

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

João
clez
17 de dez 02

Projeto de um conjunto de bancos para automóveis “populares”.

**Trabalho de formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Graduação em
Engenharia**

Rodrigo Kasuhiro Suguimati

Orientador: Edson Gomes

**Área de Concentração:
Engenharia Mecânica**

**São Paulo
2002**

AGRADECIMENTOS

Ao grupo de bancos, cintos de segurança e airbags da seção de Engenharia de Carrocerias da Engenharia de Produtos da General Motors do Brasil: Carla, Cecília, Celly, Claudemir, Luiz, Benar, Romito, Tiago e Rodrigo. Ao Ivo, que não se encontra mais no mesmo grupo. Obrigado pelo apoio, incentivo e suporte no desenvolvimento deste projeto.

Ao professor Edson Gomes, pelas aulas que introduzem o aluno à realidade do mercado, não limitando-se a expor teorias e deduções de fórmulas, tornando o aluno mais preparado para enfrentar a realidade do mundo. Obrigado também por orientar-me neste projeto.

SUMÁRIO

Resumo

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

Lista de Abreviaturas e Símbolos

1) INTRODUÇÃO	1
2) MERCADO DE AUTOMÓVEIS “POPULARES” NO BRASIL	3
3) MERCADO MUNDIAL DE BANCOS PARA AUTOMÓVEIS	5
4) SISTEMA DE BANCOS PARA AUTOMÓVEIS	9
4.1) Funções dos bancos	9
4.1.1) Conforto	9
4.1.2) Segurança	11
4.1.3) Posicionamento	12
4.2) Partes e componentes	14
4.2.1) Encosto	15
4.2.2) Assento	15
4.2.3) Apoio de cabeça	15
4.2.4) Descansa-Braço	15
4.2.5) Componentes	16
4.2.5.1) Estrutura	16
4.2.5.1.1) Estrutura tubular	17
4.2.5.1.2) Estrutura estampada	17
4.2.5.1.3) Estrutura de arame	18
4.2.5.2) Suspensão	18
4.2.5.3) Espumas	19
4.2.5.4) Capas	19
4.2.5.5) Mecanismos	20
4.2.5.5.1) Trilhos	20

4.2.5.5.2) Reclinadores	21
4.2.5.5.3) Ajustadores de altura	22
4.2.5.5.4) Ajustadores de inclinação	22
4.2.5.5.5) Apoios lombares	23
5) ETAPAS DO PROJETO DE UM CONJUNTO DE BANCOS	24
5.1) Planejamento do produto	24
5.1.1) Benchmarking	25
5.2) Desenvolvimento do Produto	25
5.2.1) Definição do projeto	26
5.2.2) Seleção do conceito e do design	26
5.2.3) Projeto e desenvolvimento	27
5.2.4) Validação do projeto	27
5.2.5) Pre-tool release	28
5.2.6) Aquisição das ferramentas e capital	28
5.2.7) Validação da produção	28
5.2.8) Preparação para produção	28
5.2.9) Produção	29
6) REQUISITOS	30
6.1) Requisitos governamentais	30
6.1.1) Argentina	30
6.1.2) Austrália	31
6.1.3) Brazil	31
6.1.4) Canadá	31
6.1.5) ECE	32
6.1.6) EEC	32
6.1.7) Gulf States	32
6.1.8) Japan	33
6.1.9) Mexico	33
6.1.10) Saudi Arabia	33
6.1.11) Sweden	33

6.1.12) United States	33
6.2) Normas	34
6.2.1) SAE	34
6.2.2) ABNT	35
6.3) Outros requisitos	35
7) TESTES	36
7.1) Tensão e compressão	36
7.2) Vibração	38
7.3) Resistência e funcionais	39
7.4) Geometria do banco	39
8) SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL	41
8.1) Carregamentos estáticos	42
8.2) Carregamentos dinâmicos	44
8.3) Otimização	46
8.4) Viabilidade de fabricação	47
9) CONCEITOS DE BANCOS PARA AUTOMÓVEIS “POPULARES”	48
10) ESTRUTURAS DOS BANCOS DOS CARROS “POPULARES”	51
10.1) Fiat Palio	51
10.2) Peugeot 206	52
10.3) Renault Clio	53
10.4) Chevrolet Celta	54
10.5) Chevrolet Corsa	55
11) MATERIAIS DA ESTRUTURA	56
12) FABRICAÇÃO	58
13) TRANSPORTE	60
14) BANCOS DIANTEIROS	61
14.1) Estrutura	61
14.2) Mecanismos	63
14.3) Espumas e capas	65
15) BANCOS TRASEIROS	66

16) CONCLUSÕES	69
-----------------------------	-----------

Referências

Resumo

O projeto consiste no desenvolvimento de conceitos e metodologias a serem utilizados no projeto de um conjunto de bancos para automóveis “populares”, ou seja, com motor 1.0 litro. Estes veículos e seus componentes possuem como requisito principal o baixo custo.

O trabalho apresenta metodologias para se conseguir atingir este objetivo principal, como a utilização do CAD e do CAE no projeto. O CAD permite a realização de montagens de protótipos virtuais e o CAE permite a simulação de testes e condições de uso das peças. Estas metodologias permitem uma redução bastante significativa do custo e tempo de projeto.

Para reduzir o custo de fabricação, é mencionada a necessidade de automatizar o processo ao máximo. Para isto é necessário ter um grande volume de produção. A idéia para se conseguir atender a este requisito é a utilização do mesmo banco (estrutura) para o maior número possível de veículos, personalizando somente espumas, capas e mecanismos utilizados em cada modelo.

É apresentada uma solução possível para o problema. Um conjunto de bancos modulares, onde há uma estrutura comum e os componentes são módulos que podem ser selecionados de acordo com o veículo. Para se desfrutar das vantagens, é necessário investir em uma linha de produção totalmente automatizada, principalmente o processo de encapar os bancos, que requer muito tempo quando realizada manualmente.

Lista de Figuras

Figura 1: Chevrolet Celta e Chevrolet Meriva	2
Figura 2: Gráfico de vendas de automóveis nacionais em 2001	4
Figura 3: Gráfico de vendas de automóveis em 2001	4
Figura 4: Fabricantes de bancos – Distribuição do mercado mundial (2000)	5
Figura 5: Gráfico do custo dos componentes de um banco dianteiro	6
Figura 6: Bancos traseiros do Chevrolet Meriva e do Mercedes Classe A ..	6
Figura 7: Banco dianteiro do Mercedes S-500	7
Figura 8: Bancos para automóveis de competição (Sparco)	8
Figura 9: Sistema de bancos do Chevrolet Zafira	9
Figura 10: Mapa de pressão (Faurecia)	10
Figura 11: Apoio de cabeça ajustável (Mercedes C-Class)	11
Figura 12: Banco com anc. do cinto de seg. integr. (Renault Vel Satis)	12
Figura 13: Layout de posicionamento do motorista	13
Figura 14: Partes e comp. de um banco dianteiro (Nissan Infiniti Q45)	14
Figura 15: Bancos dianteiros com descansa-braço (VW Sharan)	16
Figura 16: Estrutura tubular (Chevrolet Celta)	17
Figura 17: Estrutura estampada (Chevrolet Corsa 2002)	17
Figura 18: Estrutura de arame (Peugeot 206)	18
Figura 19: Suspensões	18
Figura 20: Espumas (Audi A2)	19
Figura 21: Capa (Audi A2)	20
Figura 22: Trilhos (Keiper)	21
Figura 23: Reclinadores (Keiper)	21
Figura 24: Ajustador de altura (Audi A2)	22
Figura 25: Ajustador de inclinação (Chrysler PT Cruiser)	22
Figura 26: Apoio lombar (Recaro)	23
Figura 27: Apoio lombar (Hyundai Elantra)	23

Figura 28: Multiple tension test system (Keiper)	36
Figura 29: Crash simulation facility (Keiper)	37
Figura 30: Testes de apoio de cabeça - estático e dinâmico (Keiper)	37
Figura 31: Six axis vibration test system (Keiper)	38
Figura 32: Câmara climática (Keiper)	39
Figura 33: Medição do ponto H (Keiper)	40
Figura 34: Medição da pressão no banco (Keiper)	40
Figura 35: Digitalização do contorno do banco (Keiper)	40
Figura 36: Simulação de teste de ancoragem do cinto de seg. (Keiper)	42
Figura 37: Simulação de teste de ancoragem do apoio de cabeça (Keiper)	43
Figura 38: Simulação de impacto lateral (Keiper)	43
Figura 39: Avaliação da fixação de bancos para crianças (Keiper)	43
Figura 40: Simulação de um impacto traseiro (Keiper)	44
Figura 41: Simulação de um impacto frontal (Keiper)	45
Figura 42: Simulação de retenção de bagagem (Keiper)	45
Figura 43: Utilização do MEF para otimização (Keiper)	46
Figura 44: Utilização do MEF na manufatura (Keiper)	47
Figura 45: Esquema de banco modular da Keiper	49
Figura 46: Estrutura modular (Keiper)	50
Figura 47: Trilho modular (Keiper)	50
Figura 48: Reclinador modular (Keiper)	50
Figura 49: Estrutura dos bancos do Palio	51
Figura 50: Estrutura dos bancos do Peugeot 206	52
Figura 51: Estrutura dos bancos do Renault Clio	53
Figura 52: Estrutura dos bancos do Chevrolet Celta	54
Figura 53: Estrutura dos bancos do Chevrolet Corsa	55
Figura 54: Assento do banco dianteiro (Audi A2)	56
Figura 55: Bancos de automóveis de corrida (Recaro)	57
Figura 56: Produção em larga escala de estruturas de banco (Keiper)	59
Figura 57: Produção em larga escala de mecanismo reclinador (Keiper)	59

Figura 58: Centro de logística (Keiper)	60
Figura 59: Estrutura modular de banco dianteiro (Keiper)	62
Figura 60: Estrutura com apoio de cabeça integrado (Keiper)	63
Figura 61: Trilhos modulares (Keiper)	64
Figura 62: Reclinadores modulares (Keiper)	64
Figura 63: Mecanismo de escamoteamento modular (Keiper)	65
Figura 64: Banco esportivo (Recaro)	65
Figura 65: Bancos traseiros do Audi A2	66
Figura 66: Bancos traseiros do Maybach	66
Figura 67: Banco traseiro do Chevrolet Celta	67
Figura 68: Bancos traseiros modulares (Keiper)	67
Figura 69: Posições de um banco traseiro modular (Keiper)	68

Lista de Tabelas

Tabela 1: Venda de automóveis “populares” nacionais em 2001	3
Tabela 2: Venda de automóveis “populares” importados em 2001	4
Tabela 3: Venda de automóveis “populares” em 2001	4
Tabela 4: Efeito de certas frequências no organismo humano	10

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
CAD	Computer Aided Design
CAE	Computer Aided Engineering
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
ECE	Economic Comission for Europe
FEA	Finite Elements Analysis
GM	General Motors
GMB	General Motors do Brasil
JCI	Johnson Controls
SAE	Society of Automotive Engineers
VW	Volkswagen

1) INTRODUÇÃO

O grande desafio da indústria automobilística atualmente é conseguir reduzir o tempo de desenvolvimento e o custo de novos veículos. Para estes fins, diversas ferramentas vêm sendo desenvolvidas e aperfeiçoadas. Uma delas é a utilização da simulação computacional através da utilização do Método dos Elementos Finitos.

Isto é válido para todos os componentes do veículo: desde carroceria e motor até um pino para fixação de uma peça plástica. Para que o tempo e o custo do desenvolvimento de um veículo completo seja reduzido, o mesmo é necessário para todos os componentes, os quais devem passar por uma série de testes para que possam ser utilizados com segurança no veículo.

Entre os componentes de maiores custos de todo o veículo estão os bancos. Além de itens de conforto, também apresentam uma série de requisitos de segurança, o que indica que devem passar por uma série de testes para garantir que satisfaçam a estes requisitos. Estes testes tornam longo o tempo de desenvolvimento de um conjunto de bancos, além de aumentarem consideravelmente o custo do projeto. Por isto, é cada vez maior a necessidade de diminuir a quantidade de testes necessários até atingir um produto satisfatório. O objetivo da utilização da simulação computacional é justamente este, reduzir o número de testes e conseqüentemente o custo e tempo de desenvolvimento.

O fator custo se torna ainda mais importante quando se observa o mercado de automóveis do Brasil, onde a maior parte (mais de 70%) dos carros vendidos enquadra-se na categoria dos “populares”, ou seja, carros com motor de 1 litro de capacidade volumétrica e baixo custo. Para ser competitivo neste mercado, o preço é um dos itens de maior importância, além da aparência externa.

O que se encontra em veículos da categoria “popular” são peças com acabamento pobre, falta de recursos de conveniência e conforto ou ainda

qualidade inferior. Estas são características que devem ser mudadas, ou seja, deve-se conseguir reduzir o custo dos componentes de outras maneiras, através do desenvolvimento de novos materiais, processos de fabricação e conceitos de produtos.

No Brasil, a indústria automobilística geralmente não realiza pesquisas e desenvolvimento de produtos novos. Os veículos produzidos no país apresentam projetos europeus, japoneses ou norte-americanos, sendo realizadas aqui apenas a adaptação do projeto às condições naturais e econômicas brasileiras. Isto acarreta na obtenção de veículos com custo elevado, uma vez que o projeto do mesmo e de seus componentes não foi realizado visando obter um produto adequado às condições locais. Para se obter um produto de maior qualidade e de menor custo é necessário que o mesmo seja projetado para atender as condições do Brasil, evitando-se assim aumento de custos para a adaptação com a adição de novos componentes e a tentativa de redução de custo com a piora do produto.

Felizmente, nos últimos tempos a mentalidade da indústria vem mudando. Já são realizados projetos pela Engenharia brasileira, total ou parcialmente. Por exemplo, pode-se citar o Chevrolet Meriva, cujo projeto foi realizado em conjunto pela General Motors do Brasil e pela Opel (Alemanha). Um outro exemplo é o Chevrolet Celta, projeto realizado inteiramente pela Engenharia da General Motors do Brasil visando obter um carro com custo baixo.



Figura 1: Chevrolet Celta e Chevrolet Meriva

2) MERCADO DE AUTOMÓVEIS "POPULARES" NO BRASIL

Devido a incentivos fiscais, os automóveis com motor 1.0 são os mais vendidos no país. Os impostos dos automóveis com motores de até 1.0 litro são menores do que os automóveis com motores de maior capacidade volumétrica, fazendo com que o preço dos carros com esse tipo de "motorização" se tornem mais atraentes.

A seguir são mostrados alguns dados que informam a quantidade de automóveis "populares" vendidos durante o ano de 2001 no Brasil, segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de veículos Automotores (ANFAVEA):

Tabela 1: Venda de automóveis "populares" nacionais em 2001

Em unidades

Empresa/modelo	comb	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
<i>Fiat Uno</i>	alc.	78	31	62	100	61	64	104	74	126	55	19	97	871
<i>Fiat Uno</i>	gas.	8.740	8.216	8.556	9.600	9.741	9.228	10.955	10.260	8.354	9.684	10.039	10.172	113.545
<i>Fiat Palio</i>	alc.	1	23	10	25	9	2	3	3	10	23	9	4	122
<i>Fiat Palio</i>	gas.	14.853	14.492	15.734	15.758	15.904	13.891	11.661	10.640	9.435	8.472	13.858	9.914	154.612
<i>Fiat Palio Weekend</i>	gas.	808	777	1.095	1.704	2.274	2.053	1.563	1.449	874	874	1.332	1.266	16.069
<i>Fiat Siena</i>	gas.	-	-	-	-	-	6	804	616	668	693	1.288	2.545	6.620
<i>Ford Fiesta</i>	gas.	3.795	3.709	4.568	4.770	4.642	5.087	2.759	2.507	2.234	2.527	2.638	2.649	41.885
<i>Ford Ka</i>	gas.	1.336	1.231	1.394	1.304	1.842	1.403	760	678	999	892	1.289	1.362	14.490
<i>GMB Celta</i>	gas.	6.153	5.691	6.949	7.012	9.165	8.097	7.706	9.079	6.124	7.994	8.429	7.760	90.159
<i>GMB Corsa Sedan</i>	alc.	-	8	3	2	-	2	3	9	36	103	349	317	832
<i>GMB Corsa Sedan</i>	gas.	3.512	6.429	7.836	7.626	7.790	6.720	6.518	7.265	4.225	6.234	7.600	6.481	78.236
<i>GMB Corsa Hatch</i>	alc.	15	8	14	2	2	-	-	-	1	13	42	27	124
<i>GMB Corsa Hatch</i>	gas.	2.702	4.930	5.806	4.093	4.375	3.403	3.319	5.588	3.066	3.661	3.486	2.267	46.696
<i>Renault Clio</i>	gas.	777	1.971	2.512	2.426	3.029	2.418	1.053	1.824	2.077	1.829	2.201	849	22.966
<i>Renault Clio Sedan</i>	gas.	-	498	934	1.204	1.602	1.384	839	1.274	1.195	966	1.325	534	11.755
<i>Peugeot 206</i>	gas.	-	-	-	-	-	101	134	1.099	936	1.383	1.695	1.297	6.645
<i>VW Gol</i>	alc.	245	218	307	313	246	185	225	207	397	200	478	789	3.810
<i>VW Gol</i>	gas.	18.301	20.957	29.824	24.741	26.510	20.736	21.211	23.105	14.183	17.744	17.904	20.345	255.561
<i>VW Parati</i>	gas.	1.136	599	1.293	1.708	1.395	1.215	1.128	1.167	420	1.027	1.097	1.075	13.260
TOTAL		62.452	69.788	86.897	82.388	88.587	75.995	70.745	76.844	55.360	64.374	75.078	69.750	878.258

Comb. = combustível Alc. = álcool gas. = gasolina
 GMB = General Motors do Brasil VW = Volkswagen

Tabela 2: Venda de automóveis "populares" importados em 2001

Em unidades

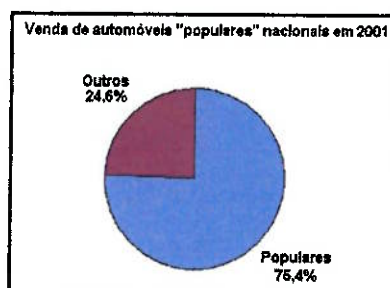
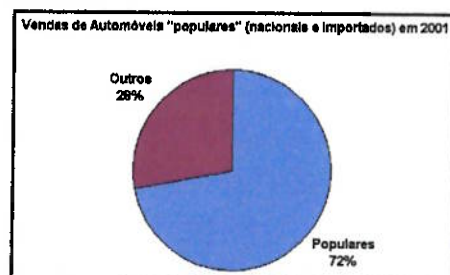
Empresa/modelo	comb	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
Fiat Siena 1.0	gas	2.867	1.168	2.310	3.334	2.650	2.288	1.502	1.036	801	1.053	100	11	19.120
Ford Fiesta Sedan 1.0	gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	277	376	653
GM Corsa Wagon 1.0	gas	238	365	340	527	736	406	416	359	137	272	368	202	4.366
Peugeot 106	gas	417	370	451	438	46	20	15	8	2	4	1	-	1.772
Peugeot 206 (1.0)	gas	-	-	-	-	-	455	2.962	2.115	1.517	1.297	1.243	1.473	11.062
Renault Clio 1.0	gas	-	-	-	-	-	-	86	186	83	368	17	57	797
Renault Twingo 1.0	gas	244	152	20	84	55	20	62	36	48	33	32	36	822
Renault Kangoo 1.0	gas	123	78	37	166	91	79	109	95	147	114	93	16	1.148
VW Ibiza 1.0	gas	112	212	184	156	136	115	126	99	42	4	14	7	1.207
TOTAL		4.001	2.345	3.342	4.705	3.714	3.383	5.278	3.934	2.777	3.145	2.145	2.178	40.947

Comb. = combustível gas. = gasolina

Tabela 3: Venda de automóveis "populares" (nacionais e importados) em 2001

Em unidades

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
TOTAL	66.453	72.133	90.239	87.093	92.301	79.378	76.023	80.778	58.137	67.519	77.223	71.928	919.205

**Figura 2:** Gráfico de vendas de automóveis nacionais em 2001**Figura 3:** Gráfico de vendas de automóveis (nacionais e importados) em 2001

3) MERCADO MUNDIAL DE BANCOS PARA AUTOMÓVEIS

Na maior parte das montadoras, os bancos são produzidos por fornecedores, que entregam os mesmos na linha de montagem através de caminhões. Estes fornecedores, por sua vez, nada mais são do que montadoras de bancos, uma vez que os mesmos compram os componentes do banco de outros fornecedores. Os maiores fornecedores de bancos, a nível global, estão mostrados no gráfico abaixo, segundo o site Just-Auto (<http://www.just-auto.com>):

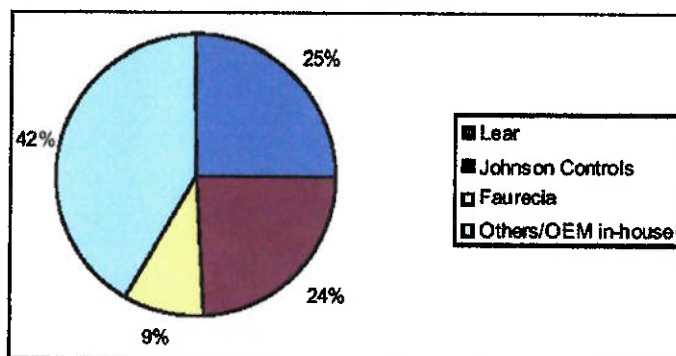


Figura 4: Fabricantes de bancos – Distribuição do mercado mundial (2000)

No Brasil, o maior fornecedor de bancos para automóveis é a Johnson Controls (JCI), responsável pela produção da maior parte dos bancos da Chevrolet, Ford e Volkswagen, seguida pela Lear, responsável pela produção da maior parte dos bancos dos carros da Fiat.

Os bancos representam cerca de 30% a 40% do custo do interior de um automóvel, sendo que o banco do motorista representa cerca de 50% do total, o do passageiro cerca de 30% e o banco traseiro cerca de 20%, segundo o site Just-Auto. O gráfico a seguir mostra a porcentagem do custo dos componentes de um banco automotivo (válido para carros de luxo no mercado mundial):

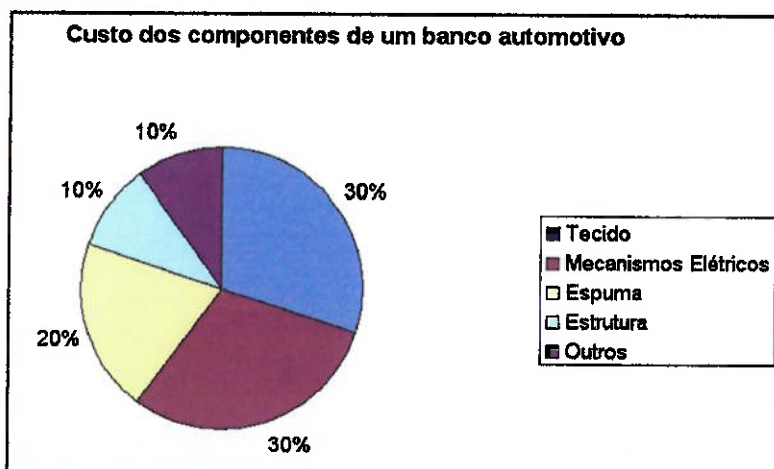


Figura 5: Gráfico do custo dos componentes de um banco dianteiro

Estes dados mostram que a maior parte do custo dos bancos está ligada à aparência e conforto (tecidos, espumas e mecanismos elétricos). Apesar destes dados não serem válidos para os bancos produzidos no Brasil, onde não há automóveis de luxo sendo produzidos, a conclusão anterior é válida.

Atualmente, o grande foco da indústria automobilística mundial, no que se refere a bancos, está voltado para os bancos traseiros e conceitos de bancos e espaço flexíveis, vide a grande quantidade de veículos mono-volume sendo lançados nos últimos anos, todos com destaque para a versatilidade do sistema de bancos traseiros. Pode-se citar como exemplo o Mercedes Classe A, Renault Scenic, Citroen Picasso e Chevrolet Zafira e Meriva.



Figura 6: Bancos traseiros do Chevrolet Meriva e do Mercedes Classe A

Em automóveis de luxo, o foco é no desenvolvimento de itens de conforto, por exemplo, ajustes elétricos de posição dos bancos, apoio lombar e “massageadores” pneumáticos, ventilação e aquecimento. Por exemplo, a figura 7 mostra o banco dianteiro do Mercedes S-500, que apresenta todos estes itens:



Figura 7: Banco dianteiro do Mercedes S-500

Por sua vez, para os automóveis de competição, o mais importante é a obtenção de uma grande resistência e uma pequena massa. Por isso, o grande foco neste tipo de automóvel é a otimização estrutural e o desenvolvimento de materiais mais leves e resistentes. Os bancos este tipo de automóvel geralmente utiliza materiais como fibra de vidro reforçada e fibra de carbono, que são moldados em uma peça única de resistência extremamente elevada e massa bastante reduzida quando comparado com um banco para automóvel comercial ou de passeio.



Figura 8: Bancos para automóveis de competição (Sparco)

4) SISTEMA DE BANCOS PARA AUTOMÓVEIS

O sistema de bancos de um automóvel é composto pelos bancos dianteiros (motorista e passageiro) e traseiros. Em alguns casos, existe ainda uma terceira fila de bancos, como no Chevrolet Zafira.



Figura 9: Sistema de bancos do Chevrolet Zafira

4.1) Funções dos bancos

As funções dos bancos de um automóvel são:

- Conforto
- Segurança
- Posicionamento

4.1.1) Conforto

Os bancos devem garantir o conforto dos ocupantes em percursos longos ou curtos. Isto é bastante difícil de se conseguir, pois as pessoas possuem características físicas e gostos bastante variados. O ideal é se ter bancos que agradem ao maior número de pessoas possível.

Várias características dos bancos influem no conforto: distribuição de pressão, frequência natural, ângulos de inclinação do encosto e do assento, apoios laterais, para as coxas e lombar, firmeza das espumas e as capas.

Um banco confortável deve apresentar uma distribuição de pressão relativamente uniforme. Esta distribuição de pressão pode ser medida através da utilização de sensores posicionados em algumas posições do banco, sendo construído gráficos de pressão para diversas pessoas que sentam no banco. Caso haja algum lugar com uma concentração de pressão, pode-se minimizar isto através da modificação da superfície das espumas, por exemplo.

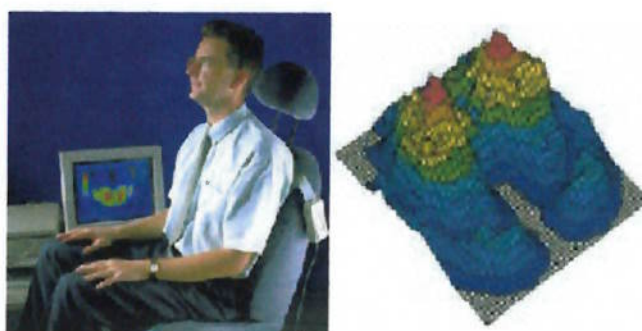


Figura 10: Mapa de pressão (Faurecia)

A frequência natural é outro fator importante no projeto de um banco. É desejável que a frequência natural de um banco ocupado esteja abaixo de certas frequências de sensibilidade humana, porém acima dos modos estruturais do veículo. A tabela a seguir mostra algumas frequências de sensibilidade humana:

Tabela 4: Efeito de certas frequências no organismo humano

Frequência	Sintomas
4 - 9	Desconforto generalizado
13 - 20	Dores de cabeça
6 - 8	Enjôo
13 - 20	Influência na fala
12 - 16	Nó na garganta
5 - 7	Dores no pescoço
4 - 10	Dores abdominais
10 - 18	Urgência de urinar
4 - 8	Respiração difícil
4 - 9	Contrações musculares

4.1.2) Segurança

Outra função essencial dos bancos é garantir a segurança dos ocupantes. Para isto, um dos objetivos é que ele garanta a estabilidade dos ocupantes, ou seja, ele deve impedir a movimentação involuntária do ocupante enquanto utilizando o banco. Também deve evitar o “efeito submarino” (ocupante escorrega por baixo do cinto de segurança durante uma desaceleração).

Os bancos também devem evitar o “efeito chicote” (em uma grande aceleração ou impacto traseiro, a cabeça do ocupante pode realizar movimentos bruscos para trás, para frente e para trás, o que pode resultar em danos ao pescoço e até a morte), bastando para isto apresentar apoio de cabeça em posição satisfatória.



Figura 11: Apoio de cabeça ajustável (Mercedes C-Class)

Alguns bancos apresentam a ancoragem do cinto de segurança integrada à sua estrutura. Estes bancos devem ser capazes de absorver a energia necessária para garantir a retenção do ocupante.



Figura 12: Banco com ancoragens do cinto de segurança integradas (Renault Vel Satis)

4.1.3) Posicionamento

Os bancos devem posicionar o ocupante de forma que ele consiga operar o veículo sem dificuldades, com segurança e conforto. Alguns fatores são essenciais para garantir estes requisitos: espaço para cabeça e pernas, acesso aos controles do veículo e campo de visão. Estudos de ergonomia são essenciais para obter bons projetos de banco.

A condição ideal para a cabeça é que ela não toque o teto, nem mesmo em solavancos. O posicionamento dela deve permitir um campo de visão adequado.

As pernas devem ter folga em relação ao volante, permitir o alcance dos pedais e do assoalho com conforto. Os ocupantes do banco traseiro devem ter espaço para as pernas suficientes para que elas não toquem os bancos dianteiros.

O acesso fácil aos controles do veículo é fundamental no projeto de um banco. O banco deve ser projetado de forma a permitir acesso aos controles primários (essenciais para a operação do veículo) com o cinto de segurança de 3 pontos fechado e acesso aos controles secundários (conveniência e conforto) com cinto sub-abdominal fechado.

O campo de visão deve ser desobstruído para permitir uma condução segura do veículo pelo motorista. A linha de visão dianteira não pode ser obstruída por volante, painel de instrumentos, teto ou pilares. Também deve ser possível ao motorista visualizar os espelhos retrovisores interno e externos.

O banco deve posicionar de maneira satisfatória ocupantes de diversos tamanhos. Geralmente é utilizado como critério de projeto que o mesmo deve acomodar adequadamente ocupantes da faixa desde o 5% (mulheres pequenas) até o 95% (homens grandes). Estas medidas, infelizmente, não representam com fidelidade a população brasileira e nem mesmo a população norte-americana, uma vez que os padrões físicos se alteraram desde 1960, época cuja população serviu como base para a medida dos manequins utilizados na indústria automobilística.

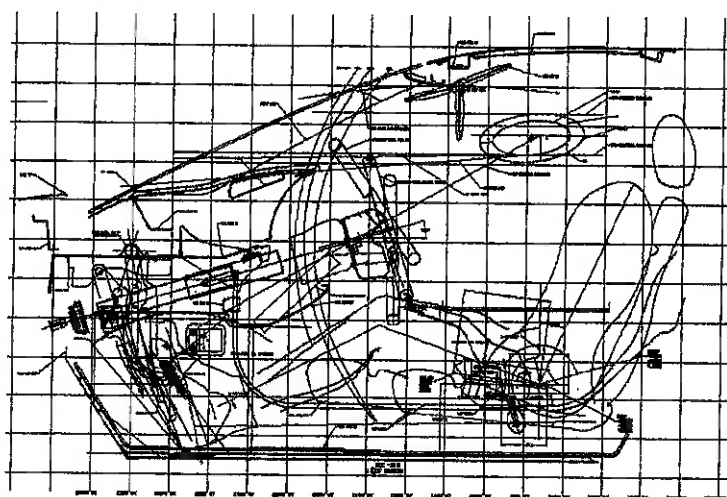


Figura 13: Layout de posicionamento do motorista

4.2) Partes e componentes

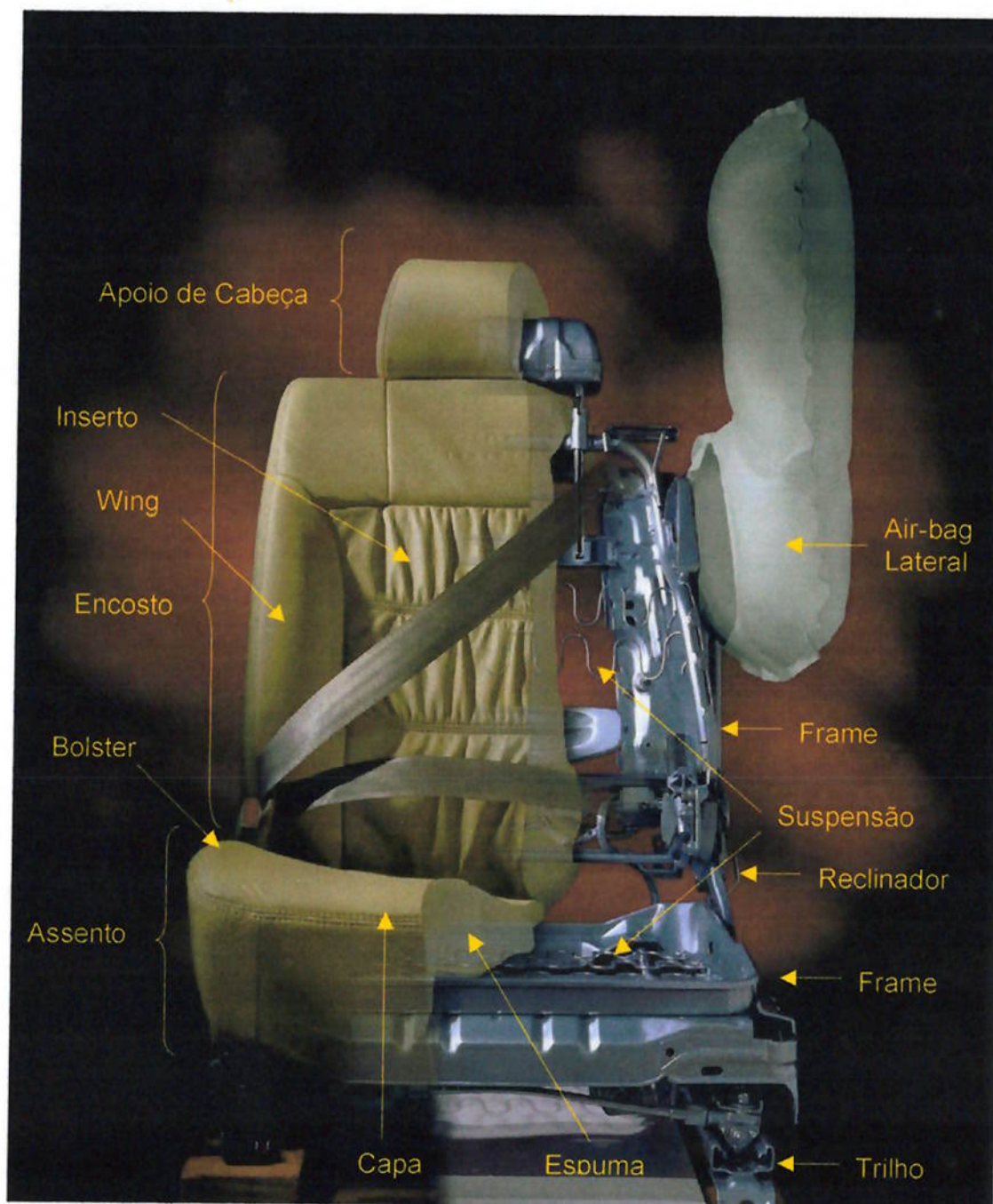


Figura 14: Partes e componentes de um banco dianteiro (Nissan Infiniti Q45)

4.2.1) Encosto

Responsável pelo suporte das costas do ocupante. Geralmente reclinável, pode ser escamoteável em veículos de 2 portas para permitir o acesso dos passageiros ao banco traseiro. Pode ainda apresentar apoio lombar ajustável e também ajuste dos wings (gomos localizados nas laterais do encosto que servem para evitar movimentos laterais do ocupante).

4.2.2) Assento

Parte responsável pelo suporte das coxas e do esquadro dos ocupantes. Apresenta geralmente ajuste longitudinal e de altura. Pode apresentar ajuste de pressão das coxas e dos bolsters (gomos localizados nas laterais do assento que servem para evitar movimentos laterais da parte inferior do ocupante).

4.2.3) Apoio de cabeça

Evita o “efeito chicote”, que ocorre em grandes acelerações, como nos impactos traseiros. Ele pode ser integrado ou não à estrutura do encosto, podendo apresentar ajustes de altura e longitudinal.

4.2.4) Descansa-Braço

Os bancos podem ainda apresentar descansa-braço, itens de conforto que servem para que o ocupante apoie seu braço ou cotovelo. São geralmente fixados na lateral do encosto, sendo normalmente ajustáveis.



Figura 15: Bancos dianteiros com descansa-braço (VW Sharan)

4.2.5) Componentes

Há vários componentes que fazem parte de um banco. Pode-se citar estrutura (frame ou quadro), mecanismos (trilhos, reclinadores, ajustadores de altura, apoio lombar, pressão nas coxas, apoios laterais, apoio de cabeça ativo, entre outros), suspensão, espumas e capas.

4.2.5.1) Estrutura

A estrutura dos bancos deve suportar as cargas especificadas na legislação do mercado a que se destina o produto, além de todas as outras cargas especificadas no projeto. Deve também proporcionar a montagem dos demais componentes dos bancos, como espumas, mecanismos e capas, além de outros itens que possam vir a ser montados no mesmo, como cintos de segurança ou airbags.

A estrutura de um banco automotivo é conhecida como quadro (frame). Ela pode ser de vários tipos, sendo mais comum os quadros tubulares e estampados. Geralmente de aço, ela também pode ser feita de alumínio, fibras de vidro ou carbono, ou plástico, visando obter uma massa reduzida.

4.2.5.1.1) Estrutura tubular

Estrutura mais comumente usada, a tubular apresenta como principal vantagem o custo, porém ela geralmente apresenta maior massa do que a estampada, por não permitir uma distribuição uniforme das tensões de carregamento. Ela é formada por tubos soldados, apresentando dificuldades no controle dimensional.



Figura 16: Estrutura tubular (Chevrolet Celta)

4.2.5.1.2) Estrutura estampada

Estrutura formada por peças estampadas, requer maiores investimentos para ferramentas e dispositivos de solda. Permite melhor controle dimensional do que estruturas tubulares, além de serem mais leves do que as mesmas.



Figura 17: Estrutura estampada (Chevrolet Corsa 2002)

4.2.5.1.3) Estrutura de arame

Estrutura utilizada geralmente nos bancos traseiros, pois os mesmos são suportados pela carroceria do veículo. Por isto, eles possuem requisitos estruturais menos severos. As estruturas de arame apresentam um custo bastante reduzido, porém não podem ser utilizados no encosto quando estes devem suportar o impacto de bagagens localizadas no porta-malas.

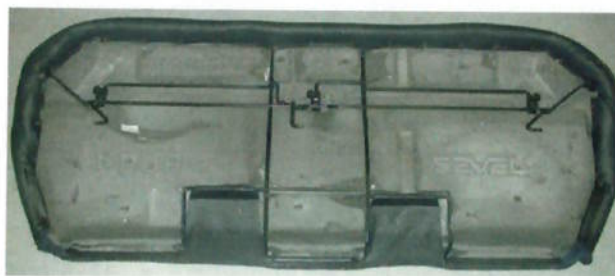


Figura 18: Estrutura de arame (Peugeot 206)

4.2.5.2) Suspensão

A suspensão é responsável pela manutenção do ocupante na posição de projeto, absorver vibrações e proporcionar uma boa distribuição de pressão. Existem vários tipos de suspensão: molas onduladas (sinuous springs), esteiras flexíveis (flex-mat), siliara, rede elástica (netting), faixas elásticas (elastic strips), membranas elásticas (fabric membrane) ou ainda espumas (full volume foam).

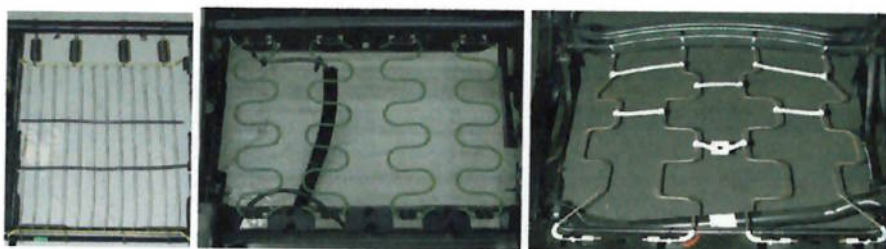


Figura 19: Suspensões

4.2.5.3) Espumas

As espumas servem para prover conforto e amortecimento, podendo ainda ser moldadas para garantir a estabilidade do ocupante. As espumas podem ser encapsuladas ou revestidas. As encapsuladas são aquelas moldadas sobre a estrutura, ou seja, a estrutura é colocada em um molde onde são colocados os componentes da espuma, que é moldada sobre a estrutura. As revestidas são moldadas separadamente e depois montadas na estrutura.

As espumas geralmente são feitas de poliuretano. Porém, seu alto custo de reciclagem propicia o desenvolvimento de materiais alternativos, como fibras emborrachadas e PET.



Figura 20: Espumas (Audi A2)

4.2.5.4) Capas

As capas servem para revestir o banco. Os materiais utilizados são: tecido, couro ou vinil. Também são utilizados componentes para acabamento e fixação da capa. As capas devem proporcionar conforto térmico e de toque ao ocupante.

O conforto térmico é conseguido através da adição de uma camada de espuma na base do material, que permite a circulação de ar.

Os processos utilizados para encapar o banco são corte e costura e colagem química a baixa temperatura.

Os elementos utilizados para fixar a capa na espuma ou na estrutura são: argolas, arames, zippers, J-Clips, pinheirinhos ou velcro.

Os diferentes tipos de costura influem no conforto, pois podem criar uma zona de alta pressão, sendo necessário, portanto, escolher de maneira planejada o tipo de costura para cada local do banco.



Figura 21: Capa (Audi A2)

4.2.5.5) Mecanismos

Os mecanismos realizam ajustes no banco para que ele se torne adequado aos mais diversos tipos de pessoas. Os mecanismos mais comumente utilizados são: trilhos, reclinadores, ajustadores de altura, de inclinação do assento e apoios lombares.

4.2.5.5.1) Trilhos

Os trilhos são mecanismos que realizam o ajuste longitudinal do banco, além de suportar a sua estrutura e fixa-lo no assoalho do veículo. Existem

trilhos com algumas posições definidas e outros que permitem ajuste em qualquer posição.



Figura 22: Trilhos (Keiper)

4.2.5.5.2) Reclinadores

Os reclinadores podem ter ajuste em algumas posições definidas ou serem regulados em qualquer posição dentro dos limites. Podem funcionar através de movimento linear ou através de engrenagens, para se obter o movimento angular do encosto.

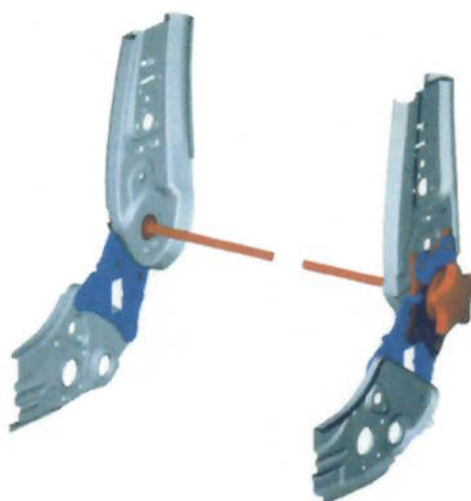


Figura 23: Reclinadores (Keiper)

4.2.5.5.3) Ajustadores de altura

Os ajustadores de altura permitem a regulação vertical do banco. Podem permitir regulagens com as pessoas sentadas no banco ou funcionar através de molas de torção, sendo necessário que a pessoa não esteja sentada no assento para realizar a movimentação do banco para cima.



Figura 24: Ajustador de altura (Audi A2)

4.2.5.5.4) Ajustadores de inclinação

Os ajustadores de inclinação realizam a regulação da inclinação do assento, movimentando individualmente as partes dianteira e traseira do assento individualmente para cima ou para baixo.



Figura 25: Ajustador de inclinação (Chrysler PT Cruiser)

4.2.5.5.5) Apoios lombares

Os apoios lombares reguláveis podem permitir a regulação de pressão lombar ou a regulação de pressão e altura do apoio lombar.

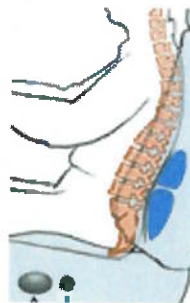


Figura 26: Apoio lombar (Recaro)

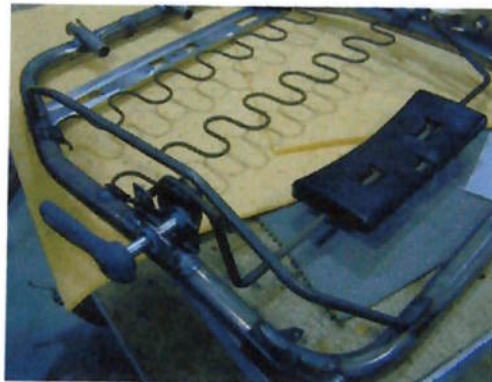


Figura 27: Apoio lombar (Hyundai Elantra)

5) ETAPAS DO PROJETO DE UM CONJUNTO DE BANCOS AUTOMOTIVOS

O projeto de um conjunto de bancos automotivos é composto por etapas que visam garantir a satisfação do cliente, ou seja, atingir ou ultrapassar alguns objetivos definidos no início do projeto.

5.1) Planejamento do produto

A etapa inicial do projeto de qualquer produto é o planejamento, ou seja, a definição do mercado ao qual se destinará o produto, sempre considerando também os interesses do fabricante do mesmo. São realizadas pesquisas de mercado, considerando também aspectos econômicos e financeiros para a verificação da viabilidade do produto.

No caso de bancos para automóveis, o primeiro passo é a verificação do tipo de automóvel a que se destina o banco, se é um sedan familiar, uma perua, um esportivo, uma pick-up, uma minivan, entre outros. São feitas a seguir pesquisas de mercado para verificar as expectativas, situação econômica e financeira, além da quantidade de potenciais compradores do produto. Isto tudo auxilia na definição dos requisitos do projeto.

Algumas atividades realizadas na etapa de planejamento do produto incluem:

- Pesquisa de mercado;
- Benchmarking;
- Ferramentas de qualidade (QFD);

Entre outras atividades realizadas pode-se citar a verificação de problemas ocorridos no campo com os produtos que estão a algum tempo no mercado. Isto visa evitar problemas que já ocorreram anteriormente.

5.1.1) Benchmarking

Benchmarking é uma atividade que consiste na identificação de produtos ou processos considerados os melhores da categoria. Primeiramente são identificadas as características a serem avaliadas. Em seguida, o produto a ser desenvolvido é comparado em relação ao melhor da categoria, o que ajuda na definição das características que devem ser melhoradas para atingir um nível de produto superior aos existentes no mercado.

Para bancos automotivos, algumas características comuns a serem comparadas são as seguintes:

- Distribuição de pressão;
- Dimensões;
- Componentes e suas dimensões;
- Esforços necessários para atuação dos mecanismos;
- Massa dos componentes e dos conjuntos;
- Acabamento (capas, costuras, fixações);
- Espumas;
- Estruturas;
- Mecanismos;
- Outros.

Para este projeto, algumas das características citadas acima foram comparadas, como estruturas e massa.

5.2) Desenvolvimento do Produto

A etapa de desenvolvimento do produto deve ser dividida em duas visões: o desenvolvimento do veículo, feito pela montadora, e o desenvolvimento do conjunto de bancos, realizado pelo fabricante de bancos.

Cada montadora possui o seu próprio processo de desenvolvimento de veículos, o qual deve ser compreendido pelo fabricante de bancos para que sejam atendidos os prazos.

O fabricante de bancos possui seu próprio processo para o desenvolvimento do produto, o qual compreende uma série de etapas:

- Definição do projeto;
- Seleção do conceito e do design;
- Projeto e desenvolvimento;
- Validação do projeto;
- Pre-tool release;
- Aquisição das ferramentas e capital;
- Validação da produção;
- Preparação para produção;
- Produção.

Cada uma das etapas anteriores é compreendida por uma série de atividades.

5.2.1) Definição do projeto

Nesta etapa são realizadas as seguintes atividades:

- Aprovação do orçamento;
- Cronograma;
- Lista de requisitos e especificações;
- Objetivos iniciais: preço, custo, massa, performance, qualidade;
- Benchmarking;
- Definição dos locais onde o produto será produzido.

5.2.2) Seleção do conceito e do design

Nesta etapa são realizadas as seguintes atividades:

- Layout inicial;
- Amostra inicial do conceito;
- Definição dos fornecedores;
- Definição dos conceitos do produto e do processo;
- Lista de peças;
- DFMEA, PFMEA;
- Aprovação do conceito pelo cliente.

5.2.3) Projeto e desenvolvimento

Nesta etapa são realizadas as seguintes atividades:

- Amostras satisfazem requisitos dimensionais e funcionais;
- Modelos analíticos satisfazem requisitos dimensionais, funcionais e estruturais;
- Criação e aprovação do plano de validação pelo cliente;
- Aprovação do projeto pelo cliente;
- Desenhos em nível de protótipo;
- Layout inicial da planta;
- Checklist de projeto revisada;
- Projeto do ferramental;
- Definição final dos fornecedores.

5.2.4) Validação do projeto

As seguintes atividades são realizadas nesta etapa:

- Resultados dos testes de validação aceitáveis;
- Processos prototipados com sucesso;
- Aprovação do projeto pelo cliente;

- Projeto do ferramental aprovado.

5.2.5) Pre-tool release

As seguintes atividades são realizadas nesta etapa:

- Layout final do processo;
- Layout final;
- Aprovação do projeto do ferramental.

5.2.6) Aquisição das ferramentas e capital

As seguintes atividades são realizadas nesta etapa:

- Pacote final do sistema;
- Aprovação do ferramental e componentes comprados;
- Aprovação e instalação do capital.

5.2.7) Validação da produção

As seguintes atividades são realizadas nesta etapa:

- Montagem piloto;
- Testes de validação;
- Emissão de amostra ao cliente;
- Fechamento dos problemas de projeto;
- Demonstração da capacidade do processo.

5.2.8) Preparação para produção

As seguintes atividades são realizadas nesta etapa:

- Aprovação da amostra emitida;

- Aprovação para início de produção;
- Início da produção.

5.2.9) Produção

As seguintes atividades são realizadas nesta etapa:

- Melhoria contínua;
- Avaliação do programa.

6) REQUISITOS

Para que um automóvel possa ser comercializado em um determinado país, ele deve atender a uma série de requisitos estabelecidos pela legislação local. Estes requisitos visam garantir a segurança dos ocupantes dos veículos e pedestres. Há uma série desses requisitos que afetam os bancos diretamente ou indiretamente.

No Brasil, os requisitos de segurança são bastante fracos, não garantindo a segurança dos ocupantes. Estes requisitos limitam-se a estipular os equipamentos obrigatórios, não havendo um detalhamento de requisitos que estes equipamentos devem possuir para que a segurança dos ocupantes esteja garantida. Por isso, as montadoras utilizam como base para a validação dos componentes as legislações européias (ECE) e norte-americanas (FMVSS).

Há ainda uma série de normas que visam fornecer uma metodologia para a realização de testes e medições, os quais destinam-se a satisfazer os objetivos dos bancos: segurança, conforto e posicionamento do ocupante.

6.1) Requisitos governamentais

A seguir está uma lista de requisitos governamentais necessários para a certificação dos automóveis em alguns países:

6.1.1) Argentina

Art. 30 a Annex C.1 - Seat belts

Art. 30 a Annex C.2 - Head Restraints

Art. 29 a 6 Annex B.3 - Seating system anchorage

Art. 30 a - Seat belt anchorage/Head restraints

Art. 40 f.1 - Fire extinguisher

Art. 29 a.6 & 30 o - Flammability of Interior Materials

6.1.2) Australia

ADR 3/02 - Seat and seat anchorage

ADR 4/03 - Seat belts

ADR 5/04 - Anchorage for seat belts

ADR 14/02 - Rear vision mirrors

ADR 22/00 - Head restraints

ADR 29/00 - Side impact (static)

ADR 34/01 - Child Restraint Anchorage and Anchor Fittings

ADR 69/00 - Full frontal impact occupant protection

ADR 72/00 - Dynamic side impact occupant protection (ECE R94.01)

ADR 73/00 - Frontal offset impact occupant protection (FMVSS 214)

6.1.3) Brazil

14/98 - Seat belts/Head restraints/Compulsory equipment

463/73-3 - Seating system anchorage

44/98 - Seat belt anchorage/Head restraints

560/80 743/89 - Fire extinguisher

675/86 - Flammability of Interior Materials

48/98 - Seat Belts

6.1.4) Canada

CMVSS 201 - Occupant Protection

CMVSS 202 - Head Restraints

CMVSS 207 - Anchorage of Seats

CMVSS 208 - Seat Belt Installation Requirements

CMVSS 209 - Seat Belt Assemblies

CMVSS 210 - Seat Belt Assembly Anchorage

CMVSS 210.1/2 - Child Restraint Anchorage System

CMVSS 213 - Child Restraint Systems

CMVSS 214 - Side Door Strength

CMVSS 301 - Fuel System Integrity

CMVSS 302 – Flammability

6.1.5) ECE

ECE R14.05 - Safety belt anchorage

ECE R16.04 - Seat Belts and seat belt installation

ECE R17.07 - Seat strength and head restraints

ECE R21.01 - Interior fittings

ECE R25.04 - Head Restraints

ECE R44.03 - Child seats

ECE R46.01 - Rear view mirrors

ECE R94.01 - Frontal impact protection

ECE R95.01 - Side impact protection

6.1.6) EEC

71/127/EEC (88/321/EEC) - Rear view mirrors and their installation

74/60/EEC (2000/4/EC) - Interior fittings, H-point location

74/408/EEC (96/37/EC) - Seat strength and head restraints

76/115/EEC (96/38/EC) - Seat belt anchorage

77/541/EEC (2000/3/EC) - Seat belt installation

96/27/EC - Side impact protection

96/79/EC (1999/98/EC) - Frontal impact protection

6.1.7) Gulf States

GS36 - Frontal impact (FMVSS 301)

GS37 - Rear impact (FMVSS 301)

GS38 - Side impact (static) (FMVSS 214)

GS42 - General safety regulations

GS96 - Safety belts

GS442 - Rear view mirrors

6.1.8) Japan

ARTICLE 18 (TRIAS 47) - Occupant Protection in Frontal Collision (FMVSS 208 RHD)

ARTICLE 20 (TRIAS 48) - Flame Resistant Interior Materials (95/28/EEC / FMVSS 302)

ARTICLE 22 - Seat Dimensions

ARTICLE 22 (TRIAS 35) - Seats and Seat Anchorage (ECE R17.07)

ARTICLE 22 (TRIAS 36) - Seat Back Impact Absorption (ECE R17.07)

ARTICLE 22-3 (TRIAS 31) - Seat Belt Assemblies (ECE R16.04)

ARTICLE 22-3 (TRIAS 37) - Seat Belt Anchorage (ECE R14.05 / FMVSS 210)

ARTICLE 22-3 (TRIAS 49) - Seat Belt Warning Device (FMVSS 208 RHD)

ARTICLE 22-4 (TRIAS 32) - Head Restraints (ECE R17.07)

6.1.9) Mexico

NOM-119-SCFI-1996 - General Safety

6.1.10) Saudi Arabia

SSA 263 - Frontal impact (FMVSS 301)

SSA 264 - Rear impact (FMVSS 301)

SSA 265 - Side impact/static (FMVSS 214)

SSA 297 - General safety regulations

SSA 525 - Safety belts

SSA 771 - Rear view mirrors

SSA 1438 - General requirements

6.1.11) Sweden

SFS 1997:788 - Producer Responsibility for vehicles

6.1.12) United States

FMVSS 201 - Occupant Protection In Interior Impacts

FMVSS 202 - Head Restraints

FMVSS 207 - Seating Systems

FMVSS 208 - Occupant Crash Protection

FMVSS 209 - Seat Belt Assembly Use

FMVSS 210 - Seat Belt Assembly Anchorage

FMVSS 213 - Child Seating Systems

FMVSS 214 - Occupant Crash Protection-Side Impact

FMVSS 225 - Child Restraint Anchorage Systems

FMVSS 301 - Fuel System Integrity

FMVSS 302 - Flammability of Interior Materials

FMVSS 401 - Internal Trunk Release

6.2) Normas

Há uma série de normas industriais que estão relacionadas ao projeto de sistemas de bancos para automóveis.

6.2.1) SAE

SAE J286 - Device for use in defining and measuring vehicle seating accommodations

SAE J827 - Driver Hand Control reach

SAE J941 - Motor Vehicle Drivers' Eye Locations

SAE J1052 - Motor Vehicle Driver and Passenger Head Position

SAE J1100 - Motor Vehicle Dimensions

SAE J1344 - Marking of Plastic Parts

SAE J1369 - Anchorage Provisions for Installation of Child Restraint Tether Straps in Rear Seating Positions

SAE J1516 - Accommodation Tool Reference Point

SAE J1517 - Driver Selected Seat Position

SAE J1545 - Instrumental Color Difference Measurement

SAE J1819 - Securing Child Restraint Systems in Motor Vehicle Rear Seats

6.2.2) ABNT

NBR 6055 - Planos, linhas e pontos de referência para o posicionamento de ocupantes em veículos rodoviários

NBR 6058 - Emprego de dispositivo bidimensional para o posicionamento de ocupantes em veículos rodoviários

NBR 6059 - Emprego de dispositivo tridimensional para o posicionamento de ocupantes em veículos rodoviários

6.3) Outros requisitos

O projeto do banco é realizado visando atender, além dos requisitos governamentais e normas industriais, a uma série de requisitos definidos pelo cliente, como requisitos de aparência, regulagens disponíveis, ligações elétricas (no caso de bancos com regulagens elétricas), ergonomia, entre outros.

7) TESTES

Durante o projeto de um banco, vários testes devem ser realizados para verificar o atendimento dos requisitos de projeto.

7.1) Tensão e compressão

Há vários tipos de testes que envolvem máquinas que aplicam cargas em componentes ou mesmo em toda a estrutura dos bancos. Também são realizados ensaios com os materiais utilizados no produto.

Em máquinas como a da figura 28 podem ser realizados testes de ancoragem dos cintos de segurança nos bancos e testes de componentes.



Figura 28: Multiple tension test system (Keiper)

Há máquinas que realizam testes com forças de pequena intensidade em geometrias definidas. Por exemplo: testes de fadiga e elasticidade, pressão em espumas, condições de uso simples, entre outros.

São realizados também testes que simulam crash tests, podendo assim ser avaliados os comportamentos de bancos, cintos de segurança, airbags e outros componentes sem que haja a necessidade de bater um carro.

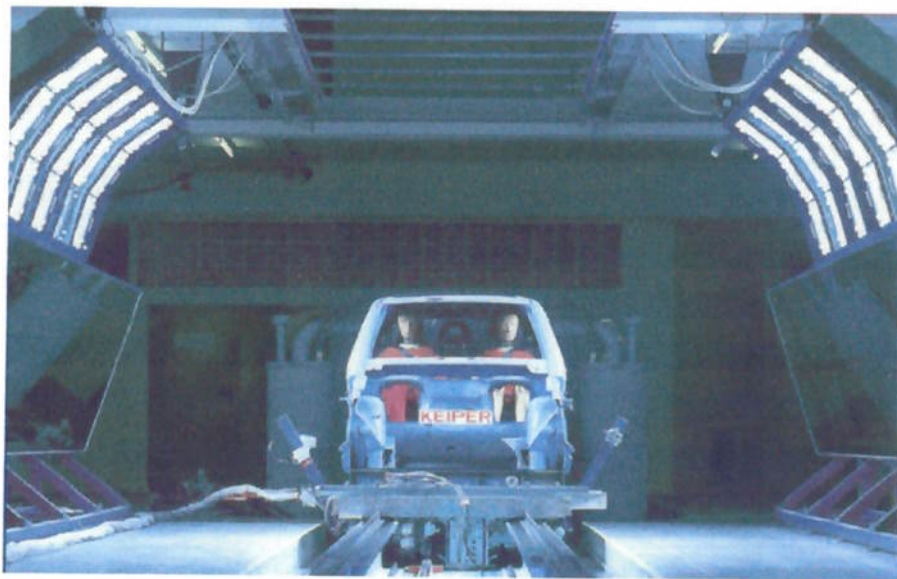


Figura 29: Crash simulation facility (Keiper)

Também são realizados ensaios do apoio de cabeça. Há ensaios estáticos e dinâmicos.



Figura 30: Testes de apoio de cabeça - estático e dinâmico (Keiper)

7.2) Vibração

Também são realizados testes de vibração nos bancos. Há máquinas com vibração em apenas um eixo e máquinas com vários graus de liberdade.

As máquinas com vibração em apenas um eixo são utilizadas para medição de funções de transferência, análises de ruído, teste de resistência da suspensão com cargas aplicadas em qualquer direção, entre outros. Podem ser aplicados diversos tipos de sinais.

Os sistemas com vários graus de liberdade permitem a simulação de condições reais de utilização dos bancos, podendo assim ser utilizados para aplicações como testes de limite de fadiga dos bancos e estruturas, análise de ruídos quando os bancos são submetidos a condições variadas de vibração, estudos de conforto de sistemas de amortecimento com pessoas sentadas no banco, realização da análise modal dos bancos, simulação do movimento do veículo para os mais variados propósitos.

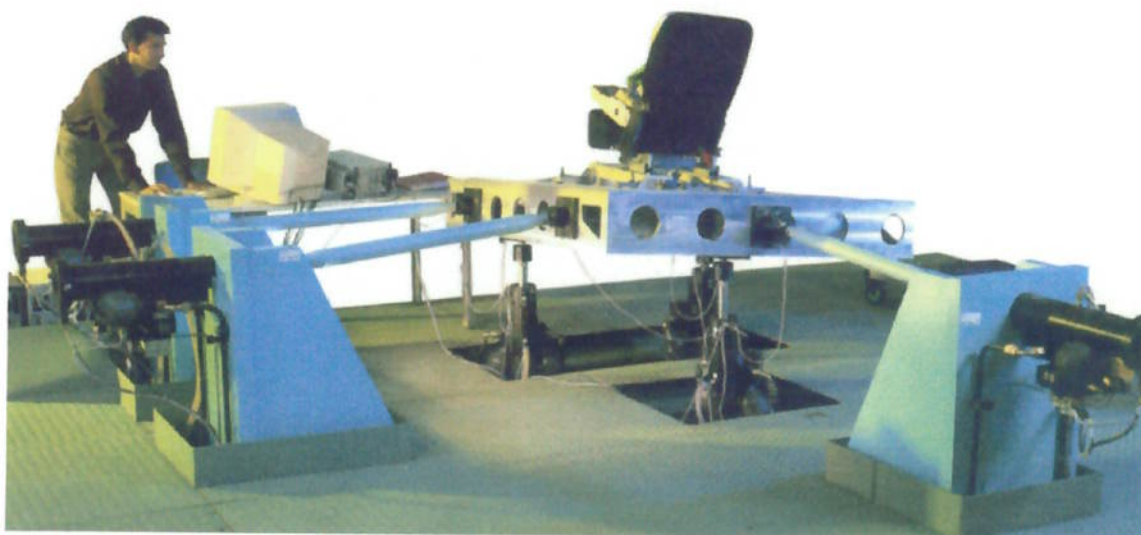


Figura 31: Six axis vibration test system (Keiper)

7.3) Resistência e funcionais

São realizadas medições de valores funcionais, medição do ponto H e posições do apoio de cabeça.

Há testes que simulam os carregamentos que ocorrem durante a utilização dos bancos, como testes de fadiga, durabilidade de espumas, desgaste das capas, durabilidade de trilhos, reclinadores, ajustadores de altura e outros mecanismos.

Há também câmaras climáticas para que sejam realizados testes funcionais e de resistência em condições climáticas extremas.



Figura 32: Câmara climática (Keiper)

7.4) Geometria do banco

São realizadas medições do ponto H, posições do apoio de cabeça, contorno do banco e distribuição de pressão.



Figura 33: Medição do ponto H (Keiper)



Figura 34: Medição da pressão no banco (Keiper)



Figura 35: Digitalização do contorno do banco (Keiper)

8) SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

A análise estrutural através do Método dos Elementos Finitos e a simulação computacional são fundamentais no projeto de um sistema de bancos para automóveis. Os bancos devem atender a uma série de requisitos, os quais são definidos pelas normas governamentais. Para se ter uma idéia do atendimento desses requisitos, são realizadas, na etapa de projeto, análises do comportamento estrutural do produto quando submetido a carregamentos correspondentes a condições de uso e a condições dos testes necessários para validação dos mesmos.

Além do atendimento a requisitos estruturais, outra atividade realizada com o auxílio do computador é a otimização estrutural. Para tal também se utiliza o MEF, através de métodos como a Otimização Topológica, com o qual se consegue obter estruturas com geometrias tais que se consiga garantir a resistência aos esforços aplicados à estrutura e também a menor massa. Simulações de conformação, para verificar se os componentes são realmente fabricáveis, também são realizadas com auxílio do computador.

Todas estas atividades com a utilização do computador têm o objetivo de se evitar os gastos de projeto referentes à realização de testes com protótipos físicos, os quais possuem um custo bastante elevado. O computador, através de softwares de CAD/CAE/CAM, permite uma simulação confiável do futuro produto. Assim, somente quando se tem o produto definido é realizada a construção dos protótipos para a realização dos ensaios físicos.

É óbvio que podem ocorrer falhas na modelagem e isto pode acarretar em custos adicionais, porém, ainda assim, o custo e o tempo ainda são menores do que a construção de sucessivos protótipos e realização de testes até se chegar a uma solução definitiva.

Para se ter confiabilidade nos resultados obtidos em simulações, é necessário experiência e integração entre os departamentos de simulação numérica e de testes experimentais.

8.1) Carregamentos estáticos

No desenvolvimento de um conjunto de bancos automotivos, são simulados alguns testes com carregamentos estáticos. Entre eles, pode-se citar:

- Ancoragem do cinto de segurança;
- Ancoragem do apoio de cabeça;
- Resistência lateral (impacto lateral);
- Avaliação da fixação do ISOFIX (banco para crianças).



Figura 36: Simulação de teste de ancoragem do cinto de segurança (Keiper)



Figura 37: Simulação de teste de ancoragem do apoio de cabeça (Keiper)

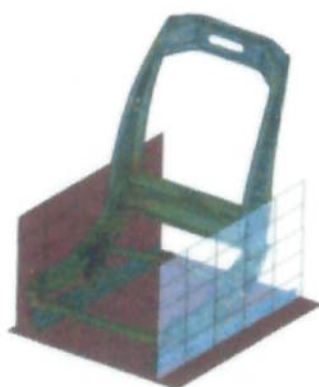


Figura 38: Simulação de impacto lateral (Keiper)



Figura 39: Avaliação da fixação de bancos para crianças (Keiper)

8.2) Carregamentos dinâmicos

É necessária a simulação de crash tests no desenvolvimento do banco. Um dos testes realizados fisicamente é o sled test, onde a desaceleração ocorrida em uma colisão é simulada através de uma aceleração. Este teste é inicialmente simulado no computador, onde são avaliados os seguintes casos, entre outros:

- Impacto traseiro;
- Impacto frontal;
- Retenção de bagagem.

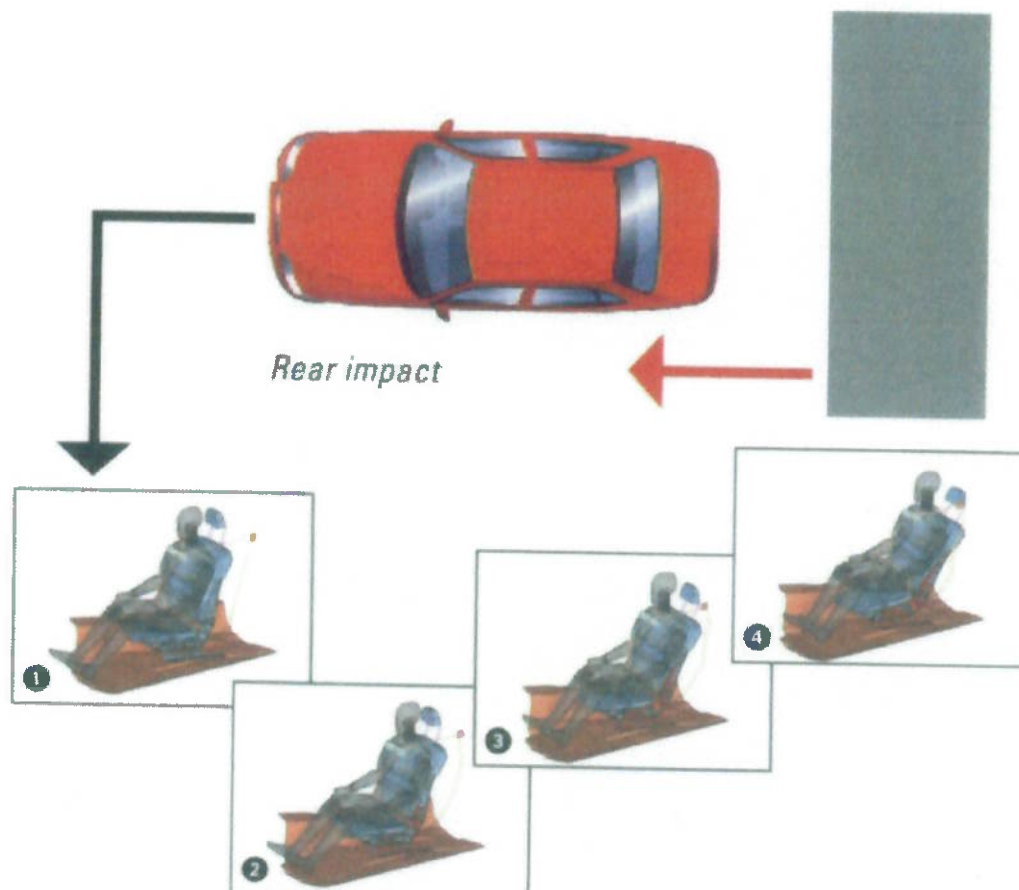


Figura 40: Simulação de um impacto traseiro (Keiper)

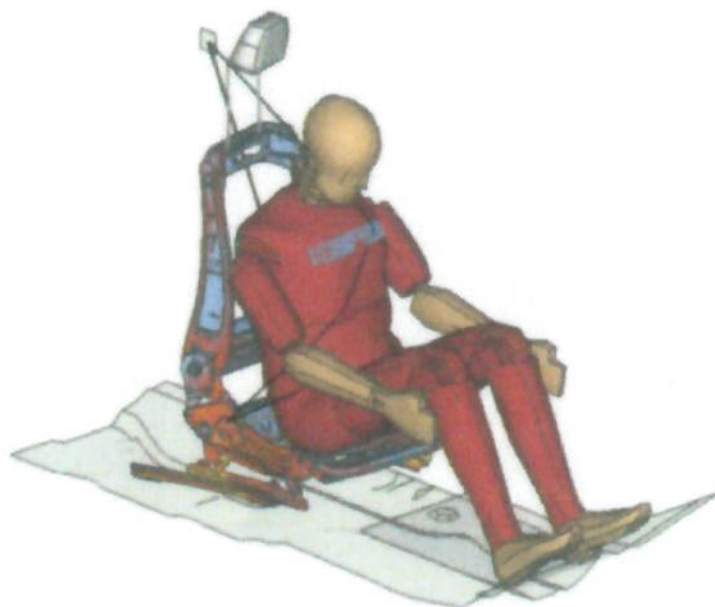


Figura 41: Simulação de um impacto frontal (Keiper)

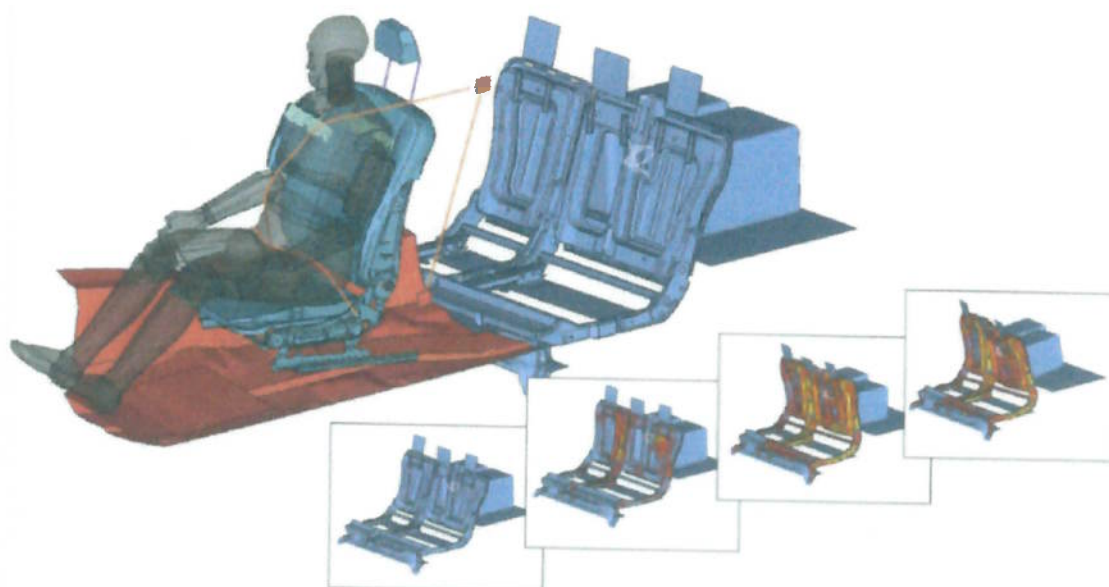


Figura 42: Simulação de retenção de bagagem (Keiper)

8.3) Otimização

A necessidade de se conseguir menor massa é cada vez mais freqüente nos projetos. Para isto, é realizada a otimização estrutural dos componentes, visando obter a estrutura com a menor massa possível.

É importante ter em mente que o produto deverá atender a todos os testes, incluindo durabilidade e testes de fadiga. Para isto, deve-se realizar a simulação com esforços de operação em condições críticas para se obter um produto que consiga resistir aos esforços a que será submetido no campo.

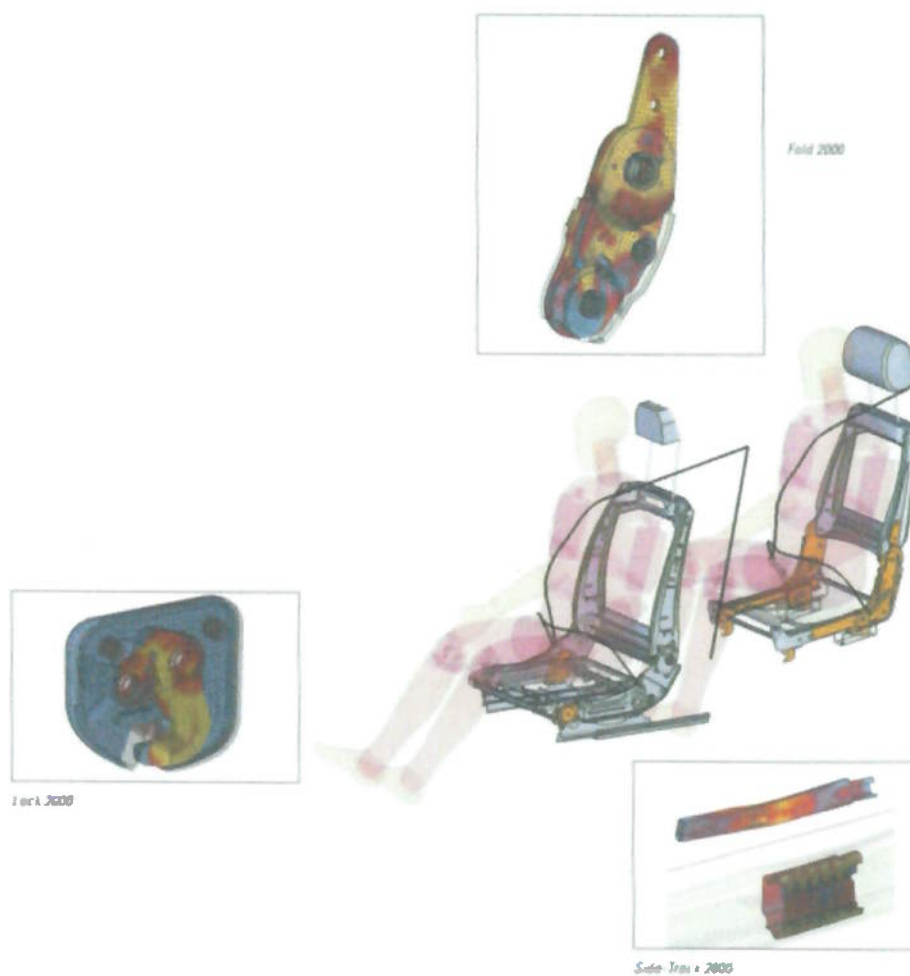


Figura 43: Utilização do MEF para otimização (Keiper)

8.4) Viabilidade de fabricação

A simulação do processo de conformação dos componentes permite a verificação do atendimento dos requisitos de fabricação pela peça projetada. Durante o projeto, todo o processo de fabricação dos componentes estampados pode ser simulado utilizando-se uma prensa virtual.

Pode-se assim focar em um projeto que apresente o menor custo de fabricação, pois não basta somente a peça ser otimizada, pois na condição de menor massa, a peça pode apresentar um custo inviável de fabricação.

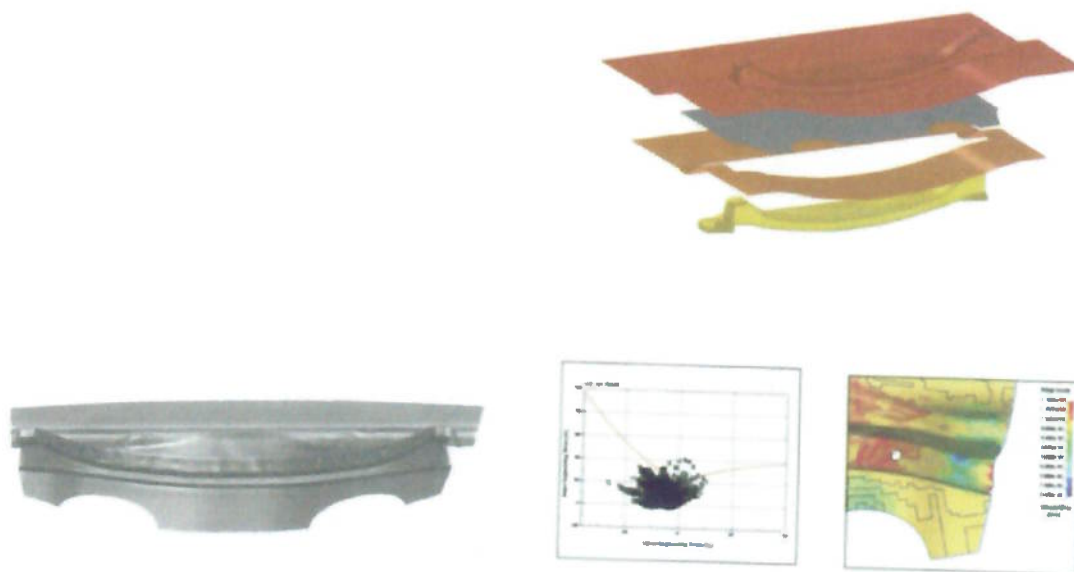


Figura 44: Utilização do MEF na manufatura (Keiper)

9) CONCEITOS DE BANCOS PARA AUTOMÓVEIS “POPULARES”

O conceito básico de todos os componentes de um automóvel “popular” é o baixo custo. Infelizmente, na maioria das vezes, isto significa um produto com acabamento inferior ao mesmo tipo componente utilizado em um veículo de categoria superior, utilização de materiais de qualidade inferior e ausência de itens de conveniência e conforto.

Esta situação pode ser modificada, através do desenvolvimento de bancos que possam ser utilizados por uma gama maior de veículos, ou seja, todos os veículos de uma mesma montadora ou de mais montadoras utilizarem a mesma estrutura do banco, modificando apenas os componentes como espumas, capas e mecanismos. Com isto, o volume de bancos a ser produzido justificaria o investimento em uma linha de produção totalmente automatizada, o que reduz consideravelmente o custo e aumenta a qualidade do produto.

Isto significa que não é interessante a criação de um banco somente para carros “populares”, e sim a criação de um banco que possa ser utilizado pelo maior número possível de veículos. Para que isto seja viável, é necessário que o banco apresente as seguintes características:

- **Personalizável:** o banco deve apresentar as características desejadas pelo cliente. Deve ser possível ao cliente selecionar que componentes farão parte do banco a ser adquirido;
- **Atualizável:** deve ser possível realizar a atualização do banco, ou seja, deve ser possível a adição ou troca de componentes, utilizando-se a mesma estrutura;
- **Modular:** esta é a principal característica, o banco deve ser dividido em módulos, que podem ser selecionados pelo cliente. Por exemplo, poderia haver os módulos da estrutura, do trilho, do reclinador, do ajustador de altura, do apoio de cabeça, do apoio lombar, das espumas e das capas;
- **Plataforma para futuras implementações:** a estrutura do banco deve ser uma espécie de plataforma, ou seja, novos componentes poderiam

ser desenvolvidos para serem montados na mesma. Pode-se fazer uma analogia a um gabinete de computador, onde podem ser montados vários tipos de placas-mãe e placas que adicionam recursos ao mesmo.

Esta idéia não é original, pois algumas empresas tentam aplicar parte destes conceitos em seus produtos. É o caso da empresa alemã Keiper, que possui bancos modulares.

Structure 2000 – overview

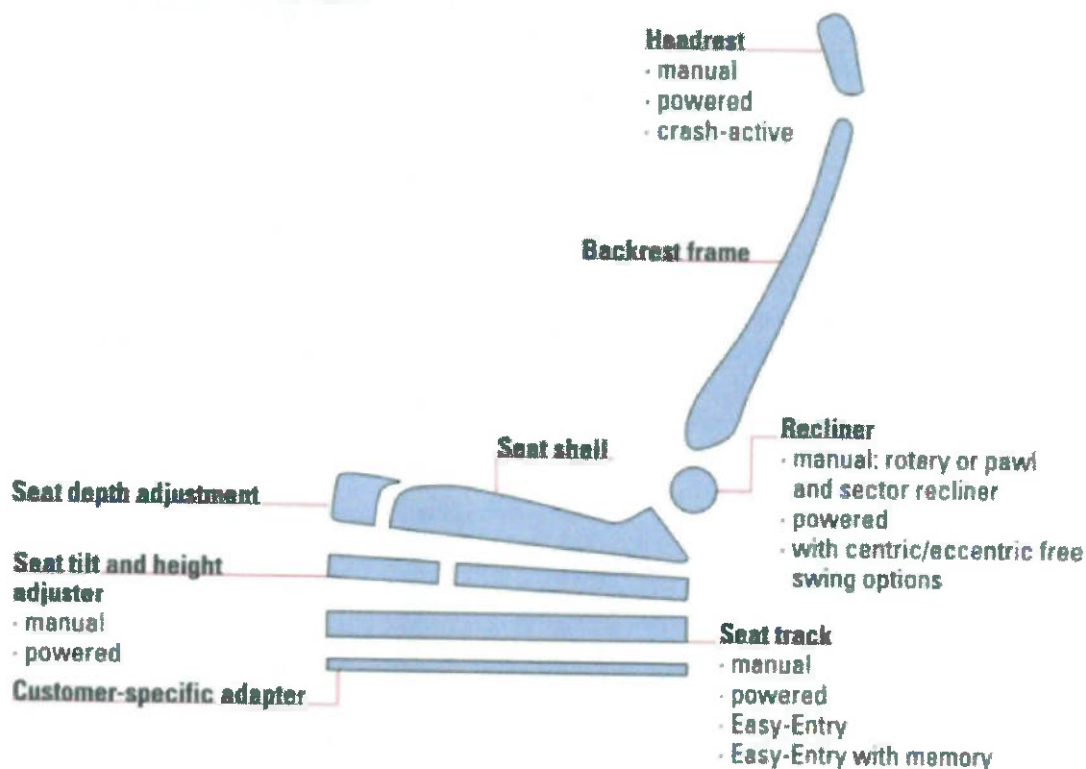


Figura 45: Esquema de banco modular da Keiper



Figura 46: Estrutura modular (Keiper)



Figura 47: Trilho modular (Keiper)



Figura 48: Reclinador modular (Keiper)

10) ESTRUTURAS DOS BANCOS DOS CARROS “POPULARES”

A seguir serão mostradas as estruturas dos bancos de alguns automóveis com motor 1 litro disponíveis no Brasil:

10.1) Fiat Palio

O banco dianteiro apresenta estrutura tubular, com o encosto utilizando suspensão de molas sinuosas e o assento apresentando uma casca (shell) estampada montada sobre a estrutura. Possui trilhos e reclinador. O material é aço e a massa da estrutura é de cerca de 11,1 kg.

O encosto do banco traseiro é inteiriço, apresentando uma estrutura tubular e um painel estampado. O assento é formado por um painel estampado. O material é aço e a massa do encosto é de cerca de 6,5 kg. A massa do assento é de cerca de 3,9 kg.



Figura 49: Estrutura dos bancos do Palio

10.2) Peugeot 206

O banco dianteiro do Peugeot 206 apresenta estrutura tubular com uma esteira com molas sinuosas como suspensão no encosto e molas sinuosas no assento. Possui trilho e reclinador, o material é aço e a massa é de cerca de 12,1 kg.

O encosto do banco traseiro (inteiriço) apresenta estrutura tubular e um painel estampado, seu material é aço e sua massa é de cerca de 6,9 kg. O assento do banco traseiro apresenta uma estrutura formada por arames de aço, com uma massa de cerca de 2,4 kg.



Figura 50: Estrutura dos bancos do Peugeot 206

10.3) Renault Clio

O banco dianteiro do Renault Clio apresenta uma estrutura composta por chapas estampadas. A suspensão do encosto é formada por uma esteira com molas sinuosas, enquanto a do assento é formada por molas sinuosas. Possui trilhos e reclinador, o material é aço e a sua massa é de cerca de 9,3 kg.

O encosto do banco traseiro é do tipo dividido, com duas partes, a 40% e a 60%. Apresenta estrutura tubular e arames na parte interna. O material é aço e a massa da parte 40% é de cerca de 3,0 kg, enquanto a massa da parte 60% é de cerca de 3,6 kg. O assento apresenta somente alguns arames que sustentam a espuma.



Figura 51: Estrutura dos bancos do Renault Clio

10.4) Chevrolet Celta

O banco dianteiro do Chevrolet Celta apresenta estrutura tubular, apoio de cabeça integrado à estrutura do encosto, suspensão formada por molas no encosto e esteira flexível no assento. Possui trilhos e reclinador, além de ser escamoteável para permitir o acesso dos passageiros ao banco traseiro. O material é aço e a massa é de cerca de 11,7 kg.

O encosto do banco traseiro apresenta estrutura tubular e um painel estampado de aço, com uma massa de cerca de 6,3 kg. O assento apresenta alguns arames para sustentar a espuma.

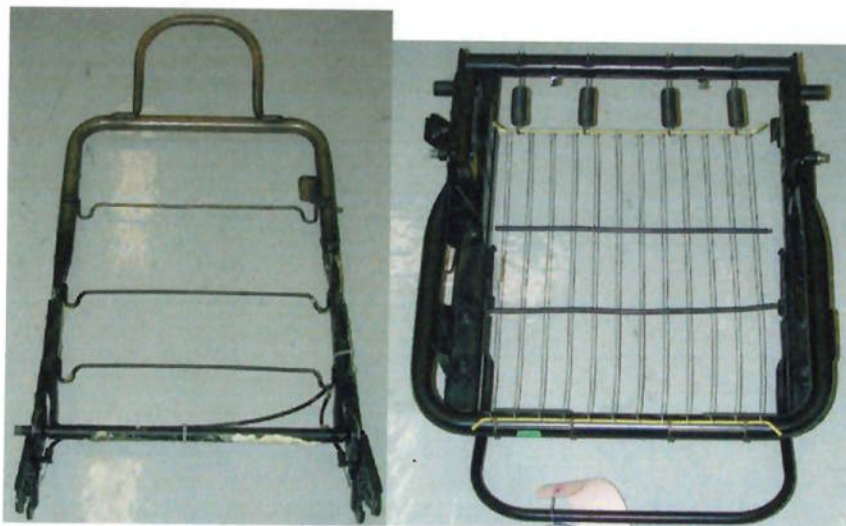


Figura 52: Estrutura dos bancos do Chevrolet Celta

10.5) Chevrolet Corsa

Os bancos dianteiros do Chevrolet Corsa (2002) apresentam estrutura formada por peças de aço estampado. Possui suspensão de esteira flexível no encosto e molas sinuosas no assento. Apresenta trilhos, reclinador e regulador de altura. Sua massa é de cerca de 9,1 kg.

O encosto do banco traseiro (dividido – 60%/40%) tem estrutura formada por peças estampadas e um painel estampado. O material é aço, a massa da parte 60% é de cerca de 8,4 kg e a massa da parte 40% é de cerca de 5,1 kg. O assento apresenta alguns arames para sustentar a espuma.



Figura 53: Estrutura dos bancos do Chevrolet Corsa

11) MATERIAIS DA ESTRUTURA

O material utilizado para a construção da estrutura do banco é fundamental para a massa, custo e resistência do mesmo. Deve-se selecionar o material de acordo com os objetivos principais do projeto. Geralmente, para estruturas com uma mesma resistência, um material de menor densidade apresenta um custo superior ao de um material de maior densidade.

O material mais utilizado atualmente nas estruturas dos bancos automotivos é o aço, principalmente devido à sua elevada resistência e baixo custo. Porém, com a necessidade cada vez maior de se ter uma massa menor no veículo, materiais alternativos começam a ser utilizados. É o caso do alumínio e do plástico, que substituem o aço em alguns veículos. O Audi A2, por exemplo, apresenta no assento uma casca de plástico, que apresenta uma massa bastante inferior ao de uma de aço.



Figura 54: Assento do banco dianteiro (Audi A2)

Em automóveis de corrida, onde a massa reduzida e a elevada resistência são fundamentais, o desenvolvimento de novos materiais é constante. São utilizados compósitos para a construção da estrutura do banco, geralmente moldada em uma peça única (concha). Os materiais mais comumente utilizados são fibra de vidro reforçada e fibra de carbono. Ambos

apresentam uma resistência bastante elevada e uma massa bastante reduzida em comparação a metais.



Figura 55: Bancos de automóveis de corrida (Recaro)

A pesquisa de novos materiais é indispensável para o desenvolvimento de estruturas cada vez mais leves e resistentes. Os materiais com estas características, atualmente, apresentam custo elevado, o que inviabiliza a sua utilização nos automóveis produzidos em grande escala e que devem apresentar um custo reduzido para que sejam viáveis comercialmente.

Por isto, provavelmente o aço continuará sendo o material mais utilizado na indústria automobilística por um grande período, até que materiais como o alumínio e compósitos possam ser produzidos por custos equivalentes ao do aço.

12) FABRICAÇÃO

Para se ter um produto de baixo custo, um dos fatores de maior importância é o processo de fabricação. Quanto mais rápido e simples for o processo, menor o custo. No caso de produção de elevado volume, a automação da maior parte do processo é a maneira mais eficaz de conseguir maior velocidade e qualidade.

No caso dos bancos automotivos, há alguns processos que necessitam de uma grande quantidade de mão de obra e tempo. É o caso da produção das capas e sua posterior montagem no banco. O processo todo é feito manualmente por operárias, seja na fábrica de capas ou na linha de montagem do banco. Uma solução para este problema seria investir em um robô que produzisse as capas e em outro que encapsasse o banco, causando assim uma grande redução de tempo de produção e de custo para o produto.

A produção da estrutura geralmente já é automatizada, uma vez que é necessária a soldagem de várias peças, o que é feito por robôs. Os mecanismos, por necessitarem de uma elevada precisão, são produzidos por máquinas sofisticadas e de forma automatizada.

No caso da linha de montagem do banco, para obter redução de custo e aumento da qualidade dos produtos, é necessária a automação praticamente completa do processo. Isto requer o projeto de uma linha totalmente automatizada, em que fosse possível a montagem dos mais variados tipos de componentes em uma mesma estrutura de banco. Para que este investimento seja viável, é necessário que o volume produzido seja bastante elevado, o que é o caso quando se fala de bancos modulares.

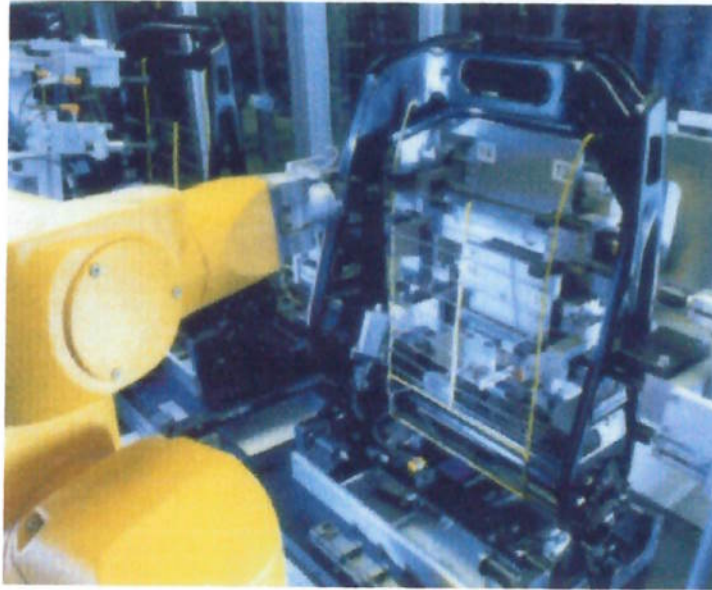


Figura 56: Produção em larga escala de estruturas de banco (Keiper)

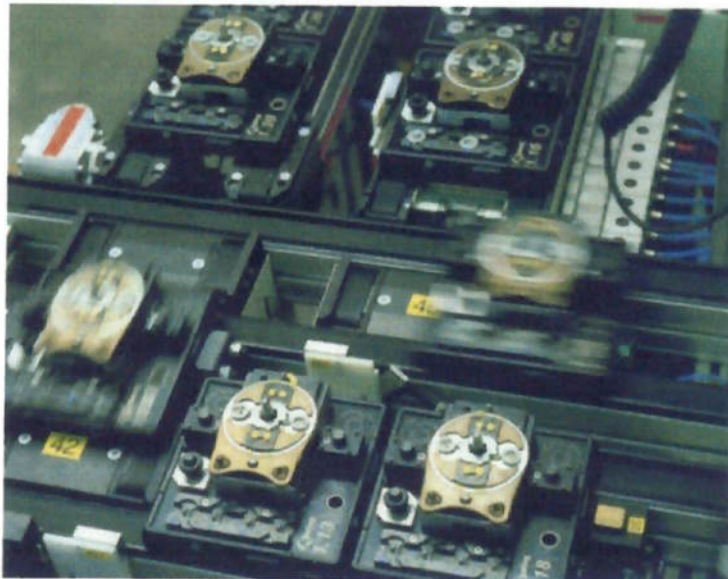


Figura 57: Produção em larga escala de mecanismo reclinador (Keiper)

13) TRANSPORTE

O transporte de bancos até a linha de montagem do veículo acresce bastante o custo do produto, pois são necessários vários caminhões para suprir a demanda. Os bancos, quando montados, ocupam uma grande quantidade de espaço, o que dificulta o seu transporte.

Atualmente, os fabricantes de bancos devem entregar os bancos na linha de montagem através do sistema Just-In-Time, que visa reduzir o estoque em processo. Quando são necessários bancos na linha de montagem de veículos, é emitido um pedido para o fabricante de bancos, que deve entregar os produtos quando solicitados.

As montadoras, com o objetivo de ter o mínimo de processo produtivo em sua própria planta, nomeiam fornecedores para o maior número de componentes possível. Porém, isto provavelmente causa aumento do custo das peças e do veículo, pois além do custo do transporte da planta do fornecedor até a linha de montagem, o fornecedor também necessita de lucro.

Para se ter um veículo de menor custo, peças grandes como os bancos, deveriam ter a linha de montagem ao lado da linha de montagem do veículo, pois isto eliminaria a necessidade do transporte através de caminhões.

O transporte de componentes dos bancos também é importante, pois devem ser criados dispositivos que permitam o transporte da maior quantidade possível de peças em um determinado espaço.



Figura 58: Centro de logística (Keiper)

14) BANCOS DIANTEIROS

Os bancos dianteiros (motorista e passageiro) devem ser modulares, ou seja, apresentar uma estrutura básica, e componentes que podem ser escolhidos pelo cliente, de acordo com o tipo de veículo a que se destina o banco.

14.1) Estrutura

A estrutura deve ser bem estudada, pois além de comportar componentes já existentes, deve ser capaz de receber componentes que venham a ser criados futuramente. Como esta estrutura deve ser utilizada em qualquer tipo de veículo, ela deve ser compacta, não podendo apresentar dimensões exageradas.

Ela deve comportar a instalação de vários componentes existentes, como os diversos tipos de mecanismos (mecânicos ou elétricos), apoios de cabeça integrados ou inseridos, ancoragens do cinto de segurança, airbags laterais, suspensões ou cascas. Também devem ter provisão para a instalação de outros tipos de componentes, como ventilação e aquecimento, ajustadores pneumáticos, descansa-braço, compartimentos para depósito de objetos, "mesinhas", entre outros.

O material utilizado, como a estrutura deve poder ser utilizada em carros "populares", deve ser o aço, devido à seu baixo custo. A estrutura deve ser composta por peças estampadas soldadas, pois este tipo de construção permite maior controle dimensional, necessário para se ter o conceito modular, menor massa, mais adequado para a produção automatizada em larga escala.

Devem ser realizados modelos em CAD de todos os componentes para a verificação de montagem virtual, antes da construção de protótipos. Estes modelos também são utilizados para a construção do ferramental a ser utilizado na produção.

A simulação de testes também deve ser realizada. Os modelos de análise podem ser importados dos modelos CAD, evitando assim a duplicação do trabalho de modelagem geométrica. A construção de protótipos só deve ser iniciada após a realização de simulações numéricas onde se comprove o atendimento dos requisitos.

Uma forma de construção da estrutura está mostrada na figura abaixo:



Figura 59: Estrutura modular de banco dianteiro (Keiper)

A estrutura da figura 59 apresenta elevada resistência e dimensões compactas. Ela é utilizada em veículos de luxo e esportivos, como Audi TT, A2, A3, A4 e A6, Ferrari 360, Mercedes SLK, Maserati 3200, Porsche 911 e Boxster, Aston Martin, Mitsubishi Lancer e Pajero e bancos Recaro para o mercado de reposição.

Devido às dimensões reduzidas do encosto, é possível a obtenção de maior espaço para os ocupantes do banco traseiro, fator que é cada vez mais valorizado pelos usuários de veículos.

A mesma estrutura pode apresentar apoio de cabeça integrado, como mostrado na figura a seguir:



Figura 60: Estrutura com apoio de cabeça integrado (Keiper)

14.2) Mecanismos

Os mecanismos também devem apresentar o conceito de modularidade, podendo ser montados na estrutura, de acordo com a necessidade do cliente. É importante levar em consideração que o banco deve poder ser utilizado em

veículos de dimensões variadas no projeto dos mecanismos. Isto significa que mecanismos de dimensões reduzidas e com elevada resistência são essenciais.

A posição de montagem dos trilhos deve ser estudada cuidadosamente, caso contrário pode ser necessária a criação de adaptadores de custo elevado para a instalação do banco em cada veículo.



Figura 61: Trilhos modulares (Keiper)

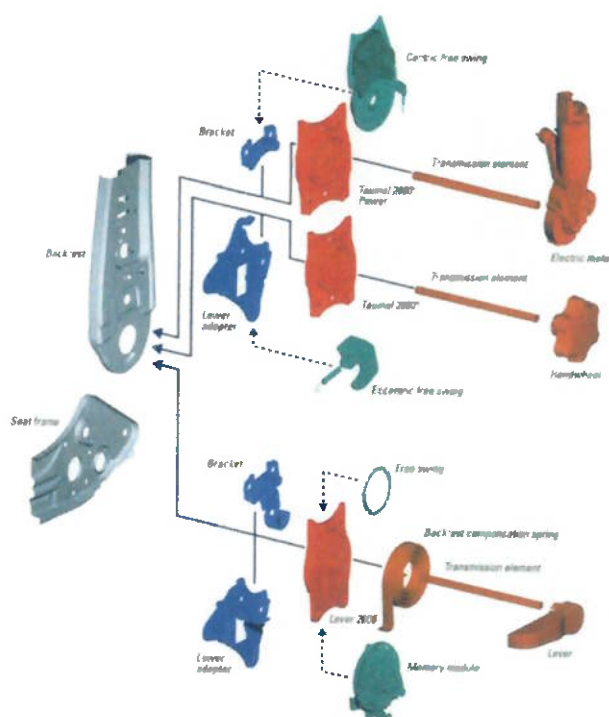


Figura 62: Reclinadores modulares (Keiper)



Figura 63: Mecanismo de escamoteamento modular (Keiper)

14.3) Espumas e capas

As espumas e capas devem ser exclusivas para cada veículo. Elas são responsáveis pela aparência do banco e, por isso, devem apresentar características que combinem com a proposta do carro a que se destinam. Para veículos esportivos, por exemplo, a espuma deve contar com suportes laterais bastante pronunciados, o que garante a estabilidade lateral do ocupante. As capas podem ser de vários materiais, como os diversos tipos de tecidos, couro e vinil. Para que se consiga uma redução de custo, deve haver um robô que consiga montar qualquer capa no banco, o que requer uma atenção especial no projeto das mesmas.



Figura 64: Banco esportivo (Recaro)

15) BANCOS TRASEIROS

Os bancos traseiros são mais difíceis para se criar um produto que possa ser utilizado em qualquer veículo, devido aos diferentes conceitos dos veículos. Alguns carros apresentam como característica principal a versatilidade do espaço, o que requer bancos traseiros que possuam mecanismos que permitam diversas posições. Outros visam o conforto máximo aos passageiros do banco traseiro, o que pode significar poltronas reclináveis com apoio para as pernas, como no Maybach. Os automóveis “populares”, no geral, apresentam bancos traseiros bastante simples, sendo o único ajuste possível o escamoteamento do encosto.



Figura 65: Bancos traseiros do Audi A2



Figura 66: Bancos traseiros do Maybach



Figura 67: Banco traseiro do Chevrolet Celta

Algumas empresas, porém, possuem bancos traseiros que utilizam o conceito de modularidade. É o caso da Keiper, que possui uma linha de bancos traseiros modulares, nos mesmos moldes dos bancos dianteiros.

KEIPER rear seat structures – overview

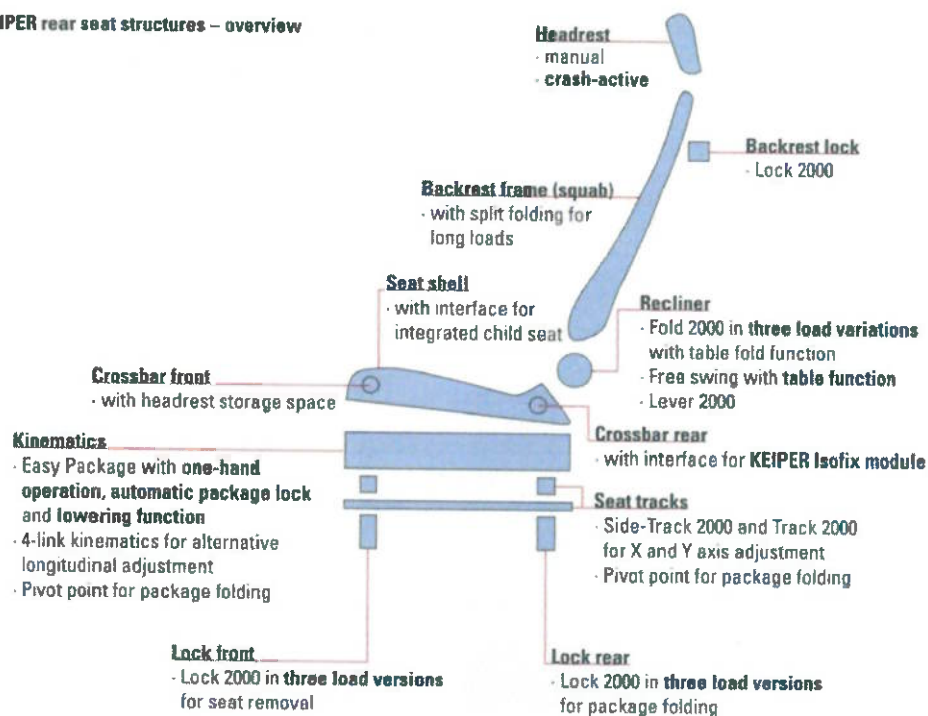


Figura 68: Bancos traseiros modulares (Keiper)

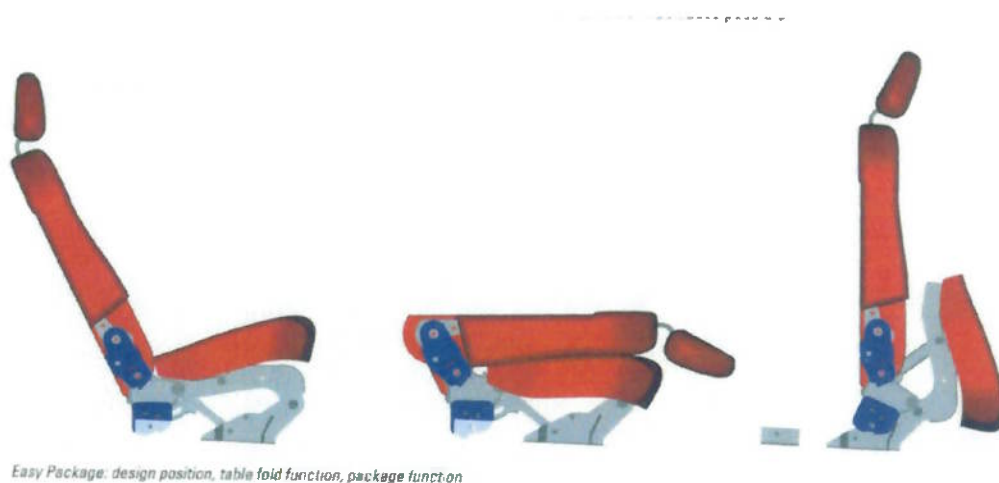


Figura 69: Posições de um banco traseiro modular (Keiper)

Como atualmente ainda não é exigência de mercado se ter bancos traseiros flexíveis, os carros “populares” continuarão por algum tempo a possuírem bancos traseiros simples, compostos por encostos inteiriços ou divididos e escamoteáveis, além de assentos inteiriços fixos ou escamoteáveis.

As espumas e capas também devem ser selecionadas de acordo com o veículo a que se destina o banco, pois devem combinar com o conceito do mesmo.

16) CONCLUSÕES

Para se conseguir redução de custos em bancos de maneira correta, sem que haja piora do produto, a maneira mais eficiente é a utilização de uma mesma estrutura para o maior número possível de veículos, modificando apenas os componentes a serem inseridos em cada caso.

O custo de projeto pode ser reduzido de maneira bastante significativa com a utilização de recursos computacionais. O CAD permite a realização de montagem virtual, o que permite a verificação antecipada da concordância entre as geometrias das peças a serem montadas. O CAE permite a simulação de testes e condições de funcionamento de um sistema de bancos, reduzindo bastante o número de protótipos e testes a serem realizados para a validação do produto, o que reduz também o tempo de projeto.

Referências

Livros

- Society of Automotive Engineers. **1997 SAE Handbook: Standards Development Program**. EUA: Society of Automotive Engineers. 1997.

Homepages

- ANFAVEA - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/Index.html>>. Acesso em: 20 de abr. 2002
- Society of Automotive Engineers (SAE). Disponível em: <<http://www.sae.org/servlets/index>>. Acesso em: 20 de abr. 2002
- CONTRAN Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: <<http://www.mj.gov.br/Contran/default.htm>>. Acesso em: 20 de abr. 2002
- Johnson Controls. Disponível em: <<http://www.jci.com/>>. Acesso em: 21 de abr. 2002
- Lear Corporation. Disponível em: <<http://www.lear.com/>>. Acesso em: 21 de abr. 2002
- Faurecia. Disponível em: <<http://www.faurecia.com/>>. Acesso em: 09 de jun. 2002
- Keiper. Disponível em: <<http://www.keiper.com/>>. Acesso em: 09 de jun. 2002
- Recaro. Disponível em: <<http://www.recaro.com/>>. Acesso em: 09 de jun. 2002
- Just-Auto.com. Disponível em <<http://www.just-auto.com/>>. Acesso em: 02 de jun. 2002

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Disponível em <<http://www.abnt.org.br/>>. Acesso em 19 de Maio 2002
- Best Cars Website. Disponível em: < <http://www.uol.com.br/bestcars/>>. Acesso em: 20 de nov. 2002
- AutoVision. Disponível em: <<http://209.9.77.24/autovision/>>. Acesso em 20 de nov. 2002
- Sparco USA. Disponível em: < <http://www.sparcousa.com/>>. Acesso em 21 de nov. 2002
- MOMO. Disponível em: < <http://www.momo.it/>>. Acesso em 21 de nov. 2002