

# O conforto automóvel e as tecnologias

Paulo Sérgio Santos, Luís Carrilho Gonçalves, Pedro Dinis Gaspar e Luís Carlos Pires  
Departamento de Engenharia Electromecânica

Universidade da Beira Interior  
Calçada Fonte do Lameiro – Covilhã

Telf: +351 275 329 925; fax: +351 275 329 972; e-mail: [m2379@ubi.pt](mailto:m2379@ubi.pt), [carrilho@ubi.pt](mailto:carrilho@ubi.pt), [dinis@ubi.pt](mailto:dinis@ubi.pt),  
[pires@ubi.pt](mailto:pires@ubi.pt)

**Resumo** — Faz-se uma revisão das tecnologias aplicadas ao aumento do conforto automóvel. A ergonomia interna do automóvel desempenha um papel preponderante no conforto do condutor e passageiros, no seu bem-estar, confiança e sensação de descontração na condução. A aplicação das ferramentas de prototipagem digital e a utilização de modelos termodinâmicos de simulação dos ocupantes veio ajudar a perceber e melhorar o comportamento termodinâmico do habitáculo e sua ergonomia. Novas tecnologias vieram melhorar o conforto a bordo do automóvel e aumentar os parâmetros de segurança.

## 1. Introdução

No início do século XX, quando Henry Ford lançou os primeiros automóveis fabricados em série, os desejos e as necessidades dos consumidores daquela época eram muito diferentes das actuais.

Os automóveis tinham como principal função transportar cargas e pessoas de uma forma mais rápida do que os meios de transporte disponíveis. Os dispositivos de conforto e segurança eram relegados para segundo plano mas com o passar dos anos as necessidades dos utilizadores foram mudando e novos dispositivos de conforto foram introduzidos.

No caso dos sistemas de climatização o primeiro sistema desenvolvido para o automóvel surgiu no início da década de trinta nos Estados Unidos sendo adaptado num Cadillac pela C&C Kelvinator Company no estado do Texas. Tratava-se de um sistema independente que possuía uma potência de refrigeração de 0,37 kW, alimentado por um motor de combustão interna a gasolina com 1,1 kW de potência.

Os sistemas por compressão de vapor começaram a ser desenvolvidos pela General Motors em 1933 e utilizavam como fluido refrigerante o R12. Em 1941 a General Motors introduziu o sistema de climatização original de fábrica na sua marca de automóveis Cadillac (Bhatti, 1999).

O primeiro sistema de climatização automóvel original de fábrica foi lançado pela Packard Motor Car. Além do sistema de refrigeração, possuía também um sistema de aquecimento.

Nos anos seguintes os sistemas de climatização foram evoluindo, passando a adoptar a ventilação frontal forçada para obter uma maior eficiência do permutador de calor,

embraiagens electromagnéticas nos compressores e alguns controlos automáticos do sistema.

Actualmente coloca-se o problema do efeito dos fluidos frigoríficos utilizados, o resultado que o seu uso pode ter sobre o consumo de combustível e a sua contribuição para as alterações da camada de ozono.

A partir de 2011 e até 2017 a União Europeia vai exigir aos fabricantes a eliminação gradual do refrigerante HFC-134a, devendo os refrigerantes de substituição ter um factor de aquecimento global inferior a 150. Por outro lado, a Californian Air Resources Board pretende também a sua eliminação a partir de 2017. [1]

Segundo a definição apresentada na norma ASHRAE 55:2004, conforto térmico é “um estado de espírito que reflecte a satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa”. [2] Ou seja, muitas vezes mesmo estando numa condição termicamente neutra, algumas pessoas ainda não estão confortáveis termicamente. [1]

Actualmente a ergonomia num automóvel é um dos grandes desafios para os engenheiros. Ao nível do habitáculo do automóvel, pode entender-se como a compatibilidade do interior do habitáculo com as funções de condução, de transporte de pessoas ou mercadorias, de segurança, de visibilidade externa, da sinalética, da instrumentação. Assim, descrevem-se algumas das situações relevantes que tratam a ergonomia interna num automóvel: o transporte do condutor e passageiros em condições de segurança e conforto; o bem-estar na condução e sensibilidade ao conforto e ao prazer; a visibilidade adequada em todas as direcções, por via directa e indirecta (espelhos, câmara de vídeo); confiança na condução e nas seguranças internas e externas; sensação de descontração e de autoconfiança na condução; instrumentação do veículo automóvel com fácil acessibilidade ao condutor e passageiro da frente; minimização do desvio da atenção do condutor perante a condução do automóvel; sinalética e fácil manuseamento dos comandos, entendimento intuitivo para tomadas de decisão rápidas. [3]

## 2. As tecnologias disponíveis

Actualmente todas os fabricantes de automóveis apostam em veículos que proporcionem conforto e bem-estar aos seus ocupantes. Para tal, o desenvolvimento de novas tecnologias, produtos e materiais é uma constante.

Cada vez mais os seus centros de desenvolvimento de novos produtos são autênticas fábricas de inovação e tecnologia. Apresentam-se alguns estudos e novas tecnologias que num futuro próximo serão aplicados no automóvel.

#### A. Prototipagem digital e modelos termodinâmicos dos ocupantes

No desenvolvimento do novo modelo C, a Mercedes-Benz recorreu à prototipagem digital para verificar como se iria comportar o sistema de ar condicionado. Por exemplo, foi possível verificar se todos os ocupantes tinham sempre os pés quentes durante a condução no Inverno. Posteriormente desenvolveram dois sistemas de ar condicionado. O sistema standard Thematic e o opcional Thermotronic que permite o controlo do ambiente em três zonas do habitáculo, o primeiro nesta categoria de automóveis.

O sistema TIM (Climate control simulation using a thermophysiological occupant model), (Figura 1), é utilizado pela Mercedes-Benz em investigação para calcular e otimizar o conforto térmico. Permite aos engenheiros analisar diversas características do sistema AVAC do Classe C numa fase inicial do desenvolvimento, tais como o número de saídas de ventilação necessárias e o tamanho das mesmas.

O TIM foi também associado a outros programas de computador que dividem o habitáculo do automóvel em 7,8 milhões de unidades espaciais e permitem medir a corrente de ar, temperatura e outros parâmetros em cada um desses pontos. [4]



Fig. 1. Simulação e controlo do conforto climático, utilizando um modelo termodinâmico dos ocupantes (TIM).

O modelo computacional TIM simula um total de 14 áreas do corpo humano, tendo em conta a circulação sanguínea e o calor corporal, (Figura 2). O resultado é um ocupante virtual do automóvel mas significativamente representativo.

No actual sistema de climatização do Classe C os sensores garantem que a temperatura ideal desejada pelos ocupantes é mantida constante. Dois sensores, no painel de controlo e próximo do botão de ignição electrónica, medem a temperatura interior e fornecem dados ao sistema para que

este possa reagir mais rapidamente às flutuações de temperatura.

Mais quatro sensores monitorizam a temperatura do ar que flui através das saídas de ventilação, permitindo uma contínua comparação entre as temperaturas desejadas e as reais. Um novo sensor regista a intensidade e a direcção dos raios solares. [4]



Fig. 2. Manequim termodinâmico utilizado na simulação do conforto climático.

#### B. Controlo do sistema de ar condicionado através da posição do sol

A Honda, por seu lado, está a utilizar a posição do sol para otimizar o consumo do sistema de ar condicionado na última versão do Accord.

O sensor GPS do automóvel está ligado a um software que contém um calendário, para determinar o ângulo do sol durante todo o ano. O GPS pode relacionar a posição do automóvel com a posição do sol combinando-as, e os sensores de temperatura e luz solar no habitáculo podem equilibrar a corrente de ar frio ou quente distribuída pelo sistema dual de ar condicionado.

De acordo com o engenheiro da Honda Hirofumi Shigeoka, este sistema de ar condicionado reduz o consumo de combustível e assegura um melhor controlo do sobreaquecimento ou do sub-arrefecimento do ar no habitáculo. [5]

#### C. Cintos de segurança mais confortáveis

O cinto de segurança é uma das mais importantes invenções na história da segurança no automóvel, tendo sido melhorado com os sistemas de tensionamento e de limitação de pressão.

A Mercedes está a trabalhar num mini-airbag para o cinto, de forma a torná-lo mais confortável no contacto com o corpo humano, em caso de acidente do automóvel.

Em alguns centésimos de segundo os cintos de segurança traseiros recebem 4 litros de gás no interior, (Figura 3), o que praticamente duplica a sua superfície de contacto com o corpo dos ocupantes, reduzindo o risco de lesões nos mesmos e de queimaduras. Importantíssimo em especial para os passageiros mais idosos e crianças, com caixas torácicas menos resistentes. [6]



Fig .3. Cintos de segurança.

#### D. Automóveis mais silenciosos

O aumento do trânsito e também do padrão de exigência dos consumidores levaram os fabricantes a especializarem-se no controlo dos ruídos.

O uso de simulação digital, permite reduzir o custo evitando um maior número de testes realizados com protótipos. Lançado pela Renault em 1999, o projecto Vênus (sigla do francês para Véhicule Numérique Silencieux, ou Veículo Digitalmente Silencioso) simula ruídos e vibrações para cada componente, com o objectivo de reduzir o nível geral de ruído de rolamento e aerodinâmico de um automóvel, interior ou exteriormente.

O Vênus permitiu que os engenheiros projectassem digitalmente a carroçaria do Clio III, que foi certificado com níveis de 71 dBA (72 dBA com motor diesel), i.e. 3 dBA a menos que a exigida pelas normas europeias. No futuro, a simulação acústica deve chegar à selecção e aperfeiçoamento dos sons, ajudando a ajustar a “assinatura sonora” dos automóveis, que assim terão uma espécie de “personalidade audível” mais diferenciada e uma característica de marketing mais adequado. [7]

#### E. Ecrã spliview

Decorreu ainda pouco tempo, que a Mercedes-Benz apresentou uma nova tecnologia chamada Splitview, a qual permite que o condutor e o passageiro da frente vejam programas diferentes, no mesmo ecrã, (Figura 4). O ecrã de oito polegadas encontra-se centrado na consola e não se distingue de um LCD convencional. Este mostra imagens distintas colocando pixels adjacentes uns aos outros, deste modo o condutor pode visionar as indicações do sistema de navegação, enquanto o passageiro vê outras imagens de DVD. Um filtro divide a imagem de modo a que, dependendo da posição, se vejam imagens diferentes. [8]



Fig .4. Ecrã Splitview, do Mercedes-Benz Classe S.

### 3. As tecnologias aplicadas

A melhoria contínua do desempenho e a procura de maior conforto para os ocupantes faz com que actualmente o automóvel seja uma montra tecnológica. São inúmeras as tecnologias aplicadas no automóvel que estimulam o seu conforto e facilitam a sua condução. Deste modo são descritas algumas das mais importantes e mais relevantes ao nível do conforto e da segurança.

#### A. Computador de bordo

Actualmente os computadores de bordo com programa de eficiência têm contribuição activa para uma condução mais eficiente, dado que o condutor tem influência sobre cerca de 30% do consumo. [9] Os sistemas mais actuais apresentam no ecrã central todos os dados relevantes. Analisam permanentemente as correntes de energia no automóvel e mostram as exigências de grandes consumidores como o ar condicionado ou aquecimento dos vidros traseiros. Emitem mensagens, como fechar os vidros quando se usa o ar condicionado. O indicador de troca de caixa completa o funcionamento do sistema. [9] Um futuro OBD (On-Board Diagnostic) está já previsto pela norma Euro 5.

#### B. Visor head-up

Actualmente as marcas de automóveis tentam proporcionar um ambiente de condução responsável e confortável de modo a aumentar a concentração do condutor. A ergonomia mais avançada assegura que o condutor mantenha a sua concentração focada na estrada. O sistema Head Up Display (HUD) exhibe dados dinâmicos importantes do automóvel, por exemplo, a velocidade actual, directamente no pára-brisas dentro do campo de visão do condutor, (Figura 5). A visualização pode ser adaptada às preferências do condutor permitindo o ajuste fácil da posição e da luminosidade do painel de visualização.

Para além da velocidade do veículo, o HUD também exhibe setas de navegação simplificadas ou ajustes de áudio. E para os automóveis equipados com o sistema de segurança de Pre Crash (PCS), o aviso “BRAKE!” a vermelho é exibido sempre que necessário. [10]



Fig .5. Visor head-up.

### C. Sistema de visão nocturna

Os sistemas de visão nocturna implantados nos automóveis, o Night View ou Night Vision, são já utilizados por algumas marcas para auxiliar na segurança activa e contribuir na prevenção de acidente.

Este sistema, presente nos Mercedes Benz classe “S” desde 2005, fornecido pela Bosch, tem sido constantemente aperfeiçoado. Actualmente consegue diferenciar automóveis e pedestres termicamente activos dos obstáculos da estrada graças aos sensores de infravermelhos localizados nos faróis.

Ao conduzir um automóvel convencional à noite, a iluminação atinge uma distância aproximada de 40 metros, portanto os obstáculos e perigos frequentes são percebidos a distancias demasiado próximas.

Quando iluminamos a estrada com os máximos, para visualizar uma área maior, podemos prejudicar o trânsito que se desloca na direcção contrária. Sendo assim, esta nova tecnologia actua como um dos complementos fundamentais para o sistema de segurança.

Nos automóveis Mercedes Benz esta imagem é transmitida ao condutor através do “computador de bordo” disponível no painel de instrumentos que apresenta as informações, nível de combustível, temperatura, número de rotações por minuto e velocidade, numa imagem virtual. Ao solicitar a função visão nocturna, com um simples toque num botão, o velocímetro, posicionado no painel dá lugar a imagem gerada pela câmara de visão nocturna que consegue ampla visão do traçado da estrada e detecta a tempo eventuais obstáculos, (Figura 6), com a utilização de faróis e sensores de infravermelhos capazes de apontar a existência de objectos termicamente activos mas invisíveis ao olho humano devido à falta de luz.

Em alguns modelos a câmara de visão nocturna está localizada próxima da unidade de comando do teto e do sensor de chuva. Este componente envia os dados registados através de um interface de vídeo digital (Low-Voltage Differential Signaling - LVDS) para a Unidade de Assistência de Visão Nocturna.

O sistema Night View trabalha em conjunto com os sistemas “ESP” (Electronic Stability Program / Programa Electrónico de Estabilidade) e “Distronic Plus” (que controla a distância mínima ao automóvel da frente). [11]



Fig .6. Sistema de visão nocturna.

### D. O conforto térmico no habitáculo

Actualmente os habitáculos dos automóveis apresentam diferentes níveis de equipamento, de acordo com a relação preço/classe/equipamento do automóvel. Os sistemas multi zone estão a tornar-se cada vez mais comuns, com a perspectiva de que veículos da classe B terão duas zonas, os das classes C/D três zonas e das classes D/E quatro ou mais. Alguns engenheiros estão convictos em conseguir uma redução de 20 a 30% da energia actualmente utilizada, pela distribuição adaptativa do ar dentro do habitáculo. [5] O Lexus LS 460 foi o primeiro automóvel a utilizar a matriz sensor de infravermelhos da Denso. Localizado no painel do tecto, detecta os infravermelhos emitidos no habitáculo, inclusive no assento traseiro dos passageiros. Isto permite que o ar refrigerado/aquecido se adapte não só aos requisitos de arrefecimento/aquecimento individuais dos ocupantes, como à atmosfera global do habitáculo. [5] Completando este sistema, o ar refrigerado de quatro zonas permite que os passageiros no assento de trás controlem as suas próprias zonas climáticas, enquanto que difusores climáticos melhoram ainda mais o conforto. [10]

No novo topo-de-gama da Opel, o Insignia, a tecnologia ao serviço do conforto térmico dos seus ocupantes impera. Por exemplo, o Quickheat, sistema de aquecimento impede o embaciamento do pára-brisas e acelera o aquecimento do habitáculo, sendo activado automaticamente em função da temperatura exterior e da temperatura do líquido de refrigeração do motor.

Os vidros termo-absorventes Solar Protect, na traseira do veículo evitam uma maior subida da temperatura no habitáculo e o pára-brisas SolarReflect com, uma fina película de óxido metálico, entre os painéis de vidro laminado do pára-brisas, reflecte os raios infravermelhos do espectro não visível permitindo uma redução de até 10 °C na temperatura do habitáculo, relativamente à temperatura exterior. [12]

### E. Câmaras de visão lateral e de estacionamento

O sistema de câmaras de visão lateral melhora a visibilidade nas saídas da auto-estrada e nos cruzamentos com má visibilidade. No pára-choques da frente estão instaladas duas câmaras de vídeo, que abrangem o lado esquerdo e direito da faixa de rodagem. No display é projectada a imagem, (Figura 7), antes do condutor os poder identificar a olho nu. A câmara de marcha atrás ajuda nas manobras de estacionamento. A imagem projectada no display de controlo é completada por meio de traços e marcação de obstáculos, para ajudar a estacionar ou sair do parque, sem problemas.

A câmara traseira de ajuda ao estacionamento permite ao condutor ver a tempo objectos, pessoas e veículos que se aproximam, nas manobras de marcha atrás. O condutor pode ver no ecrã o ângulo calculado da curva, correspondente ao ângulo de viragem do volante. [13]



Fig. 7. Câmaras de visão lateral.

### F. Encostos de cabeça activos

Este elemento de segurança passiva reduz o risco de lesão pelo designado efeito de chicote que ocorre em caso de colisão traseira. Actualmente faz parte do equipamento de série dos automóveis topo-de-gama de muitas marcas. Numa fracção de segundo após o impacto, o sistema impele o encosto de cabeça para a frente a toda a sua altura. Bloqueia automaticamente, no instante em que entra em contacto com a cabeça do ocupante. [12]

### G. Controlo de iluminação em curva e assistente de máximos

O sistema de controlo de iluminação em curva da BMW, com distribuição variável de luz, melhora consideravelmente a visibilidade da condução em curva. Os vários sensores controlam em permanência a velocidade a que circula o veículo, o movimento rotacional e o ângulo de viragem, podendo assim calcular o percurso da curva. Os dois faróis de xénon são comandados por acção electromecânica, para poderem seguir o traçado da curva. Os faróis direccionais são complementados pelas luzes de curva, que activam os faróis de nevoeiro da parte interior da curva, quando o veículo tem de virar. O sistema dispõe ainda de um reflector suplementar que ilumina a via, na direcção em que segue o veículo. O resultado é uma iluminação mais perfeita e adequada da faixa de rodagem, em todas as situações de condução.

O assistente de máximos evita o perigo de encandeamento, uma vez que o sistema detecta a luminosidade na periferia

do veículo, ligando ou desligando os máximos, de acordo com a situação do trânsito. Com o sistema activado, um sensor de imagem instalado nas costas do espelho retrovisor interior controla em permanência o trânsito e a luminosidade da via. É com base nas imagens do sensor que o assistente de máximos decide se deve ligar ou desligar os máximos. Caso circulem outros veículos à frente ou em sentido contrário e no caso de haver luminosidade suficiente, o assistente desliga de novo os máximos. [13]

## 4. O futuro

É certo que o carro do futuro será muito mais confortável, a começar pelo sistema de abertura de portas, até o conjunto de informações fornecidas pelos sistemas electrónicos, que facilitarão a tarefa de conduzir. O baixo ruído e a estabilidade são outros pontos que de certo vão ser objecto de melhoria. Por outro lado, a estabilidade ambiental dentro do automóvel e o aumento do seu conforto pode também originar relaxamentos excessivos do condutor. Nesse sentido investigadores e marcas estão a estudar e a desenvolver tecnologia de modo a combater as distrações e a sonolência por parte dos condutores.

Com a aplicação das actuais e futuras normas ambientais de emissões poluentes do automóvel, está a nascer uma geração mais amiga do ambiente, emitindo menos CO<sub>2</sub> e tendo consumos mais baixos. Para tal também contribuem sistemas e fluidos de refrigeração mais eficazes. Sistemas híbridos (combustão+eléctrico ou eléctrico+combustão), de multifuel (gás+líquido), de células de combustível, de propulsão a hidrogénio actualmente em desenvolvimento, contribuem para um maior conforto e uma redução significativa do ruído face ao tradicional propulsor único de combustão interna. A aplicação de materiais mais leves e agradáveis à visão e ao tacto, de novas políticas e incentivos à reciclagem, originam produtos, tecnologias e soluções mais confortáveis para o condutor e ocupantes do automóvel.

## Referências

- [1] Moura, J. B., Aprimoramentos em sistemas de climatização veicular para melhoria de condições ambientais de cabina e redução no consumo de combustível, São Paulo (2007), pp. 14-15, 20.
- [2] ANSI/ASHRAE 55. Thermal environmental conditions for human occupancy, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, New York, 2004.
- [3] Carrilho, L. C., Apontamentos de Equipamentos do Automóvel (7126), Curso Eng.<sup>a</sup> Mecânica – Construção Automóvel, Departamento de Engenharia Electromecânica, Universidade da Beira Interior, Ano lectivo 2008-2009
- [4] “Comfortably alert”, Automotive Design magazine, May 2007, pp. 22-26
- [5] “Something in the aircon”, Automotive Design magazine, May 2008, pp.16-17
- [6] Oliveira, J., “O futuro da segurança Automóvel”, Auto Foco, Nº 482 - 18 a 24 de Junho de 2009, pp.12-15

- [7] “Acústica: os automóveis cada vez mais silenciosos”, disponível on-line: <http://www.rodao.com.br/noticia.php?idn=920>, acedido a 5 de Junho de 2009
- [8] “Expositor tecnológico”, Autohoje, Nº 1020 - 29 de Maio 2009, pp. 15
- [9] “A vez dos «Verdes»”, Auto Foco, Nº 497 - 1 a 7 de Outubro de 2009, pp.18-20
- [10] “Lexus RX, Características Principais”, disponível on-line: <http://www.lexus.pt/range/rx/key-features/index.aspx>, acedido a 4 de Setembro de 2009
- [11] “Funcionamento do sistema de visão nocturna”, disponível on-line: <http://dicasengenharia.blogspot.com/2008/08/funcionamento-do-sistema-de-viso.html>, acedido a 8 de Setembro de 2009
- [12] “Tecnologia e design”, Auto monitor, Terça-feira, 17 de Fevereiro de 2009, pp. 8-14
- [13] “BMW Serie 7, Ergonomia e segurança”, disponível on-line: [http://www.bmw.pt/pt/newvehicles/7series/sedan/2008/allfacts/ergonomics/camera\\_system.html](http://www.bmw.pt/pt/newvehicles/7series/sedan/2008/allfacts/ergonomics/camera_system.html), acedido a 8 de Setembro de 2009