



Mercedes-Benz
Informação de Imprensa
setembro 2025

Contactos:
Rita António – Tel: 925 315 629
Comunicação de Automóveis - Tel.: 219 257 000

Aerodinâmica na Mercedes-Benz: Menor resistência ao ar, maior eficiência e menor consumo de energia

Índice

Menor resistência ao ar, maior eficiência	2
Aerodinâmica na Mercedes-Benz: um valor acrescido	
Para uma maior autonomia, segurança e conforto	4
Aerodinâmica na Mercedes-Benz: as disciplinas de aerodinâmica.	
Dispositivos de medição avançados e metodologia moderna.....	7
Aerodinâmica na Mercedes-Benz: os túneis de vento e dispositivos de medição	
Do veículo em forma de lágrima ao VISION EQXX.....	10
Aerodinâmica na Mercedes-Benz: história	

As descrições e os dados neste kit de imprensa aplicam-se à gama internacional de modelos da Mercedes-Benz. Os dados poderão variar em função do país. Para mais informações sobre os veículos disponíveis, incluindo os valores WLTP, por favor consulte a página www.mercedes-benz.com.

Menor resistência ao ar, maior eficiência

Aerodinâmica na Mercedes-Benz: um valor acrescido

- **Várias vantagens nas deslocações diárias: maior autonomia, conforto e segurança**
- **Longa tradição: recordes em aerodinâmica e equipamentos de medição modernos**
- **Otimização aerodinâmica: o novo CLA com Tecnologia EQ**

Baixa resistência ao ar significa elevada eficiência. Isto torna o comportamento aerodinâmico crucial, especialmente para os veículos elétricos. A redução do coeficiente de arrasto aerodinâmico em apenas 0,01 permite aumentar a autonomia em viagens longas em cerca de 2,5 por cento. Com base numa quilometragem anual de 15 000 quilómetros, a correspondente otimização aerodinâmica resulta em mais 375 quilómetros de distância.

A Mercedes-Benz reconheceu cedo que a aerodinâmica é fundamental para a eficiência. Assim, a lista de modelos com desempenho aerodinâmico de topo é longa: começa com o W 125 de 1937¹, passando pelo 540 K “Streamliner” de 1938 e o C1112 dos anos 70, até ao W124 de 1984, que com um Cd de 0,29 foi o primeiro automóvel de produção a ficar abaixo de 0,30. Mais recentemente, devem ser mencionados o CLA de 2013 com um Cd de 0,22, o EQS com 0,20, e o atual CLA com Tecnologia EQ com um valor líder na sua classe de 0,21. Outro campeão de aerodinâmica é o VISION EQXX de 2022. Com um Cd de 0,17, esta plataforma tecnológica oferece ao vento ainda menos resistência do que uma bola de futebol americano. Enquanto o foco do VISION EQXX estava na própria eficiência, o AMG GT XX teve como objetivo principal garantir essa eficiência a velocidades superiores a 300 km/h. Graças, não menos, ao seu valor de Cd de 0,19 e à aerodinâmica inteligente, o AMG conquistou 25 recordes mundiais de longa distância na pista de testes de Nardò em agosto de 2025.

Anteriormente, e especialmente nas corridas, as velocidades atingíveis e as altas velocidades em curva, ou seja, a força descendente, eram o foco. Atualmente, o principal objetivo é o consumo de energia e a autonomia, mantendo as características de condução famosas e muito apreciadas da Mercedes. Mas não só em termos de resistência ao ar, também nas outras disciplinas aerodinâmicas no que diz respeito a aeroacústica, limpeza do veículo e conforto de condução com capota aberta, os modelos Mercedes-Benz estão na vanguarda há muitas décadas.

Isto deve-se também ao elevado nível de esforço de desenvolvimento que a marca da estrela dedica a esta área: o “Grande Túnel de Vento” em Untertürkheim foi o primeiro do mundo do seu género para o desenvolvimento automóvel. O primeiro teste documentado teve lugar ali há mais de 80 anos, em 5 de fevereiro de 1943. O “Grande Túnel de Vento” continua a ser utilizado. Em 2013, a Mercedes-Benz voltou a assumir a liderança nos testes de aerodinâmica com o túnel de vento aeroacústico no Centro de Desenvolvimento de Sindelfingen.

Pequenos detalhes, grande impacto: otimização aerodinâmica do CLA

Por maior que seja o valor acrescido na condução do dia a dia, as otimizações aerodinâmicas dos veículos são igualmente extensas, como mostra o exemplo atual do novíssimo CLA elétrico. Com um Cd a partir de 0,21, este modelo totalmente elétrico é um dos melhores da sua classe. Dentro da gama, a diferença também é muito pequena. Isto deve-se em parte à ampla gama de jantes otimizadas aerodinamicamente. Incluem, pela primeira vez, um revestimento total bicolor para jantes em liga leve. Comparada com uma jante convencional, tem um desempenho até 15 pontos Cd melhor; em comparação com uma jante de alumínio aero já otimizada, a vantagem ainda é de até dois pontos Cd. Além disso, os engenheiros de aerodinâmica otimizaram os spoilers

¹ Em 28 de janeiro de 1938, o veículo recordista Mercedes-Benz W 125 estabeleceu um recorde mundial de velocidade em estradas públicas com o seu coeficiente aerodinâmico (Cd) de 0,17: Rudolf Caracciola atingiu a velocidade de 432,7 km/h na A5 entre Darmstadt e Frankfurt.

² O C111-III recordista tinha um coeficiente

das rodas dos eixos dianteiro e traseiro em todos os tamanhos de rodas, minimizando o impacto das rodas e dos pneus na resistência ao ar.

Em redor da grelha frontal e dos faróis, as juntas estão posicionadas de forma otimizada e parcialmente vedadas. O conceito de plataforma do EQS e do EQE foi adicionalmente desenvolvido. A secção inferior da carroçaria, muito suave, está quase completamente fechada, com os braços de controlo e os tirantes também cobertos. O revestimento das cavas das rodas traseiras está fixado à carroçaria, não tem ligações aos componentes na sua proximidade e, por conseguinte, não se move com o eixo, por exemplo, durante a fase de compressão da suspensão. Para evitar quaisquer compromissos aerodinâmicos, a Mercedes-Benz disponibiliza duas versões de difusores para a secção traseira do CLA totalmente elétrico: nas versões com e sem gancho de reboque.

Para uma maior autonomia, segurança e conforto

Aerodinâmica na Mercedes-Benz: as disciplinas de aerodinâmica.

- O mais importante para a eficiência: otimização do fluxo de ar
- Crucial para o conforto em longas distâncias: aeroacústica
- Contributo para a segurança ativa: manter o veículo limpo

Em viagens longas, a aerodinâmica é de longe o fator com mais influência na eficiência. Um ponto no valor C_d , ou seja, um milésimo (0,001), equivale a uma poupança de dez quilos de peso no ciclo WLTP. Ou, por outras palavras: menos um ponto C_d significa aproximadamente mais um quilómetro de autonomia para veículos elétricos. Um valor C_d mais baixo é particularmente vantajoso a velocidades mais elevadas e contribui para a filosofia de “Eficiência na Vida Real” orientada para o cliente da Mercedes-Benz. Isto porque a resistência do ar aumenta com o quadrado da velocidade. Isto significa que se a velocidade duplicar, a resistência ao ar quadruplica.

O coeficiente de resistência aerodinâmica C_d , adimensional, é a medida da qualidade aerodinâmica de um corpo e, portanto, também de um automóvel. A designada área frontal indica a área dianteira projetada de um veículo que está sujeita ao vento. Anteriormente, era determinada projetando a sombra da carroçaria com uma lâmpada muito distante sobre um ecrã transparente. Depois, desenhava-se o contorno e calculava-se a área total a partir dos segmentos individuais. Atualmente, a área frontal é digitalizada com barreiras de luz laser. A área frontal multiplicada pelo valor C_d determina a resistência ao ar.

As boas características de fluxo do ar contribuem decisivamente para um baixo consumo de energia em condições normais de utilização. Mas também a segurança, o conforto e o meio ambiente beneficiam da eliminação de turbulências de ar perturbadoras. Baixos valores de força ascendente garantem uma boa aderência à estrada, e o baixo ruído do vento assegura um elevado nível de tranquilidade e conforto em viagens longas. Desta forma, os passageiros podem realizar viagens longas de forma relaxada e segura.

A Mercedes-Benz otimiza as características de fluxo de ar dos veículos até ao mais pequeno detalhe através de um grande número de ciclos de cálculo, simulações (ver parágrafo a seguir) e medições no túnel de vento em Sindelfingen. Além da geometria exterior, são geralmente as muitas pequenas medidas que conduzem a valores aerodinâmicos de topo. Estas incluem a redução da área frontal, um conceito de vedação extenso e o revestimento da secção inferior da carroçaria. Spoilers especiais nas rodas dianteiras e traseiras ajudam frequentemente a garantir que o ar circula em torno das rodas com a menor resistência possível. O ajuste aerodinâmico rigoroso também é realizado nas jantes e nos pneus. Um sistema de persianas móveis atrás da grelha frontal está disponível em muitos modelos, dependendo do mercado, que regula o fluxo de ar através do compartimento do motor conforme necessário. Isto evita fluxos de ar desnecessários e, assim, um aumento do consumo.

Para otimizações em fases iniciais: simulação extensiva

Enquanto o comportamento de fluxo do ar era otimizado nas fases iniciais de desenvolvimento com modelos no antigo túnel de vento em Untertürkheim, este trabalho fundamental é agora realizado exclusivamente por simulação. Já numa fase precoce, o campo de fluxo tridimensional que envolve fundamentalmente os veículos é calculado em clusters de simulação de alto desempenho utilizando um software de cálculo da dinâmica de fluidos (CFD - Computational Fluid Dynamics).

Pouco depois do início do projeto, na fase do conceito dimensional, são normalmente realizados vários estudos extensivos DOE (Design of Experiments) com até 250 cálculos por estudo com base no modelo

antecessor. Os engenheiros de aerodinâmica definem o intervalo dimensional de parâmetros de determinados componentes, por exemplo, para a possível altura da tampa da bagageira.

Uma investigação DOE deste tipo demora vários dias e cobre completamente o intervalo dimensional dos parâmetros especificados. Com base nestas simulações, pode então ser calculado um ponto ótimo global ou local, ou, ainda mais importante nesta fase, pode ser determinada a influência dos parâmetros individuais e das suas dependências mútuas na resistência ao ar. Com a ajuda do método DOE, requisitos aerodinâmicos concretos podem ser transmitidos e discutidos com os colaboradores da área do conceito dimensional e do departamento de design, logo nesta fase muito inicial.

Nos últimos anos, os especialistas em aerodinâmica da Mercedes-Benz desenvolveram intensivamente os processos de cálculo automatizados, incluindo o DOE. Para atingir o recorde mundial de aerodinâmica do EQS, foram necessários cerca de 1000 cálculos no túnel de vento virtual com a utilização de aproximadamente 700 CPUs por cálculo.

Para um interior silencioso: aeroacústica e psicoacústica

No desenvolvimento aeroacústico, a Mercedes-Benz trabalha sempre em duas frentes: por um lado, deve ser gerado o mínimo de ruído possível na fonte, ou seja, quando o ar circula em torno da superfície exterior do veículo com todos os seus elementos. Já na fase inicial do desenvolvimento de um novo modelo, a equipa de engenharia começa, portanto, a definir as dimensões geométricas particularmente relevantes a este respeito, por exemplo nos pilares A e nos espelhos retrovisores exteriores.

O pré-design é realizado através de uma simulação em CFD (Computational Fluid Dynamics), com simulações detalhadas nas áreas mais críticas do veículo e com a ajuda de modelos físicos à escala real (1:1) no túnel de vento. Em combinação com uma matriz composta por 350 microfones, as fontes locais de som na superfície exterior do veículo podem ser visualizadas em três dimensões. Desta forma, mesmo os mais pequenos detalhes em áreas importantes podem ser desenvolvidos desde cedo.

Por outro lado, a qualidade da vedação e do isolamento acústico contribui de forma decisiva para garantir que os ruídos inevitáveis do vento deixem de ser sentidos ou não sejam sentidos como perturbadores no interior. Um requisito básico para um baixo nível de ruído do vento no interior é a estanqueidade ao ar das vedações das portas e dos vidros. Isto aplica-se em particular a veículos com vidros laterais sem moldura. Com cabeças artificiais, mesmo os mais pequenos pontos fracos podem ser localizados de forma específica, sendo depois eliminados da melhor forma possível através de soluções técnicas.

Algumas revistas de automóveis utilizam um medidor de nível de pressão sonora na realização de testes. No entanto, tais medições refletem apenas de forma incompleta a realidade, porque o ouvido humano é mestre em localizar ruídos perturbadores. Por conseguinte, a Mercedes-Benz investiga especificamente os efeitos psicoacústicos relevantes e a localização dos ruídos perturbadores. Com base em testes com sujeitos de ensaio, os especialistas da empresa chegaram mesmo a definir um índice de referência próprio. As suas variáveis medidas ponderadas cobrem todo o espectro de frequências da audição humana. Por exemplo, são consideradas as seguintes variáveis e os seus efeitos:

- Intensidade sonora [sone]: representação da perceção humana da intensidade;
- Nitidez [acum]: classificação dos ruídos desde inaudíveis a agudos, os componentes de maior frequência influenciam significativamente a nitidez;
- Índice de articulação [%]: Inteligibilidade da fala, com especial foco na área de melhor audição humana. Quanto mais elevado o valor, maior a facilidade de manter e compreender as conversas.

As medições são normalmente realizadas no túnel de vento com as designadas cabeças artificiais binaurais. Ali, os microfones encontram-se em canais auditivos simulados, o que permite gravações fiéis ao ouvido. Dependendo do fenómeno em estudo, as cabeças artificiais sentam-se na posição do condutor ou ocupam outros lugares no veículo. Os resultados das medições fornecem então uma indicação realista de quão alto ou baixo, perturbador ou agradável, os passageiros sentem o ruído no interior.

Para uma visão desimpedida: manter os vidros limpos

Ter os vidros e os espelhos exteriores o mais limpos possível e, assim, uma visibilidade ideal em todas as condições, serve a segurança ativa. Por este motivo, a disciplina aerodinâmica de manter o veículo limpo sempre recebeu especial atenção na Mercedes-Benz. Para não sobrecarregar a tecnologia de medição altamente sensível e as correias do túnel aeroacústico em Sindelfingen com testes de contaminação, estes continuam a ser realizados no “Grande Túnel de Vento” em Untertürkheim (ver capítulo especial).

A contaminação pode ser causada pela chuva, por veículos à frente ou por gotas levantadas pelas próprias rodas do veículo. No túnel de vento, esta contaminação é tornada visível com a ajuda de líquido fluorescente. O objetivo do trabalho de desenvolvimento é direcionar a água de modo que os campos de visão relevantes permaneçam idealmente limpos. Para esta finalidade, os engenheiros de aerodinâmica otimizaram, entre outros, o contorno dos pilares A com componentes integrados, bem como a forma dos espelhos retrovisores exteriores e das molduras dos vidros ou das guarnições em portas sem moldura.

Por exemplo, pequenas alterações geométricas no alojamento do espelho, otimizações detalhadas com vedações e uma faixa especial de deflexão de água podem reduzir significativamente a contaminação no vidro lateral. A Mercedes-Benz estabelece como requisito que não haja qualquer comprometimento da visibilidade devido a pulverização, regos ou gotas isoladas na chamada área central de visão do vidro lateral e no espelho retrovisor exterior.

Tranquilidade ao conduzir de capota aberta: elevado conforto sem correntes de ar

Nos cabrios e roadsters, os engenheiros de aerodinâmica da Mercedes-Benz dedicam especial atenção ao chamado conforto sem correntes de ar, ou seja, a um habitáculo o mais livre de vento e agradavelmente moderado possível. Por exemplo, o CLE Cabrio é equipado de série com o aquecimento de pescoço AIRSCARF® e com o sistema defletor de vento elétrico AIRCAP®. Ambos os sistemas tornam a condução de capota aberta agradável mesmo a temperaturas exteriores baixas. O AIRSCARF® envolve o pescoço e a zona da garganta dos ocupantes dianteiros com um calor agradável, mesmo em condições de vento desfavoráveis.

O AIRCAP® pode ser estendido com o simples pressionar de um botão e reduz então de forma significativa a turbulência do ar no interior do modelo do quatro lugares. O sistema é composto por dois elementos: um defletor de vento que pode ser estendido alguns centímetros com uma rede na estrutura do tejadilho e um defletor de vento que também pode ser estendido atrás dos apoios de cabeça dos dois bancos traseiros.

Quando estendido, no entanto, o AIRCAP® pode constituir uma potencial fonte de ruído. Por conseguinte, no túnel de vento, os engenheiros de aerodinâmica passaram muito tempo a aperfeiçoar o design do sistema e das suas envolventes, reduzindo o ruído ao mínimo. Os especialistas otimizaram, entre outros aspetos, a escolha da rede, a geometria da aleta e outros raios e formas. A forma como o ar circula sobre a rede e como ambos os componentes do AIRCAP® interagem foi também investigada e adaptada às necessidades dos clientes.

Dispositivos de medição avançados e metodologia moderna

Aerodinâmica na Mercedes-Benz: os túneis de vento e dispositivos de medição

- **Tempestade sob comando:** os túneis de vento em Sindelfingen e Untertürkheim
- **Clima conforme pretendido:** os túneis de vento climatizados
- **Acústica:** microfones e manequins de medição

Há muitas décadas que os especialistas da Mercedes-Benz otimizam as propriedades aerodinâmicas dos novos modelos de veículos. Equipamentos de medição e métodos avançados contribuem para isso. Inclui-se aqui em particular o túnel de vento aeroacústico de Sindelfingen. Com a sua excelente qualidade de fluxo, ruído de fundo muito baixo, simulação de estrada sofisticada e elevada eficiência, estabeleceu novos padrões aquando da sua inauguração em 2013. O centro de testes continua a ser um dos maiores e mais modernos do seu género no mundo. Oferece também um nível particularmente elevado de qualidade de simulação.

O túnel de vento segue o “design de Göttingen”, o que significa que, após a secção de medição, o ar é conduzido de volta para a turbina e novamente acelerado, poupando assim muita energia. A turbina tem um diâmetro de nove metros e conta com 18 pás que colocam o ar em movimento. Com um binário máximo de 202 150 Nm, o motor elétrico de acionamento possui cerca de mil vezes o binário de um motor de automóvel com bom desempenho. A uma velocidade do vento de 250 km/h, o consumo de energia é de cinco megawatt. A turbina roda então a 238 rotações por minuto e o caudal de ar atinge os 2000 m³, ou seja, cerca de três moradias unifamiliares por segundo. A velocidade máxima do vento é de 265 km/h.

A temperatura do ar no túnel de vento é mantida entre 23 e 24°C. Para poder medir com precisão, mesmo com temperaturas exteriores de inverno, o tubo de betão do canal é envolvido por um edifício e, por isso, encontra-se isolado. Antes de o ar acelerado pela turbina alcançar a secção de medição através de um bocal de 28 m², deve ser estabilizado com retificadores e grelhas de forma a eliminar turbulências e redemoinhos perturbadores. Para utilização como canal acústico, no qual são medidos os ruídos do vento dentro e fora do veículo em teste, foram integradas extensas medidas de isolamento acústico. Mesmo a 140 km/h, o ar flui pela secção de medição de forma quase silenciosa.

Secção de medição: cinco tapetes rolantes até 265 km/h

O centro da secção de medição, com 19 metros de comprimento, é o sistema de tapete rolante e balança de aproximadamente 90 toneladas com plataforma rotativa. O novo túnel de vento dispõe de um sistema de cinco tapetes para simular a estrada: um tapete pequeno corre sob cada roda e um tapete central, com nove metros de comprimento e mais de um metro de largura, corre entre as rodas. Todos os cinco tapetes funcionam de forma síncrona com o vento e reproduzem assim exatamente as mesmas condições que na estrada até 265 km/h. A balança de 24 toneladas, onde os veículos são montados, é extremamente sensível e mede ao grama mais próximo. Mesmo as linhas de fornecimento dos cabos têm de ser dispostas de forma a não introduzirem forças perturbadoras no sistema. Os valores medidos com a ajuda da balança aerodinâmica servem de base para determinar os coeficientes da força de resistência do ar, força lateral e força ascendente em cada eixo, bem como momento de inclinação, rotação e guinada.

O sistema de deslocação permite aos engenheiros posicionar diversas sondas aerodinâmicas ou microfones em torno do objeto de medição com altíssima precisão, para poderem realizar medições de pressão, acústica e velocidade de forma exata. O sistema do túnel de vento de Sindelfingen dispõe de sete eixos e pode assim cobrir um volume de medição de 19 x 14 x 5 metros. O peso deste sistema é de 26 toneladas, porque mesmo à velocidade máxima do vento, as sondas de medição devem permanecer exatamente e sem vibrações na sua posição.

O centro da secção de medição do túnel de vento é o sistema de cinco tapetes rolantes, com cerca de 90 toneladas, que reproduz de forma perfeita as condições de estrada. Graças à plataforma rotativa integrada, com um diâmetro de doze metros, os veículos a medir podem ser rodados em qualquer ângulo e, por exemplo, os ventos laterais podem ser simulados de forma realista.

De 1943 até hoje: o “Grande Túnel de Vento” em Untertürkheim

O “Grande Túnel de Vento” da então Daimler AG, na fábrica de Estugarda-Untertürkheim, foi o primeiro do mundo especialmente concebido para investigar as propriedades aerodinâmicas de veículos automóveis. As obras de construção começaram em 1939, impulsionadas pelo lendário pioneiro da aerodinâmica Wunibald Kamm. A primeira medição documentada teve lugar a 5 de fevereiro de 1943. Devido à guerra, apenas em 1954 o túnel de vento se tornou o primeiro do mundo a ser utilizado regularmente para medições em automóveis de tamanho real.

Sempre atualizado de acordo com os mais recentes padrões técnicos, o túnel de vento de Untertürkheim continua a ser indispensável para o desenvolvimento da Mercedes-Benz, em especial para estudos de contaminação e testes de limpa para-brisas. Neste túnel, os engenheiros de aerodinâmica continuam também a testar se a camuflagem dos veículos de ensaio resiste a altas velocidades. E o “Grande Túnel de Vento” não tem este nome por acaso: muitos veículos comerciais da Mercedes-Benz recebem também aqui os seus ajustes finais.

Além do trabalho aerodinâmico em veículos, o túnel de vento é por vezes utilizado também para testes não relacionados com automóveis: quer seja a televisão a filmar sequências para um documentário sobre furacões, trenós a serem otimizados para bobsleigh ou patinadores de gelo a aperfeiçoarem a sua postura, quem luta com ou contra o vento encontrará um aliado em Untertürkheim. Um dos desafios muito especiais foi a investigação aerodinâmica do revolucionário teto em forma de tenda do Estádio Olímpico de Munique.

Desde regiões tropicais até ao ártico: o clima nos túneis de vento climáticos

A Mercedes-Benz opera também dois túneis de vento climáticos em Sindelfingen, que permitem reproduzir eventos meteorológicos no interior. Os túneis de vento climáticos permitem aos engenheiros otimizar veículos ou componentes recém-desenvolvidos para todas as condições meteorológicas numa fase inicial. Para os testes subsequentes no mundo real, em estradas sob o frio do ártico e sob o calor abrasador do deserto, apenas protótipos que já demonstraram um elevado grau de maturidade sob as influências climáticas mais adversas são lançados.

Um dos dois túneis de vento climáticos é concebido como canal frio, com uma faixa de temperatura de menos 40 a mais 40 graus Celsius. No canal quente, encontra-se disponível uma faixa de temperatura de menos 10 a mais 60 graus Celsius. Ambos os canais têm um dinamómetro de rolos integrado de dois eixos e permitem velocidades de até 265 km/h — reservas suficientes para colocar mesmo veículos desportivos à prova.

Tecnologia de medição moderna contra ruído do vento e correntes de ar

Uma matriz especial de microfones auxilia na medição de ruído no túnel de vento acústico. As medições extensivas no interior são também chamadas de “holografia acústica”. A Mercedes-Benz utiliza 64 microfones duplos que permitem localizar áreas problemáticas na faixa de baixa frequência. Incluindo os dispositivos para medições externas, são utilizados quase 500 microfones.

No desenvolvimento aerodinâmico e aeroacústico utilizam-se manequins de medição, cabeças artificiais e microfones de campo próximo. “Tanja” é um desses manequins de medição: a Mercedes-Benz utiliza-a para analisar correntes de ar em cabriolets e roadsters. Mais de uma dúzia de sensores na cabeça, pescoço e braços medem as velocidades do fluxo de ar no interior. “Tanja” cobre todos os lugares. Nos bancos da frente, 'ela' atua como um homem de 75 por cento, e atrás como um homem de 50 por cento. À frente, o manequim

de ensaio é colocado de forma a ser maior do que 75 por cento de todos os homens. Atrás, a posição sentada corresponde à de um homem médio.

Do veículo em forma de lágrima ao VISION EQXX

Aerodinâmica na Mercedes-Benz: história

- Inspirada na construção aeronáutica: otimizações aerodinâmicas de automóveis desde há muitos anos
- Recordes na produção em série: antecessores do CLA com Tecnologia EQ
- Campeões de aerodinâmica: veículos-conceito e plataformas tecnológicas, como o VISION EQXX

Há mais de 100 anos que a aerodinâmica entrou pela primeira vez no foco da ciência — mas apenas após a segunda crise do petróleo, há cerca de 45 anos, recebeu elevada prioridade no desenvolvimento de veículos. Os primeiros automóveis de passageiros foram derivados das carroças. Também devido às baixas velocidades possíveis, considerações aerodinâmicas não desempenhavam um papel importante. Mesmo os primeiros “verdadeiros” automóveis da marca Mercedes, de 1901, enfrentavam o vento de forma irregular. Por exemplo, o Mercedes Simplex de 1902 tinha uma área frontal de cerca de 3 m², e o seu valor de C_d de 1,05 significava que o vento encontrava quase dez vezes mais resistência do que num automóvel moderno.

Pouco depois da Primeira Guerra Mundial, os especialistas começaram a estudar a aerodinâmica dos automóveis. O designer de aeronaves Eduard Rumpler (1872-1940) apresentou o seu veículo em forma de lágrima em 1921, que com a sua carroçaria estreita não só abordava a questão da área frontal (2,4 m²), mas, com a sua forma de lágrima, minimizava a turbulência à frente e na esteira. O resultado parecia incomum, mas com um valor de C_d de 0,28 e uma resistência ao ar de 0,67 m², enviava um sinal claro.

Paul Jaray (1889-1974), outro “pai do streamlining”, também era oriundo da indústria aeronáutica. Também em 1921, solicitou uma patente que ainda hoje parece instruções para construir uma carroçaria moderna: “A parte inferior da carroçaria tem a forma de uma meia-carroçaria aerodinâmica e cobre o chassis com as rodas, o compartimento do motor e o habitáculo. A parte inferior é plana e corre paralela à superfície do piso.” Pela primeira vez, as rodas deixaram de estar livres, sendo protegidas pela carroçaria, e o fastback minimizava a turbulência na traseira. Como a tecnologia de transmissão convencional se ajustava à forma da carroçaria de Jaray, alguns construtores de automóveis produziram veículos segundo o seu princípio, incluindo a Mercedes-Benz: em 1935, foi criado um protótipo com a forma correspondente.

A maior desvantagem do streamlining de Jaray era a traseira longa — um espaço “morto”. A solução foi encontrada na década de 1930 por Wunibald Kamm (1893-1966), o primeiro professor de engenharia automóvel na Universidade Técnica de Estugarda e, em 1930, fundador do Instituto de Investigação Privado e Sem Fins Lucrativos para Engenharia Automóvel e Motores de Veículos em Estugarda (FKFS). Kamm cortou abruptamente a traseira aerodinâmica e desenvolveu o protótipo de um automóvel de passageiros aerodinamicamente inovador com o K-Wagen, de 1938 a 1941. O termo “Kamm-back” para a extremidade traseira recortada mantém-se até hoje. O veículo K3 baseava-se num Mercedes-Benz 170 V e, com uma área frontal de 2,1 m², era caracterizado por um valor de C_d de 0,23, medido no túnel de vento de modelos da época.

O aumento da prosperidade e a queda do preço da gasolina na década de 1950 empurraram o esforço de redução da resistência à condução para segundo plano. Só com a segunda crise do petróleo em 1980 a atenção voltou-se para a redução do consumo e da resistência ao ar. Por essa razão, os automóveis de produção da Mercedes-Benz estabeleceram repetidamente novas referências em termos de aerodinâmica: exemplos são o Classe S da série 126 apresentado em 1979 com C_d 0,36, os limousines do Classe E de série 124 introduzidos em 1984 com C_d 0,29, ou o limousine Classe S (W 220) apresentado em 1998 com C_d 0,27. Com um C_d de 0,22 e área frontal de 2,19 m², o CLA (W 117) atingiu a menor resistência ao ar de todos os veículos de produção em 2013 (o mesmo no Classe A limousine em 2018 e no Classe S série 223 em 2020).

Mais recentemente, o EQS conquistou este título em 2021. Com um C_d a partir de 0,20, a variante limousine do modelo elétrico é o veículo de produção mais aerodinâmico do mundo.

À frente do seu tempo: veículos recordistas, veículos aerodinâmicos e veículos-conceito

Os veículos de competição e de recorde aerodinamicamente aperfeiçoados também têm uma longa tradição na Mercedes-Benz. O veículo recordista Mercedes-Benz W 25 da época de 1936 tem um chassis com carroçaria totalmente aerodinâmica pela primeira vez. No túnel de vento da Zeppelin Works de Friedrichshafen, os especialistas analisaram e otimizaram a carroçaria em termos de tecnologia de fluxo. O resultado: C_d 0,24, recorde mundial de velocidade e três recordes internacionais de classe. Rudolf Caracciola alcança uma velocidade máxima de 372,1 km/h com o veículo recordista de 419 kW (570 CV).

O projeto seguinte, o veículo recordista Mercedes-Benz W 125, estabeleceu o recorde mundial de velocidade em estradas públicas ainda válido hoje, a 28 de janeiro de 1938: Rudolf Caracciola atingiu 432,7 km/h. A versão recordista do Silver Arrow W 125 está perfeitamente preparada para o seu propósito especial no túnel de vento do Instituto Alemão de Investigação Aeronáutica em Berlim-Adlershof. A carroçaria plana, totalmente revestida, com traseira em forma de cunha, atinge um valor sensacional de C_d de 0,16. Isto inclui uma entrada de ar de dimensões radicalmente reduzidas na secção dianteira.

No entanto, os conhecimentos aerodinâmicos não são implementados apenas para viagens de recorde, mas também em estrada. O Mercedes-Benz 540 K Streamliner, construído em 1938, coroou o desenvolvimento de veículos Mercedes-Benz aerodinamicamente otimizados na década de 1930. Com as linhas fluidas e a silhueta baixa da sua carroçaria em alumínio, as fontes de perturbação minimizadas na superfície e a secção inferior da carroçaria revestida, o Streamliner exemplifica os resultados da investigação — apresentando um coeficiente de arrasto notavelmente baixo de C_d 0,36.

O streamlining dos Silver Arrows voltou ao foco do público mundial em 1954 com o veículo de corrida totalmente novo W 196 R. A versão aerodinamicamente otimizada foi construída primeiro para a época de 1954, porque a corrida de abertura em Reims, França, permitia velocidades muito elevadas. Pouco depois, seguiu-se uma segunda variante com rodas livres. O regresso às corridas da Mercedes-Benz terminou de forma espetacular: Juan Manuel Fangio e Karl Kling conquistaram uma vitória dupla. Com a versão melhorada do Streamliner, Fangio também venceu o Grande Prémio de Itália de 1955.

A partir de 1969, a Mercedes-Benz construiu uma série de veículos experimentais e de recorde com a designação interna C 111. O veículo recordista diesel C 111-III de 1978 foi consistentemente otimizado aerodinamicamente. O veículo é mais estreito do que os seus antecessores, tem uma maior distância entre eixos, cobertura total das rodas e uma longa traseira. Desta forma, o valor de C_d do C 111 foi reduzido para 0,18. Durante os recordes em Nardò, o Streamliner atingiu velocidades superiores a 300 km/h. Os nove recordes mundiais do C 111-III incluem também o de mais de 1000 milhas (1609 km) com uma velocidade média de 319 km/h.

A rigor, o Concept IAA (2015) incorpora dois veículos num só: por um lado, um coupé de quatro portas com um design fascinante, por outro, um recordista mundial de aerodinâmica com um C_d de 0,19. Além disso, a partir de 80 km/h, o estudo muda automaticamente do modo design para o modo aerodinâmica, alterando a sua forma através de numerosas medidas de aerodinâmica ativa: oito segmentos prolongam-se na traseira e alongam-na; flaps dianteiros extensíveis no para-choques dianteiro melhoram o fluxo em torno do arco e dos guarda-lamas dianteiros; as jantes ativas alteram a sua concavidade; e a barbatana no para-choques dianteiro move-se para trás, otimizando o fluxo na secção inferior da carroçaria.

Com um C_d de 0,17², o VISION EQXX (2022) oferece ao vento ainda menos resistência do que uma bola de futebol americana. A plataforma tecnológica deve o seu valor excepcional de C_d à forma básica aerodinâmica, à inovadora placa de arrefecimento neutra do ponto de vista aerodinâmico na secção inferior da carroçaria, e à elaborada integração de elementos aeroativos e passivos na carroçaria.

No âmbito do programa tecnológico CONCEPT AMG GT XX, foi realizada investigação sobre uma tecnologia fundamentalmente nova: “Aerodinâmica por fio”. Pela primeira vez, a equipa de investigação conseguiu utilizar um atuador elétrico de plasma para criar uma separação de fluxo direcionada numa curva da carroçaria na traseira. Normalmente, isto requer um spoiler físico, geométrico, na parte exterior do veículo. Esta solução altamente inovadora reduz a resistência ao ar, melhora o desempenho aerodinâmico e permite uma liberdade de design completamente nova.

² C_d determinado no túnel de ensaios de aerodinâmica e acústica da Daimler a uma velocidade do ar de 140 km/h