	26
Figura 9: Retrovisor esquerdo VW Kombi ano 1971.....	29
Figura 10: Retrovisor esquerdo VW Fusca ano 1980.....	30
Figura 11: Retrovisor direito VW Santana ano 1985	30
Figura 12: Ilustração esquemática de campo de retrovisão válida para o item 5.4.3.1 e 5.4.4.2 resolução Contran 636 ano 1984	32
Figura 13: Ilustração esquemática de campo de retrovisão válida para item o 5.3.1 e 5.3.2 resolução Contran 226 ano 2007	32
Figura 14: Modelo VW Fox desenvolvido e fabricado no Brasil.....	33
Figura 15: Vista explodida espelho retrovisor externo VW Fox.....	34
Figura 16: Representação esquemática da abordagem proposta.....	38
Figura 17: Fotos antes e depois do teste de impacto retrovisor lado esquerdo. Resultado OK	48
Figura 18: Fotos antes e depois do teste de impacto retrovisor lado direito. Resultado OK.....	49
Figura 19: Foto detalhe ruptura torre de fixação da base do espelho retrovisor Fox.....	50

Figura 20: Foto comparativa lado esquerdo base com material proposto apresentando início de afloramento de fibra e lado direito base com material atual sem manchas ou afloramento de fibras.....51

Figura 21: Sugestões de melhorias da empresa Borealis no material proposto.....52

Lista de Tabelas

Tabela 1: Representação esquemática do método de Vladimir Hubka. Fonte: WTEC,1994, adaptado.....	11
Tabela 2: Evolução dos <i>stakeholders</i> do conjunto espelho retrovisor externo desde os anos 1970, no Brasil.....	40
Tabela 3: Resumo dos testes e resultados da evolução do conjunto espelho retrovisor externo do veículo Volkswagen Fox	61

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. OBJETIVO GERAL.....	1
1.2. MOTIVAÇÃO.....	1
1.2.1. Evolução da indústria automobilística brasileira.....	1
1.2.2. Preocupações ecológicas.....	3
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.4. METODOLOGIA.....	4
1.5. ESTRUTURA DE TRABALHO.....	6
2. CONCEITOS RELEVANTES SOBRE PROCESSOS DE ENGENHARIA.....	8
2.1. OS PROCESSOS DE PROJETOS DE ENGENHARIA.....	8
2.2. ENGENHARIA DE SISTEMAS.....	19
2.2.1. O processo de engenharia de sistemas.....	19
2.2.2. Modelo V da engenharia de sistemas	21
2.3. ENGENHARIA SIMULTÂNEA.....	22
3. CONCEITOS RELEVANTES SOBRE O CONJUNTO ESPELHO RETROVISOR EXTERNO.....	24
3.1. MATRIZES.....	24
3.2. FABRICAÇÃO.....	25
3.3. PROCESSO DE INJEÇÃO.....	26
3.4. FIBRAS DE VIDRO.....	27

4. EVOLUÇÃO DO CONJUNTO ESPELHO RETROVISOR EXTERNO – ABORDAGEM ATUAL E ABORDAGEM PROPOSTA.....	29
4.1. CONJUNTO ESPELHO RETROVISOR EXTERNO.....	29
4.2. EVOLUÇÃO DO CONJUNTO ESPELHO RETROVISOR EXTERNO NO BRASIL.....	29
4.3. ESPELHO RETROVISOR EXTERNO - OBJETO DE ESTUDO DESTA DISSERTAÇÃO.....	31
4.4. A EVOLUÇÃO PROPOSTA E ANALISADA NESTA DISSERTAÇÃO	34
4.5. ABORDAGEM PARA O DESENVOLVIMENTO DO CONJUNTO ESPELHO RETROVISOR EXTERNO.....	35
4.6. ABORDAGEM PROPOSTA PARA A EVOLUÇÃO DO CONJUNTO ESPELHO RETROVISOR.....	36
5. APLICAÇÃO DA ABORDAGEM PROPOSTA AO CONJUNTO ESPELHO RETROVISOR EXTERNO.....	39
5.1. ACOMPANHAMENTO SISTEMÁTICO DA EVOLUÇÃO PREGRESSA.....	39
5.1.1. Evolução dos <i>Stakeholders</i>	39
5.1.2. Evolução dos requisitos.....	41
5.1.3. Evolução funcional.....	42
5.1.4. Evolução de desempenho.....	42
5.2. APLICAÇÃO DOS PASSOS DA ABORDAGEM PROPOSTA.....	42
5.3. VERIFICAÇÃO DA EVOLUÇÃO.....	45
5.3.1. Planejamento da evolução.....	45
5.3.2. Resultados da verificação.....	47
5.4. AÇÕES DECORRENTES DO RESULTADO DA VERIFICAÇÃO.....	51
6. DISCUSSÃO.....	54
6.1. RELEVÂNCIA DESTA EVOLUÇÃO	54
6.2. A RELEVÂNCIA DE UMA ABORDAGEM SISTEMÁTICA FRENTE À CRESCENTE COMPLEXIDADE DOS VEÍCULOS.....	54

6.3. A ABORDAGEM PROPOSTA VERSUS O PROJETO DE ENGENHARIA SISTEMÁTICO.....	56
6.4. A ABORDAGEM PROPOSTA VERSUS ENGENHARIA DE SISTEMAS	56
6.5. A ABORDAGEM PROPOSTA VERSUS ENGENHARIA SIMULTÂNEA.....	58
6.6. CONTRIBUIÇÕES DESTA DISSERTAÇÃO.....	58
7. CONCLUSÕES.....	60
7.1. ATINGIMENTO DO OBJETIVO GERAL - EVOLUÇÃO DO CONJUNTO ESPELHO RETROVISOR EXTERNO.....	60
7.2. ATINGIMENTO DOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	62
7.3. RESUMO DAS CONTRIBUIÇÕES.....	63
7.4. OPORTUNIDADES DE TRABALHOS FUTUROS.....	64
8. REFERÊNCIAS.....	66
9. ANEXOS.....	69

1 INTRODUÇÃO

1.1. Objetivo geral

Esta dissertação versa sobre a evolução do conjunto espelho retrovisor externo de um automóvel, desde uma peça eminentemente mecânica para um sistema que hoje precisa levar em conta, além dos regulamentos de mercado e necessidades dos clientes, a busca por um menor impacto ambiental. Para o atendimento destes requisitos foi proposta uma abordagem de engenharia de sistemas com uma abordagem de engenharia simultânea.

1.2. Motivação

1.2.1. Evolução da indústria automobilística brasileira.

A indústria automobilística brasileira completou em 2006 cinquenta anos de existência e, durante esse período, passou por grandes transformações. O início dessas transformações ocorreu com a abertura do mercado em 1990, quando o então presidente Fernando Collor em entrevista na mídia brasileira afirmava que nossos carros eram verdadeiras carroças (Brener, 2002). Essa abertura trouxe um sério risco ao mercado nacional, o que gerou a necessidade de estruturar um acordo em prol da modernização do setor. Já em 1993, foi lançado o programa do carro popular, que aliado ao início do sucesso do plano real no ano seguinte, gerou o crescimento e desenvolvimento do mercado nacional. Foi dessa maneira que a engenharia de desenvolvimento de veículos das multinacionais instaladas no Brasil começou a criar competência no desenvolvimento de carros populares. (Casotti *et al.*, 2008)

Em 20 anos, a produção da indústria automobilística passou de 900 mil unidades em 1990 para mais de 3 milhões em 2009, tornando o Brasil um dos mais importantes mercados dentro do cenário mundial. As Figuras 1 e 2 mostram, respectivamente, a evolução do mercado brasileiro de 1990 até 2007 e o fechamento da produção de 2009 e 2010.



Figura1: Gráfico da evolução do mercado automobilístico brasileiro. Fonte: Anfavea, 2008

Autoveículos			
Produção		Licenciamento	
Montados + CKD	Unidades	Renavan / Denatran	Unidades
Dezembro 10	283,9 mil	Dezembro 10	381,6 mil
Novembro 10	316,3 mil	Novembro 10	328,5 mil
Dez 10 / Nov 10	- 10,3 %	Dez 10 / Nov 10	+ 16,2 %
Dezembro 09	252,8 mil	Dezembro 09	293,0 mil
Dez 10 / Dez 09	+ 12,3 %	Dez 10 / Dez 09	+ 30,2 %
2010	3,64 milhões	2010	3,52 milhões
2009	3,18 milhões	2009	3,14 milhões
2010/2009	+ 14,3%	2010/2009	+ 11,9%

Figura 2: Produção e licenciamento de veículos no mercado brasileiro no período de novembro e dezembro 2010 e, em destaque, fechamento anual 2009 e 2010. Fonte: Anfavea, 2011.

1.2.2. Preocupações ecológicas

Ao longo desse período, de 1990 até 2011, um forte movimento mundial começou a influenciar a indústria automobilística de maneira decisiva: as preocupações ecológicas em preservação e conservação do meio ambiente. Por isso, os fabricantes visando principalmente o mercado exportação, começaram a intervir nos projetos buscando formas de torná-los menos agressivos ao meio ambiente, utilizando-se de alguns recursos, como a proibição da utilização de metais pesados, por exemplo chumbo, cádmio e mercúrio que são proibidos em diversos mercados externos. Esses elementos são nocivos aos seres vivos porque são altamente reativos e bioacumuláveis, ou seja, os organismos não são capazes de eliminá-los. Um exemplo da eliminação do chumbo em projetos está nos revestimentos de embreagem da empresa Sachs, no Brasil, com sede em São Bernardo do Campo. Essa eliminação foi feita para atendimento à legislação ambiental da união européia e estendida para o mercado local (Autodata, 2003).

Outra forma de intervenção para reduzir o impacto ambiental dos veículos é o desenvolvimento de motores a combustão mais eficientes, aliando seu uso aos motores elétricos. Os veículos que utilizam essas duas formas de energia para a sua locomoção são conhecidos como veículos híbridos. O pioneiro na utilização desta tecnologia foi o Toyota Prius, lançado em julho de 2000 nos Estados Unidos, já completou mais de 10 anos de mercado com um total de mais de 1,8 milhão de unidades vendidas (Auto Esporte, 2010).

Existe também a preocupação com a utilização de materiais recicláveis. Nessa direção, pensando no ciclo de vida do produto, existem trabalhos propondo que no início do projeto deve-se considerar a aplicação de materiais que sejam de fácil reutilização. Este é o conceito básico do DFE *Design for Environment*, que propõe o método para aplicação no desenvolvimento de aeronaves (Guerato *et al*, 2010).

No Brasil, as ações em direção à reciclagem fundamentam-se na experiência das matrizes das empresas automobilísticas, e sua adoção está ligada à estratégia da empresa para produzir o carro localmente preparado para atendimento das exigências do mercado exterior. A regulamentação brasileira em relação à européia e japonesa é muito defasada, estabelecendo destinação de componentes como pneus e baterias. Existem projetos de lei que iniciam o estabelecimento de normas para o controle dos resíduos plásticos no meio ambiente.

Na Europa e no Japão há uma ação governamental forte e uma consciência social sobre a proteção ao meio ambiente que obrigam o desenvolvimento de ações das grandes montadoras em direção a reciclagem e à proibição de uso de metais pesados. (Fortes, 2008)

A Diretiva 2000/53/CE de outubro de 2000 do parlamento europeu cita no artigo 7º sobre reutilização e valorização, e impõe os seguintes objetivos numéricos para o peso dos veículos em fim de vida:

- O mais tardar até 31 de janeiro de 2006, a reutilização e valorização de todos os veículos em fim de vida deve ser aumentada para um mínimo de 85% em massa, em média, por veículo e por ano. A reutilização e reciclagem deve ser aumentada, dentro do mesmo prazo, para um mínimo de 80% em massa, em média, por veículo e por ano.

- O mais tardar até 1º de janeiro de 2015, a reutilização e valorização de todos os veículos em fim de vida deve ser aumentada para um mínimo de 95% em massa, em média, por veículo e por ano. A reutilização e reciclagem deve ser aumentada, dentro do mesmo prazo, para um mínimo de 85% em massa, em média, por veículo e por ano.

Veículos produzidos antes de 1980 têm objetivos menos elevados, embora não inferiores a 75% para a reutilização e valorização e não inferiores a 70% para a reutilização e reciclagem (Jornal Oficial das Comunidades Européias, 2000).

1.3. Objetivos específicos

Esta dissertação tem como objetivos específicos:

- 1) Propor uma abordagem de engenharia de sistemas e de engenharia simultânea para a evolução de produtos automotivos.
- 2) Aplicar essa abordagem na evolução do conjunto espelho retrovisor
- 3) Discutir a abordagem frente as oportunidades apresentadas no caso e os conceitos relatados na revisão bibliográfica.

1.4. Metodologia

De acordo com Silva e Menezes (2005), uma pesquisa pode ser classificada quanto:

- 1) A sua natureza: em pesquisa básica e pesquisa aplicada.
- 2) A forma de abordagem do problema: em pesquisa quantitativa e pesquisa qualitativa.

- 3) A seus objetivos: em pesquisa exploratória, pesquisa descritiva ou pesquisa explicativa.
- 4) A seus procedimentos técnicos: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, pesquisa experimental, levantamento, estudo de caso, pesquisa *expost-facto*, pesquisa ação, pesquisa participante.

Quanto à natureza da pesquisa, esta dissertação é resultado de uma pesquisa aplicada pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos. No caso desta dissertação, pretende-se gerar conhecimentos que sejam úteis para a evolução de um produto industrial, o conjunto espelho retrovisor externo do veículo, resolvendo problemas específicos, relacionados, por exemplo, aos materiais utilizados e a redução de massa do produto.

Quanto à forma de abordagem do problema, a solução do problema específico de evolução do conjunto espelho retrovisor externo, foi feita de maneira quantitativa, se considerarmos as verificações realizadas, uma vez que era necessário estabelecer parâmetros e padrões de referência para as medidas realizadas. A discussão sobre as oportunidades apresentadas no caso da evolução do conjunto espelho retrovisor externo e a comparação com os conceitos apresentados na revisão bibliográfica, são qualitativas dada ao caráter subjetivo da interpretação dos fatos.

Quanto a seus objetivos, esta dissertação é resultado de pesquisa exploratória porque visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Esta pesquisa envolveu levantamento bibliográfico e o estudo do caso da evolução do conjunto espelho retrovisor externo do veículo.

Os procedimentos técnicos utilizados foram:

- 1) Pesquisa bibliográfica sobre projeto de engenharia, engenharia de sistemas e engenharia simultânea.
- 2) Pesquisa documental sobre as regulamentações que regem o desenvolvimento do conjunto espelho retrovisor externo de veículos e padrões internos da empresa desenvolvedora.
- 3) Pesquisa experimental sobre os ensaios e seu planejamento para a evolução do conjunto espelho retrovisor. O objeto de estudo foi o conjunto espelho retrovisor externo. Buscou-se reduzir a massa desse veículo a partir da utilização de novos materiais e, conseqüentemente, novo projeto e processo de fabricação.

- 4) Estudo de caso, porque envolveu o estudo aprofundado da evolução do conjunto espelho retrovisor.
- 5) Pesquisa participante, porque o projeto e fabricação do conjunto espelho retrovisor externo envolve a participação do autor desta dissertação e de outros funcionários da empresa desenvolvedora do veículo e do fornecedor das partes do espelho e seus respectivos materiais.

Os passos para a realização deste trabalho foram então:

- 1) Revisão bibliográfica sobre projetos de engenharia, engenharia de sistemas e engenharia simultânea.
- 2) Investigação sobre partes, materiais, processos de projeto, processos de verificação e processos de fabricação específicos do conjunto espelho retrovisor externo de veículos.
- 3) Realização e análise da evolução do conjunto espelho retrovisor externo.
- 4) Discussão sobre as oportunidades apresentadas no caso frente à experiência vigente na indústria e os conceitos aprendidos da revisão bibliográfica.

1.5. Estrutura do trabalho

O capítulo 1 é esta introdução que apresenta os objetivos gerais e específicos desta dissertação, a motivação para a evolução do conjunto espelho retrovisor externo e a metodologia usada para a elaboração desta dissertação com o detalhamento da estrutura deste trabalho.

O capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica realizada com os conceitos gerais e fundamentais sobre projeto de engenharia, engenharia de sistemas e engenharia simultânea.

O capítulo 3 apresenta os conceitos específicos sobre partes, materiais e processos de fabricação de conjunto espelho retrovisor, necessários para a compreensão da evolução do conjunto espelho retrovisor a ser descrita no capítulo 4.

O capítulo 4 descreve a evolução do conjunto espelho retrovisor, descreve a abordagem atual para o desenvolvimento desse produto e propõe uma abordagem para a evolução do conjunto retrovisor. Essa abordagem proposta tem elementos de engenharia de sistemas e de engenharia simultânea.

O capítulo 5 aplica a abordagem proposta e apresenta os resultados dos testes e ações decorrentes comprovando a evolução do produto.

O capítulo 6 discute as oportunidades apresentadas no caso e confronta com os conceitos da revisão bibliográfica.

O capítulo 7 confronta os objetivos inicialmente previstos para o trabalho com os trabalho efetivamente realizado.

2 CONCEITOS RELEVANTES SOBRE PROCESSOS DE ENGENHARIA

Este capítulo apresenta uma revisão dos conceitos sobre projetos de engenharia, engenharia de sistemas e engenharia simultânea.

2.1. Os processos de projetos de engenharia

Pahl & Beitz (1995) propõem que o projeto de engenharia seja subdividido em 4 fases conforme ilustrado na Figura 3. Essas fases são: planejamento e compreensão da tarefa; projeto conceitual; projeto da implantação; e projeto detalhado.

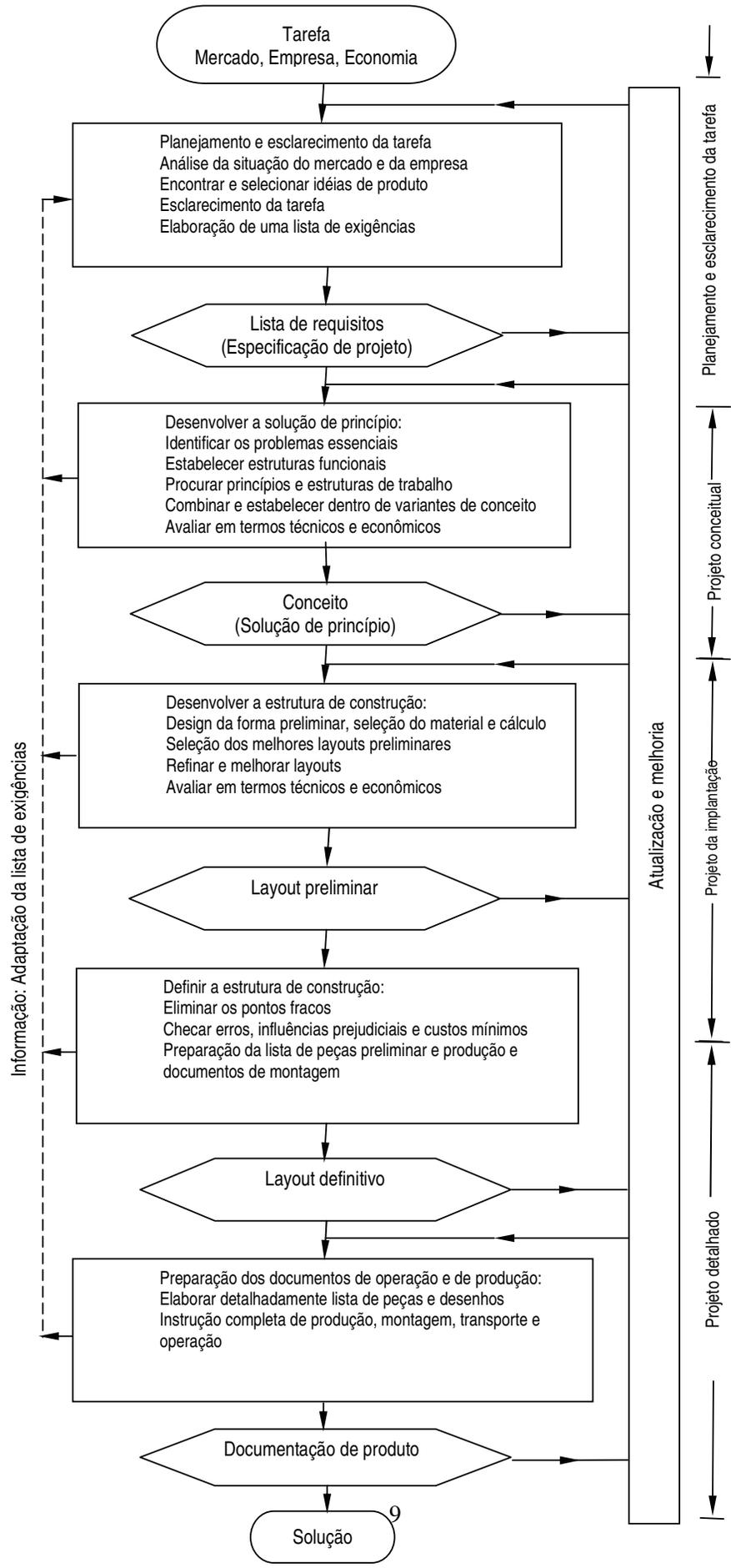


Figura 3: Representação esquemática das 04 fases do projeto de engenharia. Fonte: Pahl & Beitz, 2005, adaptado.

- Planejamento e esclarecimento da tarefa. Esta fase envolve o planejamento do produto inicial pela coleta de dados dos requisitos dos clientes pela geração de idéia inicial do produto. Esta fase termina com a elaboração de uma lista de requisitos bem detalhada.

- Projeto conceitual. Esta fase envolve:

Abstração, para encontrar os problemas essenciais.

Estabelecimento da estrutura funcional.

Busca dos princípios do trabalho.

Combinação dos princípios de trabalho nas estruturas de trabalho.

Selecionamento de uma estrutura adequada de trabalho e definição de uma solução de princípio (conceito).

- Projeto da implantação. O dado de entrada para esta fase é o projeto conceitual e a saída é a descrição técnica, frequentemente na forma de um desenho técnico. Pode haver variação em função da forma de trabalho das diferentes empresas. Nesta fase os projetistas trabalham para produzir uma proposta técnica de produto ou sistema definitiva, de acordo com os requisitos técnicos e econômicos.

- Projeto detalhado. Nesta fase os últimos detalhes são concluídos, os desenhos detalhados e documentos de produção são concluídos. Também é verificada a existência de toda a documentação necessária do projeto.

O escopo do projeto: a principal tarefa dos engenheiros é aplicar seu conhecimento científico e de engenharia para a solução de problemas técnicos e em seguida otimizar estas soluções dentro das exigências e restrições definidas pelo material, pela tecnologia, pelos valores, pela lei, pelo meio ambiente e considerações humanas relacionadas. Os problemas se tornam tarefas concretas depois do esclarecimento e definição dos problemas os quais os engenheiros devem resolver para criar novos produtos técnicos (artefatos). A criação mental de um novo produto é uma tarefa de um designer ou de um engenheiro de desenvolvimento, considerando que a sua realização física é de responsabilidade de um engenheiro de manufatura.

Para produtos que são feitos em larga escala, prioritariamente devem ser atendidas de forma completa suas características técnicas e econômicas e para isto ser possível, normalmente

são utilizados modelos e protótipos que são melhorados e desenvolvidos em algumas fases de melhoramento (Pahl and Beitz, 1995).

Vladimir Hubka (1982) é conhecido como o pioneiro dos estudos sobre a Teoria dos Sistemas Técnicos, que vem se desenvolvendo desde a década de sessenta. Tal teoria guiou seus estudos para um modelo científico mais compreensível, o qual incluiu uma teoria coordenada do processo de design, a *Engineering Design Science*, teoria esta da qual surgiu este modelo proposto.

A primeira fase deste modelo deve gerar especificações de design e uma lista de requerimentos, com o objetivo de completar a "base" para todas as tarefas. A segunda fase, por sua vez, deve produzir um diagrama da estrutura funcional, uma representação mais abstrada, com o intuito de formalizar o que foi feito na fase anterior. Na fase seguinte, uma estrutura ainda abstrata, mas que satisfaça as necessidades do projeto, que devem ser alcançadas. Na quarta fase, o foco é se chegar a uma descrição dimensional. Na penúltima fase, a completa descrição de praticamente todas as características deve existir e, finalmente, a completa descrição de todas as características bem como detalhamento técnico e visual é alcançada na última fase, quando o projeto pode ser elaborado (WTEC, 1994).

Tabela 1: Representação esquemática do método de Vladimir Hubka. Fonte: WTEC,1994, adaptado.

ETAPA	1	2	3	4	5	6
ENTRADA	Atribuição do problema	Especificação do projeto	Estrutura funcional	Elaboração do conceito	Elaboração do layout	Modelo tridimensional
SAÍDA	Conjunto de requisitos	Representação abstrata	Abstração, estrutura incompleta	Descrição dimensional básica	Descrição completa próxima a todas as características	Descrição completa de todas as características
DOCUMENTO	Especificação de projeto	Diagrama funcional de estrutura	Elaboração do conceito	Elaboração do layout	Modelo tridimensional	Desenhos e modelos matemáticos
OBJETIVO	Base completa para tarefa	Otimização do conjunto de deveres	Estrutura aproximada que representa o modo otimizado	Adição de dimensões importantes	Descrição completa de manufatura	Descrição de manufatura finalizada
MÉTODOS	Pesquisa de mercado, checklist e questionários	Abstração, caixa preta, processo técnico	Matriz morfológica e catálogo de efeitos	Variação de características, análise de valor	Análise de valor	Não especificado

Cooper (1993) propõe um modelo genérico de processo de desenvolvimento de produto em que o ciclo de desenvolvimento se estende desde a geração da ideia até o lançamento do produto. O *Stage-Gate-System* é composto por estágios de ação e por pontos de decisão (segue/não segue), onde o andamento do projeto é analisado. A Figura 4 representa esquematicamente o modelo.

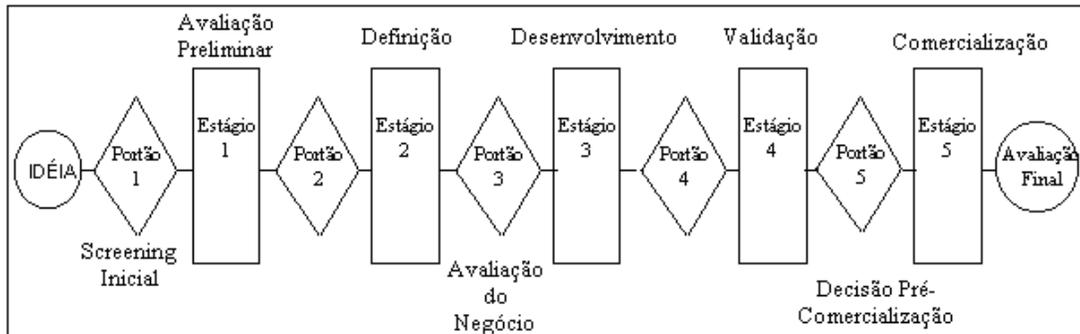


Figura 4: Representação esquemática do método de Cooper. Fonte: Esteves, 1997

Os diversos estágios e pontos de decisão podem ser descritos da seguinte forma:

- Geração da Ideia: O processo de desenvolvimento de produtos inicia com uma idéia de um novo produto ou uma melhoria, que é submetida para avaliação no primeiro portão.
- Ponto de Decisão 1 - *Screening* Inicial: É a primeira decisão de comprometimento de recursos a um projeto, nasce neste momento o projeto. Se a decisão for de iniciar o projeto, este passa para o estágio de avaliação preliminar. No ponto de decisão 1, o projeto é confrontado contra fatores chaves aos quais eles devem atender e outros fatores aos quais seria desejável que ele atendesse. Estes fatores, dependem de organização para organização, mas geralmente eles são relativos ao alinhamento estratégico, viabilidade do projeto, magnitude da oportunidade, vantagens diferenciais, atratividade de mercado e sinergia com a atividade primária do negócio e com os recursos da organização. Recomenda-se a utilização de uma lista de verificação para os objetivos aos quais o projeto deva atender, geralmente alinhamento estratégico, e modelos ponderados para os fatores aos quais deseja-se que o projeto atenda, de forma a focar a discussão e ordenar os projetos em nível de atratividade.
- Estágio 1 - Avaliação Preliminar: Este estágio tem como objetivo determinar os méritos

técnicos e de mercado do projeto. Uma investigação preliminar de mercado é realizada envolvendo pesquisas em bibliotecas, contatos com usuários chave, e testes rápidos da concepção com usuários potenciais. O propósito é detalhar informações quanto ao tamanho e ao potencial do mercado, bem como a possível aceitação do mercado. Simultaneamente, uma avaliação técnica preliminar é realizada com o objetivo de avaliar a viabilidade de desenvolvimento e de manufatura, e os possíveis custos e tempos de execução do projeto. Este estágio fornece informações técnicas e de mercado, a um custo baixo e num tempo curto, para que o projeto possa ser reavaliado no próximo ponto de decisão.

- Ponto de Decisão 2 - Segundo *Screening*: Este estágio é essencialmente uma repetição do portão 1, onde o projeto é reavaliado, porém com base nas informações adicionais fornecidas pelo estágio anterior. Neste ponto, o nível de incerteza quanto às informações disponíveis já é um pouco mais baixo e se a decisão for de prosseguir, o projeto entra para um estágio bem mais caro. Além disto, são utilizadas listas de verificação para fatores que devem ser atendidos e modelos ponderados para fatores que deseja-se que sejam atendidos.

- Estágio 2 - Definição: Este é um estágio anterior ao desenvolvimento do produto, onde o projeto deve ser claramente definido. Neste ponto do processo são realizadas pesquisas de mercado para se determinar as necessidades, desejos e preferências dos consumidores. Análise de competitividade também faz parte desta etapa. No estágio 2, um detalhamento técnico deve focar na habilidade de se executar o projeto, isto é, as necessidades e desejos dos consumidores devem ser traduzidas em soluções técnicas e econômicas viáveis. Isto envolve trabalhos preliminares de projeto e de laboratório, bem como investigações quanto à manufaturabilidade, custos de fabricação, e investimentos requeridos. Se for apropriado pode-se realizar também, um detalhamento de questões legais e de patente. Finalmente uma análise financeira detalhada é conduzida.

- Ponto de Decisão 3 - Avaliação do negócio: Este é o ponto de decisão final antes do estágio de desenvolvimento, isto é, o último ponto no qual o projeto pode ser cancelado antes de recair em custos pesados. Se o projeto passar desta etapa, o comprometimento financeiro da organização com o projeto é substancial. Nesta fase, o projeto também é avaliado com base em critérios e modelos de maneira similar aos pontos de decisão anteriores. Porém, uma outra parte da avaliação também envolve a revisão de cada uma das atividades do estágio 2, checando se as atividades foram realizadas conforme o planejado e se os resultados foram positivos. Os resultados de uma

análise financeira detalhada neste momento, são informações importantes para o processo de tomada de decisão. Nesta etapa, um acordo deve ser realizado com respeito aos itens chaves antes que se inicie o estágio de desenvolvimento. Estes itens incluem a definição das metas de mercado, entre elas, definição da concepção do produto, especificação do posicionamento estratégico do produto, delineamento dos benefícios que o produto deverá fornecer, um acordo quanto às características essenciais e desejáveis do produto, atributos e especificações. O plano do estágio de desenvolvimento e os planos preliminares de marketing são revistos e aprovados neste ponto de decisão.

- Estágio 3 - Desenvolvimento: Este estágio envolve basicamente o desenvolvimento do produto, ocorrendo paralelamente a execução de testes detalhados, o planejamento do marketing e o desenvolvimento dos processos de fabricação.

- Ponto de Decisão 4 - Revisão pós-desenvolvimento: Esta revisão é uma verificação do progresso do projeto e da atratividade do projeto e do produto. O trabalho do desenvolvimento é revisado e verificado, de forma a garantir que o projeto tenha atingido a qualidade esperada. É realizada uma revisão da análise financeira com base em dados novos e mais detalhados.

- Estágio 4 - Validação: Este estágio avalia a viabilidade global do projeto, em termos do produto, do processo de produção, da aceitação do consumidor e das questões econômicas do projeto. As principais atividades executadas nesta fase são:

Testes no produto, com objetivo de verificar a qualidade e a performance do mesmo;

Produção piloto, para testar o processo de produção e determinar com mais detalhes os custos e taxas de produção;

Pré-teste no mercado, de maneira a verificar as reações dos consumidores, medir a efetividade do plano de lançamento, determinar a fatia de mercado e o retorno esperado;

Revisão detalhada da análise financeira para verificar a viabilidade econômica do projeto baseado em dados novos e mais precisos de custo e retorno.

- Ponto de Decisão 5 - Decisão Pré-Comercialização: Este ponto abre as portas para a comercialização completa, para que isto aconteça é necessário uma avaliação da qualidade da fase anterior e os resultados obtidos. As projeções financeiras são informações importantes na decisão de prosseguir com o projeto. Os planos de operação e de lançamento no mercado são revistos e aprovados.

- Estágio 5 - Comercialização: Este estágio final envolve a implementação do plano de operação

e do plano de lançamento do produto.

- Avaliação Pós-Implementação: Em algum momento após a comercialização do produto, o projeto deve ser encerrado, a equipe envolvida é liberada e o produto se transforma num produto normal da linha da empresa. Neste momento faz-se uma revisão crítica do projeto, e avalia-se sua performance em seus pontos fortes e fracos e o que se aprendeu com o mesmo e como fazer melhor num próximo. Esta revisão marca o fim do projeto. (Esteves, 1997).

O modelo de **Rozenfeld et al** (2006) é dividido em três macro fases gerais: pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento. A fase de pré-desenvolvimento compreende o Planejamento Estratégico do Produto e o Planejamento do Projeto e deve garantir que o direcionamento estratégico, definido pela empresa, as ideias dos envolvidos internos e externos com o produto e as oportunidades e restrições sejam sistematicamente mapeados e transformados em um conjunto de projetos bem definidos.

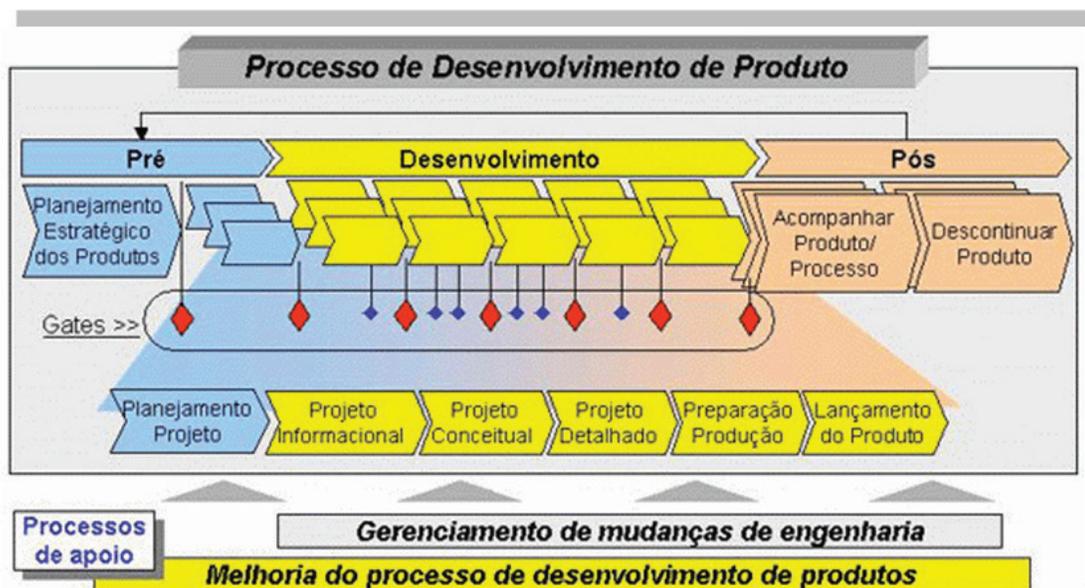


Figura 5: Esquema do modelo de processo de desenvolvimento de produto. Fonte: Rozenfeld et al, 2006

A fase de Planejamento Estratégico do Produto orienta o processo de desenvolvimento de produto em relação às estratégias tecnológicas e às estratégias de produto da empresa, incluindo gestão de portfólio de acordo com o plano estratégico de negócio da empresa, considerando-se as

inovações mercadológicas e tecnológicas (Rozenfeld *et al*, 2006).

Na fase de Planejamento do Projeto são definidos escopo, recursos disponíveis, pessoas responsáveis, prazo e os custos do projeto. As melhores práticas da gestão de projetos são consideradas nesta fase. O planejamento do projeto parte do modelo específico da empresa, adaptando-o conforme a necessidade de cada projeto de desenvolvimento. Nesse sentido, existem projetos do tipo radical ou plataforma, que utilizam o modelo de referência na íntegra, projetos derivados de plataforma, em que as atividades iniciais da macro-fase podem ser simplificadas e projetos follow source, em que há uma simplificação das fases e atividades, podendo o projeto conceitual ser eliminado.

Na macro fase de Desenvolvimento temos:

- Projeto Informacional cujo objetivo é desenvolver as especificações meta do produto, que orientam para a geração de soluções e fornecem base sobre a qual serão montados os critérios de avaliação e de tomada de decisão utilizados nas etapas posteriores. O ciclo de vida, os requisitos e as partes envolvidas são determinados nessa fase.
- Projeto Conceitual que estabelece as funções para atendimento dos requisitos, as soluções tecnológicas e a arquitetura do produto. As atividades da equipe relacionam-se com a busca, criação, representação e seleção de soluções para o problema de projeto. Os modelos funcionais permitem que o produto seja representado pelas suas funcionalidades, elaborando-se assim a descrição total do produto, que é a função mais importante do produto. A decomposição da função global permite que sejam propostas diferentes estruturas funcionais que a satisfaçam, por meio da divisão ou combinação de funções, da mudança de disposição de funções individuais, da mudança do tipo de ligação e da alteração de funções do sistema.
- Projeto Detalhado que integra três ciclos: o detalhamento, a aquisição e a melhoria do ciclo. Cálculos, modelagem do produto, simulações, esboços, conta dos materiais, planos de processo, análise de falha, protótipos, avaliações, testes, especificação de recursos de manufatura, manuais do produto e instruções de assistência técnica são realizados nesta fase.
- Preparação da Produção que recebe o novo produto, testa e ao ser aprovado, um lote piloto é produzido e um novo processo produtivo pode ser mapeado e estabilizado.
- Lançamento do Produto que ocorre paralelamente à Preparação da Produção e outros processos do negócio são mapeados, como por exemplo o serviço ao consumidor.

Por fim, a macro-fase de pós-desenvolvimento compreende as fases de Monitoramento do

Processo e Produção e Gestão de Fim de Vida do Produto. O acompanhamento sistemático e a documentação correspondente das melhorias de produto ocorridas durante seu ciclo de vida são atividades centrais do pós-desenvolvimento, que também compreende a retirada sistemática do produto do mercado, fazendo com que os requisitos de gestão ambiental sejam considerados. As atividades operacionais incluem a avaliação da satisfação dos clientes, o monitoramento do desempenho do produto, as auditorias, os acompanhamentos das modificações e o registro de lições aprendidas. O planejamento do pós-desenvolvimento trata dessas questões do ponto de vista organizacional, pois as questões técnicas são consideradas durante o desenvolvimento (Rozenfeld *et al*, 2006).

Segundo **Morgan e Liker** (2008), o modelo de desenvolvimento do sistema Toyota está baseado nos sistemas sociotécnicos e combina três subsistemas principais: processos, pessoal e ferramentas e tecnologias. No modelo de sistema enxuto de desenvolvimento de produto, esses três subsistemas são interrelacionados e interdependentes e influenciam a capacidade da organização atingir seus objetivos externos.

O objetivo é definir com maior profundidade os três subsistemas com 13 princípios que compreendem o modelo de Sistema Enxuto de Desenvolvimento de Produto que serão abordados a seguir:

Processos é o primeiro subsistema e abrange todas as tarefas e seqüências de tarefas exigidas para levar um produto desde o conceito até o começo da produção. Em termos de produção enxuta, isso é o que se busca quando se está mapeando o fluxo de valores, desde a matéria-prima até os produtos finais.

Princípio 1: Identifique valor definido pelo cliente para separar valor agregado de desperdício. Em um sistema enxuto o cliente sempre é o ponto de partida e por isso, a definição do desperdício começa com a definição daquilo que não tem valor para o cliente.

Princípio 2: Concentre esforços no início do processo de desenvolvimento de produto para explorar integralmente soluções alternativas enquanto existe a máxima flexibilidade de projeto.

Princípio 3: Crie um nivelamento de fluxo de processo de desenvolvimento do produto.

Princípio 4: Utilize padronização rigorosa para reduzir a variação e criar flexibilidade e resultados previsíveis. A Toyota cria maiores níveis de flexibilidade de sistemas mediante a padronização das tarefas mais comuns. São três as categorias gerais de padronização na Toyota:

projeto, processos e conjunto de competências em engenharia. A padronização permite à empresa criar resultados altamente estáveis e previsíveis num ambiente normalmente instável.

Pessoal Habilitado é o segundo subsistema e é um princípio muito importante dentro do pensamento enxuto. Esse subsistema envolve seleção, recrutamento e treinamento de engenheiros, padrões de estruturas, estilos de liderança e aprendizagem organizacional, além da abrangência do fator cultural.

Princípio 5: Desenvolva um sistema de engenheiro-chefe para integrar o desenvolvimento do início ao fim. Muitas das empresas do mercado delegam responsabilidades de diferentes partes do desenvolvimento de produto para diferentes áreas, e no fim ninguém é responsável por nada. O engenheiro-chefe não é apenas um gerente de projeto, mas sim um líder integrador de sistemas técnicos. Desta forma é possível manter o sistema inteiro de desenvolvimento de produtos unido e sólido.

Princípio 6: Organize para balancear a competência funcional e a integração multifuncional. Um dos grandes desafios é conseguir um equilíbrio entre a excelência funcional dos especialistas dos departamentos e a integração entre os departamentos.

Princípio 7: Desenvolva competência técnica superior em todos os engenheiros.

Princípio 8: Integre plenamente os fornecedores ao sistema de desenvolvimento de produtos. Eles são uma parte fundamental do sistema de desenvolvimento de produtos, pois a qualidade final do produto depende deles. Uma forma de fortalecer o relacionamento com os fornecedores é convidá-los para estarem presentes na fábrica com frequência.

Princípio 9: Consolide o aprendizado e a melhoria contínua. A capacidade de aprender e melhorar são vantagens competitivas sólidas de uma empresa.

Princípio 10: Construa uma cultura de suporte à excelência e à melhoria ininterrupta. A combinação de crenças e valores da Toyota é compartilhada por sucessivas gerações de gerentes e engenheiros. Desta forma a organização trabalha harmoniosamente em direção a objetivos comuns. Todos os outros princípios funcionam porque essa cultura torna os princípios uma parte viva da maneira pela qual a Toyota funciona.

Ferramentas e tecnologia é o terceiro e último subsistema e abrange não somente sistemas de CAD (*Computer Aided Design*), tecnologia de máquinas e manufatura digital, a finalidade é a resolução de problemas, aprendizagem ou padronização das melhores práticas.

Princípio 11: Adapte a tecnologia para que sirva ao pessoal e aos processos.

Princípio 12: Alinhe a organização mediante comunicação simples e visual. A Toyota utiliza a ferramenta japonesa de gestão *hoshin kanri*, também conhecida como desdobramento de diretrizes. Esta ferramenta transforma objetivos corporativos de alto nível em objetivos com significado para o nível de chão de fábrica. Para esta comunicação são utilizados métodos visuais muito simples, quase sempre limitados a uma simples folha de papel.

Princípio 13: Use ferramentas poderosas para a padronização e o aprendizado organizacional. Desta forma, todo o aprendizado em um desenvolvimento será uma nova lição aprendida e compartilhada no decorrer de um novo projeto (Morgan e Liker, 2008).

2.2. Engenharia de Sistemas

A engenharia de sistemas é uma abordagem multidisciplinar colaborativa para derivar, verificar e evoluir uma solução sistema balanceado ao longo do ciclo de vida que satisfaça às necessidades dos *stakeholders* (IEEE, 2005).

As seções a seguir apresentam uma breve descrição do processo de engenharia de sistemas e do modelo V da engenharia de sistemas.

2.2.1. O processo de engenharia de sistemas

A Figura 6 ilustra o processo de engenharia de sistemas conforme descrito na norma IEEE 1220 de 2005. A norma define o processo de engenharia de sistemas como um processo genérico de solução de problemas que fornece os mecanismos para identificação e envolvimento do produto e definições de processo de um sistema. O processo de engenharia de sistemas se aplica ao longo do ciclo de vida do sistema para todas as atividades associadas com o desenvolvimento do produto, testes, manufatura, treinamento, operação, assistência, distribuição, descarte e a engenharia de sistemas humana. Segue a representação esquemática dos subprocessos do processo de engenharia de sistemas e mostra como eles se relacionam para produzir um conjunto consistente de requisitos, arranjos funcionais e soluções de projeto.

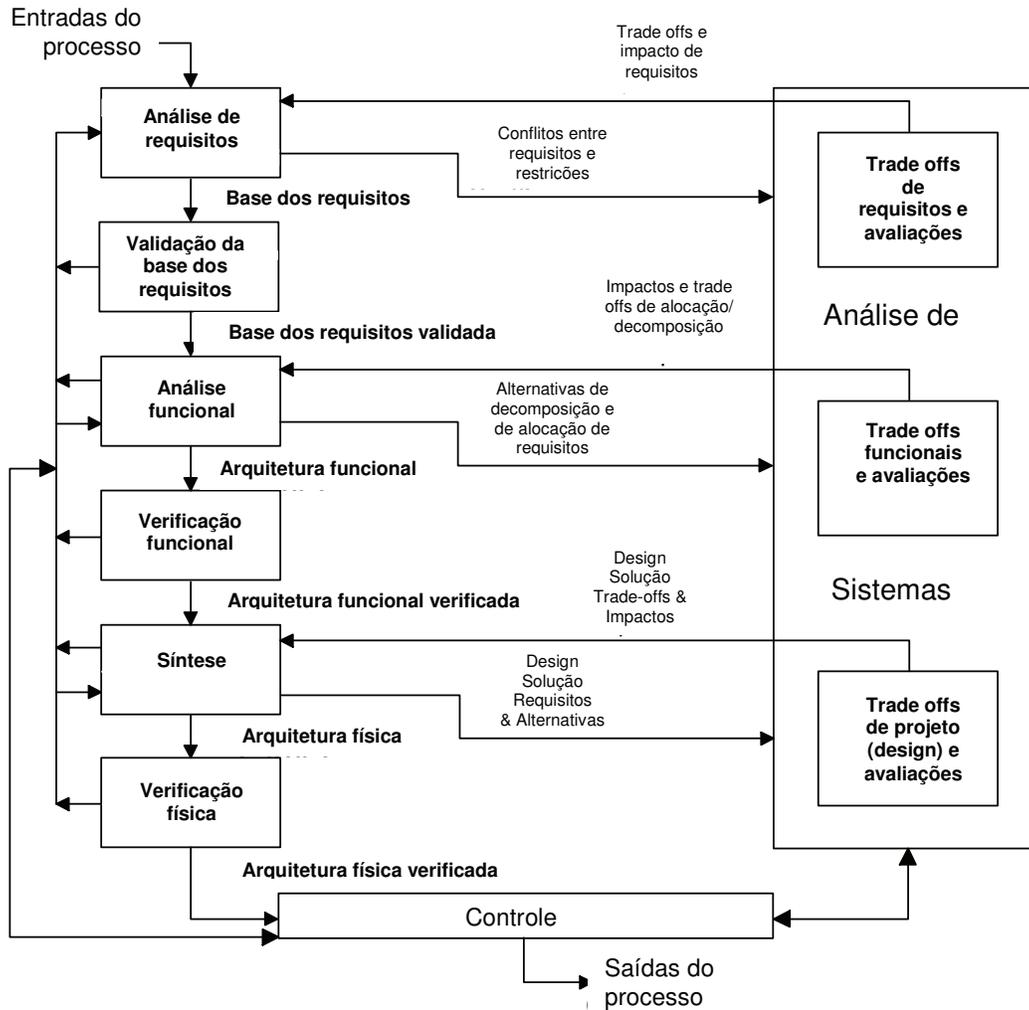


Figura 6: Processo de Engenharia de Sistemas. Fonte: Norma IEEE, 2005 adaptado

O núcleo do processo de engenharia de sistemas é composto pelos processos de análise de requisitos, análise funcional e síntese.

A análise de requisitos tem o propósito de estabelecer o que o sistema será capaz de realizar; quão bem os produtos do sistemas são para executar em termos quantitativos, mensuráveis; os ambientes em que produtos do sistema operam; os requisitos da interface homem / sistemas; as características físicas / estéticas; e restrições que afetam soluções de projeto. As necessidades de mercado, requisitos e restrições são derivadas das expectativas dos *stakeholders*, o projeto e as restrições da empresa, restrições externas, e os requisitos de sistemas de alto nível. Estes são documentados em *baseline* de requisitos. Os *baselines* de requisitos guiam as demais atividades do processo de engenharia de sistemas e representam a definição do problema a ser resolvido. O projeto identifica custos, cronograma e riscos de desempenho; define os requisitos

funcionais e de desempenho; e identifica conflitos. As análises de *trade offs* são conduzidas para resolver tais conflitos, de modo a chegar aos *baselines* de requisitos balanceados. Para cada aplicação do processo de engenharia de sistemas, o projeto refina previamente requisitos definidos para níveis superiores da arquitetura do sistema apropriadamente e define os requisitos para o sistema em desenvolvimento.

A análise funcional tem os objetivos de:

- a) Descrever o problema definido pela análise de requisitos em detalhes bem claros.
- b) Decompor as funções do sistema em funções de baixo nível que devem ser satisfeitas pelos elementos do projeto de sistema (por exemplo, subsistemas, componentes ou peças). Isto é conseguido pela tradução dos *baselines* validados em uma arquitetura funcional. A arquitetura funcional descreve os modos funcionais e sequenciamento de subfunções resultantes da decomposição do conjunto de funções do sistema às suas subfunções. A análise funcional deve ser realizada sem considerar uma solução de projeto. Grupos de subfunções gerados orientam os critérios de definição da síntese das soluções de produto e subsistema.

Finalmente a síntese tem o propósito de definição de soluções de projeto e identificar subsistemas para satisfazer as exigências da arquitetura funcional verificada. Síntese traduz a arquitetura funcional em uma arquitetura de projeto, que fornece um arranjo de elementos do sistema, suas decomposições, interfaces (internas e externas), e restrições de projeto. As atividades de síntese envolvem selecionar uma solução preferida ou junção de um conjunto de alternativas e compreensão do custo associado, a programação, desempenho e as implicações de risco. A análise de sistemas é utilizada, quando necessário, para avaliar alternativas; para identificar, avaliar e quantificar riscos, e aproximação adequada para mitigar riscos; e para compreender custos, prazos e os impactos de desempenho como requisitos de subsistemas são definidos, a identificação das necessidades, requisitos e restrições para o processo de ciclo de vida ser completado.

2.2.2. Modelo V da engenharia de sistemas

A Figura 7 ilustra o modelo V da engenharia de sistemas. Esse modelo enfatiza (Stevens et al, 1998):

- Verificação entre fases, checando o que foi construído em relação aos seus requisitos.

- Validação através de verificação do começo ao fim garantindo que o sistema completo atenda as necessidades dos usuários
- Decomposição e definição do que está construído.
- Integração e verificação do que está construído.

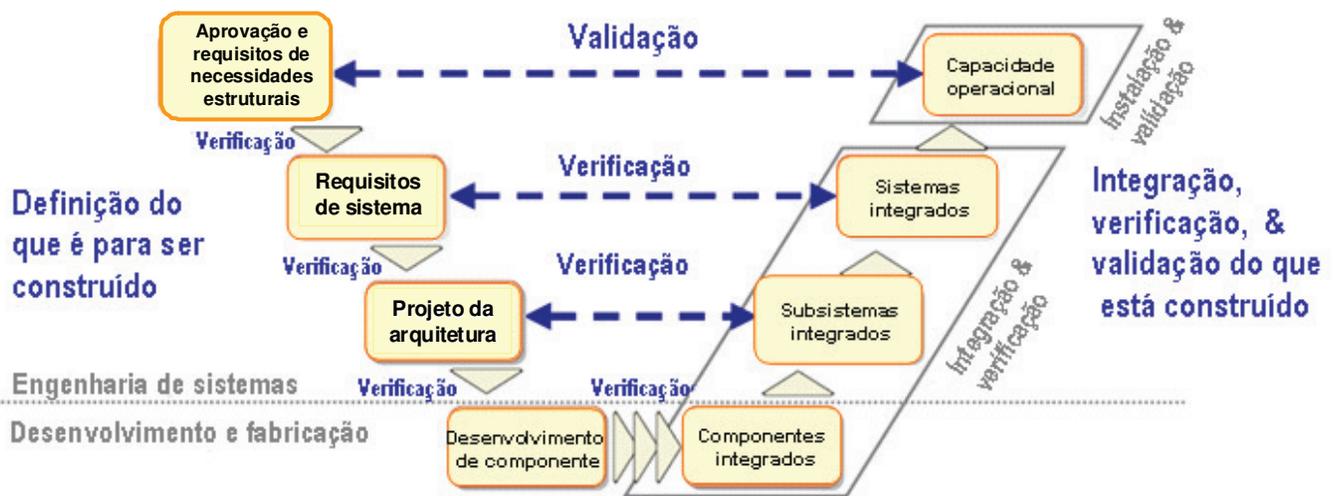


Figura 7: Representação esquemática do modelo V da engenharia de sistemas. Fonte: Stevens, 1998.

2.3. Engenharia Simultânea

Engenharia simultânea é uma abordagem de engenharia que antecipa para os estágios iniciais do projeto conceitual e desenvolvimento de um produto, os requisitos dos processos do ciclo de vida desse produto, incluindo, por exemplo, requisitos de manufatura, manutenção até o descarte. A engenharia simultânea é implementada organizacionalmente com grupos multidisciplinares chamados de times de desenvolvimento integrado. Esses times incluem responsáveis pelo projeto do produto e pelos outros processos do ciclo de vida do produto. (IDA, 1986).

A engenharia simultânea é um esforço combinado de integração do processo de desenvolvimento do produto onde a redução de custos, a melhoria da qualidade, a melhoria da produtividade e a redução do tempo de desenvolvimento são alcançadas (Singh, 1996).

A engenharia simultânea é uma abordagem sistemática para o desenvolvimento integrado do projeto de um produto, onde vários elementos de seu ciclo de vida são considerados como parte do processo de desenvolvimento. Estes elementos não servem somente para atingir a funcionalidade básica do produto, mas para definir um produto que atenda todas as necessidades do cliente (Prasad, 1996).

Exemplos de métodos que incorporam a abordagem de engenharia simultânea são destacadas por Huang (1996):

- *Design for Assembly* ou DFA, onde executa-se uma análise para a simplificação da estrutura do produto. O procedimento DFA resulta em produtos mais simples e menos caros na montagem e manufatura;
- *Design for Manufacturing* ou DFM, essa técnica é ligada ao DFA como um procedimento que foca no processo de manufatura, para um número mínimo de partes. O DFA é conduzido primeiro para uma simplificação da estrutura, e o DFM depois para o detalhe das partes;
- *Design for Inspectability* ou DFI, é desenvolver o projeto do produto para a facilidade de inspeção. Isso é necessário quando o cliente requer alta qualidade, e serviço de segurança contínuo do produto. A facilidade de inspeção na manutenção provê uma rápida e precisa resposta para o controle do processo;
- *Design for Reliability* ou DFR, é o método para a avaliação de quais configurações de projetos tem o potencial para a confiabilidade nas fases iniciais do processo do projeto. DFR permite avaliar onde os fatores de maiores impactos de confiabilidade são identificados no projeto do produto;
- *Design for Quality* ou DFQ, é baseado nos critérios de geração e seleção. As soluções possíveis para uma função é primeiramente gerada, e a melhor solução é escolhida de acordo com o conjunto de critérios de avaliação.

3 CONCEITOS RELEVANTES SOBRE O CONJUNTO ESPELHO RETROVISOR EXTERNO

Este capítulo apresenta os conceitos sobre projeto de conjunto espelho retrovisor externo de veículos automotores necessários para a compreensão da evolução descrita no Capítulo 4.

3.1. Matrizes

Matrizes se referem aos materiais que compõem o conjunto espelho retrovisor.

Os polímeros vêm sendo utilizados cada vez mais em substituição aos materiais tradicionais, como os metálicos e cerâmicos, pois possuem propriedades singulares que trazem vantagens importantes em diversas aplicações. Dentre suas características, podemos citar o baixo custo de transformação, o baixo peso específico com boas propriedades mecânicas, excelente isolamento térmico e elétrico, assim como uma ótima resistência à corrosão. Suas aplicações mais comuns são na indústria automobilística, predominantemente no interior dos veículos, em peças de acabamento. Nas aplicações exteriores, destaca-se sua utilização em para-choques. Na indústria de eletrodomésticos, é muito utilizado como cobertura estrutural, além de aplicações internas e também na proteção de fios e cabos elétricos (Ota, 2004).

A matriz mais utilizada para materiais compósitos é a polimérica. A primeira razão para isto é que sua resistência sem a combinação com um reforço é inferior ao requisito necessário. A segunda razão é que este processo de compósitos poliméricos não necessita de investimentos adicionais se comparado a sua transformação somente como polímero, modificando apenas algumas condições de pressão e temperatura (Ota, 2004).

Uma classificação simples para as matrizes poliméricas as divide em termoplásticos, termofixos e elastômeros sendo todas importantes para compósitos (Matthews e Rawlings, 1994). Abaixo, são descritas as matrizes de termofixos e termoplásticos:

Termofixos: são resinas que sofrem transformações irreversíveis quando submetidas às influências de calor, devido à formação de ligações covalentes. O comportamento é diferente dos termoplásticos, que amolecem e fluem quando calor e pressão são aplicados (Billmeyer, 1970). A polimerização ou simplesmente cura forma uma estrutura de rede tridimensional, que não pode

ser fundida. Os termofixos não podem ser moldados após a cura e são normalmente curados em moldes já em sua configuração final (De e White, 1996). Exemplos de termofixos são o epóxi, o poliéster e resinas fenólicas. Eles podem ser reforçados e geralmente têm uma melhor resistência à fluência, *creep*, que os termoplásticos reforçados e permitem mais altas temperaturas de trabalho. As desvantagens são a dificuldade de armazenamento e fabricação em relação aos termoplásticos reforçados (De e White, 1996).

O reforço de fibra de vidro mais utilizado é do tipo E-glass. A incorporação de um agente de acoplamento melhora a adesão entre a resina e a fibra de vidro, melhorando as propriedades mecânicas, principalmente a resistência a tenacidade (De e White, 1996).

Termoplásticos: consistem em longas moléculas com comprimento da ordem de 20 a 30 nm (Davis *et al*, 1982) e fluem facilmente sob tensão sem elevadas temperaturas, menores que 250°C, mantendo sua forma quando resfriado à temperatura ambiente. Os termoplásticos podem ser repetidamente aquecidos, manufaturados e resfriados, portanto são recicláveis. Os termoplásticos bem conhecidos são acrílico, nylon (poliamida), polietileno, poli(éter-éter cetona) e poliestireno (Matthews and Rawlings, 1994) e o polipropileno.

3.2. Fabricação

Métodos de fabricação são geralmente determinados a partir das propriedades do polímero e a primeira consideração é se o material é termoplástico ou termofixo. Outras considerações importantes são a temperatura de amolecimento, a estabilidade, o tamanho e a forma do produto final (Billmeyer, 1970). Atualmente o consumo de compósitos termoplásticos é muito maior que dos compósitos termofixos devido à questão ecológica. Essa tendência deve-se ao desenvolvimento de polímeros termoplásticos de alto desempenho chamados de plástico de engenharia. Os métodos mais conhecidos e utilizados para a fabricação de compósitos termoplásticos são os métodos de moldagem a vácuo, termo-formação, moldagem por extrusão e moldagem por injeção. A seguir será detalhada a moldagem por injeção, que é o processo utilizado para a fabricação da base e corpo do espelho retrovisor.

3.3. Processo de injeção

Este processo é utilizado para a produção de peças idênticas a partir de um molde. O aquecimento do material produz uma massa de alta viscosidade que é inviável de ser despejada sobre o molde apenas sob o efeito da força gravitacional. Por isso, o fundido é injetado no molde com aplicação de uma grande força. Após a injeção no molde, inicia-se o processo de resfriamento e uma quantidade adicional de fundido deve ser ainda injetada no molde para compensar a contração durante a solidificação, atingindo desta forma uma reprodução mais precisa (Tadmor e Gogos, 1979).

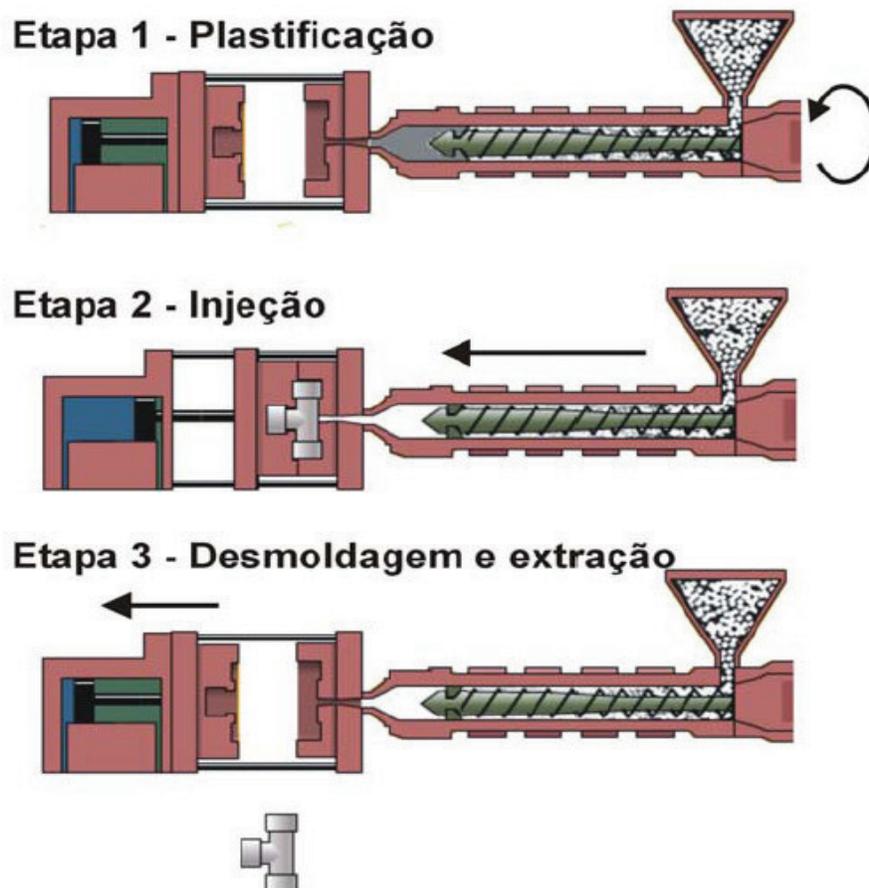


Figura 8: Processo de moldagem por injeção. Fonte: Thomazi, 2010

Na moldagem por injeção, existem três fases distintas durante o preenchimento do molde, isto é, durante a etapa 2, quando o molde encontra-se fechado. São elas: a fase de preenchimento, fase de pressurização e fase de compensação:

Fase de preenchimento: Durante o preenchimento do molde, o fundido sai pelo bico de injeção e percorre os canais de injeção, o canal de alimentação, os canais de distribuição e por fim o molde.

Fase de pressurização se assemelha com a fase de preenchimento, diferindo-se na taxa de cisalhamento.

Na **fase de compensação** ou recalque, o material é mantido sob uma pressão hidrostática com a finalidade de suprir a contração ou encolhimento.

Nesse processo, diversas variáveis afetam as propriedades do moldado, além de ser necessário o controle de todo o processo para evitar ocorrência de falhas. As seguintes variáveis precisam ser controladas ao longo desse processo (Matthews e Rawlings, 1994):

- Temperatura do molde
- Temperatura do polímero
- Temperatura do fundido
- Pressão e velocidade
- Tempo de cada etapa do ciclo
- Temperatura do circuito hidráulico
- Temperatura de refrigeração
- Abertura e extração.

3.4. Fibras de vidro

As fibras são utilizadas para melhorar as propriedades dos polímeros e quando adicionadas na composição são chamados polímeros compósitos. Existem diversos tipos de fibras (de vidro, de aramida, de boro, carbônicas e grafíticas). Esta dissertação descreve apenas algumas características da fibra de vidro. Essa fibra é facilmente produzida por aquecimento do vidro e por moldagem por forças gravitacionais a partir de um mandril de platina. O mandril contém aproximadamente 200 canais, com 200 fibras de diâmetro de 10 micra, que são feitas

simultaneamente (Matthews e Rawlings, 1994). O vidro é um ótimo agente de reforço, pois tem uma alta resistência à tração (maior que 3,6 GN/m²) e um alto módulo de Young (94 GN/m²). As fibras têm uma boa estabilidade dimensional e passam esta característica para o compósito assim reforçado. O vidro também tem a característica de ser um material relativamente inerte e portanto é imune ao ataque biológico e tem uma boa resistência aos ataques de solvente e produtos químicos. As fibras de vidro não são inflamáveis e têm boas propriedades isolantes à eletricidade (De e White, 1996).

As fibras de vidro possuem geralmente de 5 a 20 micra de diâmetro e suas superfícies não são livres de falhas. Quando compostos são processados, as fibras se tornam mais curtas, especialmente no processo por injeção, no qual uma grande tensão é aplicada para fundir (De e White, 1996).

4 EVOLUÇÃO DO CONJUNTO ESPELHO RETROVISOR EXTERNO – ABORDAGEM ATUAL E ABORDAGEM PROPOSTA

Este capítulo tem por objetivo definir o conjunto espelho retrovisor externo, objeto deste trabalho, descrever sua evolução, apresentar a abordagem pela qual ele tem sido desenvolvido e propor uma abordagem que inclua engenharia simultânea e engenharia de sistemas para a sua evolução.

4.1. Conjunto espelho retrovisor externo

O conjunto espelho retrovisor externo é um dispositivo para visão indireta obrigatório, conforme legislação brasileira em vigor, tem a função de ampliar a visão do motorista a fim de ajudá-lo a se locomover de maneira mais segura (Resolução Contran 226, 2007).

4.2. Evolução do conjunto espelho retrovisor externo no Brasil

Nos veículos produzidos no Brasil até 1980, a preocupação existente para desenvolvimento do espelho retrovisor era somente atendimento a legislação. Naquela época, o corpo dos espelhos era produzido com material metálico ou polimérico, que alojava diretamente uma lente de espelho plana e possuía uma articulação simples, que permitia a rotação em torno de um eixo ou uma articulação esférica, para ser possível a regulagem diretamente utilizando o corpo. Vide Figuras 9 e 10.



Figura 9: Retrovisor esquerdo VW Kombi ano 1971. Fonte: catálogo VW Kombi 1971.



Figura 10: Retrovisor esquerdo VW Fusca ano 1980. Fonte: catálogo VW Fusca 1980.

A partir de 1980, houve uma evolução para melhorar o conforto do motorista na forma de regular o espelho. Para os modelos mais caros e luxuosos, os espelhos passaram a ter um mecanismo que permitia a regulagem da lente de maneira independente em relação ao corpo do espelho, através de um manípulo que ficava na parte interna da porta. Para ser possível essa forma de movimentação, foi necessário adicionar um suporte que de um lado fixa-se rigidamente ao corpo e do outro permite que a lente se movimente através do manípulo, que conecta-se ao suporte da lente usando cabos. Nessa época, os polímeros passaram a ser utilizados frequentemente, pois os espelhos tinham formas mais complexas, já objetivando um melhor desempenho aerodinâmico. Também começaram a surgir os primeiros modelos com retrovisores externos do lado direito. Vide Figura 11.



Figura 11: Retrovisor esquerdo VW Santana ano 1985. Fonte: catálogo VW Santana 1985.

A partir de 1985, outros recursos começaram a ser incluídos nos espelhos, como acionamento elétrico e aquecimento da lente para evitar problemas de visualização. Com o

aumento da quantidade de componentes e funções do espelho retrovisor, foi necessário estruturá-lo com uma parte interna metálica para garantir resistência e rigidez ao conjunto. O lado negativo da inclusão do reforço metálico é o aumento de peso do conjunto espelho retrovisor.

Entre 2000 e 2011 mais recursos foram incluídos e maiores preocupações de desempenho também. Os recursos adicionados foram (caderno de encargos VW, 2011):

- ***tilt down***: este recurso é o abaixamento da lente do retrovisor do lado direito quando engata-se a marcha a ré, para facilitar a visualização inferior do lado direito do veículo.
- **recolhimento elétrico do espelho**: este recurso permite o basculamento do corpo do retrovisor na direção da porta quando desliga-se o veículo, para evitar abalroamento em vias estreitas nas quais o veículo é estacionado.
- **luzes de direção e iluminação do solo**: em vários modelos foram incorporadas estas funções por motivos funcionais e estéticos.
- **radar**: alguns modelos importados já dispõem deste recurso que indica através de luzes se existe um outro veículo próximo, alertando assim que não se deve fazer a manobra de mudança de faixa.

As preocupações de desempenho foram (caderno de encargos VW, 2011):

- **avaliação aeroacústica**: simulações em software específico apresentam de forma qualitativa o desempenho acústico e aerodinâmico. A forma do corpo e base do retrovisor são modificadas para obter resultados satisfatórios.
- **avaliação de dispersão de água**: simulações em software avaliam o desempenho em chuva evitando que as gotas de água se acumulem no vidro lateral dificultando a visualização do motorista.
- **avaliação de vibração da lente**: parâmetros rigorosos de aceitação de vibração para evitar desconforto visual ao motorista.

4.3. Espelho retrovisor externo – objeto de estudo desta dissertação

O objeto de estudo dessa dissertação é o espelho retrovisor externo do modelo Fox da Volkswagen. O motivo da escolha deste modelo é que foi o último espelho retrovisor desenvolvido pela Volkswagen do Brasil, e que já levou em consideração o atendimento da

legislação Contran 226, que estabelece requisitos de desempenho e fixação de espelhos retrovisores, publicada em 09 de fevereiro de 2007 e que deve ser atendida de maneira compulsória por todas as montadoras e importadoras que comercializarem veículos novos a partir de janeiro de 2012. As Figuras 12 e 13 apresentam, respectivamente, uma comparação dos requisitos de campo de retrovisão externo para retrovisores do lado do motorista e passageiro válidos até dezembro 2011 e os novos requisitos válidos a partir de janeiro 2012.

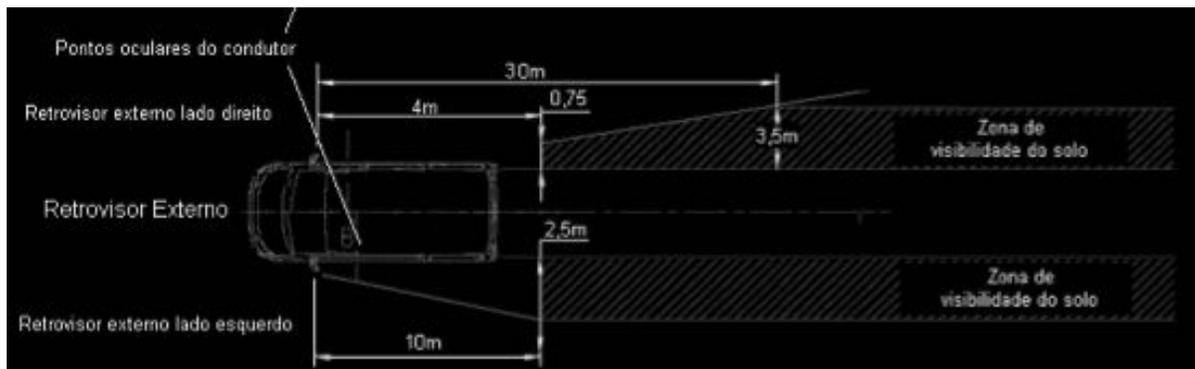


Figura 12: Ilustração esquemática de campo de retrovisão válida para o item 5.4.3.1 e 5.4.4.2 resolução Contran 636 ano 1984. Fonte: Resolução Contran 636, 1984.

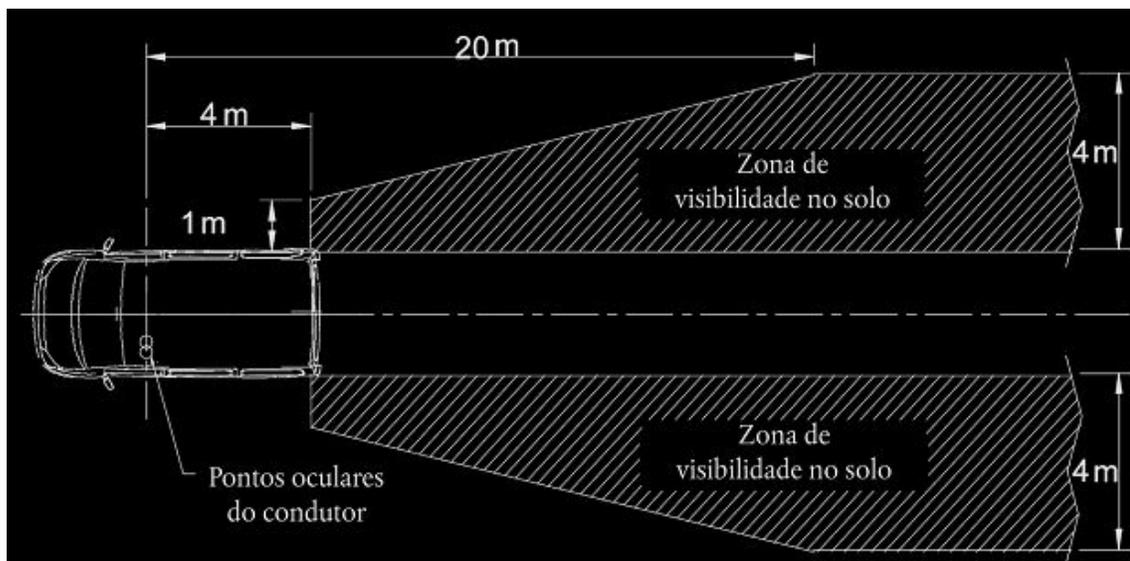


Figura 13: Ilustração esquemática de campo de retrovisão válida para o item 5.3.1 e 5.3.2 resolução Contran 226 ano 2007. Fonte: Resolução Contran 226, 2007



Figura 14: Modelo VW Fox desenvolvido e fabricado no Brasil. Fonte: www.vw.com.br, autor VW, ano 2010, data visita 14.10.10

O retrovisor do modelo VW Fox, ilustrado na Figura 14, já foi desenvolvido originalmente com uma redução de peso em relação aos modelos convencionais, pois não possui reforço metálico. No desenvolvimento, foi utilizado, para os componentes estruturais (base e corpo), o material polimérico compósito de poliamida que é um termoplástico e que reúne boas características de resistência mecânica e resistência ao intemperismo, para assim atender aos requisitos da Volkswagen e da legislação vigente e futura. A Figura 15 apresenta uma vista explodida com os componentes do conjunto espelho retrovisor do modelo Fox.

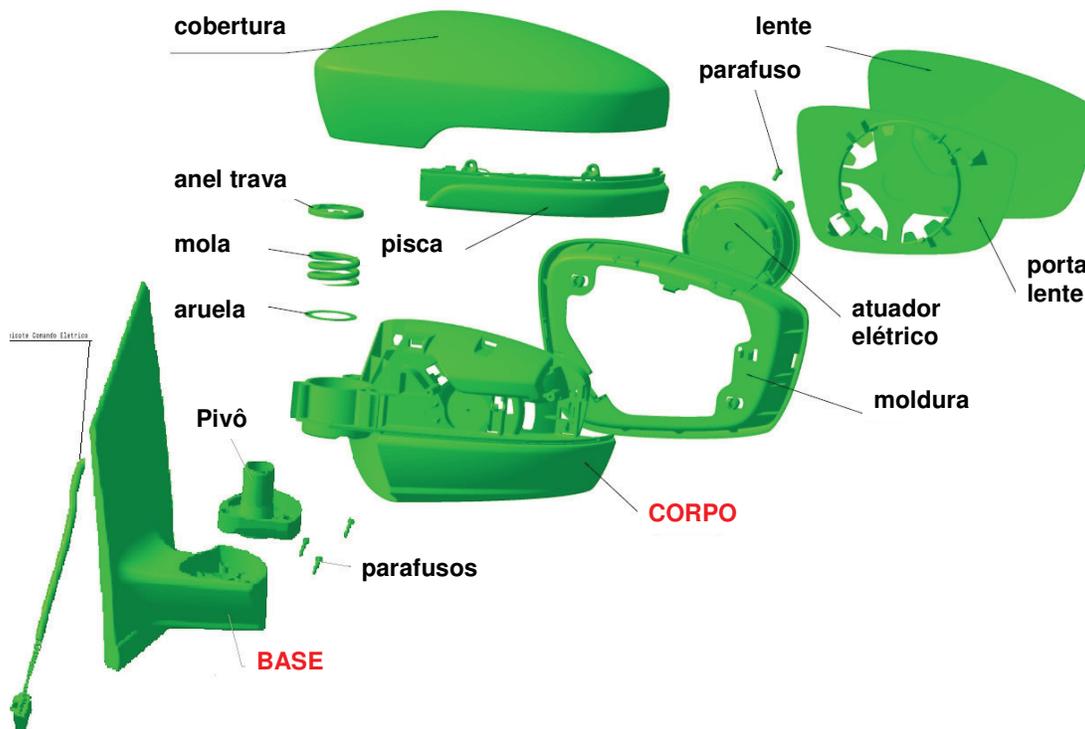


Figura 15: Vista explodida espelho retrovisor externo VW Fox. Fonte: Estudo vista explodida Engenharia VW Brasil, 2010.

4.4. A evolução proposta e analisada nesta dissertação

A proposta desta dissertação consiste na redução de peso deste conjunto espelho retrovisor através da utilização de um polímero compósito alternativo, que possui um peso específico 15% menor e que será aplicado inicialmente nos componentes base e corpo, conforme destacado na Figura 15. O material atualmente utilizado é o polímero compósito poliamida com 30% de fibra de vidro (daqui por diante referido como processo atual ou PA 30% GF). O material proposto é o polímero compósito polipropileno com 30% de fibra de vidro (daqui por diante referido como processo proposto ou PP 30% GF).

O motivos da utilização do material proposto em substituição ao material atual são:

- Este polímero compósito possui boas propriedades mecânicas.

- Possibilidade da utilização do mesmo ferramental, apesar de ser necessária a alteração dos parâmetros de injeção para executar os protótipos para testes.
- O custo por quilo do material proposto é menor que o material atual. Soma-se a este ganho também a vantagem devido ao peso específico 15% menor (1360 kg/m³ atual e 1150 kg/m³ proposto).
- O material proposto assim como o atual também é reciclável e, portanto, não tem efeito negativo para o meio ambiente.

4.5. Abordagem para o desenvolvimento do conjunto espelho retrovisor externo

Atualmente o desenvolvimento de espelhos retrovisores externos na Volkswagen do Brasil é feito simultaneamente e em parceria com um fornecedor desenvolvedor. As atividades de desenvolvimento seguem a seguinte sequência:

- O Setor de *Design* do Veículo elabora a forma e o posicionamento do espelho retrovisor no veículo. A partir daí, são avaliados diferentes parâmetros técnicos pela engenharia de desenvolvimento, como o campo de retrovisão, posicionamento do retrovisor conforme atendimento de requisitos técnicos de distância em relação à porta do veículo e basculamento.
- Quando todos esses requisitos técnicos estão em ordem, essas informações são enviadas para o fornecedor, que vai avaliar a manufaturabilidade das formas, ângulos de saída no molde de injeção, linhas de divisão visíveis devido a necessidade da abertura do molde para a retirada do produto, encaixes e fixações.
- Executam-se então avaliações virtuais de resistência do conjunto através do resultado de elementos finitos e qualidade do produto final através de simulação em *mold flow*, que mostra quais são os melhores parâmetros para a execução da ferramenta de injeção, como ponto de injeção, áreas de refrigeração, posição dos extratores, etc.
- Após aprovação do projeto e processo de cada componente, parte-se para a execução de um ferramental protótipo, para assim avaliar a funcionalidade, resistência e durabilidade do conjunto completo.

Para a execução deste trabalho, equipes de cinco áreas são envolvidas diretamente. São elas:

- **Design do Veículo:** responsável por criar a forma e posicionar o espelho no veículo.

- **Engenharia de desenvolvimento:** avalia tecnicamente a proposta do Setor de *Design*, sugere alterações para que todos os requisitos técnicos, funcionais e legais sejam atendidos, executa todos os testes para validação do projeto e oficializa a aprovação.
- **Fornecedor:** desenvolve e viabiliza o processo de fabricação das peças do conjunto a partir de modelos matemáticos disponibilizados.
- **Área comercial:** nomeia o fornecedor desenvolvedor.
- **Qualidade:** avalia a segurança e a capacidade do processo produtivo do fornecedor .

Esta mesma estrutura e sequência é válida para outros subsistemas do veículo, que em parceria com o fornecedor desenvolvedor executa novos projetos. Podemos citar como exemplo o subsistema para choques dianteiro e traseiro, faróis e lanternas.

4.6. Abordagem proposta para a evolução do conjunto espelho retrovisor

As Seções 2.1 e 2.2 apresentam a descrição de projetos de engenharia e do processo de engenharia de sistemas para o desenvolvimento inicial de um determinado produto. A Seção 4.5 apresenta como um conjunto espelho retrovisor é desenvolvido na Volkswagen do Brasil com a participação de um fornecedor. Na literatura existem abordagens para a evolução de produto existente de uma maneira genérica. Esta seção tem por objetivo propor um processo para a evolução de um produto da indústria automobilística existente e ressaltar nesse processo, os aspectos de engenharia de sistemas e engenharia simultânea inseridos nele.

Passo 1: Formar um time multidisciplinar. Justificativa: garantir que haja participação de pelo menos um representante de cada área que está envolvida direta ou indiretamente no projeto, garantindo assim que sejam atendidas as necessidades de todos os *stakeholders*.

Passo 2: Identificar o objetivo da evolução, com uma perspectiva sistêmica (veículo). Justificativa: convergir os esforços de todos para o cerne do propósito do trabalho, evitando assim desperdício de capacidade e dispersão das discussões, levando a falta de interesse dos participantes do time.

Passo 3: Identificar os parâmetros atuais do produto e os parâmetros alvo do produto. Justificativa: evidenciar melhorias do produto após a realização do trabalho.

Passo 4: Escolher um conceito para a evolução. Justificativa: definir uma forma para mensurar as melhorias existentes.

Passo 5: Analisar os potenciais impactos da mudança:

Passo 5.1: Nas outras funções do produto e do sistema (veículo, se aplicável). Justificativa: garantir que os requisitos funcionais do produto e do veículo sejam, no mínimo, preservados.

Passo 5.2: Nas outras partes do produto e do sistema (veículo, se aplicável). Justificativa: garantir que componentes e conjuntos direta ou indiretamente ligados ao produto em questão tenham suas funções, qualidade e desempenho preservados.

Passo 5.3: Nos outros processos do ciclo de vida do produto e do sistema (veículo, se aplicável). Justificativa: assegurar que a garantia, manutenção, treinamento da rede de pós vendas e descarte do produto e de todo o sistema não sofra consequências negativas.

Passo 6: Planejar a realização da evolução. Justificativa: assegurar que os meios necessários para a execução do projeto estejam disponíveis no prazo e custo estipulado e comprovar os impactos do passo 5.1 e 5.2.

Passo 7: Implementar a realização da evolução. Justificativa: somente colocando em prática há ganho real.

Passo 8: Verificar o atingimento da evolução pretendida. Justificativa: comprovar os ganhos mensurando-os conforme definido no passo 4.

Passo 9: Estabelecer linhas de ação dependendo dos resultados da verificação. Se os resultados da verificação não indicarem o atendimento ao objetivo da evolução, é necessário retornar ao Passo 6.

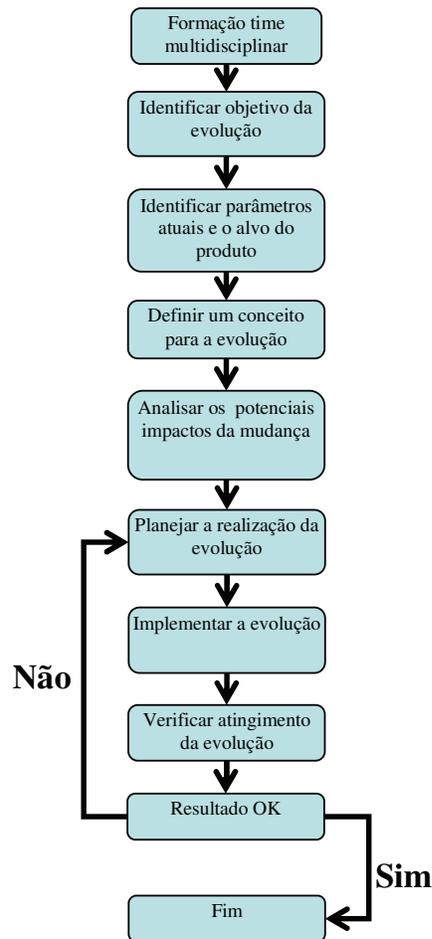


Figura 16: Representação esquemática da abordagem proposta. Fonte: autor

Os passos 2, 3, 4, 5.1, 5.2 e 8 são inspirados no processo de engenharia de sistemas.

Os passos 1, 5.3, 6 e 7 são inspirados na abordagem de engenharia simultânea.

A relação desta abordagem proposta com engenharia de sistemas e engenharia simultânea estão apresentadas no Capítulo 6: Discussão.

Esta dissertação propõe ainda que haja um plano para a evolução do produto pelo acompanhamento sistemático da evolução pregressa dos *stakeholders*, requisitos, funções e desempenho do produto. Esta proposta também se inspira na abordagem de engenharia de sistemas e será discutida no Capítulo 6: Discussão.

5 APLICAÇÃO DA ABORDAGEM PROPOSTA AO CONJUNTO ESPELHO RETROVISOR EXTERNO

Este capítulo apresenta a aplicação da abordagem proposta na Seção 4.6, desde a análise da evolução pregressa em termos de *stakeholders*, requisitos, funções, desempenho por cada um dos passos propostos na abordagem.

Stakeholders são indivíduos ou grupos internos ou externos que influenciam e são afetados direta ou indiretamente por este projeto.

5.1. Acompanhamento sistemático da evolução pregressa

Esta seção apresenta a evolução dos *stakeholders* e dos requisitos de regulamentação, funcionais e de desempenho do conjunto espelho retrovisor externo.

5.1.1. Evolução dos *Stakeholders*:

Até os anos 1980 os *stakeholders* principais para o desenvolvimento e evolução do conjunto espelho retrovisor eram os órgãos regulamentadores.

A partir dos anos 1980, os clientes passaram a ter o foco da atenção dos desenvolvedores, sem descuidar do cumprimento das exigências dos órgãos legisladores.

A partir dos anos 1990, com a globalização e o acirramento da competição mundial, os competidores passaram a ser um *stakeholder* que ganhou mais relevância para o desenvolvimento do espelho retrovisor.

Nos anos 2000, continuou-se a observar o que os competidores faziam para o atendimento a clientes cada vez mais exigentes e garantindo o cumprimento da regulamentação de cada mercado, mas os aspectos ambientais passaram a ganhar cada vez mais relevância para o desenvolvimento e evolução do conjunto espelho retrovisor externo.

A Tabela 1 ilustra a evolução dos *stakeholders* para o desenvolvimento do conjunto espelho retrovisor externo, no Brasil, desde os anos 1970. Em negrito são apresentados aqueles *stakeholders* cujos interesses são enfatizados no desenvolvimento. Os outros *stakeholders*

apresentados são os próprios desenvolvedores e vêm de um período em que a ênfase do esforço de desenvolvimento era no próprio produto e não no mercado a que ele se destinava.

Tabela 2: Evolução dos *stakeholders* do conjunto espelho retrovisor externo desde os anos 1970, no Brasil. Em negrito, são apresentados os *stakeholders* enfatizados no período.

Período	<i>Stakeholders</i>
Até 1980	Designers, engenheiros, montadores na linha de produção, fornecedores de componentes e do conjunto completo, avaliadores da qualidade, transportadores, orgão regulamentador
Após 1980	Designers, engenheiros, montadores na linha de produção, fornecedores de componentes e do conjunto completo, avaliadores da qualidade, transportadores, concessionários, lojas de comércio de veículos, motoristas, passageiros, pedestres , órgão regulamentador
Após 1990	Designers, engenheiros, montadores na linha de produção, fornecedores de componentes e do conjunto completo, avaliadores da qualidade, transportadores, concessionários, lojas de comércio de veículos, motoristas, passageiros, pedestres, órgão regulamentador, competidores
Após 2000	Designers, engenheiros, montadores na linha de produção, fornecedores de componentes e do conjunto completo, avaliadores da qualidade, transportadores, concessionários, lojas de comércio de veículos, motoristas, passageiros, pedestres, orgão regulamentador , competidores, lojas de comércio de peças novas e usadas e empresas de reciclagem de vidro e polímeros.

5.1.2. Evolução dos requisitos:

Conforme descrito na Seção 4.3, a regulamentação para conjunto espelho retrovisor externo evoluiu de uma resolução CONTRAN datada de 1984 (vide Anexo 01) e outra datada de 2007 (vide Anexo 02).

Para a resolução CONTRAN 636 de 1984, na classe de veículos de passeio, o requisito de visibilidade da linha de solo para o retrovisor externo do lado do passageiro era de 0,75 metros a partir de 4 metros atrás do retrovisor e de 3,5 metros a partir de 30 metros atrás do retrovisor. Já para o retrovisor externo do lado do motorista era de visualização da linha de solo de 2,5 metros a partir de 10 metros atrás do retrovisor.

A resolução CONTRAN 226 de 2007 deve ser atendida de forma compulsória a partir de janeiro de 2012 e classifica os tipos de veículos trazendo requisitos diferenciados para os retrovisores internos, externos e câmeras/monitores.

Especificamente para espelhos retrovisores externos de veículos de passeio são controlados requisitos dimensionais, funcionais e de desempenho.

Os **requisitos dimensionais** são, por exemplo, o raio mínimo de curvatura da lente do espelho deve ser de 1200mm e a distância máxima de basculamento deve ser de 50mm em relação a lateral do veículo.

Os **requisitos funcionais** são os ângulos de retrovisão mínimos, a partir de 4m atrás do ponto ocular do condutor deve ser possível enxergar a largura mínima de 1m do solo válido para o lado esquerdo e direito.

E o **requisito de desempenho** é, por exemplo, verificado no ensaio de impacto longitudinal para frente e para trás para avaliar se há soltura ou quebra do retrovisor ou da lente. Este ensaio é feito com um equipamento tipo pêndulo padronizado pela norma na sua dimensão, peso e dureza.

A resolução CONTRAN 226 de 2007 evoluiu para veículos de passeio e ampliou e igualou a linha de visibilidade de solo para o lado esquerdo e direito do retrovisor externo para 1 metro a partir de 4 metros atrás dos pontos oculares do condutor. Estes critérios são os mesmos utilizados desde 2010 na legislação válida para o mercado europeu.

5.1.3. Evolução funcional:

Para o conjunto espelho retrovisor externo e conforme já ressaltado na Seção 4.2, funções adicionadas com a evolução do produto foram:

- ***tilt down***: Este recurso é o abaixamento da lente do retrovisor do lado direito quando engata-se a marcha a ré, para facilitar a visualização inferior do lado direito do veículo.

- **recolhimento elétrico do espelho**: Este recurso permite o basculamento do corpo do retrovisor na direção da porta quando desliga-se o veículo, para evitar abalroamento em vias estreitas nas quais o veículo é estacionado.

- **luzes de direção e iluminação do solo**: Em vários modelos foram incorporadas estas funções por motivos funcionais e estéticos.

- **radar**: Alguns modelos importados já dispõem deste recurso que indica através de luzes se existe um outro veículo próximo, alertando assim que não deve-se fazer a manobra de mudança de faixa.

5.1.4. Evolução de desempenho:

Para o conjunto espelho retrovisor externo e conforme já ressaltado na Seção 4.2, as preocupações adicionais com desempenho incluem:

- **avaliação aeroacústica**: Simulações em software específico apresentam de forma qualitativa o desempenho acústico e aerodinâmico. A forma do corpo e base do retrovisor são modificadas para obter resultados satisfatórios.

- **avaliação de dispersão de água**: Simulações avaliam o desempenho em chuva evitando que as gotas de água se acumulem no vidro lateral dificultando a visualização do motorista.

- **avaliação de vibração da lente**: Parâmetros rigorosos de aceitação de vibração para evitar desconforto visual ao motorista.

5.2. Aplicação dos passos da abordagem proposta

Passo 1: Formar um time multidisciplinar com aqueles impactados pela evolução.

O time multidisciplinar a ser formado neste caso deve incluir:

- um especialista no projeto do conjunto espelho retrovisor;

- um especialista no novo material utilizado;
- um especialista no processo de injeção;
- um especialista no projeto de ferramental;

um profissional que faça a interface com a equipe de desenvolvimento do veículo.

Passo 2: Identificar o objetivo da evolução.

O objetivo da evolução do conjunto espelho retrovisor externo é a redução do peso do mesmo. Em uma perspectiva sistêmica, essa redução implicará na redução da massa do veículo.

Passo 3: Identificar os parâmetros atuais do produto e os parâmetros alvo do produto.

O alvo é reduzir em 100 gramas a massa do veículo, ou seja, 50 gramas em cada conjunto espelho retrovisor.

Passo 4: Escolher um conceito para evolução:

O conceito adotado neste caso foi a mudança do material.

Material atual: polímero compósito poliamida com 30% de fibra de vidro (PA 30% GF)

Material proposto: polímero compósito polipropileno, que possui um peso específico 15% menor e que será aplicado inicialmente nos componentes base e corpo (PP 30% GF)

Passo 5: Analisar os potenciais impactos da mudança:

Passo 5.1: Nas outras funções do produto

O conjunto espelho retrovisor deve resistir a impactos. É necessário verificar se a mudança do material afeta a resistência estrutural mecânica do conjunto.

O conjunto espelho retrovisor deve resistir à vibração provocada pelo veículo em movimento. É necessário verificar se o material afeta as características estruturais dinâmicas do conjunto espelho retrovisor.

O conjunto espelho retrovisor deve prover rigidez suficiente em diversas condições de rodagem do veículo para uma boa visualização de retrovisão de modo a não variar a posição da lente durante o movimento do veículo. É necessário verificar se com o novo material a variação angular do espelho é aceitável.

O conjunto espelho retrovisor, após exposição à luz solar, não deve possuir prejuízos superficiais, como esbranquiçamento, afloramento de fibra ou deformações superficiais. É necessário submeter o conjunto a ensaio para verificar se o novo material não apresenta esses prejuízos superficiais.

Passo 5.2: Nas outras partes do produto.

O conjunto espelho retrovisor deve poder estar em duas possíveis posições: dobrado junto ao veículo ou afastado do veículo para permitir a retrovisão. É necessário verificar que o novo material utilizado não causa degradação das peças (corpo e pivô) após determinada quantidade de ciclos.

A massa e o custo do material do conjunto espelho retrovisor afeta a massa e o custo do veículo.

Passo 5.3: Nas outros processos do ciclo de vida do produto.

O conjunto espelho retrovisor deve ser fabricado utilizando técnicas de injeção. A mudança do material impacta nos parâmetros de injeção para executar os protótipos para testes. É necessário analisar esse impacto e determinar as mudanças apropriadas no processo de injeção. O conjunto espelho retrovisor deve fazer uso de um ferramental dedicado para a sua fabricação. A mudança do material pode impactar no ferramental necessário para a sua fabricação dependendo das mudanças necessárias no processo de injeção.

Passo 6: Planejar a realização da evolução com o time multidisciplinar.

- O planejamento da realização da evolução do conjunto espelho retrovisor inclui:
 - A identificação dos novos requisitos a serem atendidos e com eles, o planejamento dos ensaios para verificação ao atendimento a esses requisitos. O planejamento dos ensaios se encontram na Seção 5.3.1;
 - O planejamento para o projeto do novo conjunto espelho retrovisor com o novo material;
 - O planejamento do processo de fabricação, incluindo o processo de injeção;
 - O planejamento do projeto das ferramentas de injeção a serem utilizadas.

Passo 7: Implementar a realização da evolução.

A evolução foi implementada conforme planejado.

Passo 8: Verificar o atingimento da evolução pretendida.

A verificação do atingimento da evolução pretendida foi feita conforme Seção 5.3.2 a seguir.

Passo 9: Estabelecer linhas de ação dependendo dos resultados da verificação. Se os resultados da verificação não indicarem o atendimento ao objetivo da evolução, é necessário retornar ao Passo 6.

As ações decorrentes dos resultados das verificações realizadas estão descritas na Seção 5.4 a seguir.

5.3. Verificação da evolução

Esta seção apresenta o planejamento para os ensaios previstos no passo 6 e a realização dos mesmos prevista no passo 8 da abordagem.

5.3.1. Planejamento da verificação (Passo 6):

Os seguintes ensaios foram realizados para verificar a implementação da evolução pretendida e seus impactos. Esses ensaios foram planejados no passo 6 da abordagem proposta estabelecendo o seu objetivo e critério de aprovação. Para critérios de aprovação marcados com *, referindo-se a normas Volkswagen, não foi colocado o valor por motivos de sigilo industrial, apenas a norma é citada. É importante observar que esses ensaios refletem os impactos identificados no passo 4 da abordagem proposta.

- Teste de impacto

Objetivo da verificação: avaliar se o conjunto espelho retrovisor produzido com este novo material atende aos requisitos de impacto conforme resolução CONTRAN 226 de 2007. (Anexo 2).

Critério de aprovação: conforme item 4.2 e todos os sub-itens da referida resolução.

- Teste de resistência à vibração do conjunto espelho retrovisor em dispositivo *shaker*

Objetivo da verificação: avaliar resistência mecânica do conjunto espelho retrovisor externo através da montagem do conjunto em um dispositivo que simule a situação de montagem no veículo e submetê-lo a um ciclo repetitivo com variação da frequência de vibração durante um determinado período de tempo.

*Critério de aprovação: não deve ter avarias e/ou perda de função conforme norma VW TL 82036

- Teste de vibração da lente

Objetivo da verificação: avaliar se a estrutura do conjunto espelho propicia rigidez suficiente em diversas condições de rodagem do veículo para uma boa visualização de retrovisão. *Critério de aprovação: teste em dispositivo no laboratório e aprovação com variação angular aceitável do espelho conforme norma VW TL 82036.

- Teste de intemperismo acelerado

Objetivo da verificação: avaliar se a exposição à luz solar traz prejuízos superficiais, como esbranquiçamento, afloramento de fibra ou deformações superficiais.

*Critério de aprovação: após um período de tempo em equipamento xenontest não pode haver degradação visual como aparecimento de manchas ou afloramento de fibras conforme definido nas normas VW PV 3929 e VW PV 3930.

- Teste de intemperismo natural

Objetivo da verificação: avaliar se a exposição a luz solar traz prejuízos superficiais, como esbranquiçamento, afloramento de fibra ou deformações superficiais.

*Critério de aprovação: não deve ocorrer estas falhas após longo período de exposição conforme definido pela norma VW 50185.

- Teste de durabilidade da articulação do corpo do espelho

Objetivo da verificação: avaliar se não há degradação das peças (corpo e pivô) após determinada quantidade de ciclos.

*Critério de aprovação: avaliação de perda de torque no início e final do teste e avaliação visual conforme norma VW TL 82036.

5.3.2. Resultados da verificação

Esta seção apresenta os resultados dos testes planejados no passo 6 e realizados no passo 8 da abordagem proposta. As Figuras 17,18,19 e 20 apresentam, respectivamente:

- Fotos antes e depois do teste de impacto no retrovisor lado esquerdo
- Fotos antes e depois do teste de impacto no retrovisor lado direito
- Foto do detalhe da ruptura da torre de fixação da base do espelho retrovisor Fox.
- Foto comparativa lado esquerdo base com material proposto apresentando início de afloramento de fibra e lado direito base com material atual sem manchas ou afloramento de fibras.

- Teste de impacto:

Resultado: Aprovado.

Ponto 01 - Borda Interna:

Point 01 - Internal Edge



Antes
Before



Depois
After

Ponto 02 - Borda Externa:

Point 02 - External Edge



Antes
Before



Depois
After

Ponto de Impacto <i>Impact point</i>	Posição de Impacto <i>Impact position</i>	Tipo de Espelho <i>Rear-view mirror type</i>	Resultado <i>Result</i>	Obs.:
01	Borda interna <i>Internal edge</i>	Eletrico <i>Electric</i>	Aprovado <i>Approved</i>	
02	Borda externa <i>External edge</i>	Eletrico <i>Electric</i>	Aprovado <i>Approved</i>	

Figura 17: Fotos antes de depois do teste de impacto retrovisor lado esquerdo. Resultado OK.
Fonte: Engenharia VW Brasil.

Ponto 01 - Borda Interna:
Point 01 - Internal Edge



Antes
Before



Depois
After

Ponto 02 - Borda Externa:
Point 02 - External Edge



Antes
Before



Depois
After

Ponto de Impacto <i>Impact point</i>	Posição de Impacto <i>Impact position</i>	Tipo de Espelho <i>Rear-view mirror type</i>	Resultado <i>Result</i>	Obs.:
01	Borda interna <i>Internal edge</i>	Elétrico / Self Color <i>Electric / Self Color</i>	Aprovado <i>Approved</i>	
02	Borda externa <i>External edge</i>	Elétrico / Self Color <i>Electric / Self Color</i>	Aprovado <i>Approved</i>	

Figura 18: Fotos antes de depois do teste de impacto retrovisor lado direito. Resultado OK. Fonte: Engenharia VW Brasil

- Teste de resistência à vibração em dispositivo *shaker*

Base e corpo em material proposto: **Reprovado.**

Houve quebra de uma torre de fixação da base conforme Figura 19:

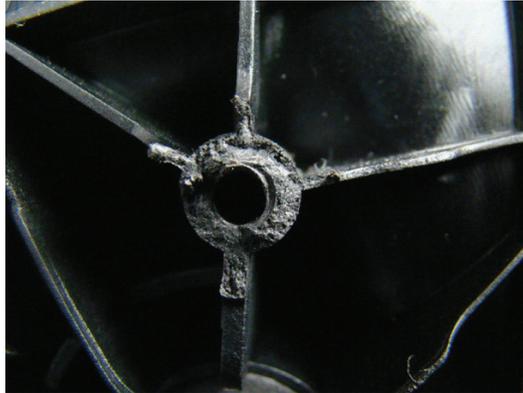


Figura 19: Foto detalhe ruptura torre de fixação da base do espelho retrovisor Fox. Fonte: Engenharia VW Brasil, 2010

Devido à quebra da base foi feito um novo ensaio considerando somente o corpo com o material proposto. Portanto, nesse novo ensaio, o conteúdo foi a base do retrovisor com material atual e corpo com material proposto. Resultado: **Aprovado.**

- Teste de vibração da lente em bancada

Resultado: **Aprovado** e foi verificada uma pequena melhora no nível de vibração da lente em uma determinada faixa de frequência.

- Teste de intemperismo acelerado

Resultado: **Aprovado.**

- Teste de intemperismo natural

Resultado: **Reprovado.**

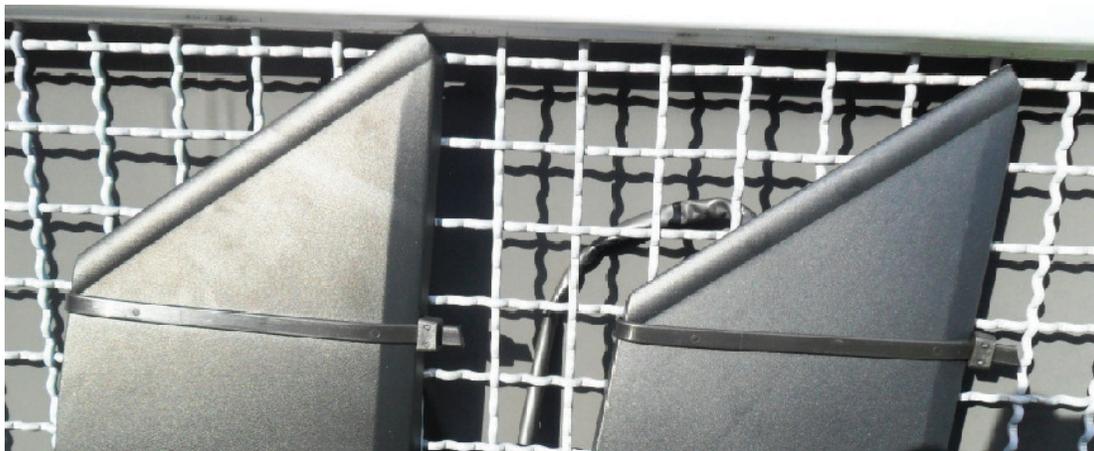


Figura 20: Foto comparativa lado esquerdo base com material proposto apresentando início de afloramento de fibra e lado direito base com material atual sem manchas ou afloramento de fibras. Fonte: Engenharia VW Brasil, 2010

- Teste de durabilidade da articulação do corpo do espelho

Resultado: **Aprovado.**

5.4. Ações decorrentes do resultado da verificação (Passo 9)

Após a injeção das peças (base e corpo) com o material proposto no ferramental atual, mesmo mudando os parâmetros de injeção conforme *datasheet* (Anexo 6), as peças apresentaram deformações superficiais conhecidas como rechupes, em regiões com maior concentração de material. Em uma avaliação visual é perceptível a existência destas deformações superficiais.

Existem alguns motivos para o surgimento destas deformações. Três possibilidades são o material, o projeto da peça e o projeto da ferramenta.

O material proposto tem a característica de maior tempo para cristalização, isto é, maior tempo para solidificação em relação ao material atual, por isso é mais suscetível aos rechupes, que são as deformações superficiais. Para minimizar a probabilidade de aparecimento dos rechupes, será estudada a possibilidade de inclusão de agentes expansores na formulação do material conforme Figura 21.

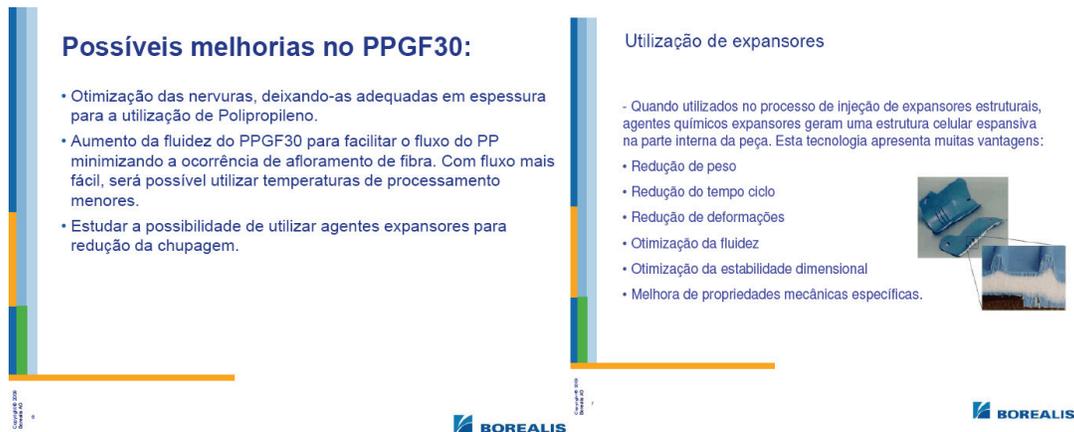


Figura 21: Sugestões de melhorias da empresa Borealis no material proposto. Fonte: Borealis, 2010, adaptado

As melhorias no material não são suficientes para solucionar os problemas, por isso, há ainda, sugestões de melhoria no projeto da peça e no projeto da ferramenta.

No projeto das peças, em regiões que existem nervuras por trás de uma superfície visível, deve-se reduzir a espessura da nervura. Isso vai impactar na redução da resistência da peça, mas pode ser minimizado aumentando-se a quantidade de nervuras.

No projeto da ferramenta, deve-se aumentar a refrigeração em regiões com maior acúmulo de material, para evitar que ocorram deformações devido a diferença de tempo de cristalização ao longo da superfície.

As intervenções acima podem ser feitas com auxílio de métodos computacionais, que vão direcionar as ações nas regiões que apresentam problemas. A sugestão, neste caso, para o projeto das peças é fazer uma avaliação por elementos finitos, considerando como dado de entrada as características do material proposto e, paralelamente, no projeto da ferramenta, considerar a injeção do mesmo material utilizando o *mold flow* .

A quebra da base em material proposto no teste de vibração ocorreu na região de uma das torres de fixação, que tem acúmulo de material e percebeu-se que, no momento da extração das peças do molde, após o ciclo de injeção, as regiões com acúmulo de material não se encontravam totalmente solidificadas, apesar do maior tempo de ciclo em relação ao material atual (vide Anexos 5 e 6). Isso afetou a resistência da região da torre e como já discutido acima, melhorias

no material, no projeto da peça e processo de fabricação devem ser feitas para evitar este problema.

Para a aprovação no teste de intemperismo natural, devido ao afloramento das fibras na superfície da peça, uma melhoria é aumentar a fluidez do material proposto para ser possível a injeção com menor temperatura. Adicionalmente, reforçar os aditivos estabilizantes na fórmula para mitigar o processo de degradação precoce.

6 DISCUSSÃO

Este capítulo tem por objetivo discutir sobre a abordagem proposta para a evolução do conjunto espelho retrovisor externo, no contexto do projeto de engenharia (Pahl & Beitz, 1995), ressaltando o uso das abordagens de engenharia de sistemas (IEEE, 2005) e de engenharia simultânea (Prasad, 1996).

Este capítulo também ressalta a contribuição desta dissertação e a importância de uma abordagem sistemática para a evolução de produtos automotivos, especialmente, incluindo engenharia de sistemas e engenharia simultânea.

6.1. Relevância desta evolução

A evolução do conjunto espelho retrovisor descrita nesta dissertação resultou na redução de 50 gramas na massa de um conjunto espelho retrovisor externo. De fato, apenas dois componentes do conjunto – corpo e base - tiveram sua massa reduzida pela substituição do material atual (poliamida 30% fibra de vidro) pelo material proposto (polipropileno 30% fibra de vidro). Cada automóvel possui dois conjuntos espelho retrovisor externo. Por automóvel a redução em massa é de 100 gramas. Essa massa representa apenas cerca de 0,01% da massa total de um veículo. No entanto, na indústria automobilística, o efeito de escala é muito relevante. Por exemplo, em 2010, 200.000 (duzentas mil) unidades foram comercializadas para a família Fox. Uma redução em 100 gramas em cada veículo, equivale a uma redução de 20 toneladas na fabricação de polímeros por ano, ou seja, o equivalente a 20 carros completos. Na indústria automobilística, o efeito de escala é sempre considerado para a tomada de decisão de prosseguir ou não com uma determinada melhoria ou evolução no veículo ou em uma parte dele.

6.2. A relevância de uma abordagem sistemática frente à crescente complexidade dos veículos

Com o passar dos anos, os veículos deixaram de ser máquinas essencialmente mecânicas e passaram a ser máquinas mecatrônicas. Isto fez com que as interfaces, que antes eram puramente

físicas e mecânicas passassem a ser controladas e gerenciadas eletronicamente, rompendo a barreira física da interface. Hoje os chamados módulos eletrônicos controlam todos os comandos do veículo. Isto ajuda não só ao motorista e ocupantes do veículo, mas também o fabricante e os reparadores dos veículos, que conseguem rastrear as falhas para buscar a solução dos problemas. Em uma breve descrição, pode-se mostrar a rápida evolução desde o tempo que os carros fabricados no Brasil foram chamados pelo ex presidente Collor de carroças:

- Carburador foi substituído pela injeção eletrônica.
- Levantadores de vidros mecânicos passaram a ser elétricos.
- Retrovisores passaram a ser regulados eletricamente.
- Acelerador que acionava o sistema de alimentação do motor através de cabo de aço passou a ser eletrônico.
- Freios passaram a ter sistema anti-blocante controlado eletronicamente.
- Controle de tração gerencia o movimento das rodas evitando derrapagens.
- Travamento elétrico das portas a partir de uma certa velocidade, garante segurança aos ocupantes do veículo
- Sistema de ar condicionado controla eletronicamente a temperatura e umidade do ar.
- Sensores de estacionamento informam se há objetos próximos ao local da manobra.
- Motores bi-combustível se auto gerenciam para se adaptar ao percentual da mistura ou ao tipo de combustível que está sendo utilizado.
- *Air bags* disparam a partir da avaliação da desaceleração brusca ocorrida.

Todos os itens acima citados podem equipar carros populares. Ainda existem diversas outras facilidades presentes nos veículos importados que não foram citadas. O fato é que o aumento da complexidade e das interfaces entre subsistemas e entre sistemas dentro do automóvel faz com que o projeto de engenharia baseado na evolução dos componentes, isoladamente, uns em relação aos outros e em relação aos seus processos do ciclo de vida, não permite identificar os impactos oriundos das modificações necessárias e, não permite assim, antecipar-se a esses impactos. A evolução de componentes baseada pura e simplesmente no projeto de engenharia daquele componente leva a grande complexidade quando da integração do componente ao restante do veículo. Um veículo é um sistema, e como tal, cada componente afeta pelo menos um outro componente do sistema e também afeta o todo. Além disso, mudanças

de projeto em um componente afetam os outros processos do ciclo de vida desse componente e podem afetar também a integração do componente no restante do veículo. Sendo assim uma abordagem de projeto de engenharia, conforme proposta por Pahl & Beitz (1995) necessita incorporar as abordagens de engenharia de sistemas e de engenharia simultânea voltadas diretamente para produtos automobilísticos. As seções 6.3, 6.4 e 6.6 a seguir discutem como a abordagem proposta inclui as abordagens de engenharia de sistemas e de engenharia simultânea direcionadas para produtos automobilísticos.

6.3. A abordagem proposta versus os projetos de engenharia sistemáticos

A Seção 2.1 apresenta a proposta de projetos de engenharia sistemáticos conforme proposto por Pahl e Beitz (2005), Hubka (1982), Cooper (1993), Rozenfeld *et al* (2006) e Morgan e Liker (2008). Essas propostas enfatizam o aspecto sistemático e o desenvolvimento *lean*. Essas propostas focam o fato de que projeto de engenharia pode ser feito de uma maneira planejada e seguindo um processo definido.

Embora todos descrevam sistematicamente cada um dos sub-processos do projeto de engenharia e mencione realimentações para a realização de melhorias ou evolução de produtos, eles não descrevem sistematicamente o processo de melhoria ou evolução específicos de um produto automobilístico.

Esta dissertação apresenta uma abordagem sistemática para a evolução de um produto automobilístico com a participação de um fornecedor desenvolvedor, no caso, um conjunto espelho retrovisor externo de um automóvel.

6.4. A abordagem proposta versus engenharia de sistemas

A abordagem proposta utiliza uma abordagem de engenharia de sistemas nos seus passos 2, 3, 4, 5.1, 5.2 e 8.

O passo 2 estabelece que o objetivo da evolução seja estabelecido no início do projeto de evolução e com uma perspectiva de sistema. A evolução deve corresponder a uma evolução do sistema veículo neste caso e deve ser estabelecida nesses termos. Por exemplo, a redução da massa do veículo.

No passo 3 a definição de parâmetros alvo para a evolução, esses já correspondem ao produto a ser evoluído, propriamente dito, neste caso, o conjunto espelho retrovisor externo do automóvel. Neste caso, definiu-se por reduzir em 50 gramas a massa atual de um conjunto espelho retrovisor externo.

Analogamente à iteração entre os processos de análise funcional e síntese que são parte do processo de engenharia de sistemas de acordo com IEEE (2005), a abordagem proposta inclui, no seu passo 4, o estabelecimento de um conceito para a evolução. O estabelecimento desse conceito inclui a análise de um conjunto de alternativas para a implementação da evolução pretendida no passo 3 e a escolha de uma alternativa. Isso é típico do processo de engenharia de sistemas. No processo de engenharia de sistemas, diferentes conceitos funcionais existem para atender a um conjunto de requisitos e um pequeno conjunto desses conceitos é levado adiante para o estabelecimento de uma arquitetura física. No caso da evolução apresentada nesta dissertação, o conceito escolhido para a redução em 50 gramas na massa do conjunto espelho retrovisor foi a mudança do material do corpo e da base do conjunto.

Os passos 5.1 e 5.2 são o reconhecimento explícito de que o produto, objeto da evolução, é parte de um todo maior, o sistema veículo, afeta pelo menos uma outra parte desse sistema e afeta o sistema. Os passos 5.1 e 5.2 investigam como as mudanças propostas podem afetar o próprio produto e o sistema do qual ele faz parte, funcionalmente e fisicamente. Em relação à função da parte, a mudança de material pode, por exemplo, afetar a resistência mecânica do conjunto. Em relação à função do sistema, a mudança de material pode, por exemplo, afetar a capacidade de retrovisão do motorista. Em relação, a influência em outras partes do conjunto e do veículo, a base de fixação do conjunto pode ser afetada pela mudança de material, e conseqüentemente, sua interface com o próprio veículo.

O passo 8 reflete a importância da verificação, ressaltada pelo modelo V da engenharia de sistemas. Essa verificação inclui a verificação dos impactos nas outras funções e partes do produto e do sistema, bem como o atendimento aos requisitos estabelecidos para o produto e para o sistema.

6.5. A abordagem proposta versus engenharia simultânea

A abordagem proposta reconhece que qualquer mudança no projeto de uma parte pode afetar os processos do ciclo de vida dessa parte e do sistema ao qual ela pertence. A evolução do conjunto espelho retrovisor requer mudanças no processo de injeção e, possivelmente, no processo de fixação do espelho ao veículo. Sendo assim, o passo 5.3 prevê a análise dos impactos que a evolução do projeto do produto terá sobre os seus processos de ciclo de vida e sobre os processos do ciclo de vida do sistema do qual o produto faz parte. Esse passo da abordagem incorpora o conceito de engenharia simultânea, uma vez que os requisitos do processo de injeção, por exemplo, são antecipados e soluções para o processo de injeção podem ser desenvolvidas simultaneamente ao processo de evolução do projeto do produto. A engenharia simultânea propõe antecipar para as fases iniciais do projeto de um produto os requisitos dos processos do ciclo de vida desse produto. Semelhantemente, a abordagem proposta propõe analisar o impacto das mudanças de projeto nos processos do ciclo de vida, de modo a capturar os requisitos desses processos e desenvolver soluções para esses requisitos simultaneamente à evolução do projeto do produto.

Os passos 1, 6 e 7 estabelecem a formação de um time multidisciplinar para planejar e implementar as mudanças. Esse time é composto pelas pessoas afetadas pela mudança, sejam essas pessoas relacionadas a projeto do produto objeto da evolução, a projeto das partes do sistema afetadas pela mudança no conjunto ou aos processos do ciclo de vida do produto. Esses times, em linguagem de engenharia simultânea são conhecidos como IPTs (Integrated Product Development Teams), (Prasad, 1996).

6.6. Contribuições desta dissertação

Esta dissertação propõe uma abordagem sistemática para a evolução de produtos automotivos. Essa abordagem sistemática inclui engenharia de sistemas e engenharia simultânea. A abordagem proposta concentra-se na mudança, na melhoria ou no processo de evolução do produto. As abordagens tradicionais de projetos de engenharia e de engenharia de sistemas (IEEE, 2005) concentram-se em abordagens sistemáticas para o desenvolvimento de produtos

genéricos. Esta é a principal contribuição desta dissertação: uma abordagem sistemática para a evolução de produtos automobilísticos com a participação de um fornecedor desenvolvedor.

Outra contribuição inclui o reconhecimento da necessidade de incluir engenharia de sistemas quando evoluir um produto que é parte de um sistema. O conjunto espelho retrovisor externo é parte integrante de um sistema, o automóvel, e como tal, influencia pelo menos uma outra parte e influencia o automóvel como um todo. O reconhecimento disso é muito importante em uma indústria caracterizada por desenvolvimentos incrementais dos seus produtos. Tradicionalmente, a indústria automobilística não evolui os seus produtos com uma visão sistêmica. Isso está mudando, mas tradicionalmente, este é o aspecto marcante do processo de desenvolvimento de um automóvel (Loureiro, 1999). Na indústria automobilística, tradicionalmente, acredita-se que o todo ótimo é resultante de partes ótimas, o que quase sempre é falso. As partes interagem entre si e, em geral, a otimização de uma parte ocorre em detrimento do desempenho de outra parte. Esta abordagem em seus passos 5.1 e 5.2 reconhece as influências mútuas entre o todo e suas partes.

Outra contribuição inclui o uso de uma abordagem de engenharia simultânea. Qualquer mudança em projeto implica em mudança em processos. Projetistas de produtos precisam estar cientes de que eles estão também, de certa forma, projetando os processos do ciclo de vida do produto. A evolução do conjunto espelho retrovisor externo mostrou a influência do projeto do produto no processo de injeção. Esta dissertação também mostrou, por este exemplo, que a solução para a evolução não estava somente no produto, mas também nos processos do ciclo de vida do mesmo. Neste caso específico, a solução estava na mudança de material e também na mudança do processo de injeção.

A aplicação da abordagem também demonstrou a importância da verificação e do estabelecimento de ações decorrentes dos resultados da verificação.

7 CONCLUSÕES

Este capítulo confronta os objetivos geral e específicos apresentados no Capítulo 1 com o trabalho realizado e documentado nesta dissertação. Este capítulo resume as contribuições desta dissertação discutidas no Capítulo 6. Este capítulo propõe ainda algumas oportunidades de trabalhos futuros decorrentes desta dissertação.

7.1. Atingimento do objetivo geral – evolução do conjunto espelho retrovisor externo

Esta dissertação apresenta o trabalho de evolução do conjunto espelho retrovisor externo do veículo Volkswagen Fox. A evolução consiste na busca pela redução da massa de cada conjunto espelho retrovisor em 50g. O conceito escolhido para a redução da massa foi a troca de material, que como o anterior atende aos requisitos ambientais vigentes.

O conjunto espelho retrovisor externo com o novo material foi submetido ao seguinte conjunto de ensaios:

- Teste de impacto,
- Teste de resistência a vibração do conjunto espelho retrovisor em dispositivo *shaker*,
- Teste de vibração da lente,
- Teste de intemperismo acelerado,
- Teste de intemperismo natural,
- Teste de durabilidade da articulação do corpo do espelho

Os objetivos e critérios de aprovação nesses testes estão descritos na Seção 5.3.1.

Esses testes têm os resultados apresentados e comentados na Tabela 2 a seguir:

Tabela 3: Resumo dos testes e resultados da evolução do conjunto espelho retrovisor externo do veículo Volkswagen Fox – corpo e base do conjunto com material proposto para todos os testes exceto quando explicitamente mencionado.

Teste	Resultado	Ações tomadas e propostas
Teste de impacto	Aprovado	
Teste de resistência à vibração do conjunto espelho retrovisor em dispositivo <i>shaker</i> (objeto: corpo e base com material proposto)	Reprovado	Com o corpo e base feitos do material proposto, o produto foi reprovado neste teste. Foi proposto então usar o corpo com material proposto e a base com material atual e repetido o teste Regiões com acúmulo de material na base da peça não se solidificavam totalmente após o ciclo de injeção.
Teste de resistência à vibração do conjunto espelho retrovisor em dispositivo <i>shaker</i> (corpo com material proposto e base com material atual)	Aprovado	Com o corpo em material proposto mas a base com material atual o conjunto é aprovado neste teste
Teste de vibração da lente	Aprovado	
Teste de intemperismo acelerado	Aprovado	
Teste de intemperismo natural	Reprovado	Aumentar a fluidez do material proposto para ser possível a injeção com menor temperatura. Reforçar os aditivos estabilizantes na fórmula para mitigar o processo de degradação precoce.
Teste de durabilidade da articulação do corpo do espelho	Aprovado	

Este exercício de evolução do conjunto espelho retrovisor externo do automóvel Volkswagen Fox deve ser continuado após sugestões de melhoria no projeto da peça e no projeto da ferramenta. As melhorias no material não são suficientes para solucionar o problemas encontrados durante os testes.

No projeto das peças, em regiões que existem nervuras por trás de uma superfície visível, deve-se reduzir a espessura da nervura. Isso vai impactar na redução da resistência da peça, mas pode ser minimizado aumentando-se a quantidade de nervuras.

No projeto da ferramenta, deve-se aumentar a refrigeração em regiões com maior acúmulo de material, para evitar que a ocorram deformações devido a diferença de tempo de cristalização ao longo da superfície.

As intervenções acima podem ser planejadas com auxílio de métodos computacionais, que vão direcionar as ações nas regiões que apresentam problemas. A sugestão, neste caso, para o projeto das peças é fazer uma avaliação por elementos finitos, considerando como dado de entrada as características do material proposto e, paralelamente, no projeto da ferramenta, considerar a injeção do mesmo material utilizando o *mold flow*.

Também, não é possível utilizar o ferramental existente da base e do corpo do espelho para produzir peças com o material proposto com qualidade aceitável, mesmo melhorando-se a formulação do material ou alterando-se os parâmetros de injeção.

Portanto, esta dissertação apresentou um exercício de evolução de um conjunto espelho retrovisor que precisa ser continuado para atingir o objetivo final de redução da massa do veículo. O potencial estimado para essa evolução é a redução em 100 gramas na massa total do veículo. Em 200.000 (duzentas mil) unidades do veículo Fox comercializadas em 2010, essa redução em massa totalizaria 20 toneladas ou a massa total de 20 veículos. Essa redução é relevante para os padrões da indústria automobilística.

7.2. Atingimento dos objetivos específicos

Esta dissertação tem como objetivos específicos:

- 1) Propor uma abordagem de engenharia de sistemas e de engenharia simultânea para a evolução de produtos automotivos;
- 2) Aplicar essa abordagem na evolução do conjunto espelho retrovisor;

3) Discutir a abordagem frente as oportunidades apresentadas no caso e os conceitos relatados na revisão bibliográfica.

A Seção 4.6 apresenta a abordagem proposta para a evolução do conjunto espelho retrovisor externo do automóvel Volkswagen Fox. Essa abordagem conforme discutido nas seções 6.3, 6.4 e 6.5 inclui a abordagem de engenharia de sistemas no seus passos 2, 3, 4, 5.1, 5.2 e 8 e a abordagem de engenharia simultânea nos passos 1, 5.3, 6 e 7.

O uso dessa abordagem foi demonstrado pela sua aplicação no caso da evolução do conjunto espelho retrovisor conforme descrito no Capítulo 5.

O Capítulo 6 discutiu a necessidade de uma abordagem sistemática voltada para a evolução de produtos automobilísticos existentes. Se esse produto a ser evoluído é parte de um sistema, sua evolução não pode ocorrer sem a identificação do impacto da mudança na funcionalidade do sistema e do produto em evolução, nas partes do sistemas e do produto em evolução e, sem a sistemática verificação do atendimento aos requisitos iniciais estabelecidos para produto. Essas considerações fazem parte de uma abordagem de engenharia de sistemas. Além disso, a evolução de um projeto de produto impacta os processos do ciclo de vida desse produto. O uso de times multidisciplinares e a antecipação de requisitos de processos para os estágios iniciais do desenvolvimento do produto caracterizam a abordagem de engenharia simultânea. Todos esses aspectos discutidos no Capítulo 6 foram de fato experimentados pela experiência de aplicação da abordagem descrita no Capítulo 5.

7.3. Resumo das contribuições

As contribuições principais deste trabalho discutidas detalhadamente no Capítulo 6 são:

- 1) A proposta de uma abordagem sistemática para a evolução de produtos: as abordagens tradicionais preconizam abordagens sistemáticas para o desenvolvimento de produtos genéricos;
- 2) A proposta de uma abordagem para a evolução de produtos automotivos que inclua engenharia de sistemas: a indústria automobilística possui como abordagem tradicional de desenvolvimento, um modelo incremental (a melhoria de desempenho do todo é obtida pela melhoria do desempenho das partes em contínua evolução) e a crença de que o desempenho ótimo do todo (o veículo) é obtido pelo desempenho ótimo de cada uma de suas partes

[Loureiro,1999]. Engenharia de sistemas entende que uma parte afeta pelo menos uma outra parte e afeta o todo, de modo que o desempenho ótimo do todo pode não ser obtido pelo desempenho ótimo de todas as suas partes,mas sim pelo *trade off* entre os desempenhos dessas diversas partes. (INCOSE, 2010).

- 3) A proposta de uma abordagem para a evolução de produto que inclua engenharia simultânea seja pela consideração dos impactos do projeto nos processos e vice-versa, seja pela adoção dos times multidisciplinares.
- 4) A condução de um exercício prático de evolução de produto, apresentando seu caráter sistêmico e seus impactos nos processos do ciclo de vida. No caso do conjunto espelho retrovisor, a evolução do produto não pode ser implementada pela simples mudança de material mas precisará incluir também mudança no processo de injeção e no ferramental de fabricação.
- 5) A demonstração de que para antecipar-se à evolução de produtos, deve-se analisar a evolução dos *stakeholders*, seus requisitos, funções, desempenho e tecnologias. A Seção 5.1 mostrou a evolução dos *stakeholders*, requisitos, funções e desempenho para o conjunto espelho retrovisor.
- 6) Os passos da abordagem proposta foram todos exercitados neste trabalho, mas iterações precisam ocorrer para a conclusão do processo de evolução do conjunto espelho retrovisor.

7.4. Oportunidades de trabalhos futuros

Como oportunidades de trabalhos futuros decorrentes desta dissertação, propõem-se:

- 1) Realizar as outras iterações necessárias para a conclusão da evolução do conjunto espelho retrovisor retornando ao planejamento das ações de evolução no passo 6 da abordagem proposta usando um time multidisciplinar.

Devido as diferenças de propriedade mecânica e térmica entre os dois materiais termoplásticos, para viabilizar o material proposto será necessária uma intervenção no projeto das peças, para evitar os problemas de rechupes e a fragilização ocorrida na região da torre de fixação onde houve o rompimento. Isto deve ser feito com o balizamento de métodos computacionais que vão ajudar a dimensionar quantitativamente e qualitativamente quais modificações devem ser feitas no projeto original. Os métodos recomendados são a análise de

elementos finitos, que vai definir quais são as regiões críticas com alto nível de tensão aliado à avaliação de *mold flow*, que auxilia no projeto do molde de injeção, indicando qual o melhor ponto de injeção, quais são os limites da espessura das nervuras para evitar os rechupes e quais são as regiões críticas de refrigeração do molde.

- 2) Aplicar a abordagem proposta em outros produtos automotivos e melhorar a abordagem a partir das lições aprendidas nessas aplicações.
- 3) Generalizar a abordagem para evolução de produtos que são partes de sistemas complexos produzidos em grande quantidade fora da indústria automobilística.

Referências

ANFAVEA – Site www.anfavea.com.br

AUTODATA - Revista edição 168 – julho 2003

AUTO ESPORTE – Site www.revistaautoesporte.globo.com – reportagem data 29.07.2010

BILLMEYER F W. *Textbook of Polymer Science*, 6ª ed. John Wiley & Sons, Inc, 1970

BOREALIS – Datasheet Polypropylene Xmod GD301HP., 2010

BRENER, J. *Collor de Mello: o estadista por trás de FHC*. REVISTA PANGEA – Quinzenário de Política, 24.09.2002. www.clubemundo.com.br/revistapangea/

CARTA DA ANFAVEA – publicação mensal carta 296, janeiro de 2011

DAVIS H E, TROXELL G E, HAUCK G F W. *The testing of engineering materials*. 4th edition. McGraw-Hill, 1982, USA, pg. 371

DENATRAN – Ministério das cidades – Legislação Contran. Brasília, 2011.

DE S K, WHITE J R. *Short Fiber-Polymer Composites*. Woodhead, Publishing Limited England, 1996.

ESTEVEVES, CARMEN L.V.P. – *Aplicação da metodologia multicritério de apoio à decisão na avaliação de atratividade de projetos de produto*. Dissertação de mestrado – UFSC, Florianópolis, 1997.

FORTES, RENATA GANZERLI – *Identificação e avaliação dos principais aspectos relacionados à reciclagem dos plásticos mais utilizados no setor automobilístico brasileiro e seu atendimento à regulamentação ambiental*. Dissertação de mestrado – IEP, Curitiba, 2008

GUERATO A., JUNIOR C. S. A., TRABASSO, L. G. *A method to obtain context based DFE criteria lists applicable to the development of friendly recycling composite aeronautic structures*, IN: [Journal] Vol 8 nr 1. June 2010.

HUANG, G. Q. *Design for X: concurrent engineering imperatives*. London: Chapman Hall, 1996.

IDA, 1986 (Institute of Defense Analysis) Report R-338

INCOSE, *Systems engineering handbook* v 3.2, INCOSE, Seattle, 2010.

ISO/IEC 26702 (IEEE Std1220-2005) – First edition 2007-07-15.

JORNAL OFICIAL DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS, L269/34, PT, 21.10.2000 – Directiva 2000/53/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 18 de Setembro de 2000 relativa aos veículos em fim de vida.

LANXESS– Datasheet Durethan BKV 30 G H2.0 900051, 2010.

LOUREIRO, G. *A systems engineering and concurrent engineering framework for the integrated development of complex products*. PhD Thesis, Loughborough University, Loughborough, 1999.

MATTHEWS F L, RAWLINGS R D. *Composite Materials: Engineering and Science*. Chapman and Hall, UK, 1994.

MORGAN, J. M., LIKER J. K. *Sistema Toyota de desenvolvimento de produto: Integrando pessoas, processo e tecnologia*. Porto Alegre: Bookman, 2008.

OTA, WALDYR NAOKI – *Análise de compósitos de polipropileno e fibras de vidro utilizados pela indústria automotiva nacional*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná, 2004.

PAHL, G., BEITZ, W., *Engineering Design. A systematic approach*, 2nd Edition, Springer 1995.
PRASAD, B. *Concurrent Engineering Fundamentals*. Prentice Hall, 1996.

PRETTI, B. C., GOLDENSTEIN, M. *Panorama do Setor Automotivo: As mudanças estruturais da indústria e as perspectivas para o Brasil*. BNDES set.2008

ROZENFELD, H. *et al. Gestão de desenvolvimento de produtos – uma referência para a melhoria do processo*. São Paulo: Saraiva, 2006.

SILVA, E.L., MENEZES, E. M. *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. UFSC. Florianópolis, 2005.

SINGH, N. *Systems approach to computer-integrated design and manufacturing*. John Wiley & Sons, 1996. pg 643.

STEVENS, R. *et al.* *Systems engineering: coping with complexity*. Prentice Hall Europe, London, 1998. ISBN: 0-13-095085.

TADMOR Z., GOGOS C. G. *Principles of polymer processing*, John Willey & Sons, USA, 1979.

VOLKSWAGEN DO BRASIL – Normas técnicas de desenvolvimento do produto, 2011.

VOLKSWAGEN DO BRASIL – Manuais de veículos, 2011.

VOLKSWAGEN DO BRASIL – Catálogos, 2011.

VOLKSWAGEN DO BRASIL – Cadernos de encargos, 2011.

VOLKSWAGEN DO BRASIL – Desenhos, 2011.

VOLKSWAGEN DO BRASIL – www.vw.com.br, 2011.

WTEC. Design Methodologies. Publicado em abril 1994 e disponível em:
http://www.wtec.org/loyola/polymers/c7_s3.htm

Anexo A – Resolução Contran 636/84

RESOLUÇÃO Nº 636, 05 de setembro de 1984

Requisitos de segurança para componentes de veículos automotores

O Conselho Nacional de Trânsito, usando das atribuições que lhe conferem os artigos 5º da Lei nº 5.108, de 21/09/66 que instituiu o Código Nacional de Trânsito e 9º do Regulamento aprovado pelo Decreto nº 62.127, de 16/01/68; e

Considerando a conveniência e a necessidade de estender os requisitos a todos os veículos de fabricação nacional;

Considerando o que consta do Processo MJ nº 6.339/84 e a deliberação adotada pelo Colegiado em sua reunião de 03/01/84.

RESOLVE:

Art. 1º - Estender aos veículos mistos, camionetas, caminhões, ônibus e microônibus de fabricação nacional, as exigências de segurança para fabricação e instalação de componentes estabelecidas pelas Resoluções nºs 461/72, 463/73 e 486/74, e a partir das seguintes datas:

1 - Dispositivos de ocultamento de faróis (<i>Revogado pela 680/87 e 692/88</i>)	31-12-84
2 - Mangueiras flexíveis para freios hidráulicos	31-12-85
3 - Seqüência de alavanca de mudança, trava de partida e efeito frenante das caixas de mudança	31-12-84
4 - Sistema de acionamento energizado para janelas	31-12-84
5 - Sistema de travas capuz	31-12-85
6 - Superfícies refletivas	31-12-87
7 - Espelhos retrovisores	31-12-88
8 - Identificação e iluminação dos comandos indicadores e lâmpadas piloto	31-12-87

(2) (3) § 1º - Para os automóveis e camionetas de uso misto deles derivados permanecem em vigor os requisitos de segurança e respectivas especificações estabelecidas pelas Resoluções nºs 461/72, 463/73 e 486/74, observando-se, no que couber, as atualizações contidas ANEXOS I, II e III da presente Resolução. . (*anexo III acrescentado pela Resolução 649/85*)

§ 2º - É opcional a instalação dos dispositivos indicados nos incisos I e 4 deste artigo.

§ 3º - A partir das datas fixadas neste artigo, os componentes de segurança indicados nos incisos 7 e 8 deverão observar as especificações constantes dos ANEXOS desta Resolução.

Art. 2º - Os veículos de fabricação estrangeira, importados a partir das datas fixadas no artigo 1º, somente serão registrados e licenciados, após atendidas as exigências desta Resolução.

Parágrafo único - O veículo estrangeiro, com circulação temporária no território nacional fica sujeito aos acordos tratados de reciprocidade.

Art. 3º - Os fabricantes de veículos e de peças de reposição ficam sujeitos à comprovação do cumprimento das exigências estabelecidas, quando solicitados pelo CONTRAN.

Art. 4º - Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, observados os prazos estabelecidos no artigo 1º e revogadas as disposições em contrário.

Brasília - DF, 05 de setembro de 1984.

CELSO CLARO HORTA MURTA

Presidente

ÉRICO ALMEIDA VIEIRA LOPES - Conselheiro Relator

(1) Ver Resolução nº 892/88.

(2) Os Anexos I e II da presente Resolução, encontram-se à disposição dos interessados no CONTRAN.

(3) O Anexo III da presente Resolução, acrescentado pela Resolução nº 849/85, encontra-se à disposição dos interessados no CONTRAN.

Publicado no D.O.U. de 27/09/84

ANEXO I - Resoluções nº 636/84

I - ESPELHOS RETROVISORES

1. OBJETIVO

Estabelecer requisitos para o desempenho e a fixação de espelhos retrovisores, tais que proporcionem proteção contra impactos e ao condutor uma retrovisão clara e desobstruída.

2. APLICAÇÃO

Este documento se aplica a automóveis, camionetas, utilitários, caminhões, ônibus e microônibus.

3. DEFINIÇÕES

Para efeito deste Anexo, entende-se por:

3.1 "Retrovisor": Um dispositivo destinado a proporcionar, dentro do campo de visão definido no item 5.4, uma boa retrovisão.

3.2 "Retrovisor Interno": O dispositivo definido no item 3.1, destinado a ser instalado no interior do compartimento de passageiros.

3.3 "Retrovisor Externo": O dispositivo definido no item 3.1, destinado a ser instalado sobre um elemento da superfície externa do veículo.

3.4 "Retrovisor Suplementar": Um retrovisor diferente do definido no item 3.1, que possa ser montado na parte interna ou externa do veículo e que seja conforme as prescrições do item 4, feita exceção aos parágrafos 4.1.1, 4.2 e 4.3.4.

3.5 "Tipo de Retrovisor": Os dispositivos que não apresentem entre si diferenças nas características essenciais elencadas abaixo:

dimensões e raio de curvatura da superfície refletiva do retrovisor.

fabricação, forma ou material dos retrovisores, incluída a junção com a carroceria.

3.6 "Categoria de Retrovisor": O conjunto dos dispositivos que possuam uma ou mais características ou funções comuns. Os retrovisores internos são classificados na categoria I. Os retrovisores internos suplementares são classificados na categoria Is.

Os retrovisores externos são classificados nas categorias II e III. Os retrovisores externos suplementares são classificados nas categorias II e III.

3.7 "r": A média dos raios de curvatura medidos sobre a superfície refletiva, segundo o método descrito no item 6.3 do presente Anexo.

3.8 "Raios de Curvatura Principais em um Ponto de Superfície Reflexiva (ri)": Os valores, obtidos por meio dos equipamentos especificados no item 6 deste Anexo, medidos sobre o arco da superfície refletiva que passa pelo centro do espelho e é paralelo ao segmento "b", conforme definido no item 4.2.2.1, e sobre o arco perpendicular a esse segmento.

3.9 "Raio de Curvatura em um Ponto da Superfície Refletiva (rp)": A média aritmética dos raios de curvatura principais r1 e r'i isto é:

$$rp = \frac{r_1 + r'_i}{2}$$

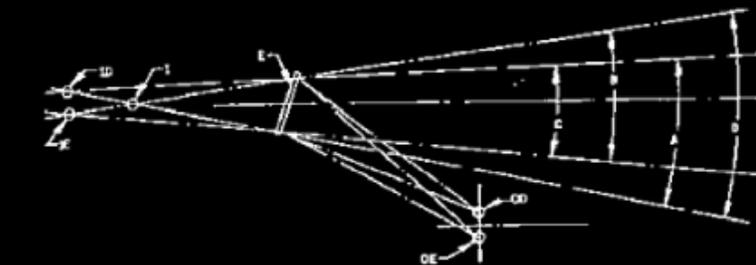
3.10 "Centro de Espelho": O baricentro da zona visível da superfície refletiva.

3.11 "Raios de Ligação das Partes que constituem o Retrovisor": O raio "c" do arco de circunferência que mais se aproxima à forma arredondada da parte considerada.

3.12 "Pontos Oculares do Condutor": dois pontos a 85 mm de distância um do outro, situados a 635 mm verticalmente, acima do "PRO" relativo ao posto condutor, conforme definido na NBR - 8055 e NBR - 6059 de 1980.

A reta que une esses pontos é perpendicular ao plano vertical longitudinal do veículo. O centro do segmento que tem como extremidade os dois pontos oculares é situado sobre o plano vertical longitudinal que deve passar pelo centro do banco do condutor, conforme definido pelo fabricante do veículo.

3.13 "Visão Ambinocular": o campo de visão total obtido pela sobreposição dos campos monoculares do olho direito e do olho esquerdo.



- OD } olhos do condutor
- OE }
- I } = imagem virtual monocular
- D }

I = imagem virtual ambinocular
A = ângulo de visão do olho esquerdo
B = ângulo de visão do olho direito
C = ângulo de visão binocular
D = ângulo de visão ambinocular.

3.14- "Tipo de Veículo com referência aos retrovisores": Os veículos automotores que não apresentem entre si diferenças em relação aos elementos abaixo identificados:

- Características da carroceria que reduzam o campo de visão
- Coordenadas do ponto "R";
- Posições e tipos de retrovisores prescritos;

3.15- "Veículo da categoria M 1": Os veículos destinados ao transporte de pessoas, tendo no máximo, oito lugares além do lugar do condutor.

3.16- "Veículo da categoria M 2": Os veículos ao transporte de pessoas, tendo mais de oito lugares além do lugar do condutor, e peso bruto total não superior a 5 toneladas.

3.17- "Veículo da categoria M 3": os veículos destinados ao transporte de pessoas, tendo mais de oito lugares além do lugar do condutor, e peso bruto total a 5 toneladas.

3.18- "Veículo da categoria N 1": Os veículos destinados ao transporte de carga, tendo peso bruto total não superior a 3,5 toneladas.

3.19- "Veículo da categoria N 2": Os veículos destinados ao transporte de carga, tendo peso bruto total superior a 3,5 toneladas e inferior ou igual 12 toneladas.

3.20- "Veículo da categoria N3": Os veículos destinados ao transporte de carga, tendo peso bruto total superior a 12 toneladas.

4. PRESCRIÇÕES

4.1- Especificações Gerais

4.1.1 Cada retrovisor deverá ser regulável.

4.1.2 O bordo da superfície refletiva deverá ser coberto pela moldura do espelho, que deverá possuir em cada ponto do seu perímetro e em cada direção em valor "c" > 2,5 mm. Se a superfície refletiva se estender além da moldura, o raio de concordância "c", sobre o perímetro que ultrapassa a moldura, deverá ser maior ou igual a 2,5 mm e a superfície refletiva deverá entrar na moldura na direção horizontal e aproximadamente paralela ao plano longitudinal de simetria do veículo.

4.1.3 Com o retrovisor montado sobre uma superfície plana, todas as suas partes, qualquer que seja a posição de regulagem do dispositivo, inclusive aquelas que permanecem aderentes ao suporte após o ensaio especificado em 4.4.2, que em condições estáticas possam entrar em contato com uma esfera de diâmetro de 165 mm (no caso dos retrovisores internos ou de 100 mm (no caso dos retrovisores externos), devem ter um raio de "c" de concordância maior ou igual a 2,5 mm.

4.1.3.1 As condições estabelecidas para o raio no item 4.1.3 acima, não se aplicam aos bordos dos furos ou rasgos de fixação cujo diâmetro diagonal maior sejam inferiores a 12 mm, desde que sejam escareados.

4.1.4 O dispositivo de fixação no veículo deverá ser concebido de maneira de maneira que um cilindro com raio de 50 mm, cujo eixo coincida com o eixo ou um dos eixos de articulação ou rotação que permitam o movimento do retrovisor na direção considerada em caso de impacto, cruze ao menos em parte a superfície que permite a fixação do dispositivo.

4.1.5 As partes dos retrovisores externos construídas com material com dureza Shores A inferior ou igual a 60, não se aplicam as prescrições dos itens 4.1.2 e 4.1.3

4.1.6 As partes dos retrovisores internos construídas com material de dureza Shores A inferior a 50 e montadas sobre suportes rígidos, se aplicam as prescrições dos itens 4.1.2 e 4.1.3 unicamente aos citados suportes.

4.2- DIMENSÕES

4.2.1 Retrovisores Internos (Categoria I)

A superfície refletiva deverá possuir dimensões tais de modo a poder se inscrever um retângulo com um lado de 4 cm e outro lado igual a "a", onde:

$$A = 15\text{cm} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1000}{r}}$$

4.2.2 Retrovisores Externos (Categoria II III)

4.2.2.1 A superfície refletiva deverá possuir dimensões tais que se possa inscrever:

- Um retângulo com altura de 4 cm e base , medida em centímetros, igual a "a".
- Um segmento paralelo a altura do retângulo, com comprimento, expresso em centímetros, igual a "b".

4.2.2.2 Os valores mínimos de "a" e "b" estão indicados na tabela seguinte:

CATEGORIA DOS RETROVISORES	CATEGORIA DOS VEICULOS A QUAL OS RETROVISORES SE DESTINAM	a	b
II	M2, M3, N2 E N3	$\frac{17}{1+1000} r$	20
III	M1 E N1	$\frac{13}{1+100} r$	7

4.3- SUPERFÍCIE REFLETIVA E COEFICIENTE DE REFLEXÃO

4.3.1 A superfície relativa de um retrovisor deverá ser plana ou esférica convexa.

4.3.2 Diferença entre os raios de curvatura:

4.3.2.1 A diferença entre (r_i), (r_i) ou (r_p) em qualquer ponto de referência não deverá superar a 0,15 r.

4.3.2.2 A diferença entre qualquer raio de curvatura (r_{p1}, r_{p2}, r_{p3}) e "r" não deverá superar a 0,15 r.

4.3.2.3 Quando "r" for maior ou igual a 3000 mm, o valor de 0,15 r, citado nos itens 4.3.2.1 e 4.3.2.2, deverá ser substituído por 0,25 r.

4.3.3 O valor de "r" não deverá ser inferior a:

- 1.800 mm para os retrovisores da categoria II;
- 1.200 mm para os retrovisores das categorias I e III,

4.3.4 O valor do coeficiente de reflexão normal, calculado com o método descrito na norma NBR-7336, não deverá ser inferior a 40%. Se o espelho puder assumir duas posições, dia e noite, na posição dia deverá permitir que se reconheça as cores dos sinais utilizados na sinalização de trânsito. O valor do coeficiente de reflexão normal na posição noite não deverá ser inferior a 4%.

4.3.5 A superfície refletiva deverá conservar as características prescritas no item 4.3.4, mesmo depois de uma prolongada exposição aos agentes atmosféricos em condições normais de uso.

4.4- ENSAIOS

4.4.1 Os retrovisores deverão ser submetidos aos ensaios de impacto e de flexão sobre a moldura do espelho, descritos nos itens 4.4.2 e 4.4.3.

4.4.1.1 O ensaio no item 4.4.2 não será exigido para os retrovisores externos das categorias II e III que possuam todas as suas partes acima de 2 metros do solo, qualquer que seja a regulagem adotada, quando o veículo estiver com seu peso bruto total especificado pelo fabricante.

4.4.2- ENSAIOS DE IMPACTO

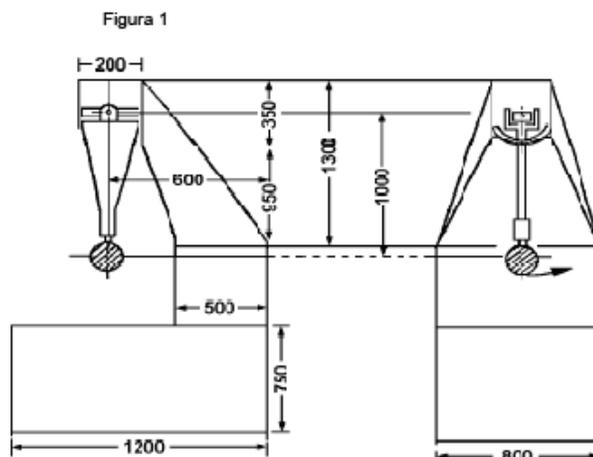
4.4.2.1 O dispositivo de ensaio deverá ser constituído por um pêndulo que pode oscilar em torno de dois eixos horizontais, dos quais um é perpendicular ao plano que contem a trajetória de lançamento do pêndulo.

4.4.2.1.1 O pêndulo possui em sua extremidade um martelo constituído de uma esfera rígida com diâmetro de 185 ± 1 mm recoberta com uma camada de 5mm de borracha com dureza Shore A 50.

É prescrito um dispositivo que permita determinar o ângulo Máximo atingido pelo braço do pêndulo no plano de lançamento.

Um suporte rigidamente fixado à estrutura do dispositivo serve para fixar o retrovisor nas condições de impacto, estabelecidas no item 4.4.2.2.6.

A figura 1 indica as dimensões do equipamento de ensaio e as características específicas.



4.4.2.1.2 O centro de percussão do pêndulo deverá ser coincidente com o centro da esfera que constitui o martelo. A sua distância "l" do eixo de oscilação no plano de lançamento deverá se igual a $1m \pm 5$ mm. A massa reduzida do pêndulo é $m0 = 6,8 \pm 0,05$ Kg; a relação entre $m0$, a massa total "m" do pêndulo e a distância "d" existente entre o centro de gravidade do pêndulo e o seu eixo de rotação é expressa pela fórmula:

$$m0 = \frac{md}{1}$$

4.4.2.2 Descrição do ensaio

4.4.2.2.1 O retrovisor deverá ser fixado ao suporte do equipamento conforme procedimento recomendado pelo fabricante do dispositivo ou, se for o caso, pelo fabricante do veículo.

4.4.2.2.1 O retrovisor deverá ser fixado no dispositivo de ensaio de maneira a simular sua montagem no veículo, conforme especificado pelo fabricante.

4.4.2.2.2 Quando o retrovisor for regulável em relação à sua base, a posição de ensaio deverá ser aquela mais desfavorável ao deslocamento do dispositivo, dentro dos limites de regulagem indicados pelo fabricante do veículo.

4.4.2.2.3 Quando o retrovisor possuir um dispositivo para regular a distância em relação à sua base, esse dispositivo deverá ser regulado, de modo que a distância entre a moldura e a base seja a menor possível.

4.4.2.2.4 Quando a superfície refletiva for móvel na moldura, deverá ser regulada de modo que o seu ângulo superior mais distante do veículo se encontre na posição mais saliente em relação à moldura.

4.4.2.2.3 Com exceção do ensaio nº 2 para os retrovisores internos (ver 4.4.2.2.6.1) quando o pêndulo se encontra na posição vertical, os planos horizontal e longitudinal vertical que passam pelo centro do martelo deverão passar pelo centro do espelho, conforme definido no item 3.10. A direção longitudinal de oscilação do pêndulo é paralela ao plano longitudinal do veículo.

4.4.2.2.4 Quando nas condições de regulagem indicados nos itens 4.4.2.2.1 e 4.4.2.2.2, o retorno do martelo for limitado por elementos do retrovisor o ponto de impacto deverá ser deslocado em direção perpendicular ao eixo de rotação ou de articulação considerado.

O deslocamento deverá ser o estritamente necessário para a execução do ensaio e ser limitado de modo a ser respeitada uma das seguintes condições:

- a esfera que delimita o martelo permaneça pelo menos tangente ao cilindro definido no ponto 4.1.4;
- o contato do martelo ocorre a uma distância mínima de 10 mm da borda da superfície refletiva.

4.4.2.2.5 O ensaio consiste em se fazer cair o martelo de um altura correspondente a um ângulo de 60° com a vertical, de modo que o martelo golpeie o retrovisor no momento em que o pêndulo atinja a posição vertical.

4.4.2.2.6 Os retrovisores são golpeados nas condições descritas abaixo:

4.4.2.2.6.1 Retrovisores internos

Ensaio 1 - O ponto de impacto é definido em 4.4.2.2.3; o martelo deverá golpear o retrovisor no lado da superfície refletiva.

Ensaio 2 - O martelo deverá golpear o retrovisor sobre a borda da moldura, de modo que a percussão produzida forme um ângulo de 45° com o plano do espelho e seja situada sobre o plano horizontal que passa sobre o centro do espelho. A percussão deverá ser efetuada diretamente sobre o lado da superfície refletiva.

4.4.2.2.6.2 Retrovisores externos

Ensaio 1 - O ponto de impacto é o definido no item 4.4.2.2.3 ou 4.4.2.2.4; o martelo deverá golpear o retrovisor no lado da superfície refletiva.

Ensaio 2 - O ponto de impacto é o definido no item 4.4.2.2.3 ou 4.4.2.2.4; o martelo deverá golpear o retrovisor sobre o lado oposto à superfície refletiva.

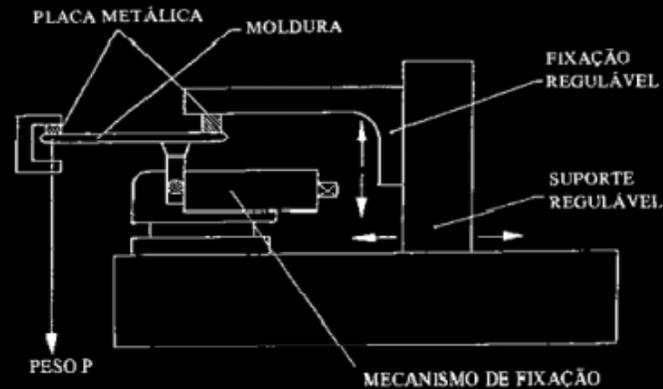
4.4.3 Ensaio de flexão

4.4.3.1 Descrição do ensaio

A moldura é colocada horizontalmente em um dispositivo, de modo que seja possível fixar solidamente os elementos de regulagem do suporte. No sentido da maior dimensão da moldura, a extremidade mais próxima do ponto de fixação no elemento de regulagem do suporte é imobilizada por uma barra rígida com largura de 15 mm que cobre toda a largura da moldura. Na outra

extremidade, uma barra idêntica àquela supra descrita é colocada sobre a moldura para aplicar a carga prevista (figura 2).
É permitido fixar a extremidade da moldura àquela em que é aplicada a carga, ao invés de mantê-lo na posição descrita na figura 2.

FIGURA 2



4.4.3.2 A carga de ensaio é de 25 Kg e deverá ser mantida por um minuto.

4.5 Resultado dos Ensaiois

4.5.1 Nos ensaios descritos no item 4.4.2 o pêndulo deve continuar o seu curso, de modo que a projeção da posição assumida pelo braço sobre o plano de lançamento forme um ângulo de pelo menos 20° com a vertical.

O ângulo deve ser medido com uma aproximação de $\pm 1^\circ$. Esta prescrição não se aplica aos retrovisores colados ao pára-brisa, aos quais se aplica após o ensaio o disposto no item 4.5.2.

4.5.2 Em caso de ruptura do suporte do retrovisor colado ao pára-brisa durante os ensaios constantes do item 4.4.2, a parte restante não deve apresentar, em relação à base, uma saliência superior a 1 cm e a configuração resultante depois do ensaio deve ser conforme o item 4.1.3.

4.5.3 Durante os ensaios prescritos nos itens 4.4.2 e 4.4.3, o espelho não deve se romper. Todavia, a ruptura do espelho é admitida quando respeitada uma das seguintes condições:

- os fragmentos permaneçam aderidos ao fundo da moldura ou a uma superfície solidamente fixada a esta. É admitido o deslocamento parcial do vidro, na condição que não seja superior a 2,5mm sobre ambos os lados das rupturas. É igualmente permitido o destacamento de pequenos fragmentos da superfície do vidro no ponto de impacto;
- o espelho for construído com vidro de segurança.

5. MONTAGEM NOS VEÍCULOS

5.1 Condições gerais

5.1.1 Cada retrovisor deve ser fixado de maneira a não se mover a ponto de modificar sensivelmente o campo de visão medido ou vibrar de modo a induzir a interpretar erroneamente a natureza da imagem recebida.

5.1.1.1 As condições do item 5.1.1 devem ser atendidas quando o veículo trafega em velocidade de até 80% da velocidade máxima de projeto, mas não superior a 150 Km/h.

5.1.2 Os retrovisores externos montados nos veículos das categorias M2, M3, N2 e N3 deverão ser da categoria II e os montados nos veículos das categorias M1 e N1 deverão ser das categorias II ou III.

5.2. QUANTIDADE E POSIÇÃO

5.2.1 Os retrovisores deverão ser montados de modo a permitir ao condutor sentado na posição normal de dirigir, uma visão clara da via atrás do veículo.

5.2.2 Todos os veículos das categorias M1 e N1 devem ser dotados de um retrovisor interno e de um retrovisor externo montado no lado esquerdo do veículo.

5.2.2.1 Quando o retrovisor interno não é conforme o item 5.4.2, deverá ser montado um retrovisor externo adicional no lado direito do veículo.

5.2.2.2 O retrovisor interno não será obrigatório se não possibilitar a visibilidade da via atrás do veículo.

5.2.3 Cada veículo das categorias M2, M3, N2 e N3 deverá possuir dois retrovisores externos, um em cada lado do veículo.

5.2.4 Os retrovisores externos deverão ser visíveis através da área do pára-brisa varrida pelos limpadores ou através dos vidros laterais.

Esta disposição não se aplica, no caso de veículos das categorias M2 e M3, aos retrovisores externos colocados no lado direito do veículo.

5.2.5 Para os veículos que estiverem incompletos no momento dos ensaios de medição do campo de visão, as larguras mínima e máxima da carroceria deverão ser estabelecidas pelo fabricante e, se necessário, simuladas com painéis apropriados.

5.2.6 Não será permitido uso de um retrovisor de dois planos ou duplo, se ambos planos forem necessários para o atendimento das prescrições sobre o campo de visão.

O retrovisor será admitido se o espelho principal atender aos requisitos exigidos aos retrovisores das categorias II ou III. O espelho auxiliar será levado em consideração no cálculo da altura do solo e de projeção mencionados no item 5.2.10.

A borda do espelho auxiliar deverá atender ao quanto prescrito no item 4.1.2.

5.2.7 O retrovisor externo do lado do condutor deverá ser montado de modo a formar um ângulo não superior a 55° entre o plano vertical longitudinal de simetria do veículo e o plano vertical que passa pelo centro do retrovisor e pelo centro do segmento de 85 mm que une os dois pontos oculares do condutor.

5.2.8 A projeção dos retrovisores em relação à carroceria do veículo não deverá ser substancialmente superior àquela necessária para atender os campos de visão especificados no item 5.4.

5.2.9 Quando a borda inferior de um retrovisor externo estiver a menos de 2m do solo, estando o veículo carregado, o retrovisor não deverá ultrapassar 0,20 m em relação à largura da carroceria do veículo sem retrovisor.

5.2.10 Nas condições mencionadas nos itens 5.2.8 e 5.2.9, os retrovisores poderão ultrapassar as larguras permitidas para os veículos.

5.3 REGULAGEM

5.3.1 O retrovisor interno deverá permitir sua regulagem pelo condutor na posição normal de dirigir.

5.3.2 O retrovisor externo colocado no lado do condutor deverá permitir sua regulagem do interior do veículo, com a porta fechada, mas com a janela eventualmente aberta. O bloqueio do retrovisor poderá ser efetuado externamente.

5.3.3. Não estarão sujeitos às especificações do item 5.3.2 os retrovisores externos que, após terem sido deslocados por um impacto, possam ser recolocados na posição correta sem a necessidade de regulagem.

5.4 CAMPO DE VISÃO

5.4.1 Condições gerais

Os campos de visão definidos a seguir deverão ser obtidos com visão ambinocular, fazendo coincidir os olhos do observador com os pontos oculares do condutor, definidos no item 3.12. Estes são calculados estando o veículo com peso em ordem de marcha, condutor, e um passageiro de 75 Kg \pm 1 no banco dianteiro.

Esses campos de visão deverão ser obtidos com veículos equipados com vidros cujo fator de transmissão luminosa, medido perpendicularmente à superfície, seja maior ou igual a 70%.

5.4.2 Retrovisor interno

O campo de visão deverá ser tal que o condutor possa ver pelo menos parte de uma via plana e horizontal centrada no plano vertical longitudinal de simetria do veículo, do horizonte até uma distância de 80 m atrás dos pontos oculares, em uma largura de 20m (figura 3).

5.4.2.1 Será admitida uma redução do campo de visão devido à presença de apoios de cabeça e de dispositivos como pára-sol, limpador de pára-brisa traseiro e dispositivo de aquecimento, na condição que estes não cubram além de 15% do campo de visão especificado, quando projetados sobre um plano vertical perpendicular ao plano longitudinal de simetria do veículo.

5.4.3 Retrovisores externos lado esquerdo

5.4.3.1 O campo de visão deverá ser tal que o condutor possa ver menos parte de uma via plana e horizontal, com 2,50 m de largura, limitada a direita por um plano paralelo ao plano vertical longitudinal de simetria que passa pela extremidade esquerda da largura total e que se estende de 10 m atrás dos pontos oculares do condutor até o horizonte (fig. 4).

5.4.4 Retrovisores externos lado direito

5.4.4.1 O campo de visão deverá ser tal que o condutor possa ver pelo menos de uma via plana e horizontal, com 3,50 m de largura, limitada à esquerda pelo plano paralelo ao plano vertical longitudinal de simetria, que passa pela extremidade direita da largura total e que se estende de 30 m atrás dos pontos oculares do condutor até o horizonte.

5.4.4.2 O condutor deverá ainda poder começar a ver a via, sobre uma largura de 0,75 m, a partir de 4 m atrás do plano vertical que passa através dos seus pontos oculares (fig. 4).

5.4.5 Obstruções:

Para os campos de visão acima, não serão consideradas as obstruções causadas pelas maçanetas das portas, lanternas delimitadoras, indicadores de direção, extremidades dos pára-choques traseiros, bem como, as obstruções causadas pela carroceria.

5.4.6 Método de ensaio

O campo de visão será determinado instalando-se intensas fontes luminosas nos pontos oculares e examinando a luz refletiva sobre um painel vertical. Serão admitidos métodos equivalentes.

FIGURA 3

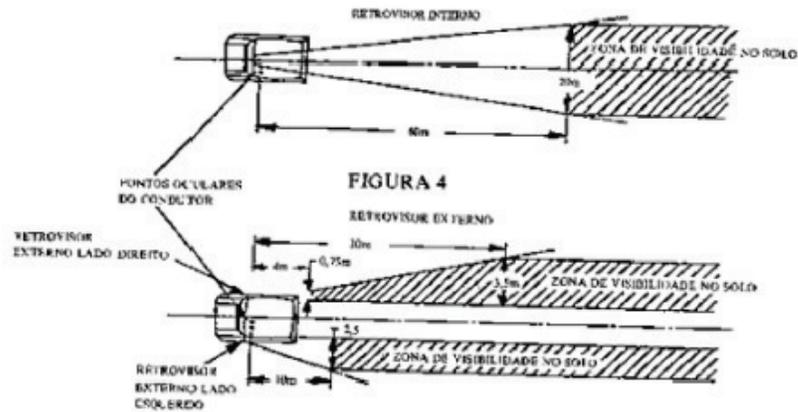


FIGURA 4

6. MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DO RAIOS DE CURVATURA "r" DA SUPERFÍCIE REFLETIVA DO ESPELHO

6.1 Equipamento

Usa-se o equipamento definido na figura 5.

6.2 Pontos de medição

6.2.1 Os raios principais de curvatura serão medidos em três pontos situados o mais próximo possível a um terço, metade e dois terços do arco da superfície refletiva que passa pelo centro do espelho e é paralelo ao segmento "b", ou do arco que passa pelo centro do espelho perpendicular a esse segmento, no caso em que este último arco seja mais longo.

6.2.2. Se, porém, as dimensões do espelho não permitirem as medições nas direções definidas no item 3.8 deste Anexo, as medições desse ponto poderão ser feitas em duas direções perpendiculares o mais próximo possível àquela supramencionada.

6.3 Cálculo do raio de curvatura.

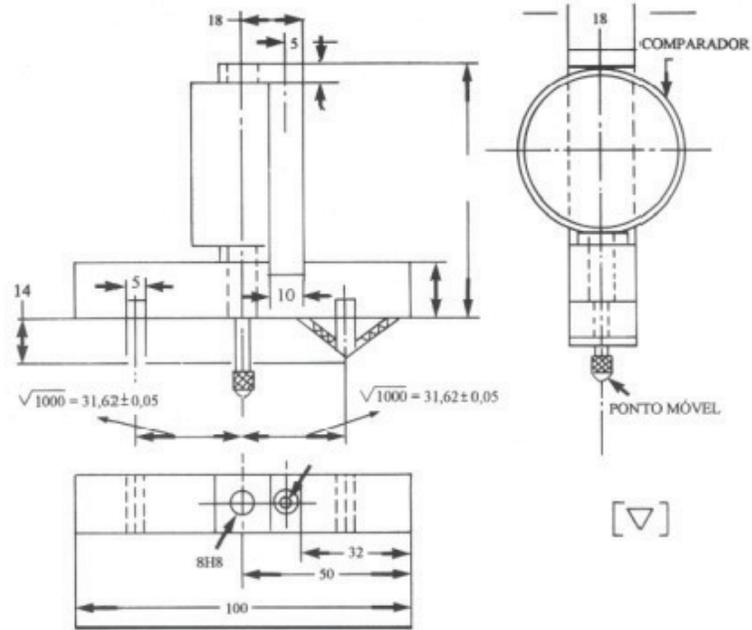
O raio "r" em mm é calculado através da seguinte fórmula:

$$r = \frac{rp1 + rp2 + rp3}{3}$$

onde:

rp1 + rp2 + rp3 são os raios de curvatura respectivamente no primeiro, segundo e terceiro pontos de medição.

FIGURA 5



ANEXO II - RESOLUÇÃO 638/84

IDENTIFICAÇÃO E ILUMINAÇÃO DOS COMANDOS, INDICADORES E LÂMPADAS-PILOTO

1. OBJETIVO:

Proporcionar maior facilidade na identificação dos comandos, a fim de reduzir o perigo causado pelo desvio da atenção do condutor, bem como, alertá-lo sobre a entrada em funcionamento normal ou defeituoso, ou a falha de um dispositivo.

2. APLICAÇÃO

Este documento se aplica a automóveis, camionetas, utilitários, caminhões, ônibus e microônibus.

3. DEFINIÇÕES

3.1 Comando:

É o elemento de um dispositivo que permite ao condutor provocar manualmente uma alteração do estado ou uma modificação no funcionamento do veículo.

3.2 Interruptor:

É um dispositivo destinado a interromper e a fornecer a alimentação de um circuito elétrico.

3.3 Comutador:

É um dispositivo que permite modificar a alimentação elétrica entre dois circuitos diversos, sem possibilidade de interrupção entre as duas posições.

3.4 Interruptor e comutador combinados:

É um dispositivo de funções múltiplas, do qual a primeira posição de funcionamento é a de um interruptor e as demais posições são de um comutador.

3.5 Indicador:

É um dispositivo que fornece informação sobre o funcionamento ou situação de um sistema, como por exemplo o nível de um fluido.

3.6 Lâmpada piloto:

É um dispositivo que fornece um sinal óptico, que indica a entrada em funcionamento normal ou defeituoso, ou a falha de um dispositivo.

3.7 Símbolo:

É uma imagem gráfica que permite identificar um comando, uma lâmpada-piloto ou um indicador.

4. REQUISITOS:

4.1 Os comandos e os indicadores previstos na Parte I deste Anexo, caso disponíveis no veículo, devem ser identificados com seus respectivos símbolos.

4.2 Se forem identificados os comandos previstos na Parte II deste Anexo, devem ser utilizados obrigatoriamente os respectivos símbolos previstos.

4.3 As lâmpadas-piloto podem ser de uso facultativo ou obrigatório conforme o especificado nas Partes I e II deste Anexo. Todavia devem ser sempre utilizadas as respectivas cores e símbolos previstos.

4.4 Os símbolos previstos nas Partes I e II deste Anexo devem estar localizados nos comandos, lâmpadas-piloto e indicadores, ou nas suas imediações, devendo ser identificáveis pelo condutor na posição normal de dirigir.

4.5 Os símbolos devem ser claros sobre fundo escuro ou escuros sobre fundo claro.

4.6 Os símbolos previstos nas Partes I e II, devem obedecer às proporções do modelo de base previsto na Parte III deste Anexo.

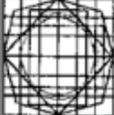
4.7 Os símbolos que estiverem assinalados com a letra "a", poderão ter a parte interna inteiramente de cor escura.

4.8 Os símbolos que estiverem assinalados com a letra "b", poderão ter a parte escura substituída pelo seu perfil. Neste caso a parte atualmente branca do desenho deve ser inteiramente de cor escura.

Denominação	Denominação	Uso	Cor	Observações
Resol. 481/72 Interruptor Geral de Luzes		Facultativo	Verde	Este símbolo deve ser utilizado tanto para um interruptor geral de luzes como para um interruptor comutador combinado para iluminação. Esta lâmpada-piloto não pode servir como lâmpada piloto das luzes de posição. Esta lâmpada-piloto deve entrar e se manter em funcionamento quando acionado interruptor.
Resol. 481/72 Farol Alto		Obrigatório	Azul	Este símbolo deve ser utilizado obrigatoriamente em caso de comando independente. Em caso de comando múltiplo, pode ser identificado mediante um ou mais símbolos referentes as várias funções. Esta lâmpada-piloto deve entrar e se manter em funcionamento quando acionado o comando.
Resol. 481/72 Farol Baixo		Facultativo	Verde	Este símbolo deve ser utilizado obrigatoriamente em caso de comando independente. Em caso de comando múltiplo, pode ser identificado mediante um ou mais símbolos referentes as várias funções. Esta lâmpada-piloto deve entrar e se manter em funcionamento quando acionado o comando.

Farol de Nebolina Anterior		Facultativo	Verde	Esta lâmpada deve entrar e se manter em funcionamento quando acionado o comando.
Resol. 461/72 Indicador de Direção		Obrigatório	Verde	Quando as lâmpadas-piloto relativas aos indicadores de direção da direita e da esquerda são separadas, as duas flechas do símbolo podem entrar em funcionamento separadamente. Esta lâmpada-piloto deve entrar e se manter em funcionamento quando acionado o comando.
Luz Intermitente de Advertência		Obrigatório	Vermelha	Esta lâmpada-piloto deve entrar e se manter em funcionamento quando acionado o comando.
Luzes de Posição		Obrigatório	Verde	Este símbolo deve ser utilizado obrigatoriamente em caso de comando independente. Em caso de comando múltiplo, pode ser identificado mediante um ou mais símbolos referentes às várias funções. Esta lâmpada-piloto deve entrar e se manter em funcionamento quando acionado o comando. Não é de uso obrigatório no caso de dispositivo de iluminação do painel de acesso contemporaneamente às luzes da posição.
Resol. 461/72 Limpador do Para-brisa				
Resol. 461/72 Lavador do Para-brisa				
Lavador e Limpador do Para-brisa Combinados				

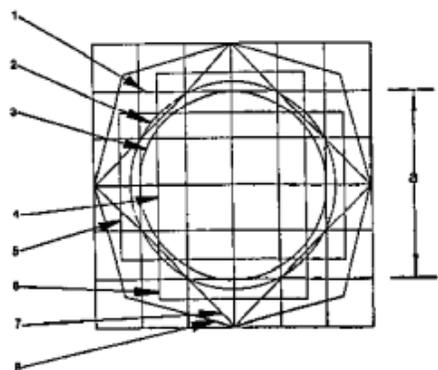
Ventilação Forçada				
Resol. 461.72 Desembaçador do Pára-brisa		Facultativo	Âmbar	Este símbolo deve ser obrigatoriamente utilizado no caso de comando independente. Esta lâmpada-piloto deve entrar e se manter em funcionamento quando acionado o comando.
Desembaçador do Vidro Traseiro		Facultativo	Âmbar	Este símbolo deve ser obrigatoriamente utilizado no caso de comando independente. Esta lâmpada-piloto deve entrar e se manter em funcionamento quando acionado o comando.
Resol 461/72 Afogador Manual		Facultativo	Âmbar	Esta lâmpada-piloto deve entrar e se manter em funcionamento quando acionado o comando.
Acelerador Manual				
Indicador do Nível de Combustível		Facultativo	Âmbar	Esta lâmpada deve entrar em funcionamento quando o combustível do reservatório do veículo estiver próximo ao exaurimento.
Dispositivo de Parada Motor Diesel				Caso o comando não esteja situado no painel de veículo, não é necessária a identificação
Dispositivo Limpador de Faróis				
Buzina				A parte escura deste símbolo pode ser substituída pelo seu perfil. Neste caso, a parte branca do desenho deve ser inteiramente de cor escura.

Abertura da Tampa Traseira do Compartimento de Bagagem/Motor				A parte escura deste símbolo pode ser substituída pelo seu perfil. Neste caso, a parte branca do desenho deve ser inteiramente de cor escura.
				

IDENTIFICAÇÃO E ILUMINAÇÃO DOS COMANDOS, INDICADORES E LÂMPADAS PILOTO - PARTE III

CONSTRUÇÃO DO MODELO DE BASE DOS SÍMBOLOS

(Figura 1)
Modelo de base



O modelo de base inclui:

- 1- Um quadrado principal de 50 mm de lado; esta medida "a" é igual à dimensão nominal do original.
- 2- Um círculo principal de 56 mm de diâmetro, tendo aproximadamente a mesma superfície do quadrado principal (1).
- 3- Um segundo círculo de 50 mm de diâmetro inscrito no quadrado principal (1).
- 4- Um segundo quadrado cujos vértices estão sobre o círculo principal (2) e cujos lados são paralelos aos lados do quadrado principal (1).

IDENTIFICAÇÃO E ILUMINAÇÃO DOS COMANDOS, INDICADORES E LÂMPADAS PILOTO - PARTE III

CONSTRUÇÃO DO MODELO DE BASE DOS SÍMBOLOS

5 e 6 - Dois retângulos tendo a mesma superfície do quadrado principal (1); são reciprocamente perpendiculares e cada um deles cruza simetricamente os lados opostos do quadrado principal.

7 - Um terceiro quadrado cujos lados, inclinados de 45° , passam pelos pontos de intercessão do quadrado principal (2) e fornecem as máximas dimensões horizontais e verticais do modelo de base.

8 - Um octógono irregular construído de linhas inclinadas de 30° em relação aos lados do quadrado (7).

O modelo de base é construído sobre um retículo com um passo de 12,5 mm, que coincide com o quadrado principal (1).

ANEXO III DA RESOLUÇÃO 649/85.

(alterado pela Resolução 762/92)

Janelas de Acionamento Energizado

1 - OBJETIVO

Este documento estabelece os requisitos para acionadores energizados de vidros de janelas, de teto solar, de painel divisor de veículos, objetivando reduzir a possibilidade de acidentes.

2 - APLICAÇÃO

Aplica-se aos acionadores energizados de vidros de janelas, de teto solar e de painel divisor de automóveis, camionetas, caminhões e ônibus, de fabricação nacional e/ou importado.

3 - REQUISITOS

A chave de ignição encontrando-se na posição "ignição desligada" ou removida do comutador da ignição e partida, nenhum vidro de janelas, de painel divisor ou teto solar poderá ser acionado, exceto:

a - quando a chave de ignição colocada na posição "desligada ou removida do comutador da ignição, o sistema de acionamento energizado poderá operar por um intervalo de 1 (um) minuto, após o qual o mesmo se desligará automaticamente.

b - quando a chave de ignição colocada na posição ignição desligada ou removida do comutador de ignição, o próprio acionador energizado poderá movimentar os vidros das janelas, teto solar e painel divisor enquanto qualquer das portas dianteiras estiver aberta. O sistema de acionamento energizado tornar-se-á inoperante após o fechamento das portas.

c - pelo próprio acionador energizado, após a chave ter sido colocada na posição "ignição desligada" ou removida do comutador da ignição e partida antes que uma das portas dianteiras seja aberta. O acionador energizado deverá, após abertura da porta, tornar-se inoperante;

d - pelo próprio acionador energizado ativado através da fechadura das portas dianteiras, acessível externamente ao veículo;

e - pelo próprio acionador energizado, ativado por meio de controle remoto;

f - por força muscular, sem qualquer auxílio de uma fonte de energia do próprio veículo.

4 - DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA

- Os acionadores energizados ativados por dispositivos constantes dos itens 3d e 3e devem estar dotados de mecanismos que acuse o retrocesso do vidro de no mínimo 25 mm, quando este for submetido a uma força de compressão de 100N no máximo, na região cujo vão de abertura estiver compreendido entre 200 mm e 4 mm da posição do vidro totalmente fechado. A medida da força de compressão deve ser realizada com uma relação força-deslocamento não superior a 10N/mm.

- Os controles para acionamento de vidros que estejam fora do alcance do manual do condutor devem ser concebidos de forma que o condutor possa dispor de meios para que os tornem inoperantes para efeito de fechamento do vidro assim como de meios que lhe permitam abrir estes vidros quando desejar. Esta última condição pressupõe que o controle que esteja fora de alcance manual do condutor não esteja sendo acionado simultaneamente.

Anexo B – Resolução Contran 226/07

RESOLUÇÃO Nº 226, DE 09 DE FEVEREIRO DE 2007

Estabelece requisitos para o desempenho e a fixação de espelhos retrovisores

O CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN, usando da competência que lhe confere o inciso I do art. 12 da Lei nº 9503, de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro – CTB, e conforme o Decreto nº 4711, de 29 de maio de 2003, que dispõe sobre a coordenação do Sistema Nacional de Trânsito, e

Considerando a necessidade de atualização dos critérios de campo de visão do espelho retrovisor externo dos veículos de que trata esta resolução, alinhado-os com os critérios internacionais.

RESOLVE:

Art. 1º Os automóveis, utilitários, camionetas, ônibus, micro-ônibus, caminhonetes, caminhões e caminhões tratores, novos saídos de fábrica, nacionais ou importados a partir de primeiro de janeiro de 2012, deverão estar equipados com espelhos retrovisores que atendam aos requisitos de desempenho e instalação definidos no Anexo desta Resolução.

Art. 2º Serão admitidos espelhos retrovisores que atendam o Regulamento ECE 46.01 (Nações Unidas) ou o Regulamento 2003/97/EC (Comunidade Européia) de 10 de novembro de 2003 ou a norma FMVSS 111, de 24 de setembro de 1998.

Art. 3º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, produzindo efeito compulsório a partir de primeiro janeiro de 2012, sendo facultado antecipar a sua adoção total ou parcial

ALFREDO PERES DA SILVA
Presidente

JAQUELINE FILGUEIRAS CHAPADENSE PACHECO
Ministério das Cidades – Suplente

RODRIGO LAMEGO DE TEIXEIRA SOARES
Ministério da Educação – Titular

JOÃO PAULO SYLLOS
Ministério da Defesa – Titular

CARLOS ALBERTO FERREIRA DOS SANTOS
Ministério do Meio Ambiente – Suplente

WALDEMAR FINI JUNIOR
Ministério dos Transportes – Suplente

VALTER CHAVES COSTA
Ministério da Saúde – Titular

ANEXO I

OBJETIVO E APLICAÇÃO

Estabelecer requisitos para o desempenho e a fixação dos espelhos, tais que proporcionem proteção contra impactos além de prover ao condutor uma retrovisão clara e desobstruída. Aplica-se a veículos das categorias M (automóveis, veículos utilitários, camionetas, ônibus e micro-ônibus) e N (caminhonetes, caminhões e caminhões tratores).

I – ESPELHOS RETROVISORES

1. DEFINIÇÕES

Para fins deste Anexo, entende-se por:

1.1. “Dispositivos para visão indireta” designam dispositivos para observar a área de circulação de trânsito adjacente ao veículo que não possa ser observada por visão direta. Podem ser espelhos convencionais, dispositivos do tipo câmera-monitor ou outros dispositivos susceptíveis de mostrar informação sobre o campo de visão indireta ao condutor.

1.1.1. “Espelho” designa qualquer dispositivo que não seja um sistema óptico complexo tal como um periscópio, que se destine a proporcionar uma visibilidade clara para a retaguarda ou para frente do veículo dentro dos limites dos campos de visão definidos no ponto 5 do anexo III.

1.1.1.1. “Espelho interno” designa um dispositivo como definido no ponto 1.1, que se destina a ser instalado no interior do habitáculo de um veículo.

1.1.1.2. “Espelho externo” designa um dispositivo como definido no ponto 1.1, que pode ser montado na superfície externa do veículo.

1.1.1.3. “Espelho suplementar” designa um espelho diferente dos definidos no ponto 1.1.1 que pode ser instalado no interior ou no exterior do veículo para assegurar outros campos de visão além dos descritos no ponto 5 do anexo III.

1.1.1.4. “r” designa a média dos raios de curvatura medidos sobre a superfície refletora segundo o método descrito no ponto 2 do apêndice 1 do anexo II.

1.1.1.5. “Raios de curvatura principais num ponto da superfície refletora (ri)” designam os valores, obtidos com a ajuda da aparelhagem definida no apêndice 1 do anexo II, medidos sobre o arco da superfície refletora que passa pelo centro desta superfície e paralelo ao segmento “b”, como definido no ponto 2.2.1 do anexo II, e sobre o arco perpendicular a este segmento.

1.1.1.6. “Raio de curvatura num ponto da superfície refletora (rp)” designa a média aritmética dos raios de curvatura principais “ri” e “ri’”, ou seja

$$r_p = \frac{r_i + r'_i}{2}$$

1.1.1.7. “Superfície esférica” designa uma superfície que tem um raio constante e igual em todas as direções.

1.1.1.8. “Superfície esférica” designa uma superfície que tem um raio constante apenas num dos planos.

1.1.1.9. “Espelhos esféricos” designam espelhos compostos por uma parte esférica e outra esférica e em que a transição da superfície refletora da parte esférica para a parte esférica tem de estar marcada. A curvatura do eixo principal do espelho é definida, no sistema de coordenadas x/y, pelo raio da calota esférica principal através da fórmula:

$$y = R - \sqrt{(R^2 - x^2)} + k(x - a)^3$$

R : raio nominal na parte esférica

k : constante da variação de curvatura

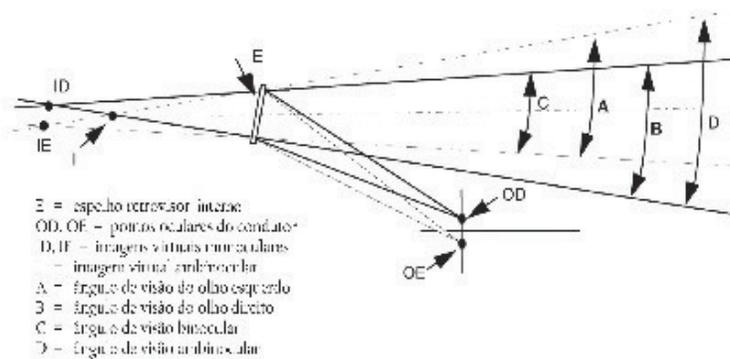
a : constante da dimensão esférica da calota esférica principal

1.1.1.10. “Centro da superfície refletora” designa o centro da área visível da superfície refletora.

1.1.1.11. “Raio de curvatura das partes constituintes do espelho” designa o raio “c” do arco do círculo que mais se aproxima da forma arredondada da parte considerada.

1.1.1.12. “Pontos oculares do condutor” designam dois pontos afastados 65 mm um do outro, situados verticalmente 635 mm acima do ponto H relativo ao lugar do condutor. A reta que os une é perpendicular ao plano vertical, longitudinal e médio do veículo. O ponto médio do segmento que tem por extremidades os dois pontos oculares está situado num plano vertical longitudinal que deve passar pelo centro do assento do condutor, tal como definido pelo construtor do veículo.

1.1.1.13. “Visão ambinocular” designa a totalidade do campo de visão obtido por sobreposição dos campos monoculares do olho direito e do olho esquerdo (*ver figura 1 abaixo*).



1.1.1.14. “Classe de espelho” designa o conjunto de todos os dispositivos que tenham em comum uma ou mais características ou funções. A classificação é a seguinte:

- classe I: “espelho retrovisor interno”, que permite obter o campo de visão definido no ponto 5.1 do anexo III,
- classes II e III: “espelho retrovisor externo principal”, que permite obter os campos de visão definidos nos pontos 5.2 e 5.3 do anexo III,
- classe IV: “espelho externo grande angular”, que permite obter o campo de visão definido no ponto 5.4 do anexo III,
- classe V: “espelho externo de aproximação”, que permite obter o campo de visão definido no ponto 5.5 do anexo III,
- classe VI: “espelho frontal”, que permite obter o campo de visão definido no ponto 5.6 do anexo III.

1.1.2. “Dispositivo do tipo câmara-monitor para visão indireta” designa um dispositivo tal como definido no ponto 1.1, em que o campo de visão é obtido através de uma combinação câmara-monitor, conforme estabelecido nos pontos 1.1.2.1 e 1.1.2.2.

1.1.2.1. “Câmara” designa um dispositivo que transmite uma imagem do mundo exterior, por meio de uma lente, a um detector eletrónico fotossensível, que, depois, converte essa imagem num sinal de vídeo.

1.1.2.2. “Monitor” designa um dispositivo que converte um sinal de vídeo normalizado em imagens transmitidas no espectro visível.

1.1.2.3. “Detecção” designa a capacidade de distinguir um objeto do fundo/meio envolvente a uma determinada distância.

1.1.2.4. “Contraste” de luminância designa a relação de brilho entre um objeto e o fundo/meio imediatamente envolvente e que permite distinguir esse objeto do fundo/meio envolvente.

1.1.2.5. “Resolução” designa o menor pormenor susceptível de ser diferenciado por um sistema perceptual; isto é, de ser percebido separadamente do conjunto maior. A resolução do olho humano é indicada como “acuidade visual”.

1.1.2.6. “Objeto crítico” designa um objeto circular com um diâmetro $D_0 = 0,8$ m (*).

(*) Um sistema para visão indireta destina-se a detectar os usuários das vias rodoviárias considerados relevantes. A relevância de um usuário é definida pela sua posição e (potencial) velocidade. De modo mais ou menos proporcional à velocidade do pedestre/ciclista/conductor de ciclomotor, as dimensões destes usuários aumentam também. Para efeitos de detecção, um condutor de um ciclomotor ($D = 0,8$) a 40 m de distância seria idêntico a um pedestre ($D = 0,5$) a distância de 25 m. Tendo em conta as velocidades, o condutor do ciclomotor seria selecionado como o critério para tamanho de detecção; por essa razão, um objeto com a dimensão de 0,8 m será utilizado para determinar o comportamento funcional de detecção.

1.1.2.7. “Percepção crítica” designa o nível de percepção que o olho humano é geralmente capaz de atingir em condições diversas. Para as condições de tráfego, o valor-limite para a percepção crítica é de 8 minutos de arco de ângulo visual.

1.1.2.8. “Campo de visão” designa a seção do espaço tridimensional em que um objeto crítico pode ser observado e transmitido pelo sistema para visão indireta. Tem como base a visão ao nível do solo proporcionada por um dispositivo e poderá, eventualmente, ser limitada com base na distância de detecção máxima do dispositivo.

1.1.2.9. “Distância de detecção” designa a distância medida ao nível do solo entre o ponto de referência da observação e o ponto extremo em que um objeto crítico pode a custo ser percebido (em que é dificilmente atingido o valor-limite de percepção crítica).

1.1.2.10. “Campo de visão crítico” designa a área em que um objeto crítico tem de ser detectado por meio de um dispositivo para visão indireta e é definido por um ângulo e uma ou mais distâncias de detecção.

1.1.2.11. “Ponto de observação de referência” designa o ponto no veículo com o qual o campo de visão prescrito está relacionado. Esse ponto é a projeção no solo da intersecção entre um plano vertical que passa pelos pontos oculares do condutor e um plano paralelo ao plano longitudinal médio do veículo situado a 20 cm para o exterior do veículo.

1.1.2.12. “Espectro visível” designa luz com comprimentos de onda situados dentro dos limites perceptuais da visão humana: 380-780 nanómetros (nm).

1.1.3. “Outros dispositivos para visão indireta” designam os dispositivos definidos no ponto 1.1 em que o campo de visão não é obtido por meio de um espelho ou um dispositivo do tipo câmara-monitor para visão indireta.

1.1.4. “Tipo de dispositivo para visão indireta” designa um dispositivo que não difere entre si quanto às seguintes características fundamentais:

- concepção, forma ou materiais do dispositivo, incluindo, se for pertinente, a sua forma de fixação à carroceria,
- no caso de espelhos, a classe, a forma, as dimensões e raios de curvatura da superfície refletora do espelho,

— no caso de dispositivos do tipo câmara-monitor, à distância de deteção e a amplitude de visão.

1.2 "Veículos das categorias M e N", conforme definido a seguir:

"Veículo da categoria M₁": Veículos para o transporte de passageiros que não contenham mais de oito assentos (lugares), além do assento (lugar) do condutor.

"Veículo da categoria M₂": Veículos para o transporte de passageiros com mais de oito assentos (lugares), além do assento (lugar) do condutor, e peso bruto total não superior a 5 toneladas.

"Veículo da categoria M₃": Veículos para o transporte de passageiros com mais de oito assentos (lugares), além do assento (lugar) do condutor, e peso bruto total superior a 5 toneladas.

"Veículo da categoria N₁": Veículos utilizados para o transporte de carga, tendo peso bruto total não superior a 3,5 toneladas.

"Veículo da categoria N₂": Veículos utilizados para o transporte de carga, tendo peso bruto total superior a 3,5 toneladas e inferior ou igual a 12 toneladas.

"Veículo da categoria N₃": Veículos utilizados para o transporte de carga, tendo peso bruto total superior a 12 toneladas.

1.2.1. "Modelo de veículo no que respeita à visão indireta" designa veículos a motor que não apresentem diferenças entre si quanto às seguintes características essenciais:

1.2.1.1. Tipo de dispositivo para visão indireta;

1.2.1.2. Características da carroceria que reduzam o campo de visão;

1.2.1.3. Coordenadas do ponto H do assento do condutor;

1.2.1.4. Posições prescritas de dispositivos obrigatórios e facultativos (se instalados).

ANEXO II
ESPECIFICAÇÕES DE FABRICAÇÃO DE UM DISPOSITIVO PARA VISÃO
INDIRETA

A. ESPELHOS

1. Requisitos gerais

1.1. Todos os espelhos devem ser reguláveis.

1.2. O contorno da superfície refletora deve ser envolvido por uma caixa de proteção (carcaça, etc.) que, no seu perímetro, deve ter um valor "c" superior ou igual a 2,5 mm em todos os pontos e em todas as direções. Se a superfície refletora ultrapassar a caixa de proteção, o raio de curvatura "c" ao longo da parte do perímetro que ultrapassa a caixa de proteção deve ser igual ou superior a 2,5 mm, devendo a superfície refletora entrar na caixa de proteção sob uma força de 50 N aplicada no ponto mais saliente em relação à caixa de proteção, numa direção horizontal e aproximadamente paralela ao plano longitudinal médio do veículo.

1.3. Com o espelho montado numa superfície plana, todas as suas partes, em todas as posições de regulação do dispositivo, assim como as partes que continuem ligadas ao suporte depois do ensaio previsto no ponto 4.2, e que sejam suscetíveis de serem contactadas em condição estática por uma esfera, de 165 mm de diâmetro para os espelhos internos, ou de 100 mm de diâmetro para os espelhos externos, devem ter um raio de curvatura "c" de, pelo menos, 2,5 mm.

1.3.1. As bordas dos furos de fixação ou das reentrâncias cujo diâmetro ou maior diagonal seja inferior a 12 mm estão isentas de obedecer aos critérios relativos ao raio previstos no ponto 1.3, desde não apresentem arestas vivas.

1.4. O dispositivo de fixação dos espelhos ao veículo deve ser concebido de tal forma que um cilindro de 50 mm de raio e cujo eixo seja o eixo, ou um dos eixos, de rotação que asseguram a retração do dispositivo do espelho na direção considerada em caso de colisão, cruze ao menos em parte a superfície de fixação do dispositivo.

1.5. As partes dos espelhos externos referidos fabricadas com material cuja dureza Shore A seja inferior ou igual a 60 não se aplicam as prescrições dos pontos 1.2 e 1.3.

1.6. No caso de partes de espelhos internos fabricadas com material cuja dureza Shore A seja inferior a 50 e montadas sobre suportes rígidos, os requisitos previstos nos pontos 1.2 e 1.3 só são aplicáveis aos respectivos suportes.

2. Dimensões

2.1. Espelhos retrovisores internos (classe I)

As dimensões da superfície refletora devem ser tais que nela seja possível inscrever um retângulo com um lado igual a 40 mm e o outro igual a "a" mm de comprimento, sendo

$$a = 150 \text{ mm} \times \frac{1}{1 + \frac{1000}{r}}$$

e “r” o raio de curvatura.

2.2. Espelhos retrovisores externos principais (classes II e III)

2.2.1. As dimensões da superfície refletora devem ser tais que nela se possa inscrever:

- um retângulo com 40 mm de altura e em que o comprimento da base, medida em milímetros, tenha o valor de “a”,
- um segmento paralelo à altura do retângulo e cujo comprimento, expresso em milímetros, tenha o valor de “b”.

2.2.2. Os valores mínimos de “a” e “b” são dados pelo quadro seguinte:

Classe do espelho retrovisor	a [mm]	b [mm]
II	$\frac{170}{1 + \frac{1000}{r}}$	200
III	$\frac{130}{1 + \frac{1000}{r}}$	70

2.3. Espelhos externos “grande angular” (classe IV)

A superfície refletora deve ser de contomo simples e de dimensões tais que a sua utilização permita, se necessário em conjunção com um espelho externo da classe II, obter o campo de visão descrito no ponto 5.4 do anexo III.

2.4. Espelhos externos “de aproximação” (classe V)

A superfície refletora deve ser de contomo simples e de dimensões tais que a sua utilização permita obter o campo de visão descrito no ponto 5.5 do anexo III.

2.5. Espelhos frontais (classe VI)

A superfície refletora deve ser de contomo simples e de dimensões tais que a sua utilização permita obter o campo de visão descrito no ponto 5.6 do anexo III.

3. Superfície refletora e coeficientes de reflexão

3.1. A superfície refletora de um espelho deve ser plana ou esférico-convexa. Os espelhos externos podem ser equipados com uma parte esférica suplementar, desde que o espelho principal esteja em conformidade com os requisitos do campo de visão indireta.

3.2. Diferenças entre os raios de curvatura dos espelhos

3.2.1. A diferença entre r_1 ou r'_1 e r_p em cada ponto de referência não deve exceder $0,15 r$.

3.2.2. A diferença entre cada um dos raios de curvatura (r_{p1} , r_{p2} , e r_{p3}) e r não deve exceder $0,15 r$.

3.2.3. Quando " r " for maior ou igual a 3.000 mm, o valor $0,15 r$ que figura nos pontos 3.2.1 e 3.2.2 será substituído por $0,25 r$.

3.3. Requisitos relativos às partes dos espelhos esféricos

3.3.1. Os espelhos esféricos devem ter as dimensões e a configuração adequadas para fornecerem informações úteis ao condutor. Isto significa, em regra, uma largura mínima de 30 mm em determinado ponto.

3.3.2. O raio de curvatura " r_i " da parte esférica não deverá ser inferior a 150 mm.

3.4. O valor de " r " para os espelhos esféricos não deve ser inferior a:

3.4.1. 1 200 mm para espelhos retrovisores internos (classe I);

3.4.2. 1 200 mm para os espelhos retrovisores externos principais das classes II e III;

3.4.3. 300 mm para os espelhos externos "grande angular" (classe IV) e para os espelhos externos "de aproximação" (classe V);

3.4.4. 200 mm para os espelhos frontais (classe VI).

3.5. O valor do coeficiente de reflexão normal, determinado segundo o método descrito no apêndice 2 do Anexo II, não deve ser inferior a 40 %. No caso de superfícies refletoras com um grau de reflexão regulável, a posição de "dia" deve permitir reconhecer as cores dos sinais utilizados no trânsito rodoviário. O valor do coeficiente de reflexão normal na posição "noite" não deve ser inferior a 4 %.

3.6. A superfície refletora deve conservar as características prescritas no ponto 3.5, ainda que em exposição prolongada às intempéries em condições normais de utilização.

4. Ensaio

4.1. Os espelhos serão submetidos aos ensaios descritos no ponto 4.2.

4.1.1. O ensaio previsto no ponto 4.2 não será exigido para os espelhos retrovisores externos que possuem todas as partes situadas acima de 2 metros do solo, qualquer que seja a regulagem adotada, quando o veículo estiver com seu peso bruto total conforme especificado pelo fabricante. Essa derrogação também se aplica aos elementos de montagem dos espelhos (placas de fixação, braços, rótulas, etc.) que se situem a menos de 2 m do solo e no interior da zona da largura total do veículo, medidos no plano transversal que passa pelos elementos de fixação mais baixos do espelho ou por qualquer outro ponto à frente deste plano, se esta última configuração produzir uma largura total maior. Nestes casos, deve ser fornecida uma descrição que especifique que o espelho deve ser montado de tal forma que a localização dos seus elementos de montagem sobre o veículo esteja em conformidade com os requisitos anteriormente descritos. Quando esta derrogação for aplicada, o braço deve ser marcado de forma indelével com o símbolo

Δ
2 m

4.2. Ensaio de resistência ao impacto

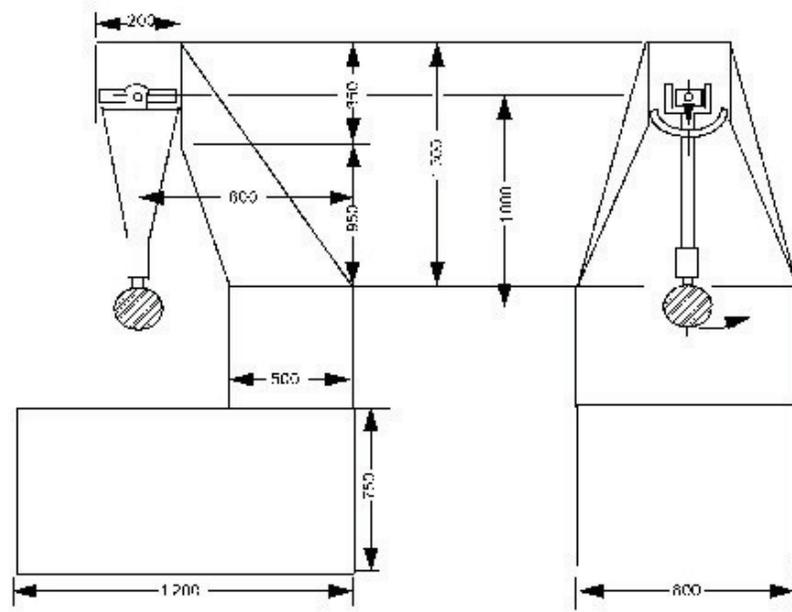
O ensaio definido neste ponto não deve ser efetuado quando se trate de dispositivos integrados na carroceria do veículo e que formem uma zona frontal de deflexão com um ângulo menor ou igual a 45°, medido em relação ao plano longitudinal médio do veículo, ou dispositivos cuja saliência não ultrapasse 100 mm, medidos para além da carroceria circundante do veículo.

4.2.1. Descrição do dispositivo de ensaio

4.2.1.1. O dispositivo de ensaio é composto por um pêndulo que pode oscilar em torno de dois eixos horizontais perpendiculares entre si, dos quais um é perpendicular ao plano que contém a trajetória de lançamento do pêndulo.

A extremidade do pêndulo contém um martelo constituído por uma esfera rígida com um diâmetro de 165 ± 1 mm revestida de borracha de dureza Shore A 50 com uma espessura de 5 mm.

Prevê-se a existência de um dispositivo que permita determinar o ângulo máximo alcançado pelo braço no plano de lançamento. Um suporte rigidamente fixado à armação do pêndulo servirá para a fixação das amostras nas condições de impacto que são descritas no ponto 4.2.2.6. A figura 2, abaixo, indica as dimensões da instalação de ensaio e as especificações construtivas especiais.



4.2.1.2. O centro de impacto do pêndulo considera-se coincidente com o centro da esfera que constitui o martelo. A sua distância "l" do eixo de oscilação no plano de lançamento é igual a $1\text{ m} \pm 5\text{ mm}$. A massa reduzida do pêndulo é $m_o = 6,8 \pm 0,05\text{ kg}$. A relação de "m_o" com a massa total "m" do pêndulo e com a distância "d" entre o centro de gravidade do pêndulo e o seu eixo de rotação é expressa pela equação:

$$m_o = m \times \frac{d}{l}$$

4.2.2. Descrição do ensaio

4.2.2.1. O processo utilizado para fixar o espelho ao suporte será o que for recomendado pelo fabricante do espelho ou, quando aplicável, pelo fabricante do veículo.

4.2.2.2. Posicionamento do espelho para o ensaio

4.2.2.2.1. Os espelhos serão fixados no dispositivo de ensaio com o pêndulo de maneira a simular sua montagem no veículo de acordo com as prescrições de montagem especificadas pelo fabricante do espelho ou construtor do veículo.

4.2.2.2.2. Quando um espelho for regulável em relação à base, o ensaio deve ser efetuado na posição mais desfavorável ao seu funcionamento, dentro dos limites de regulagem previstos pelo fabricante do espelho ou construtor do veículo.

4.2.2.2.3. Quando o espelho possuir um dispositivo de regulagem da distância em relação à base, este dispositivo deve ser colocado na posição em que a distância entre a carcaça e a base seja a mais curta.

4.2.2.2.4. Quando a superfície refletora for móvel dentro da carcaça, a sua regulagem deve ser feita de tal modo que o seu canto superior e mais afastado do veículo esteja na posição mais saliente em relação à carcaça.

4.2.2.3. Com exceção do ensaio 2 para os espelhos internos (ver o ponto 4.2.2.6.1), quando o pêndulo estiver na posição vertical, os planos horizontal e longitudinal vertical que passam pelo centro do martelo devem passar pelo centro da superfície refletora, tal como definido no ponto 1.1.1.10 deste Anexo. A direção longitudinal de oscilação do pêndulo deve ser paralela ao plano longitudinal médio do veículo.

4.2.2.4. Quando, nas condições de regulagem previstas nos pontos 4.2.2.1 e 4.2.2.2, elementos do espelho limitarem o retorno do martelo, o ponto de impacto deve ser deslocado numa direção perpendicular ao eixo de rotação considerado. Esta deslocação deve ser a estritamente necessária para a realização do ensaio, devendo ser limitada de modo que:

- ou a esfera que delimita o martelo continue, pelo menos, tangente ao cilindro definido no ponto 1.4,
- ou o contato do martelo se produza a uma distância de, pelo menos, 10 mm do contorno da superfície refletora.

4.2.2.5. O ensaio consistirá em fazer cair o martelo de uma altura correspondente a um ângulo de 60 graus do pêndulo em relação à vertical, de modo que o martelo atinja o espelho no momento em que o pêndulo chegar à posição vertical.

4.2.2.6. Os espelhos serão ensaiados nas diferentes condições:

4.2.2.6.1. Espelhos internos

— ensaio 1: o ponto de impacto será o definido no ponto 4.2.2.3. O impacto será tal que o martelo atinja o espelho no lado da superfície refletora,

— ensaio 2: o ponto de impacto será na borda da carcaça, de tal forma que o impacto produzido forme um ângulo de 45° com o plano da superfície refletora e esteja situada no plano horizontal que passa pelo centro dessa superfície. O impacto deve ocorrer no lado da superfície refletora.

4.2.2.6.2. Espelhos externos

— ensaio 1: o ponto de impacto será o definido nos pontos 4.2.2.3 ou 4.2.2.4, e o impacto será tal que o martelo atinja o espelho no lado da superfície refletora,

— ensaio 2: o ponto de impacto será o definido nos pontos 4.2.2.3 ou 4.2.2.4, e o impacto será tal que o martelo atinja o espelho no lado oposto à superfície refletora.

No caso de espelhos retrovisores da classe II ou da classe III, quando fixados num braço comum a espelhos retrovisores da classe IV, os ensaios acima descritos serão efetuados no espelho retrovisor inferior. Todavia, o técnico responsável pelos ensaios pode, se for necessário, repetir um ou ambos os ensaios no espelho retrovisor superior, se este estiver situado a menos de 2 metros do solo.

5. Resultados dos ensaios

5.1. Nos ensaios previstos no ponto 4.2, o pêndulo deve continuar o seu movimento de tal forma que a projeção sobre o plano de lançamento da posição adotada pelo braço forme um ângulo de, pelo menos, 20° com a vertical. A precisão da medição do ângulo será de $\pm 1^\circ$.

5.1.1. Este requisito não se aplica aos espelhos fixados por colagem ao pára-brisas, aos quais será aplicado, após o ensaio, o requisito previsto no ponto 5.2.

5.1.2. O ângulo requerido com a vertical será reduzido de 20° para 10° para todos os espelhos retrovisores da classe II e da classe IV e para os espelhos retrovisores da classe III que estejam fixados num braço comum aos dos espelhos da classe IV.

5.2. No decorrer dos ensaios previstos no ponto 4.2 para os espelhos retrovisores colados ao pára-brisas, em caso de quebra do suporte do espelho, a parte restante não deve apresentar uma saliência em relação à base superior a 10 mm e a configuração após o ensaio deve obedecer às condições definidas no ponto 1.3.

5.3. No decorrer dos ensaios previstos no ponto 4.2, a superfície refletora não deve partir-se. Todavia, admite-se que a superfície refletora se parta, caso se verifique uma das duas condições:

5.3.1. Os fragmentos adiram ao fundo da carcaça ou a uma superfície solidamente ligada a esta; admitindo-se um descolamento parcial do vidro, desde que não ultrapasse 2,5 mm de cada lado das fissuras. É admissível que pequenos fragmentos se destaquem da superfície do vidro no ponto de impacto;

5.3.2. A superfície refletora seja de vidro de segurança.

B. DISPOSITIVOS PARA VISÃO INDIRETA QUE NÃO SEJAM ESPELHOS

1. Requisitos gerais

1.1. Se for necessário que o usuário proceda à sua regulagem, o dispositivo para visão indireta deverá ser regulável sem o uso de ferramentas.

1.2. Se o dispositivo para visão indireta só puder transmitir o campo de visão em questão através do seu varrimento, a totalidade do processo de varrimento, transmissão e regresso à sua posição inicial não deverá durar mais de 2 segundos.

2. Dispositivos do tipo câmera-monitor para visão indireta

2.1. Requisitos gerais

2.1.1. Com o dispositivo de tipo câmera-monitor para visão indireta montado numa superfície plana, todas as suas partes, em todas as posições de regulagem do dispositivo, susceptíveis de entrarem em contacto estático com uma esfera, quer de 165 mm de diâmetro, no caso de um monitor, quer de 100 mm de diâmetro, no caso de uma câmera, devem ter um raio de curvatura "c" de, pelo menos, 2,5 mm.

2.1.2. As bordas dos furos de fixação ou das reentrâncias cujo diâmetro ou maior diagonal seja inferior a 12 mm não necessitam cumprir as prescrições relativas ao raio previstas no ponto 2.1.1, desde que não apresentem arestas vivas.

2.1.3. Quanto às partes da câmera e do monitor fabricados com um material cuja dureza Shore A seja inferior a 60 e montadas sobre um suporte rígido, as disposições do ponto 2.1.1 só são aplicáveis aos respectivos suportes.

2.2. Requisitos funcionais

2.2.1. A câmera deverá funcionar bem em condições de baixa luz solar. A câmera deverá dispor de um contraste de luminância de pelo menos 1:3 em condições de sol baixo numa zona exterior da parte da imagem em que a fonte luminosa é reproduzida (condição definida na norma EN 12368:8.4). A fonte luminosa deve iluminar a câmera com 40.000 lx. O ângulo entre a normal do plano do sensor e a linha que liga o ponto médio do sensor e a parte luminosa deverá ser de 10°.

2.2.2. O monitor deverá dar um contraste mínimo sob diferentes condições de luz, tal como especificado no projeto de norma internacional ISO/DIS 15008 (Road vehicles - Ergonomic aspects of transport information and control systems - Specifications and compliance procedures for in-vehicle visual presentation).

2.2.3. Deverá ser possível regular a luminância média do monitor, quer manual quer automaticamente, às condições ambientais.

2.2.4. As medições do contraste de luminância serão efetuadas de acordo com a norma ISO/DIS 15008.

3. Outros dispositivos para visão indireta

É necessário provar que o sistema cumpre os seguintes requisitos.

3.1. O sistema captará o espectro visível e transmitirá sempre essa imagem sem a necessidade de conversão para o espectro visível.

3.2. A funcionalidade será garantida nas condições de utilização em que o sistema deve ser posto em serviço. Em função da tecnologia utilizada para obter e apresentar imagens, o ponto 2.2 será aplicável na totalidade ou em parte. Em outros casos, existe a possibilidade de verificar e demonstrar que, por meio de um sistema de sensibilidade análogo ao previsto no ponto 2.2, é garantido um funcionamento comparável ou melhor do que o exigido, e de demonstrar que é garantida uma funcionalidade equivalente ou melhor do que a exigida para os espelhos ou dispositivos do tipo câmera-monitor para visão indireta.

Anexo II Apêndice 1

Processo de determinação do raio de curvatura «r» da superfície refletora de um espelho

1. Medição

1.1. Equipamento

É utilizado um “esferômetro” semelhante ao representado na figura 3 com as distâncias indicadas entre a ponta do apalpador do instrumento de medição e os pés fixos da barra.

1.2. Pontos de medição

1.2.1. A medição dos raios principais de curvatura será efetuada em três pontos situados tão próximo quanto possível de um terço, da metade e de dois terços do arco da superfície refletora que passa pelo centro dessa superfície e é paralelo ao segmento b, ou do arco que passa pelo centro da superfície refletora e que lhe é perpendicular, se este último arco for o mais longo.

1.2.2. Todavia, se as dimensões da superfície refletora tornarem impossível a obtenção das medições nas direções definidas no ponto 1.1.1.5 do anexo I, os técnicos responsáveis pelos ensaios podem proceder as medições nesse ponto em duas direções perpendiculares, tão próximas quanto possível das prescritas acima.

2. Cálculo do raio de curvatura “r”

“r”, expresso em milímetros, é calculado pela fórmula:

$$r = \frac{r_{p1} + r_{p2} + r_{p3}}{3}$$

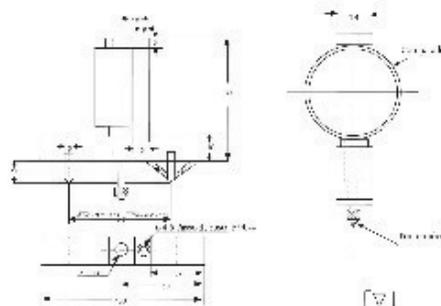
sendo:

r_{p1} : raio de curvatura do primeiro ponto de medição,

r_{p2} : raio de curvatura do segundo ponto de medição,

r_{p3} : raio de curvatura do terceiro ponto de medição.

Figura 3: esferômetro



Anexo II
Apêndice 2

Método de ensaio para a determinação da refletividade

1. DEFINIÇÕES

1.1. Iluminante padrão CIE A (1): iluminante colorimétrico, que representa o corpo negro a $T_{68} = 2.855,6$ K.

1.2. Fonte normalizada CIE A (1): lâmpada de filamento de tungstênio em atmosfera gasosa, funcionando a uma temperatura de cor próxima de $T_{68} = 2.855,6$ K.

1.3. Observador de referência colorimétrico CIE 1931 (1): receptor de radiação, cujas características colorimétricas correspondem aos valores dos componentes tricromáticos espectrais (λ) , (λ) , (λ) (ver quadro).

1.4. Valores dos componentes tricromáticos espectrais CIE (1): valores dos componentes tricromáticos, no sistema CIE (XYZ), dos elementos monocromáticos de um espectro de energia igual.

1.5. Visão fotópica (1): visão do olho normal quando adaptado a níveis de luminância de, pelo menos, vários cd/m^2 .

(1) Definições retiradas da publicação CIE 50 (45), "Vocabulário eletrotécnico internacional", grupo 45, iluminação.

2. INSTRUMENTOS

2.1. Generalidades

A aparelhagem deve incluir uma fonte de luz, um suporte para a amostra, um receptor de célula fotoelétrica e um indicador (ver figura 4), assim como os meios necessários para suprimir os efeitos da luz parasita. O receptor pode compreender uma esfera de Ulbricht para facilitar a medição do coeficiente de reflexão dos espelhos retrovisores não planos (convexos) (ver figura 5).

2.2. Características espectrais da fonte de luz e do receptor

A fonte de luz deve ser uma fonte normalizada CIE A associada a um sistema óptico que permita obter um feixe de raios luminosos quase paralelos. É recomendado um estabilizador de tensão para manter uma tensão fixa da lâmpada durante todo o funcionamento da aparelhagem. O receptor deve compreender uma célula fotoelétrica cuja resposta espectral seja proporcional à função de luminosidade fotópica do observador de referência colorimétrico CIE (1931) (ver quadro). Pode igualmente ser adotada qualquer outra combinação iluminante-filtro-receptor que dê um equivalente global do iluminante normalizado CIE A e de visão fotópica. Se o receptor compreender uma esfera de Ulbricht, a superfície interna da esfera deve ser revestida por uma camada de pintura branca (difusora) e não espectralmente seletiva.

2.3. Condições geométricas

O feixe de raios incidentes deve, de preferência, formar um ângulo (θ) de $0,44 \pm 0,09$ rad ($25 \pm 5^\circ$) com a perpendicular à superfície de ensaio; este ângulo não deve, contudo, ultrapassar o limite superior da tolerância (isto é, $0,53$ rad ou 30°). O eixo do receptor deve fazer um ângulo (θ) igual ao do feixe de raios incidentes com esta perpendicular (ver figura 4). À chegada à superfície de ensaio, o feixe incidente deve ter um diâmetro de, pelo menos, 13 mm ($0,5$ polegadas). O feixe refletido não deve ser mais largo que a superfície sensível da célula fotoelétrica, não deve cobrir menos de 50% desta superfície e deve, se possível, cobrir a mesma porção de superfície que o feixe utilizado para a calibragem do instrumento.

Se o receptor compreender uma esfera de Ulbricht, esta deve ter um diâmetro mínimo de 127 mm (5 polegadas). As aberturas feitas na parede da esfera para a amostra e para o feixe incidente devem ser de tamanho suficiente para deixar passar totalmente os feixes luminosos incidente e refletido. A célula fotoelétrica deve ser colocada de maneira a não receber diretamente a luz do feixe incidente ou do feixe refletido.

2.4. Características elétricas do conjunto célula-indicador

A potência da célula fotoelétrica lida no indicador deve ser uma função linear da intensidade luminosa da superfície fotossensível. Devem ser previstos meios (elétricos ou ópticos, ou ambos) para facilitar a reposição a zero e as regulagens de calibragem. Estes meios não devem afetar a linearidade ou as características espectrais do instrumento.

2.5. Suporte da amostra

O mecanismo deve permitir colocar a amostra de tal maneira que o eixo do braço da fonte e o do braço do receptor se cruzem ao nível da superfície refletora. Esta superfície refletora pode encontrar-se no interior do espelho-amostra ou nos dois lados deste, conforme se trate de um espelho retrovisor de superfície primária, de superfície secundária ou de um espelho retrovisor prismático de tipo “flip”.

3. PROCEDIMENTO

3.1. Método de calibragem direto

Tratando-se do método de calibragem direto, o padrão de referência utilizado é o ar. Este método é aplicável com instrumentos construídos de modo a permitir uma calibragem a 100% da escala, orientando o receptor diretamente no eixo da fonte luminosa (ver figura 4). Este método permite, em certos casos (para medir, por exemplo, superfícies de fraca refletividade), tomar um ponto de calibragem intermediário (entre 0 e 100 % da escala). Nestes casos, é necessário intercalar, na trajetória óptica, um filtro de densidade neutra e de fator de transmissão conhecido e regular o sistema de calibragem até que o indicador marque a percentagem de transmissão correspondente ao filtro de densidade neutra. Este filtro deve ser retirado antes de se executarem as medições de refletividade.

3.2. Método de calibragem indireta

Este método de calibragem é aplicável aos instrumentos com fonte e receptor de forma geométrica fixa. Necessita de um padrão de reflexão convenientemente calibrado e conservado. Este padrão será, de preferência, um espelho retrovisor plano cujo coeficiente de reflexão seja tão próximo quanto possível ao das amostras ensaiadas.

3.3. Medição em espelhos retrovisores planos

O coeficiente de reflexão das amostras de espelho plano pode ser medido com instrumentos que funcionem com base no princípio da calibragem direta ou indireta. O valor do coeficiente de reflexão é lido diretamente no quadrante do indicador do instrumento.

3.4. Medição em espelhos não planos (convexos)

A medição do coeficiente de reflexão de espelhos retrovisores não planos (convexos) requer a utilização de instrumentos que contenham uma esfera de Ulbricht no receptor (ver figura 5). Se o aparelho de leitura da esfera com um espelho padrão de coeficiente de reflexão E % indicar n_x divisões, com um espelho desconhecido n_x divisões corresponderão a um coeficiente de reflexão X % dado pela fórmula:

$$X = E \frac{n_x}{n_e}$$

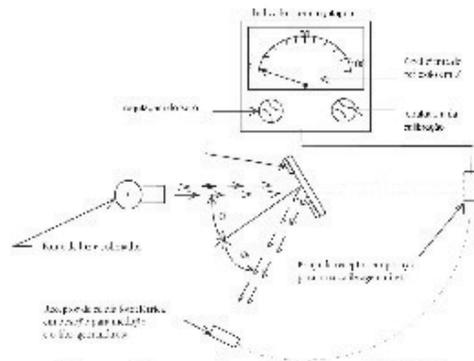


Figura 4: Esquema geral da aparelhagem de medição da refletividade pelos dois métodos de calibração

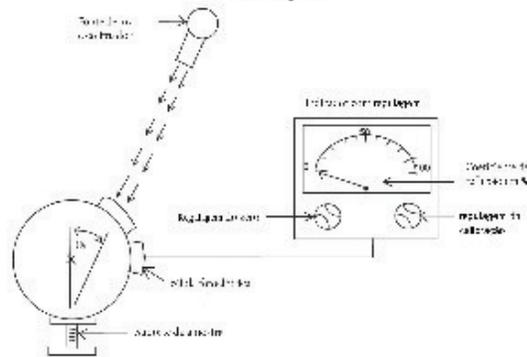


Figura 5: Esquema geral da aparelhagem de medição da refletividade com esfera de Ulbricht no receptor

Valores dos componentes tricromáticos e espectrais do observador de referência colorimétrico CIE 193 (1)

Este quadro é extraído da publicação CIE 50 (45) (1970)

λ nm	$\bar{x}(\lambda)$	$\bar{y}(\lambda)$	$\bar{z}(\lambda)$
380	0,0014	0,0000	0,0065
390	0,0042	0,0001	0,0201
400	0,0143	0,0004	0,0679
410	0,0435	0,0012	0,2074
420	0,1344	0,0040	0,6456
430	0,2839	0,0116	1,3856
440	0,3483	0,0230	1,7471
450	0,3362	0,0380	1,7721
460	0,2908	0,0600	1,6692
470	0,1954	0,0910	1,2876
480	0,0956	0,1390	0,8130
490	0,0320	0,2080	0,4652
500	0,0049	0,3230	0,2720
510	0,0093	0,5030	0,1582
520	0,0633	0,7100	0,0782
530	0,1655	0,8620	0,0422
540	0,2904	0,9540	0,0203
550	0,4334	0,9950	0,0087
560	0,5945	0,9950	0,0039
570	0,7621	0,9520	0,0021
580	0,9163	0,8700	0,0017
590	1,0263	0,7570	0,0011
600	1,0622	0,6310	0,0008
610	1,0026	0,5030	0,0003
620	0,8544	0,3810	0,0002
630	0,6424	0,2650	0,0000
640	0,4479	0,1750	0,0000
650	0,2835	0,1070	0,0000
660	0,1649	0,0610	0,0000
670	0,0874	0,0320	0,0000
680	0,0468	0,0170	0,0000
690	0,0227	0,0082	0,0000
700	0,0114	0,0041	0,0000
710	0,0058	0,0021	0,0000
720	0,0029	0,0010	0,0000
730	0,0014	0,0005	0,0000
740	0,0007	0,0002 (*)	0,0000
750	0,0003	0,0001	0,0000
760	0,0002	0,0001	0,0000
770	0,0001	0,0000	0,0000
780	0,0000	0,0000	0,0000

* Modificado em 1966 (de 3 para 2).

(1) Quadro sintético. Os valores de $\bar{V}(\lambda) = V(\lambda)$ foram arredondados ao quarto algarismo depois da vírgula.

ANEXO III

REQUISITOS RELATIVOS À INSTALAÇÃO DE ESPELHOS E OUTROS DISPOSITIVOS PARA VISÃO INDIRETA EM VEÍCULOS

Generalidades

1.1. Os espelhos e outros dispositivos para visão indireta devem ser instalados de modo que não se desloquem a ponto de modificar sensivelmente o campo de visão, tal como este foi medido, nem vibrem a ponto de o condutor interpretar erroneamente a natureza da imagem percebida.

1.2. As condições definidas no ponto 1.1 devem manter-se quando o veículo circular a velocidades até 80 % da sua velocidade máxima prevista, mas sem ultrapassar 150 km/h.

1.3. Os campos de visão a seguir definidos devem ser obtidos em visão ambinocular, com os olhos do observador nas posições dos "pontos oculares do condutor", conforme definido no ponto 1.1.1.12 do presente Anexo. Os campos de visão determinam-se com o veículo em ordem de marcha, ou seja, o peso do veículo sem ocupantes nem carga, porém com adição de 75 kg referente ao peso do condutor, o peso do combustível correspondente à 90% da capacidade do tanque especificada pelo fabricante, e o peso do líquido de refrigeração, dos lubrificantes, das ferramentas e do estepe (quando aplicáveis). Devem ser obtidos através de vidros cujo fator total de transmissão luminosa, medido normalmente em relação à superfície, seja pelo menos de 70 %.

Espelhos

2. Número

2.1. Número mínimo obrigatório de espelhos

2.1.1. Os campos de visão prescritos no ponto 5 devem ser obtidos pelo número mínimo obrigatório de espelhos constante dos quadros a seguir. Quando não for obrigatória a presença de um espelho, nenhum outro dispositivo para visão indireta poderá ser exigido.

Categoria do veículo	Espelho interno	Espelhos externos				
	Espelho interno Classe I	Espelho principal Classe II	Espelho principal (pequeno) Classe III	Espelho de grande angular Classe IV	Espelho de aproximação Classe V	Espelho frontal Classe VI
M1	<p>Obrigatório</p> <p>Exceto se o espelho não proporcionar visibilidade para a retaguarda (conforme definido no ponto 5.1 do anexo III)</p> <p>Facultativo</p> <p>Se o espelho não proporcionar visibilidade para a retaguarda</p>	Facultativo	<p>Obrigatório</p> <p>Um do lado do condutor e um do lado do passageiro. Em alternativa, poderão ser instalados espelhos da classe II</p>	<p>Facultativo</p> <p>Um do lado do condutor e/ou um do lado do passageiro</p>	<p>Facultativo</p> <p>Um do lado do condutor e/ou um do lado do passageiro (ambos devem ser montados, pelo menos, 2 m acima do solo)</p>	<p>Facultativo</p> <p>(deve ser montado, pelo menos, 2 m acima do solo)</p>

M2	Facultativo (sem requisitos relativos ao campo de visão)	Obrigatório Um do lado do condutor e um do lado do passageiro	Não autorizado	Facultativo Um do lado do condutor e/ou um do lado do passageiro	Facultativo Um do lado do condutor e/ou um do lado do passageiro (ambos devem ser montados, pelo menos, 2 m acima do solo)	Facultativo (deve ser montado, pelo menos, 2 m acima do solo)
M3	Facultativo (sem requisitos relativos ao campo de visão)	Obrigatório Um do lado do condutor e um do lado do passageiro	Não autorizado	Facultativo Um do lado do condutor e/ou um do lado do passageiro	Facultativo Um do lado do condutor e/ou um do lado do passageiro (ambos devem ser montados, pelo menos, 2 m acima do solo)	Facultativo (deve ser montado, pelo menos, 2 m acima do solo)

Categoria do veículo	Espelho interno	Espelhos externos				
	Espelho Interior Classe I	Espelho principal Classe II	Espelho principal (pequeno) Classe III	Espelho de grande ângulo Classe IV	Espelho de aproximação Classe V	Espelho frontal Classe VI
N1	Obrigatório Exceto se o espelho não proporcionar visibilidade para a retaguarda (conforme definido no ponto 5.1 do anexo III) Facultativo Se o espelho não proporcionar visibilidade para a retaguarda	Facultativo	Obrigatório Um do lado do condutor e um do lado do passageiro. Alternativamente, poderão ser instalados espelhos da Classe II.	Facultativo Um do lado do condutor e/ou um do lado do passageiro.	Facultativo Um do lado do condutor e/ou um do lado do passageiro (ambos devem ser montados, pelo menos, 2m acima do solo).	Facultativo (deve ser montado, pelo menos, 2m acima do solo).
N2 ≤ 7,5 t	Facultativo (sem requisitos relativos ao campo de visão)	Obrigatório Um do lado do condutor e um do lado do passageiro	Não autorizado	Facultativo Um do lado do condutor e/ou um do lado do passageiro	Facultativo Um do lado do passageiro e/ou um do lado do condutor (ambos devem ser montados, pelo menos, 2 m acima do solo)	Facultativo (deve ser montado, pelo menos, 2 m acima do solo)

N2 > 7,5 l	Facultativo (sem requisitos relativos ao campo de visão)	Obrigatório Um do lado do condutor e um do lado do passageiro	Não autorizado	Facultativo Um do lado do condutor e/ou um do lado do passageiro	Facultativo Um do lado do passageiro e/ou um do lado do condutor (ambos devem ser instalados, pelo menos, 2m acima do solo).	Facultativo (deve ser montado, pelo menos, 2 m acima do solo).
N3	Facultativo (sem requisitos relativos ao campo de visão)	Obrigatório Um do lado do condutor e um do lado do passageiro	Não autorizado	Facultativo Um do lado do condutor e/ou um do lado do passageiro	Facultativo Um do lado do passageiro e/ou um do lado do condutor (ambos devem ser instalados, pelo menos, 2m acima do solo).	Facultativo (deve ser montado, pelo menos, 2 m acima do solo).

2.1.2. No caso do campo de visão de um espelho frontal previsto no ponto 5.6 poder ser obtido por um outro dispositivo para visão indireta e montado em conformidade com as disposições desse anexo, poderá ser utilizado esse sistema ao invés do espelho frontal. No caso de ser utilizado um sistema de tipo câmera/monitor, o monitor deverá exibir exclusivamente o campo de visão prescrito no ponto 5.6, quando o veículo circular a uma velocidade até 30 km/h. No caso do veículo circular a uma velocidade mais elevada ou em marcha-ré, o monitor poderá ser utilizado para exibir o campo de visão de outras câmeras instaladas no veículo.

2.2. As disposições da presente Resolução não são aplicáveis aos espelhos suplementares definidos no ponto 1.1.1.3 do presente Anexo. Todavia, os espelhos externos "de aproximação", se instalados, devem ser fixados, pelo menos, a uma altura de 2 m acima do solo, quando o veículo estiver com seu peso bruto total conforme especificado pelo fabricante.

3. Posição

3.1. Os espelhos devem ser colocados de maneira a permitir ao condutor, sentado no seu lugar na posição normal de condução, obter uma visão clara da estrada à retaguarda e à frente do(s) lado(s) do veículo.

3.2. Os espelhos externos devem ser visíveis através dos vidros laterais ou através da parte do pára-brisas varrida pelo(s) limpador(es) do pára-brisas. Não obstante, por razões de concepção e fabricação, esta última disposição (ou seja, as disposições relativas à parte limpador(es) do pára-brisas) não é aplicável a:

- espelhos externos do lado do passageiro para os veículos das categorias M2 e M3,
- espelhos da classe VI.

3.3. Para qualquer veículo que, na ocasião dos ensaios de medição do campo de visão, se encontrar no estado de chassi com cabina, as larguras mínimas e máximas da carroçaria devem ser indicadas pelo fabricante e, se for caso, simuladas por painéis fictícios. Todas as configurações de veículo e de espelhos retrovisores tomados em consideração quando dos ensaios devem ser registrados no relatório de ensaio.

3.4. O espelho externo instalado no veículo do lado do condutor deve ficar situado de modo que o ângulo entre o plano vertical, longitudinal e médio do veículo e o plano vertical que passa pelo centro do espelho e pelo centro da linha reta de 65 mm de comprimento que une os dois pontos oculares do condutor não exceda 55°.

3.5. Os espelhos não devem ficar salientes em relação à carroçaria do veículo mais do que o necessário para satisfazer os requisitos relativos ao campo de visão estabelecidos no ponto 5.

3.6. No caso da aresta inferior de um espelho externo ficar a menos de 2 metros do solo com o veículo carregado de modo a atingir o peso bruto total conforme especificado pelo fabricante, esse espelho não deve sobressair-se mais de 250 mm em relação à largura máxima do veículo medida sem espelhos.

3.7. Os espelhos da classe V e da classe VI, se instalados, devem ser fixados de maneira que, em todas as posições de regulagens possíveis, nenhum ponto desses espelhos ou dos seus suportes esteja a uma altura inferior a 2 m do solo, estando o veículo com o peso bruto total conforme especificado pelo fabricante. Todavia, estes espelhos não devem ser instalados em veículos cuja altura da cabina seja tal que impossibilite o cumprimento desse requisito; neste caso, não é exigido nenhum outro dispositivo para visão indireta.

3.8. Sob reserva do cumprimento dos requisitos constantes dos pontos 3.5, 3.6 e 3.7, os espelhos podem ficar salientes em relação à largura máxima admissível dos veículos.

4. Regulagens

4.1. O espelho interno deve ser regulável pelo condutor na sua posição de condução.

4.2. O espelho externo colocado do lado do condutor deve ser regulável do interior do veículo com a porta fechada, embora a janela possa estar aberta. O bloqueamento numa dada posição pode, todavia, ser efetuado do exterior.

4.3. Os espelhos externos que, depois de terem sido rebatidos sob o efeito de uma pancada, possam ser repostos em posição sem regulagem não são abrangidos pelos requisitos previstos no ponto 4.2.

5. Campos de visão

5.1. Espelhos retrovisores internos (classe I)

O campo de visão deve ser tal que permita ao condutor ver, pelo menos, uma área de estrada plana e horizontal com 20 metros de largura, centrada com o plano vertical, longitudinal e médio do veículo, estendendo-se de 60 metros à retaguarda dos pontos oculares do condutor (figura 6) até à linha do horizonte.

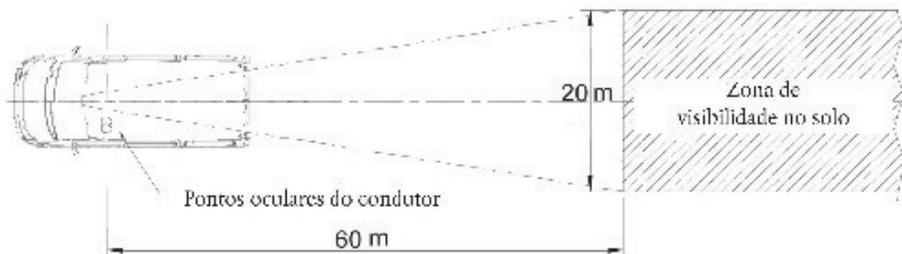


Figura 6: Campo de visão correspondente a espelhos da classe I

5.2. Espelhos retrovisores externos principais (classe II)

5.2.1. Espelho retrovisor externo do lado do condutor

O campo de visão deve ser tal que permita ao condutor ver, pelo menos, uma área de estrada plana e horizontal com 5 m de largura, limitada por um plano paralelo ao plano vertical, longitudinal e médio que passa pelo ponto externo mais saliente do veículo do lado do condutor, estendendo-se de 30 m à retaguarda dos pontos oculares do condutor até ao horizonte. Além disso, o condutor deve poder ter visibilidade sobre uma área de estrada com 1 m de largura, limitada por um plano paralelo ao plano vertical, longitudinal e médio que passa pelo ponto externo mais saliente do veículo e que começa a partir de um ponto situado 4 m à retaguarda do plano vertical que passa pelos pontos oculares do condutor (ver figura 7).

5.2.2. Espelho retrovisor externo do lado do passageiro

O campo de visão deve ser tal que permita ao condutor ver, pelo menos, uma área de estrada plana e horizontal com 5 m de largura, limitada, do lado do passageiro, por um plano paralelo ao plano vertical, longitudinal e médio que passa pelo ponto externo mais saliente do veículo do lado do passageiro, estendendo-se de 30 m à retaguarda dos pontos oculares do condutor até ao horizonte. Além disso, o condutor deve poder ter visibilidade sobre uma área de estrada com 1 m de largura, limitada por um plano paralelo ao plano vertical, longitudinal e médio que passa pelo ponto externo mais saliente do veículo e que começa a partir de um ponto situado 4 m à retaguarda do plano vertical que passa pelos pontos oculares do condutor (ver figura 7).

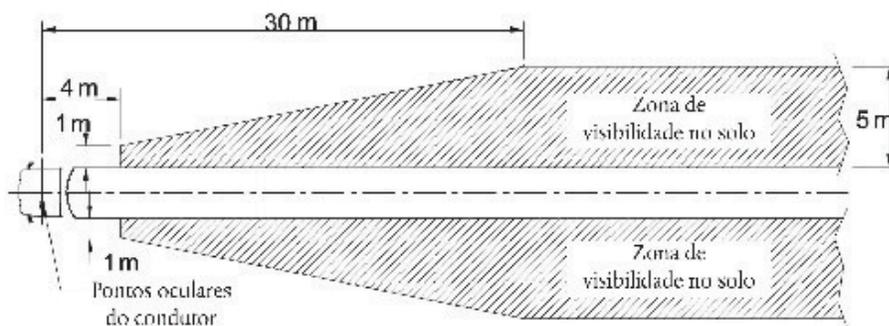


Figura 7: Campo de visão correspondente a espelhos da classe II

5.3. Espelhos retrovisores externos principais (classe III)

5.3.1. Espelho retrovisor externo do lado do condutor

O campo de visão deve ser tal que permita ao condutor ver, pelo menos, uma área de estrada plana e horizontal com 4 m de largura, limitada por um plano paralelo ao plano vertical, longitudinal e médio que passa pelo ponto externo mais saliente do veículo do lado do condutor, estendendo-se de 20 m à retaguarda dos pontos oculares do condutor até ao horizonte. Além disso, o condutor deve poder ter visibilidade sobre uma área de estrada com 1 m de largura, limitada por um plano paralelo ao plano vertical, longitudinal e médio que passa pelo ponto externo mais saliente do veículo e que começa a partir de um ponto situado 4 m à retaguarda do plano vertical que passa pelos pontos oculares do condutor (ver figura 8).

5.3.2. Espelho retrovisor exterior do lado do passageiro

O campo de visão deve ser tal que permita ao condutor ver, pelo menos, uma área de estrada plana e horizontal com 4 m de largura, limitada por um plano paralelo ao plano vertical, longitudinal e médio que passa pelo ponto externo mais saliente do veículo do lado do passageiro, estendendo-se de 20 m à retaguarda dos pontos oculares do condutor até ao horizonte. Além disso, o condutor deve poder ter visibilidade sobre uma área de estrada com 1 m de largura, limitada por um plano paralelo ao plano vertical, longitudinal e médio que passa pelo ponto externo mais saliente do veículo e que começa a partir de um ponto situado 4 m à retaguarda do plano vertical que passa pelos pontos oculares do condutor (ver figura 8).

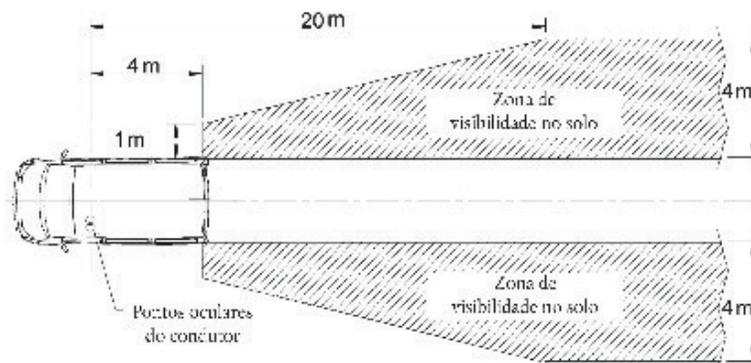


Figura 8: Campo de visão correspondente a espelhos da classe III

5.4. Espelhos externos «grande angular» (classe IV)

5.4.1. Espelho externo «grande angular» do lado do condutor

O campo de visão deve ser tal que permita ao condutor ver, pelo menos, uma área de estrada plana e horizontal com 15 m de largura, limitada por um plano paralelo ao plano vertical, longitudinal e médio do veículo que passa pelo ponto externo e mais saliente do veículo do lado do condutor, estendendo-se de, pelo menos, 10 m até 25 m à retaguarda dos pontos oculares do condutor. Além disso, o condutor deve poder ter visibilidade sobre uma área de estrada com 4,5 m de largura, limitada por um plano paralelo ao plano vertical, longitudinal e médio que passa pelo ponto externo mais saliente do veículo e que começa a partir de um ponto situado 1,5 m à retaguarda do plano vertical que passa pelos pontos oculares do condutor (ver figura 9).

5.4.2. Espelho externo «grande angular» do lado do passageiro

O campo de visão deve ser tal que permita ao condutor ver, pelo menos, uma área de estrada plana e horizontal de 15 m de largura, limitada por um plano paralelo ao plano vertical, longitudinal e médio do veículo e que passa pelo ponto externo mais saliente do veículo do lado do passageiro e estendendo-se de, pelo menos, 10 m até 25 m à retaguarda dos pontos oculares do condutor. Além disso, o condutor deve poder ter visibilidade sobre uma área de estrada com 4,5 m de largura, limitada por um plano paralelo ao plano vertical, longitudinal e médio que passa pelo ponto externo mais saliente do veículo e que começa a partir de um ponto situado 1,5 m à retaguarda do plano vertical que passa pelos pontos oculares do condutor (ver figura 9).

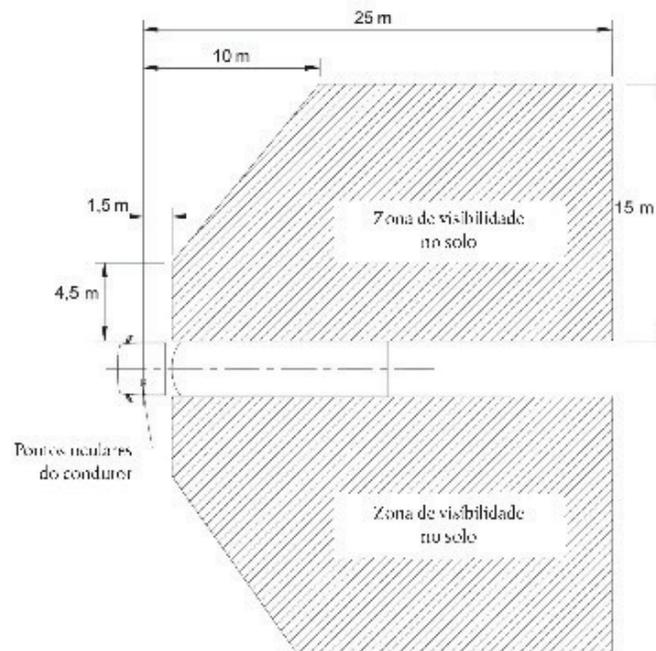


Figura 9: Campo de visão correspondente a espelhos grande angular da classe IV

5.5. Espelhos externos “de aproximação” (classe V)

O campo de visão deve ser tal que o condutor possa ver, do lado externo do veículo, uma área de estrada plana e horizontal delimitada pelos seguintes planos verticais (ver figuras 10a e 10b):

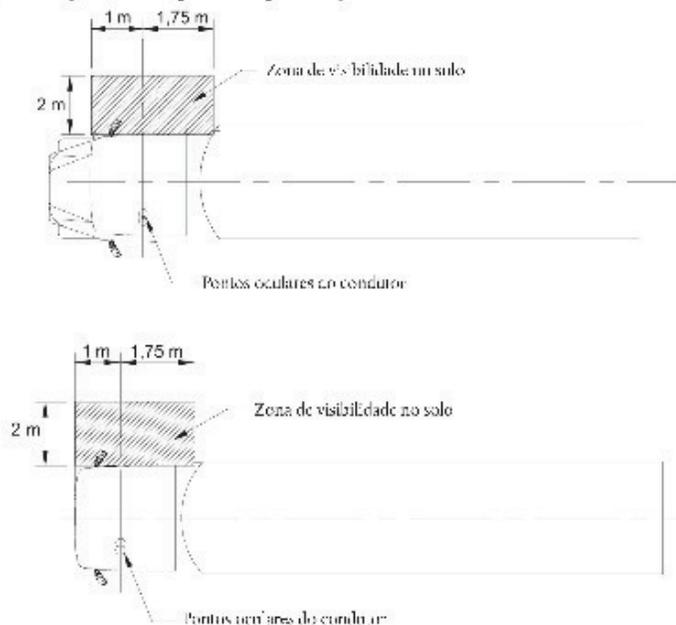
5.5.1. Pelo plano paralelo ao plano vertical, longitudinal e médio do veículo que passa pelo ponto externo mais saliente da cabina do veículo do lado do passageiro;

5.5.2. Na direção transversal, pelo plano paralelo que passa à distância de 2 m à frente do plano mencionado no ponto 5.5.1;

5.5.3. Na retaguarda, pelo plano paralelo ao plano vertical que passa pelos pontos oculares do condutor e situado 1,75 m à retaguarda deste último plano;

5.5.4. Na dianteira, pelo plano paralelo ao plano vertical que passa pelos pontos oculares do condutor e se situa 1 m à frente deste último plano. Se o plano transversal e vertical que passa pelo bordo de ataque do pára-choque do veículo estiver situado a menos de 1 m à frente do plano vertical que passa pelos pontos oculares do condutor, o campo de visão deverá ser limitado a este plano.

5.5.5. No caso do campo de visão descrito na figura 10a e 10b poder ser compreendido através da combinação do campo de visão de um espelho grande angular da classe IV e do de um espelho frontal da classe VI, a instalação de um espelho de aproximação da classe V não é necessária.



Figuras 10a e 10b: Campo de visão correspondente a espelhos de aproximação da classe V

5.6. Espelhos frontais (classe VI)

5.6.1. O campo de visão deve ser tal que permita ao condutor ver, pelo menos, uma área horizontal e plana de estrada, delimitada por:

- um plano transversal e vertical que passa pelo ponto externo mais saliente da cabine do veículo,
- um plano transversal e vertical situado 2.000 mm à frente do veículo,
- um plano vertical e longitudinal paralelo ao plano vertical, longitudinal e médio que passa pelo lado externo mais saliente do veículo do lado do condutor, e
- um plano vertical longitudinal paralelo ao plano vertical, longitudinal e médio situado a 2.000 mm do lado externo mais saliente do veículo e oposto ao lado do condutor.

A frente deste campo de visão oposto ao lado do condutor poderá ser arredondada com um raio de 2.000 mm (ver figura 11).

Se os veículos dessas categorias com outras características de construção relativas à carroceria não puderem preencher os requisitos utilizando um espelho frontal, poderá ser utilizado um dispositivo do tipo câmera-monitor. Se nenhuma destas opções proporcionar o campo de visão adequado, poderá ser utilizado outro dispositivo para visão indireta. Este dispositivo, se instalado, deverá ser capaz de detectar um objeto de 50 cm de altura, com um diâmetro de 30 cm, dentro do campo de visão definido na figura 11.

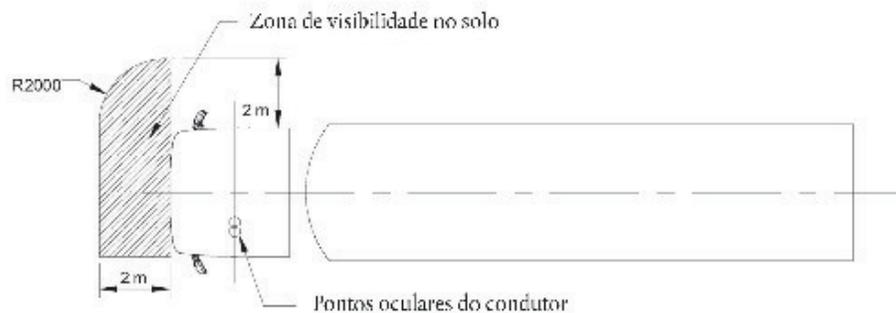


Figura 11: Campo de visão correspondente a espelhos frontais da classe VI

5.7. No caso de espelhos compostos por várias superfícies refletoras que possuem ou uma curvatura diferente ou formam entre si um ângulo, pelo menos uma das superfícies refletoras deve permitir obter o campo de visão e ter as dimensões (ver o ponto 2.2.2 do anexo II) prescritas para a classe à qual pertencem.

5.8. Obstruções

5.8.1. Espelhos retrovisores internos (classe I)

O campo de visão poderá ser reduzido devido à presença de apoios de cabeça e de dispositivos tais como pára-sóis, limpador do vidro traseiro, elementos de aquecimento e luz de freio elevada, ou por componentes da carroceria, como colunas das janelas das portas traseiras com dois batentes, desde que não encubram mais de 15 % do campo de visão prescrito, quando projetados sobre um plano vertical e perpendicular ao plano longitudinal e médio do veículo. O grau de obstrução será medido com os apoios de cabeça na sua posição mais baixa possível e com os pára-sóis totalmente levantados.

5.8.2. Espelhos externos (classes II, III, IV, V e VI)

Nos campos de visão acima prescritos, obstruções devidas à presença de dispositivos tais como maçanetas, lanternas delimitadoras, lanternas de identificação, lanternas indicadoras de direção, extremidades do pára-choque traseiro, limpador do vidro traseiro e elementos de aquecimento, são autorizadas; desde que o conjunto desses dispositivos não encubram mais do que 15% do campo de visão prescrito.

5.9. Método de ensaio

O campo de visão será determinado pela colocação de fontes luminosas potentes nos pontos oculares e por exame da luz refletida num painel vertical de controle. Podem ser utilizados outros métodos equivalentes.

Dispositivos para visão indireta que não sejam espelhos

6. Um dispositivo para visão indireta deve ter um comportamento funcional de forma que um objeto crítico possa ser observado no âmbito do campo de visão descrito, tendo em conta a percepção crítica.

7. A obstrução da visão direta do condutor causada pela instalação de um dispositivo para visão indireta deverá ser limitada ao mínimo.

8. Para determinação da distância de detecção, no caso de dispositivos de tipo câmara-monitor para visão indireta, será aplicado o procedimento definido no apêndice do presente anexo.

9. Requisitos de instalação para o monitor

A direção de visualização do monitor deverá ser aproximadamente a mesma direção do espelho principal.

10. Os veículos das categorias M2 e M3 e os veículos completos ou completados das categorias N2 > 7,5 t e N3 com uma carroçaria especial para recolha de resíduos domésticos podem incorporar na retaguarda da carroçaria um dispositivo para visão indireta que não seja um espelho a fim de garantir o seguinte campo de visão:

10.1. O campo de visão (figura 12) deve ser tal que permita ao condutor ver, pelo menos, uma área horizontal e plana de estrada, delimitada por:

— um plano vertical alinhado pelo ponto extremo da retaguarda do veículo completo e perpendicular ao plano longitudinal vertical médio do veículo,

— um plano vertical paralelo ao plano anterior e situado a uma distância de 2.000 mm deste (em relação à retaguarda do veículo),

— dois planos longitudinais verticais paralelos ao plano longitudinal vertical médio do veículo, e passando pelos pontos extremos de ambos os lados do veículo.

10.2. Se os veículos destas categorias não puderem preencher os requisitos previstos no ponto 10.1 mediante a utilização de um dispositivo do tipo câmara-monitor, podem ser utilizados outros dispositivos para visão indireta. Neste caso, o dispositivo, se instalado, deverá permitir detectar um objeto de 50 cm de altura e 30 cm de diâmetro dentro do campo de visão definido no ponto 10.1.

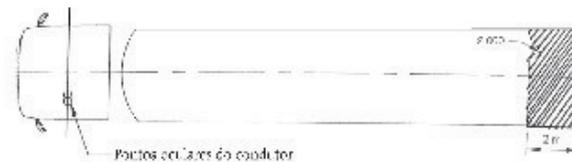


Figura 12: Campo de visão dos dispositivos para visão indireta instalados à retaguarda

Apêndice

Cálculo da distância de detecção

1. DISPOSITIVO PARA VISÃO INDIRETA DO TIPO CÂMERA-MONITOR

1.1. Limiar de resolução da câmara

O limiar de resolução de uma câmara é definido pela seguinte fórmula:

$$\omega_c = 60 \frac{\beta_c}{2N_c}$$

sendo:

ω_c : o limiar de resolução da câmara (minutos de arco),

β_c : o ângulo de visão da câmara ($^\circ$),

N_c : o número de linhas vídeo da câmara (#).

O fabricante deverá fornecer os valores para β_c e N_c .

1.2. Determinação da distância de visualização crítica do monitor

Para um monitor com determinadas dimensões e propriedades, pode ser calculada a distância até ao monitor, no âmbito da qual a distância de detecção depende apenas do comportamento funcional da câmara. Esta distância de visualização crítica $r_{m,c}$ é definida por:

$$r_{m,c} = \frac{H_m}{N_m \cdot 2 \cdot \tan\left(\frac{\omega_{olho}}{2,60}\right)}$$

sendo:

$r_{m,c}$: a distância de visualização crítica (m),

H_m : a altura da imagem do monitor (m),

N_m : o número de linhas vídeo do monitor (-),

ω_{olho} : o limiar de resolução do observador (minutos de arco).

O número 60 é utilizado para conversão de minutos de arco em graus.

O fabricante fornecerá os valores de H_m e N_m .

$\omega_{olho} = 1$

1.3. Cálculo da distância de detecção

1.3.1. Distância de detecção máxima no âmbito da distância de visualização crítica. Quando, devido à instalação, a distância olhos-monitor for menor que a distância de visualização crítica, a distância de detecção máxima atingível deverá ser definida pela seguinte fórmula:

$$r_d = \frac{D_o}{\tan\left(\frac{f \cdot \omega_c}{60}\right)} = \frac{D_o}{\tan\left(\frac{f \cdot \beta_c}{2 \cdot N_c}\right)}$$

sendo:

r_d : a distância de detecção (m),

D_o : o diâmetro do objeto (m),

f : o fator de multiplicação do limiar

ω_c , β_c e N_c em conformidade com o ponto 1.1

$D_o = 0,8$ m

$f = 8$

1.3.2. Distância de detecção maior que a distância de visualização crítica. Quando, devido à instalação, a distância olhos-monitor for maior que a distância de visualização crítica, a distância de detecção máxima atingível deverá ser definida pela seguinte fórmula:

$$r_d = \frac{D_c}{\tan \left[\frac{f \cdot \beta_c}{2N_c} + \frac{N_m}{0,01524 \cdot D_m} \cdot r_m \cdot \tan \left(\frac{\omega_{\text{olho}}}{60} \right) \right]}$$

sendo:

r_m : a distância de visualização do monitor (m),

D_m : a diagonal da tela do monitor (polegadas),

N_m : o número de linhas do monitor (-),

β_c e N_c em conformidade com o ponto 1.1.

N_m e ω_{olho} em conformidade com o ponto 1.2

2. Requisitos funcionais secundários

Com base nas condições de instalação, deverá ser efetuada uma verificação para detectar se o dispositivo completo continua ainda a cumprir os requisitos funcionais enumerados no Anexo II, e especialmente no tocante à correção dos reflexos e a luminância máxima e mínima do monitor. Deverá também se determinar o grau a que a correção dos reflexos será resolvida e o ângulo sob o qual a luz solar poderá incidir sobre um monitor e comparar-se-ão estes valores com os resultados das medições correspondentes provenientes das medições do sistema.

Isto poderá ser realizado por base ou um modelo gerado através de CAD, uma determinação dos ângulos de luz do dispositivo quando montado no veículo em questão ou medições pertinentes realizadas no veículo em questão em conformidade com o ponto 3.2 da parte B do anexo II.

1.3.2. Distância de detecção maior que a distância de visualização crítica. Quando, devido à instalação, a distância olhos-monitor for maior que a distância de visualização crítica, a distância de detecção máxima atingível deverá ser definida pela seguinte fórmula:

$$r_d = \frac{D_c}{\tan \left[\frac{f \cdot \beta_c}{2N_c} + \frac{N_m}{0,01524 \cdot D_m} \cdot r_m \cdot \tan \left(\frac{\omega_{\text{olho}}}{60} \right) \right]}$$

sendo:

r_m : a distância de visualização do monitor (m),

D_m : a diagonal da tela do monitor (polegadas),

N_m : o número de linhas do monitor (-),

β_c e N_c em conformidade com o ponto 1.1.

N_m e ω_{olho} em conformidade com o ponto 1.2

2. Requisitos funcionais secundários

Com base nas condições de instalação, deverá ser efetuada uma verificação para detectar se o dispositivo completo continua ainda a cumprir os requisitos funcionais enumerados no Anexo II, e especialmente no tocante à correção dos reflexos e a luminância máxima e mínima do monitor. Deverá também se determinar o grau a que a correção dos reflexos será resolvida e o ângulo sob o qual a luz solar poderá incidir sobre um monitor e comparar-se-ão estes valores com os resultados das medições correspondentes provenientes das medições do sistema.

Isto poderá ser realizado por base ou um modelo gerado através de CAD, uma determinação dos ângulos de luz do dispositivo quando montado no veículo em questão ou medições pertinentes realizadas no veículo em questão em conformidade com o ponto 3.2 da parte B do anexo II.

1.3.2. Distância de detecção maior que a distância de visualização crítica. Quando, devido à instalação, a distância olhos-monitor for maior que a distância de visualização crítica, a distância de detecção máxima atingível deverá ser definida pela seguinte fórmula:

$$r_d = \frac{D_c}{\tan \left[\frac{f \cdot \beta_c}{2N_c} + \frac{N_m}{0,01524 \cdot D_m} \cdot r_m \cdot \tan \left(\frac{\omega_{\text{olho}}}{60} \right) \right]}$$

sendo:

r_m : a distância de visualização do monitor (m),

D_m : a diagonal da tela do monitor (polegadas),

N_m : o número de linhas do monitor (-),

β_c e N_c em conformidade com o ponto 1.1.

N_m e ω_{olho} em conformidade com o ponto 1.2

2. Requisitos funcionais secundários

Com base nas condições de instalação, deverá ser efetuada uma verificação para detectar se o dispositivo completo continua ainda a cumprir os requisitos funcionais enumerados no Anexo II, e especialmente no tocante à correção dos reflexos e a luminância máxima e mínima do monitor. Deverá também se determinar o grau a que a correção dos reflexos será resolvida e o ângulo sob o qual a luz solar poderá incidir sobre um monitor e comparar-se-ão estes valores com os resultados das medições correspondentes provenientes das medições do sistema.

Isto poderá ser realizado por base ou um modelo gerado através de CAD, uma determinação dos ângulos de luz do dispositivo quando montado no veículo em questão ou medições pertinentes realizadas no veículo em questão em conformidade com o ponto 3.2 da parte B do anexo II.

5.8.2. Espelhos externos (classes II, III, IV, V e VI)

Nos campos de visão acima prescritos, obstruções devidas à presença de dispositivos tais como maçanetas, lanternas delimitadoras, lanternas de identificação, lanternas indicadoras de direção, extremidades do pára-choque traseiro, limpador do vidro traseiro e elementos de aquecimento, são autorizadas; desde que o conjunto desses dispositivos não encubram mais do que 15% do campo de visão prescrito.

5.9. Método de ensaio

O campo de visão será determinado pela colocação de fontes luminosas potentes nos pontos oculares e por exame da luz refletida num painel vertical de controle. Podem ser utilizados outros métodos equivalentes.

Dispositivos para visão indireta que não sejam espelhos

6. Um dispositivo para visão indireta deve ter um comportamento funcional de forma que um objeto crítico possa ser observado no âmbito do campo de visão descrito, tendo em conta a percepção crítica.

7. A obstrução da visão direta do condutor causada pela instalação de um dispositivo para visão indireta deverá ser limitada ao mínimo.

8. Para determinação da distância de detecção, no caso de dispositivos de tipo câmara-monitor para visão indireta, será aplicado o procedimento definido no apêndice do presente anexo.

9. Requisitos de instalação para o monitor

A direção de visualização do monitor deverá ser aproximadamente a mesma direção do espelho principal.

10. Os veículos das categorias M2 e M3 e os veículos completos ou completados das categorias N2 > 7,5 t e N3 com uma carroçaria especial para recolha de resíduos domésticos podem incorporar na retaguarda da carroçaria um dispositivo para visão indireta que não seja um espelho a fim de garantir o seguinte campo de visão:

10.1. O campo de visão (figura 12) deve ser tal que permita ao condutor ver, pelo menos, uma área horizontal e plana de estrada, delimitada por:

— um plano vertical alinhado pelo ponto extremo da retaguarda do veículo completo e perpendicular ao plano longitudinal vertical médio do veículo,

— um plano vertical paralelo ao plano anterior e situado a uma distância de 2.000 mm deste (em relação à retaguarda do veículo),

— dois planos longitudinais verticais paralelos ao plano longitudinal vertical médio do veículo, e passando pelos pontos extremos de ambos os lados do veículo.

Anexo C – Datasheet PA 30% GF (Lanxess)

DATA SHEET

LANXESS
Engineering. Chemistry.

Durethan BKV 30 G H2.0 900051

PA 6, injection molding grade, 30 % glass fibers, better surface finish and resistance to alcoholic calciumchloride-solution than BKV 30 H2.0, heat-stabilized, good UV stability

ISO Shortname: ISO 1874-PA 6,MHR,14-100,GF30

Property	Test Condition	Unit	Standard	Value d.a.m.	cod.
Rheological properties					
Molding shrinkage, parallel	150x105x3; 280 °C / MT 80 °C; 500 bar	%	acc. ISO 2577	0.2	
Molding shrinkage, normal	150x105x3; 280 °C / MT 80 °C; 500 bar	%	acc. ISO 2577	0.74	
Post- shrinkage, parallel	150x105x3; 120 °C; 4 h	%	acc. ISO 2577	0.04	
Post- shrinkage, normal	150x105x3; 120 °C; 4 h	%	acc. ISO 2577	0.16	
C Molding shrinkage, parallel	60x60x2; 280 °C / MT 80 °C; 600 bar	%	ISO 294-4	0.27	
C Molding shrinkage, normal	60x60x2; 280 °C / MT 80 °C; 600 bar	%	ISO 294-4	0.58	
Post- shrinkage, parallel	60x60x2; 120 °C; 4 h	%	ISO 294-4	0.06	
Post- shrinkage, normal	60x60x2; 120 °C; 4 h	%	ISO 294-4	0.16	
Mechanical properties (23 °C/50 % r. h.)					
C Tensile modulus	1 mm/min	MPa	ISO 527-1,-2	9500	6200
C Stress at break	5 mm/min	MPa	ISO 527-1,-2	180	110
C Strain at break	5 mm/min	%	ISO 527-1,-2	3.0	7.0
C Charpy impact strength	23 °C	kJ/m ²	ISO 179-1eU	75	75
C Charpy impact strength	-30 °C	kJ/m ²	ISO 179-1eU	60	60
C Charpy notched impact strength	23 °C	kJ/m ²	ISO 179-1eA	10	13
C Charpy notched impact strength	-30 °C	kJ/m ²	ISO 179-1eA	< 10	< 10
Charpy notched impact strength	-40 °C	kJ/m ²	ISO 179-1eA	< 10	< 10
Izod impact strength	23 °C	kJ/m ²	ISO 180-1U	65	70
Izod impact strength	-30 °C	kJ/m ²	ISO 180-1U	50	50
Izod notched impact strength	-30 °C	kJ/m ²	ISO 180-1A	< 10	<10
Izod notched impact strength	-40 °C	kJ/m ²	ISO 180-1A	< 10	<10
Flexural modulus	2 mm/min	MPa	ISO 178	8700	5700
Flexural strength	2 mm/min	MPa	ISO 178	250	170
Flexural strain at flexural strength	2 mm/min	%	ISO 178	4.0	6.2
Flexural stress at 3.5 % strain	2 mm/min	MPa	ISO 178		145
C Puncture maximum force	23 °C	N	ISO 6603-2	638	
C Puncture maximum force	-30 °C	N	ISO 6603-2	735	
C Puncture energy	23 °C	J	ISO 6603-2	2.6	
C Puncture energy	-30 °C	J	ISO 6603-2	2.2	
Ball indentation hardness		N/mm ²	ISO 2039-1	230	140
Thermal properties					
C Melting temperature	10 °C/min	°C	ISO 11357-1,-3	221	
C Temperature of deflection under load	1.80 MPa	°C	ISO 75-1,-2	~195	

Page 1 of 3
Edition 06.09.2006



Durethan BKV 30 G H2.0 900051**Disclaimer****Disclaimer for sales products**

This information and our technical advice - whether verbal, in writing or by way of trials - are given in good faith but without warranty, and this also applies where proprietary rights of third parties are involved. Our advice does not release you from the obligation to verify the information currently provided - especially that contained in our safety data and technical information sheets - and to test our products as to their suitability for the intended processes and uses. The application, use and processing of our products and the products manufactured by you on the basis of our technical advice are beyond our control and, therefore, entirely your own responsibility. Our products are sold and our advisory service is given in accordance with the current version of our General Conditions of Sale and Delivery.

Test values

Unless specified to the contrary, the values given have been established on standardized test specimens at room temperature. The figures should be regarded as guide values only and not as binding minimum values. Kindly note that, under certain conditions, the properties can be affected to a considerable extent by the design of the mould/die, the processing conditions and the colouring.

Processing note

Under the recommended processing conditions small quantities of decomposition product may be given off during processing. To preclude any risk to the health and well-being of the machine operatives, tolerance limits for the work environment must be ensured by the provision of efficient exhaust ventilation and fresh air at the workplace in accordance with the Safety Data Sheet. In order to prevent the partial decomposition of the polymer and the generation of volatile decomposition products, the prescribed processing temperatures should not be substantially exceeded. Since excessively high temperatures are generally the result of operator error or defects in the heating system, special care and controls are essential in these areas.

Conditioning

Conditioning in accordance with ISO 1110 (70°C; 62% r.H.)

LANXESS DEUTSCHLAND GMBH | D - 51369 LEVERKUSEN

© LANXESS Deutschland GmbH



Anexo D – Datasheet PP 30% GF (Borealis)

02.06.2008 Ed.9



Description

Xmod GD301HP is a 30 % chemically coupled high performance glass fibre reinforced polypropylene compound intended for injection moulding.

This material shows excellent mechanical properties also at elevated temperatures.

Applications

Xmod GD301HP has been developed especially for applications like:

Door module carriers
Fans and shrouds
Air bag housing

Pump housings
Pedal carriers

Special features

Very low thermal expansion

Physical Properties

Property	Typical Value	Test Method
Density	1150 kg/m ³	ISO 1183
Melt Flow Rate (230 °C/2,16 kg)	4 g/10min	ISO 1133
Flexural Modulus (2 mm/min)	6.800 MPa	ISO 178
Flexural Strength	145 MPa	ISO 178
Tensile Modulus (1 mm/min)	8.100 MPa	ISO 527-2
Tensile Strain at Break (50 mm/min)	3 %	ISO 527-2
Tensile Strength (50 mm/min)	108 MPa	ISO 527-2
Heat Deflection Temperature (1,80 MPa)	150 °C	ISO 75-2
Heat Deflection Temperature (0,45 MPa)	152 °C	ISO 75-2
Vicat softening temperature (50 N)	138 °C	ISO 306
Charpy Impact Strength, notched (23 °C)	9,5 kJ/m ²	ISO 179/1eA
Charpy Impact Strength, notched (-20 °C)	8,5 kJ/m ²	ISO 179/1eA
Charpy Impact Strength, unnotched (23 °C)	47 kJ/m ²	ISO 179/1eU
Charpy Impact Strength, unnotched (-20 °C)	44 kJ/m ²	ISO 179/1eU
Izod Impact Strength, notched (23 °C)	9 kJ/m ²	ISO 180/1A
Izod Impact Strength, notched (-20 °C)	8 kJ/m ²	ISO 180/1A

Values determined on standard injection moulded specimens conditioned at 23°C and 50% relative humidity after at least 96 hours storage time.

Xmod is a trademark of Borealis A/S, Denmark.

Borealis AG | Wagramerstrasse 17-19 | 1220 Vienna | Austria
Telephone +43 1 224 00 0 | Fax +43 1 22 400 333
FN 269958a | OCG Commercial Court of Vienna | Website www.borealisgroup.com





Polypropylene Xmod GD301HP

Application Related Tests

Property	Typical Value <small>Data should not be used for specification work</small>	Test Method
Average process Shrinkage (In flow, 150x80x2 mm) ¹	0,2 %	Borealis Method
Average process Shrinkage (cross flow, 150x80x2 mm) ¹	1 %	Borealis Method

¹ VALUES MAY ONLY BE USED AS INDICATION, AND SHOULD NOT BE USED DIRECTLY IN MOULD DESIGN WITHOUT PRIOR VALIDATION

Processing Techniques

The actual conditions will depend on the type of equipment used.

Injection Moulding

This product is easy to process with standard injection moulding machines. Following parameters should be used as guidelines:

Feeding temperature	40 - 80 °C
Mass temperature	230 - 260 °C
Back pressure	As low as possible
Holding pressure	30 - 60 MPa
Mould temperature	30 - 50 °C
Screw speed	Low to medium
Flow front speed	100 - 200 mm/s

Storage

Xmod GD301HP should be stored in dry conditions at temperatures below 50°C and protected from UV-light. Improper storage can initiate degradation, which results in odour generation and colour changes and can have negative effects on the physical properties of this product.

Safety

The product is not classified as a dangerous preparation.

Please see our Safety Data Sheet for details on various aspects of safety of the product, for more information contact your Borealis representative.

Recycling

The product is suitable for recycling using modern methods of shredding and cleaning. In-house production waste should be kept clean to facilitate direct recycling.

Please see our Safety Data Sheet for details on various aspects of recovery and disposal of the product.



Polypropylene
Xmod GD301HP

Disclaimer

The product(s) mentioned herein are not intended to be used for medical, pharmaceutical or healthcare applications and we do not support their use for such applications.

To the best of our knowledge, the information contained herein is accurate and reliable as of the date of publication, however we do not assume any liability whatsoever for the accuracy and completeness of such information.

Borealis makes no warranties which extend beyond the description contained herein. Nothing herein shall constitute any warranty of merchantability or fitness for a particular purpose.

It is the customer's responsibility to inspect and test our products in order to satisfy itself as to the suitability of the products for the customer's particular purpose. The customer is responsible for the appropriate, safe and legal use, processing and handling of our products.

No liability can be accepted in respect of the use of Borealis' products in conjunction with other materials. The information contained herein relates exclusively to our products when not used in conjunction with any third party materials.

Anexo F – Ficha técnica Metagal: parâmetros de injeção material proposto.

Cod. Componente.		Mat. Prima.	Qtd.		Descrição:			Seq.:																																																																																																																																																																																																													
CP20T42/4302		Nylon	LD 269 g e LE 263 g		PP GD301HP (BOREALIS)																																																																																																																																																																																																																
Desc. Componente.		Item	C.Custo	Grupo Mq.	Pps. Pih	Temp. Total Ciclo	Elem.	Cav.																																																																																																																																																																																																													
BASE DO FOX GP LDLE		10	540800	H70	78	91,5 seg	1,05	2																																																																																																																																																																																																													
1- Funcionamento.: AUTOMATICO ROBO					2- Hidratar.: NAO																																																																																																																																																																																																																
Abertura / Fechamento				Extração																																																																																																																																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Fechar</th> <th>Posição (mm)</th> <th>Pressão (bar)</th> <th>Tol.</th> <th>Veloc. (%)</th> <th>Tol.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3- Fechamento 1.:</td> <td></td> <td>45 ± 10</td> <td></td> <td>35 ± 10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4- Fechamento 2.:</td> <td>500</td> <td>40 ± 10</td> <td></td> <td>30 ± 10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5- Fechamento 3.:</td> <td>450</td> <td>30 ± 10</td> <td></td> <td>15 ± 10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6- Proteção.:</td> <td>380</td> <td>30 ± 10</td> <td></td> <td>40 ± 10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7- Alta Pressão.:</td> <td>7</td> <td>140 ± 10</td> <td></td> <td>50 ± 10</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Abrir</td> <td>Posição (mm)</td> <td>Pressão (bar)</td> <td>Tol.</td> <td>Veloc. (%)</td> <td>Tol.</td> </tr> <tr> <td>8- Abertura 1.:</td> <td></td> <td>30 ± 10</td> <td></td> <td>15 ± 10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>9- Abertura 2.:</td> <td>150</td> <td>35 ± 10</td> <td></td> <td>15 ± 10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10- Abertura 3.:</td> <td>170</td> <td>30 ± 10</td> <td></td> <td>20 ± 10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11- Abertura 4.:</td> <td>400</td> <td>30 ± 10</td> <td></td> <td>20 ± 10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>12- Abertura 5.:</td> <td>500</td> <td>30 ± 10</td> <td></td> <td>15 ± 10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>13- Fim da Abert.:</td> <td>620</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>14- Tempo de Restriamento.:</td> <td>51</td> <td></td> <td></td> <td>± 1seg</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Fechar	Posição (mm)	Pressão (bar)	Tol.	Veloc. (%)	Tol.	3- Fechamento 1.:		45 ± 10		35 ± 10		4- Fechamento 2.:	500	40 ± 10		30 ± 10		5- Fechamento 3.:	450	30 ± 10		15 ± 10		6- Proteção.:	380	30 ± 10		40 ± 10		7- Alta Pressão.:	7	140 ± 10		50 ± 10		Abrir		Posição (mm)	Pressão (bar)	Tol.	Veloc. (%)	Tol.	8- Abertura 1.:		30 ± 10		15 ± 10		9- Abertura 2.:	150	35 ± 10		15 ± 10		10- Abertura 3.:	170	30 ± 10		20 ± 10		11- Abertura 4.:	400	30 ± 10		20 ± 10		12- Abertura 5.:	500	30 ± 10		15 ± 10		13- Fim da Abert.:	620					14- Tempo de Restriamento.:	51			± 1seg		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Modo de extração</th> <th colspan="2"><input type="checkbox"/> Não</th> <th colspan="2"><input type="checkbox"/> Pausa</th> <th colspan="2"><input checked="" type="checkbox"/> N°</th> <th colspan="2"><input type="checkbox"/> Vbr.</th> </tr> <tr> <th colspan="10">40- Nº Extração 1</th> </tr> <tr> <th>Extração</th> <th>Posição (mm)</th> <th>Pressão (bar)</th> <th>Tol.</th> <th>Veloc. (%)</th> <th>Tol.</th> <th colspan="4">Tempo retar.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>41- Avanço 1.:</td> <td></td> <td>100 ± 10</td> <td></td> <td>20 ± 10</td> <td></td> <td colspan="4">0,5</td> </tr> <tr> <td>42- Avanço 2.:</td> <td>30</td> <td>100 ± 10</td> <td></td> <td>30 ± 10</td> <td></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>43- Final Avanço</td> <td>80</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>44- Recuo 1.:</td> <td></td> <td>5 ± 10</td> <td></td> <td>40 ± 10</td> <td></td> <td colspan="4">0,5</td> </tr> <tr> <td>45- Recuo 2.:</td> <td>20</td> <td>40 ± 10</td> <td></td> <td>40 ± 10</td> <td></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>46- Final Recuo.:</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Sopro</td> <td>Pos. de Atuar</td> <td>Tol.</td> <td>Temp. Retar.</td> <td>Tol.</td> <td>T. de Atua</td> <td>Tol.</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>47- Ar Placa Móvel</td> <td>0</td> <td>± 10</td> <td></td> <td>0</td> <td>± 1</td> <td>0</td> <td>± 1</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>48- Ar Placa fix</td> <td>0</td> <td>± 10</td> <td></td> <td>0</td> <td>± 1</td> <td>0</td> <td>± 1</td> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table>					Modo de extração		<input type="checkbox"/> Não		<input type="checkbox"/> Pausa		<input checked="" type="checkbox"/> N°		<input type="checkbox"/> Vbr.		40- Nº Extração 1										Extração	Posição (mm)	Pressão (bar)	Tol.	Veloc. (%)	Tol.	Tempo retar.				41- Avanço 1.:		100 ± 10		20 ± 10		0,5				42- Avanço 2.:	30	100 ± 10		30 ± 10						43- Final Avanço	80									44- Recuo 1.:		5 ± 10		40 ± 10		0,5				45- Recuo 2.:	20	40 ± 10		40 ± 10						46- Final Recuo.:	1									Sopro		Pos. de Atuar	Tol.	Temp. Retar.	Tol.	T. de Atua	Tol.			47- Ar Placa Móvel	0	± 10		0	± 1	0	± 1			48- Ar Placa fix	0	± 10		0	± 1	0	± 1		
Fechar	Posição (mm)	Pressão (bar)	Tol.	Veloc. (%)	Tol.																																																																																																																																																																																																																
3- Fechamento 1.:		45 ± 10		35 ± 10																																																																																																																																																																																																																	
4- Fechamento 2.:	500	40 ± 10		30 ± 10																																																																																																																																																																																																																	
5- Fechamento 3.:	450	30 ± 10		15 ± 10																																																																																																																																																																																																																	
6- Proteção.:	380	30 ± 10		40 ± 10																																																																																																																																																																																																																	
7- Alta Pressão.:	7	140 ± 10		50 ± 10																																																																																																																																																																																																																	
Abrir		Posição (mm)	Pressão (bar)	Tol.	Veloc. (%)	Tol.																																																																																																																																																																																																															
8- Abertura 1.:		30 ± 10		15 ± 10																																																																																																																																																																																																																	
9- Abertura 2.:	150	35 ± 10		15 ± 10																																																																																																																																																																																																																	
10- Abertura 3.:	170	30 ± 10		20 ± 10																																																																																																																																																																																																																	
11- Abertura 4.:	400	30 ± 10		20 ± 10																																																																																																																																																																																																																	
12- Abertura 5.:	500	30 ± 10		15 ± 10																																																																																																																																																																																																																	
13- Fim da Abert.:	620																																																																																																																																																																																																																				
14- Tempo de Restriamento.:	51			± 1seg																																																																																																																																																																																																																	
Modo de extração		<input type="checkbox"/> Não		<input type="checkbox"/> Pausa		<input checked="" type="checkbox"/> N°		<input type="checkbox"/> Vbr.																																																																																																																																																																																																													
40- Nº Extração 1																																																																																																																																																																																																																					
Extração	Posição (mm)	Pressão (bar)	Tol.	Veloc. (%)	Tol.	Tempo retar.																																																																																																																																																																																																															
41- Avanço 1.:		100 ± 10		20 ± 10		0,5																																																																																																																																																																																																															
42- Avanço 2.:	30	100 ± 10		30 ± 10																																																																																																																																																																																																																	
43- Final Avanço	80																																																																																																																																																																																																																				
44- Recuo 1.:		5 ± 10		40 ± 10		0,5																																																																																																																																																																																																															
45- Recuo 2.:	20	40 ± 10		40 ± 10																																																																																																																																																																																																																	
46- Final Recuo.:	1																																																																																																																																																																																																																				
Sopro		Pos. de Atuar	Tol.	Temp. Retar.	Tol.	T. de Atua	Tol.																																																																																																																																																																																																														
47- Ar Placa Móvel	0	± 10		0	± 1	0	± 1																																																																																																																																																																																																														
48- Ar Placa fix	0	± 10		0	± 1	0	± 1																																																																																																																																																																																																														
Injeção				Dosagem																																																																																																																																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tempo de Injeção.:</th> <th>15</th> <th>1seg</th> <th>Total de Inj.</th> <th>1,5</th> <th>seg</th> </tr> <tr> <th>Injeção</th> <th>Posição (%)</th> <th>Tol.</th> <th>Pressão (bar)</th> <th>Tol.</th> <th>Veloc. (%)</th> <th>Tol.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15- Injeção 1.:</td> <td></td> <td></td> <td>100 ± 5</td> <td></td> <td>95 ± 5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>16- Injeção 2.:</td> <td>110 ± 5</td> <td></td> <td>100 ± 5</td> <td></td> <td>99 ± 5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>17- Injeção 3.:</td> <td>100 ± 5</td> <td></td> <td>100 ± 5</td> <td></td> <td>99 ± 5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>18- Injeção 4.:</td> <td>80 ± 5</td> <td></td> <td>100 ± 5</td> <td></td> <td>99 ± 5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>19- Injeção 5.:</td> <td>80 ± 5</td> <td></td> <td>100 ± 5</td> <td></td> <td>95 ± 5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>20- Injeção 6.:</td> <td>50 ± 5</td> <td></td> <td>100 ± 5</td> <td></td> <td>50 ± 5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>21- Final Injeção.:</td> <td>37 ± 5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Tempo de Injeção.:	15	1seg	Total de Inj.	1,5	seg	Injeção	Posição (%)	Tol.	Pressão (bar)	Tol.	Veloc. (%)	Tol.	15- Injeção 1.:			100 ± 5		95 ± 5		16- Injeção 2.:	110 ± 5		100 ± 5		99 ± 5		17- Injeção 3.:	100 ± 5		100 ± 5		99 ± 5		18- Injeção 4.:	80 ± 5		100 ± 5		99 ± 5		19- Injeção 5.:	80 ± 5		100 ± 5		95 ± 5		20- Injeção 6.:	50 ± 5		100 ± 5		50 ± 5		21- Final Injeção.:	37 ± 5						<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dosagem</th> <th>Posição %</th> <th>Tol.</th> <th>Pressão (bar)</th> <th>Tol.</th> <th>Veloc. (%)</th> <th>Tol.</th> <th>Contra Pressão</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>49- Dosagem 1.:</td> <td></td> <td></td> <td>120 ± 10</td> <td></td> <td>85 ± 10</td> <td></td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>50- Dosagem 2.:</td> <td>80 ± 5</td> <td></td> <td>120 ± 10</td> <td></td> <td>85 ± 10</td> <td></td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>51- Dosagem 3.:</td> <td>± 5</td> <td></td> <td>± 10</td> <td></td> <td>± 10</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>52- Dosagem 4.:</td> <td>± 5</td> <td></td> <td>± 10</td> <td></td> <td>± 10</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>53- Dosagem 5.:</td> <td>± 5</td> <td></td> <td>± 10</td> <td></td> <td>± 10</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>54- Fim Dosag.:</td> <td>145 ± 5</td> <td></td> <td>± 10</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Descomp.</td> <td>Posição</td> <td>Tol.</td> <td>Pressão (bar)</td> <td>Tol.</td> <td>Veloc. (%)</td> <td>Tol.</td> <td>Tempo</td> </tr> <tr> <td>55- Descomp.:</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>56- Descomp.:</td> <td>5 ± 1</td> <td></td> <td>10 ± 10</td> <td></td> <td>80 ± 10</td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>57- Atraso Dos.:</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Dosagem	Posição %	Tol.	Pressão (bar)	Tol.	Veloc. (%)	Tol.	Contra Pressão	49- Dosagem 1.:			120 ± 10		85 ± 10		15	50- Dosagem 2.:	80 ± 5		120 ± 10		85 ± 10		15	51- Dosagem 3.:	± 5		± 10		± 10			52- Dosagem 4.:	± 5		± 10		± 10			53- Dosagem 5.:	± 5		± 10		± 10			54- Fim Dosag.:	145 ± 5		± 10					Descomp.		Posição	Tol.	Pressão (bar)	Tol.	Veloc. (%)	Tol.	Tempo	55- Descomp.:									56- Descomp.:	5 ± 1		10 ± 10		80 ± 10		0	57- Atraso Dos.:																																																												
Tempo de Injeção.:	15	1seg	Total de Inj.	1,5	seg																																																																																																																																																																																																																
Injeção	Posição (%)	Tol.	Pressão (bar)	Tol.	Veloc. (%)	Tol.																																																																																																																																																																																																															
15- Injeção 1.:			100 ± 5		95 ± 5																																																																																																																																																																																																																
16- Injeção 2.:	110 ± 5		100 ± 5		99 ± 5																																																																																																																																																																																																																
17- Injeção 3.:	100 ± 5		100 ± 5		99 ± 5																																																																																																																																																																																																																
18- Injeção 4.:	80 ± 5		100 ± 5		99 ± 5																																																																																																																																																																																																																
19- Injeção 5.:	80 ± 5		100 ± 5		95 ± 5																																																																																																																																																																																																																
20- Injeção 6.:	50 ± 5		100 ± 5		50 ± 5																																																																																																																																																																																																																
21- Final Injeção.:	37 ± 5																																																																																																																																																																																																																				
Dosagem	Posição %	Tol.	Pressão (bar)	Tol.	Veloc. (%)	Tol.	Contra Pressão																																																																																																																																																																																																														
49- Dosagem 1.:			120 ± 10		85 ± 10		15																																																																																																																																																																																																														
50- Dosagem 2.:	80 ± 5		120 ± 10		85 ± 10		15																																																																																																																																																																																																														
51- Dosagem 3.:	± 5		± 10		± 10																																																																																																																																																																																																																
52- Dosagem 4.:	± 5		± 10		± 10																																																																																																																																																																																																																
53- Dosagem 5.:	± 5		± 10		± 10																																																																																																																																																																																																																
54- Fim Dosag.:	145 ± 5		± 10																																																																																																																																																																																																																		
Descomp.		Posição	Tol.	Pressão (bar)	Tol.	Veloc. (%)	Tol.	Tempo																																																																																																																																																																																																													
55- Descomp.:																																																																																																																																																																																																																					
56- Descomp.:	5 ± 1		10 ± 10		80 ± 10		0																																																																																																																																																																																																														
57- Atraso Dos.:																																																																																																																																																																																																																					
Modo de Recalque				Ajuste Machos Hidráulicos																																																																																																																																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recalque</th> <th>Pressão (bar)</th> <th>Tol.</th> <th>Veloc. (%)</th> <th>Tol.</th> <th>Tempo (seg)</th> <th>Tol.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>22- Recalque 1.:</td> <td>55 ± 5</td> <td></td> <td>50 ± 5</td> <td></td> <td>3</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>24- Recalque 2.:</td> <td>55 ± 5</td> <td></td> <td>50 ± 5</td> <td></td> <td>3</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>25- Recalque 3.:</td> <td>55 ± 5</td> <td></td> <td>50 ± 5</td> <td></td> <td>3</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>26- Recalque 4.:</td> <td>*** ± 5</td> <td></td> <td>*** ± 5</td> <td></td> <td>***</td> <td>± 1</td> </tr> <tr> <td>27- Recalque 5.:</td> <td>*** ± 5</td> <td></td> <td>*** ± 5</td> <td></td> <td>***</td> <td>± 1</td> </tr> </tbody> </table>				Recalque	Pressão (bar)	Tol.	Veloc. (%)	Tol.	Tempo (seg)	Tol.	22- Recalque 1.:	55 ± 5		50 ± 5		3	± 1	24- Recalque 2.:	55 ± 5		50 ± 5		3	± 1	25- Recalque 3.:	55 ± 5		50 ± 5		3	± 1	26- Recalque 4.:	*** ± 5		*** ± 5		***	± 1	27- Recalque 5.:	*** ± 5		*** ± 5		***	± 1	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Macho</th> <th colspan="2"><input type="checkbox"/> Não</th> <th colspan="2"><input type="checkbox"/> Macho</th> <th colspan="2"><input type="checkbox"/> Rosca</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>58- Função.....:</td> <td>Entrada A</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>59- Função.....:</td> <td>Entrada B</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>60- Função.....:</td> <td>Entrada C</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>61- Função.....:</td> <td>Entrada D</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Macho</td> <td>Pressão (bar)</td> <td>Veloc. (%)</td> <td>Pos. Atuar</td> <td>T. Atuação</td> <td colspan="2">Contra Desr.</td> </tr> <tr> <td>62- Entrada A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>63- Saída A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>64- Entrada B</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>65- Saída B</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>66- Entrada C</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>67- Saída C</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>68- Entrada D</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>69- Saída D</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Macho		<input type="checkbox"/> Não		<input type="checkbox"/> Macho		<input type="checkbox"/> Rosca		58- Função.....:	Entrada A	<input type="checkbox"/>	59- Função.....:	Entrada B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	60- Função.....:	Entrada C	<input type="checkbox"/>	61- Função.....:	Entrada D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Macho		Pressão (bar)	Veloc. (%)	Pos. Atuar	T. Atuação	Contra Desr.		62- Entrada A								63- Saída A								64- Entrada B								65- Saída B								66- Entrada C								67- Saída C								68- Entrada D								69- Saída D																																																																												
Recalque	Pressão (bar)	Tol.	Veloc. (%)	Tol.	Tempo (seg)	Tol.																																																																																																																																																																																																															
22- Recalque 1.:	55 ± 5		50 ± 5		3	± 1																																																																																																																																																																																																															
24- Recalque 2.:	55 ± 5		50 ± 5		3	± 1																																																																																																																																																																																																															
25- Recalque 3.:	55 ± 5		50 ± 5		3	± 1																																																																																																																																																																																																															
26- Recalque 4.:	*** ± 5		*** ± 5		***	± 1																																																																																																																																																																																																															
27- Recalque 5.:	*** ± 5		*** ± 5		***	± 1																																																																																																																																																																																																															
Macho		<input type="checkbox"/> Não		<input type="checkbox"/> Macho		<input type="checkbox"/> Rosca																																																																																																																																																																																																															
58- Função.....:	Entrada A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																														
59- Função.....:	Entrada B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																														
60- Função.....:	Entrada C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																														
61- Função.....:	Entrada D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																														
Macho		Pressão (bar)	Veloc. (%)	Pos. Atuar	T. Atuação	Contra Desr.																																																																																																																																																																																																															
62- Entrada A																																																																																																																																																																																																																					
63- Saída A																																																																																																																																																																																																																					
64- Entrada B																																																																																																																																																																																																																					
65- Saída B																																																																																																																																																																																																																					
66- Entrada C																																																																																																																																																																																																																					
67- Saída C																																																																																																																																																																																																																					
68- Entrada D																																																																																																																																																																																																																					
69- Saída D																																																																																																																																																																																																																					
Bico / Ajuste Molde				Opiões do molde.: CÂMARA QUENTE 01 ZONA																																																																																																																																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Bico</th> <th>Posição (mm)</th> <th>Pressão (bar)</th> <th>Tol.</th> <th>Veloc. (%)</th> <th>Tol.</th> <th>Tempo (seg)</th> <th>Tol.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>28- Avanço Ráp.</td> <td></td> <td>30 ± 10</td> <td></td> <td>20 ± 5</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>29- Avanço Lento</td> <td></td> <td>30 ± 10</td> <td></td> <td>20 ± 5</td> <td></td> <td>0,5 ± 1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>30- Fim do Avanço</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>31- Recuo</td> <td></td> <td>30 ± 10</td> <td></td> <td>20 ± 5</td> <td></td> <td>0 ± 1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>32- Fim de Recuo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Bico	Posição (mm)	Pressão (bar)	Tol.	Veloc. (%)	Tol.	Tempo (seg)	Tol.	28- Avanço Ráp.		30 ± 10		20 ± 5				29- Avanço Lento		30 ± 10		20 ± 5		0,5 ± 1		30- Fim do Avanço								31- Recuo		30 ± 10		20 ± 5		0 ± 1		32- Fim de Recuo								<table border="1"> <tbody> <tr> <td>70- Zona 01.....:</td> <td>280</td> <td>Zona 02.....:</td> <td>280</td> <td>Zona 03.....:</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>71- Zona 04.....:</td> <td>0</td> <td>Zona 05.....:</td> <td>0</td> <td>Zona 06.....:</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>72- Zona 07.....:</td> <td>0</td> <td>Zona 08.....:</td> <td>0</td> <td colspan="2">Tol. De ± 10°C em todas zonas</td> </tr> </tbody> </table>					70- Zona 01.....:	280	Zona 02.....:	280	Zona 03.....:	0	71- Zona 04.....:	0	Zona 05.....:	0	Zona 06.....:	0	72- Zona 07.....:	0	Zona 08.....:	0	Tol. De ± 10°C em todas zonas																																																																																																																																												
Bico	Posição (mm)	Pressão (bar)	Tol.	Veloc. (%)	Tol.	Tempo (seg)	Tol.																																																																																																																																																																																																														
28- Avanço Ráp.		30 ± 10		20 ± 5																																																																																																																																																																																																																	
29- Avanço Lento		30 ± 10		20 ± 5		0,5 ± 1																																																																																																																																																																																																															
30- Fim do Avanço																																																																																																																																																																																																																					
31- Recuo		30 ± 10		20 ± 5		0 ± 1																																																																																																																																																																																																															
32- Fim de Recuo																																																																																																																																																																																																																					
70- Zona 01.....:	280	Zona 02.....:	280	Zona 03.....:	0																																																																																																																																																																																																																
71- Zona 04.....:	0	Zona 05.....:	0	Zona 06.....:	0																																																																																																																																																																																																																
72- Zona 07.....:	0	Zona 08.....:	0	Tol. De ± 10°C em todas zonas																																																																																																																																																																																																																	
Tipos de Refrigeração do Molde:				Aquecimento / Temperatura																																																																																																																																																																																																																	
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>34- Lado Fixo.:</td> <td colspan="7">AQUECEDOR A 80° C NO MACHO E AGUA GELADA NA GAVETA INTERNA</td> </tr> <tr> <td>35- Lado Móvel.:</td> <td colspan="7">AQUECEDOR A 75° C NO MACHO, AQUECEDOR A 80°C NAS GAVETAS E GELADA NA LATERAL REGIÃO DO MIOLO INTERNO DAS NERVURAS.</td> </tr> </tbody> </table>				34- Lado Fixo.:	AQUECEDOR A 80° C NO MACHO E AGUA GELADA NA GAVETA INTERNA							35- Lado Móvel.:	AQUECEDOR A 75° C NO MACHO, AQUECEDOR A 80°C NAS GAVETAS E GELADA NA LATERAL REGIÃO DO MIOLO INTERNO DAS NERVURAS.							<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="10">Temperatura (°C)</th> </tr> <tr> <th>Bico</th> <th>Zona 01</th> <th>Tol.</th> <th>Zona 02</th> <th>Tol.</th> <th>Zona 03</th> <th>Tol.</th> <th>Zona 04</th> <th>Tol.</th> <th>Zona 05</th> <th>Tol.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>36- 245</td> <td>250 ± 15</td> <td></td> <td>250</td> <td>± 15</td> <td>245</td> <td>± 15</td> <td>245</td> <td>± 15</td> <td>210</td> <td>± 15</td> </tr> </tbody> </table>					Temperatura (°C)										Bico	Zona 01	Tol.	Zona 02	Tol.	Zona 03	Tol.	Zona 04	Tol.	Zona 05	Tol.	36- 245	250 ± 15		250	± 15	245	± 15	245	± 15	210	± 15																																																																																																																																																													
34- Lado Fixo.:	AQUECEDOR A 80° C NO MACHO E AGUA GELADA NA GAVETA INTERNA																																																																																																																																																																																																																				
35- Lado Móvel.:	AQUECEDOR A 75° C NO MACHO, AQUECEDOR A 80°C NAS GAVETAS E GELADA NA LATERAL REGIÃO DO MIOLO INTERNO DAS NERVURAS.																																																																																																																																																																																																																				
Temperatura (°C)																																																																																																																																																																																																																					
Bico	Zona 01	Tol.	Zona 02	Tol.	Zona 03	Tol.	Zona 04	Tol.	Zona 05	Tol.																																																																																																																																																																																																											
36- 245	250 ± 15		250	± 15	245	± 15	245	± 15	210	± 15																																																																																																																																																																																																											
Pré Aquecimento																																																																																																																																																																																																																					
37- Pré Aquec.:				<input type="checkbox"/> Não Usar <input type="checkbox"/> Usar																																																																																																																																																																																																																	
38- Pret. Rosca.....:				0 min.																																																																																																																																																																																																																	
71- Processo.: REGULAR CONFORME FICHA TÉCNICA																																																																																																																																																																																																																					
INSPECIONAR CONFORME PLANO DE CONTROLE E PEÇA DE REFERENCIA																																																																																																																																																																																																																					
SEGUIR FOLHA DE OPERAÇÃO DE EMBALAGEM.																																																																																																																																																																																																																					
Solicitante.:				Data.....: 13/05/10																																																																																																																																																																																																																	
Aprovado.....:				Data.....: 13/05/10																																																																																																																																																																																																																	