

Mercedes Voador - Uma lição de aerodinâmica

Escrito por Webmaster
Sexta, 19 Junho 2009 08:11



Lembram-se deste episódio em 1999? Nem amortecedores Bilstein ou travões ATE iam safar estes rapazes. Os travões e a suspensão ajudam muito mas a partir de uma certa velocidade o ar que respiramos passa também a ser um factor muito importante.

2008/3/3 – Mensagem de um amigo

Caro Engenheiro dos travões e amortecedores,

Porque é que os Mercedes CLK levantaram voo há uns anos em Le Mans e porque é que o ACO (organizador das 24 de Le Mans) resolveu o problema com um fundo do chassis com 2 tuneis na zona média até á traseira em vez dos normais fundos planos com difusor no fim?
Abraço

2008/3/11 Pedro Rosa – Mou Chin Racing <pedro.rosa@mouchinracing.com>

Bem vou por partes então, vamos ver se atino nesta.

1 - Os Mercedes em Mulsanne levantaram voo (fliparam) porque perderam downforce (carga aerodinâmica) no eixo dianteiro. Perderam esse downforce porque vinham atrás de outros carros, o que é normal mas não devia ter consequências tão catastróficas.

2 - Qual era o problema? Segundo o que sei os carros tinham o centro de pressão aerodinâmico demasiado recuados o que os fazia ter aquele atitude de nose-up quando perdiam o downforce à frente. Porque os faziam assim? Provavelmente era o melhor equilibrio para reduzir o drag (arrasto), penso eu mas não tenho certeza.

3 - Agora as regras do ACO. Com dois túneis no fundo plano a partir do meio do carro o ar que passar por baixo deve desacelerar a partir do meio do carro certo? Portanto à frente tens o ar bastante rápido por baixo do carro a criar uma depressão (downforce) e atrás por baixo do carro tens lift (ou redução de downforce) porque o ar está mais lento. Assim o centro de pressão aerodinâmica avança para a frente do carro reduzindo as hipóteses do flip quando seguimos outros carros.

Estive perto?
Ab
Pedro Rosa

2008/3/12 – Mensagem de um amigo

Está 100% certo. A paranóia dos fundos planos teve como consequência centros de pressão

muito recuados e com a necessidade de reduzir o drag nas rectas, os carros estavam afinados para andarem em rake (diferença de inclinação entre o eixo dianteiro e traseiro) perto de zero o que criava a possibilidade de entrarem em rake negativo. Rake negativo implicava que o ar que entrava não tinha como sair, principalmente por causa da traseira longa que se aproximava do chão, o que obrigava o carro a descolar.

Os túneis dão espaço ao ar para sair seja qual for o ângulo do carro com o asfalto.

2009/07/11 – Uma outra mensagem que recebi em resposta a este artigo, muito interessante mesmo. Obrigado pelo contributo.

Boa noite,

Em referência à explicação apresentada no artigo técnico "Mercedes Voador - Uma lição de aerodinâmica" (<http://www.mtecnica.com/Artigos-Tecnicos/mercedes-voador-uma-licao-de-aerodinamica.html>), parece-me que a mesma não está correcta.

A "downforce" criada nestes carros não provém da parte inferior. Aliás, o "efeito de solo" (ground effect), originado na parte inferior, foi proibido. Os automóveis de Fórmula 1, durante os anos 70 e inícios de 80, chegaram a ter a parte inferior em curvatura convexa, como asa invertida, no que ficou designado "efeito de solo". São exemplos disso os Lotus modelos "78" e "79", entre outros que se lhes seguiram. O efeito era a criação de uma força centrífuga em direcção ao solo. Outros veículos utilizaram ventoinhas para obter uma sucção que permitisse baixar a pressão na parte inferior do veículo, como no Brabham "BT44" e "BT46B". A força negativa resultante permitia aos veículos curvarem a velocidades muito acima das que o simples atrito com o piso – sem a influência aerodinâmica – permitiria. Como tal, as velocidades de passagem em curva aumentaram perigosamente, tendo levado a vários acidentes fatais, entre os quais o do famoso canadiano Gilles Villeneuve (1982). A partir do ano seguinte, superfícies inferiores planas tornaram-se obrigatórias.

Em princípio, este Mercedes que levantou voo, tal como outros veículos que também voaram (Porsche "911 GT1", Aston Martin "DBR9") em plena corrida, não tinha qualquer "downforce" por baixo. A parte inferior do chassis é plana em competição para evitar a criação de zonas de turbulência que aumentem a resistência aerodinâmica, nada mais. Para criar "downforce" por baixo, a parte inferior tinha de ter o formato convexo que os túneis laterais dos Lotus tinham, a qual foi proibida em competição, como disse.

Como é sabido, se os veículos não tivessem apêndices aerodinâmicos na carroçaria, não conseguiriam curvar a alta velocidade, porque o atrito depende da força de sustentação no solo (ou reacção "N") que depende da carga vertical negativa (peso) que é amplificada pela "downforce" aerodinâmica. Só o peso não é suficiente para garantir o atrito necessário. A forma do veículo, sem apêndices aerodinâmicos, ou seja, convexa em cima e plana em baixo, assemelha-se e tem um coeficiente de sustentação semelhante a uma asa de avião, pelo que são necessários apêndices aerodinâmicos para contrariar essa "upforce" (positiva), com "downforce" (negativa). Veja-se o caso limite dos carros de F1 de 2003 e 2006 que conseguiam atingir acelerações angulares radiais máximas na casa dos 6g (em Suzuka, por exemplo)

devido aos apêndices aerodinâmicos. Se lhe retirassem as asas e os spoilers, a aceleração máxima de um F1 estaria limitada ao atrito disponível sem ajuda da "downforce", o que provavelmente não andaria muito acima dos 2g apenas. Sem a "downforce", a aceleração máxima é igual ao coeficiente de atrito vezes a aceleração da gravidade ($a = \mu \cdot g$). Em termos dinâmicos, uma aceleração de 1g significa que a força necessária para acelerar a massa é igual ao peso (mg) do carro, ou seja, derivando a 2ª Lei de Newton ($F = ma$) para $a = 1g$, vem: $F = mg \Leftrightarrow ma = mg \Leftrightarrow a = g$.

A "downforce" aerodinâmica (sustentação aerodinâmica negativa) é criada praticamente pelos apêndices aerodinâmicos posicionados sobre a carroçaria: o spoiler dianteiro, que proporciona "downforce" à frente e a asa traseira que confere "downforce" atrás. Por baixo não há "downforce" substancial.

A sustentação (Lift) não depende da aceleração linear do escoamento (ar), mas o contrário sim. O ar acelera tangencialmente quando há uma depressão ou sucção a jusante. O "princípio de Bernoulli" não é o mecanismo da sustentação, apenas permite descrever/quantificar matematicamente a variação da pressão de acordo com a variação da velocidade. Para mais, a diminuição da pressão estática é apenas uma consequência ou reacção de equilíbrio à centrífuga. Ela diminui no sentido contrário à Centrífuga. A confusão com o "princípio de Bernoulli" é um erro muitíssimo frequente em Aerodinâmica, entre concepções "mecanistas" e concepções "descritivas". O mecanismo é a força de reacção Centrífuga. A força centrífuga que actua no perfil, em oposição a uma força centrípeta que actua no fluido em adesão ao perfil alar, é que é responsável pela sustentação aerodinâmica. Mas isso é outra questão deveras complexa...

Finalmente, se o veículo perder a "downforce" à frente - seja porque salta o spoiler frontal, ou porque a turbulência (esteira aerodinâmica) proveniente do carro da frente reduz essa "downforce" dianteira - a frente tenderá a subir como se fosse uma asa, em oposição à traseira que está bem plantada no solo. Qualquer irregularidade no piso ou perturbação, que faça a dianteira saltar, por mais pequena que seja, é suficiente para que a frente levante voo e o carro rodopie no ar. Já se perder a "downforce" atrás, a alta velocidade, o veículo fará um peão incontrolável.

Com os meus melhores cumprimentos,

Pedro Magalhães de Oliveira
Coordenador Científico dos Cursos de Análise e Investigação de Acidentes da ACS

PS: pode ler este artigo sobre o mecanismo aerodinâmico aqui: http://www.docstoc.com/docs/13177524/sustentacao_aerodinamica