



# Remodelando o desempenho da carga do vento nas antenas da estação rádio base

Joy Huang  
Engenheiro Mecânico Principal

COMMScope®

## Índice

<b>Resumo</b> .....	2
<b>Introdução à física da carga do vento</b> .....	2
Equação de Bernoulli da pressão em um fluido .....	3
Como reduzimos a carga de vento nas antenas da estação rádio base? .....	3
<b>Simulações e testes matemáticos</b> .....	3
<b>Soluções aerodinâmicas exclusivas da CommScope</b> .....	4
Redutor de esteira .....	4
Resultados da redução da carga do vento .....	5
<b>Conclusão</b> .....	5

## Resumo

Considerando que o espaço na torre é muito limitado e que parte da infraestrutura atingiu sua capacidade máxima, é necessário melhorar o desempenho das antenas no que se refere a carga do vento. As antenas CommScope redesenhadas para as estações rádio base projetadas para serem aerodinamicamente mais eficientes na redução da força total do vento que impacta torres de celular ou estruturas comparáveis.

## Introdução à física da carga do vento

A carga do vento é a força gerada pelo vento nas superfícies externas de um objeto. Nas indústrias aeroespacial e automotiva, só o vento unidirecional na direção frontal é motivo de preocupação. No mundo das antenas de estação rádio base, a direção do vento é imprevisível. Portanto, devemos considerar a carga do vento em 360 graus.

A carga do vento em um objeto é complexa, sendo a força de arrasto o componente principal. O arrasto pode ser de pressão, fricção e/ou de vórtice. A resistência à pressão é geralmente a força mais dominante.

O arrasto de pressão é criado quando a pressão do ar contra a parte frontal do objeto é maior do que contra a parte traseira. Esse diferencial cria o arrasto de pressão. Quando o diferencial de pressão é reduzido, a força de arrasto é reduzida. Conforme visto na **Figura 1**, o fluxo de ar deixa uma esteira atrás do objeto. Quanto mais aerodinâmico for o objeto, menor será o diferencial de pressão e, portanto, menor será o arrasto.

Por esta razão, muitas pesquisas foram realizadas no desenho das superfícies e características aerodinâmicas para retardar a separação do fluxo e manter o fluxo local ligado ao objeto durante o maior tempo possível. Quando as características da superfície são otimizadas para seu tamanho e sua localização, a força de arrasto pode ser bastante reduzida. Um exemplo é a bola de golfe e seus alvéolos característicos (**Figura 2**).

Para reduzir a carga do vento no design de antenas da estação rádio base, a chave é retardar a separação do fluxo e reduzir a esteira.

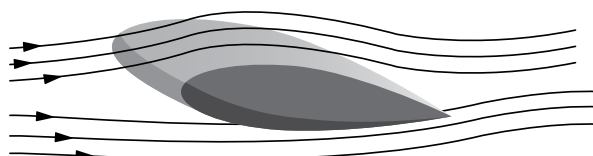


Figura 1: A forma aerodinâmica minimiza o arrasto

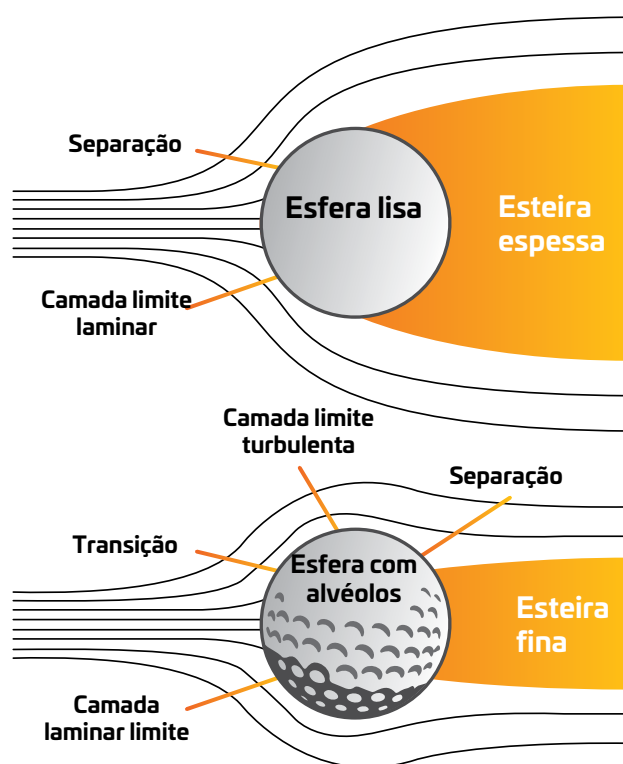


Figura 2: As ondulações da bola de golfe reduzem a esteira

## Equação de Bernoulli para cálculo de pressão em um fluido

$$P_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

Essa equação pode ser simplificada, uma vez que apenas o terceiro termo de cada lado está relacionado com a resistência à pressão. Além disso, a força está relacionada com a pressão:

$$P = F/A \rightarrow F = PA$$

De forma simplificada, a fórmula básica da força do vento é:

$$F_w = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot C_d \cdot A$$

Onde:

$F_w$  = Força do vento (lbf, N)

$\rho$  = Densidade do ar (0.0765 lb/ft<sup>3</sup>, 1.226 kg/m<sup>3</sup>)

$C_d$  = Coeficiente de arrasto

$V$  = Velocidade do vento (ft/s, m/s)

$A$  = Área da seção transversal normal à direção do vento

## Como reduzimos a carga de vento nas antenas da estação rádio base?

Na fórmula básica acima, em qualquer velocidade do vento, a variável principal é o coeficiente de arrasto,  $C_d$ . Os designs de antena aprimorados da CommScope se concentram na redução do  $C_d$ .

## Simulações e testes matemáticos

Otimizamos o projeto da antena para minimizar a carga do vento. Isso envolve o uso de métodos numéricos, usando um conhecimento profundo da física e aerodinâmica responsáveis pela força do vento, como a análise de dinâmica de fluidos computacional (CFD, por sua sigla em inglês) durante a fase de design para otimizar a geometria. A simulação CFD nos permite analisar diferentes detalhes de forma e geometria no início da fase de design. Essas variáveis podem então ser otimizadas para facilitar um melhor desempenho da carga do vento. O projeto final é validado por meio de testes em um túnel de vento. A Figura 3 mostra a diferença entre uma grande região de esteira atrás de um bloco retangular, em comparação com uma antena real da CommScope, com uma pequena esteira colapsada, a qual é mais eficiente contra a carga do vento.

Os testes de túnel de vento são realizados em empresas independentes e qualificadas, que estressam as antenas em suas instalações de testes de túnel de vento (Figura 5) para validar os resultados da simulação matemática, conforme mostra a Figura 4.

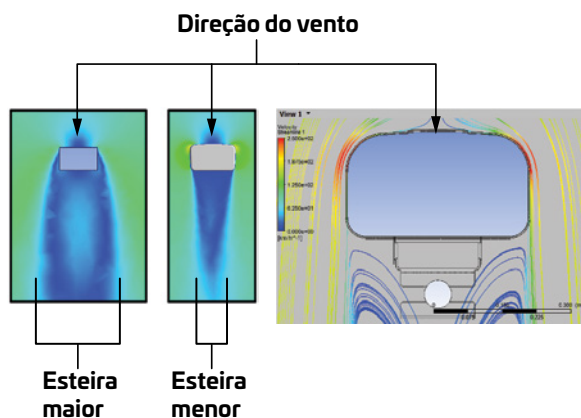


Figura 3: Comparação entre a CFD de uma caixa retangular com o design da antena aprimorada da CommScope

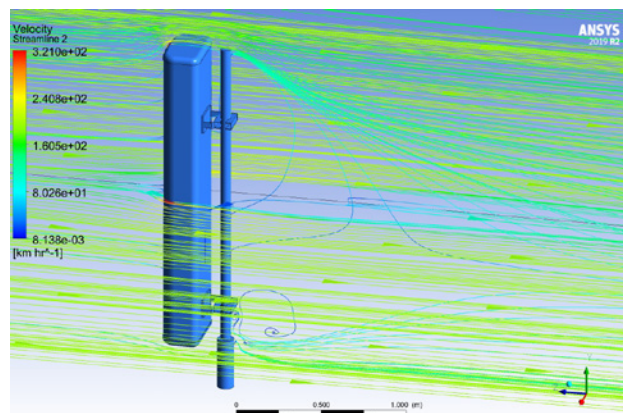


Figura 4: Simulação da CFD do design da antena aprimorada da CommScope

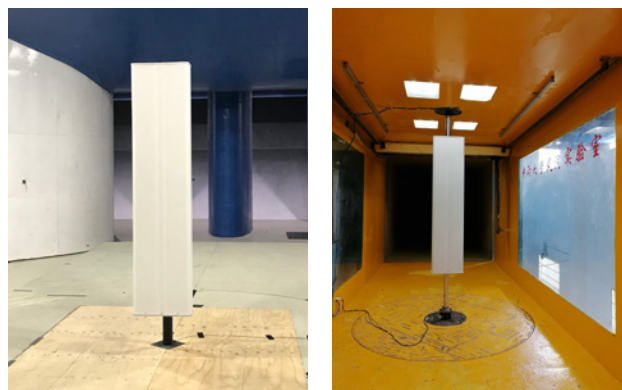


Figura 5: Exemplos de configuração para testes no túnel de vento

## Soluções aerodinâmicas exclusivas da CommScope

### Redutor de esteira

O design inovador da CommScope se concentra no controle do fluxo de ar usando nós de superfície otimizados para nossas antenas que reduzem a esteira. Esses recursos funcionam na camada limite de fluxo para mantê-lo ligado à antena por mais tempo, o que atrasa a separação do fluxo e reduz a esteira.

Ao compará-la com um modelo padrão sem essas características, a camada limite do vento próxima a uma parede modificada no novo design, permite uma esteira muito menor, o que resulta em uma redução da carga do vento.

Os nós de superfície aerodinamicamente aprimorados, mostrados na Figura 6, permitem que o vento flua ao redor do objeto, conforme mostra a Figura 7. O vento também pode fluir por cima e por baixo de um objeto. Nossa solução também se concentra na otimização do fluxo final.

A simulação da CFD, conforme se observa na Figura 8, demonstra a diferença no impacto entre uma extremidade "normal" e uma com extremidades redutoras da carga de vento da CommScope. O perfil aerodinâmico retarda a separação do fluxo final e, portanto, incentiva um eficiente fluxo final.

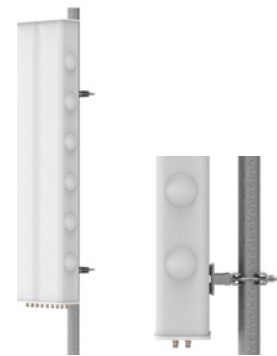


Figura 6: Os nós de superfície aerodinâmica reduzem significativamente a esteira

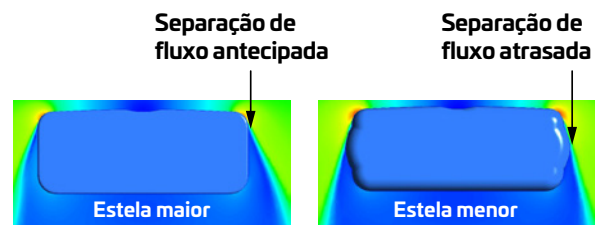


Figura 7: Separação de fluxo de ar aprimorada com nós de superfície aerodinâmicos

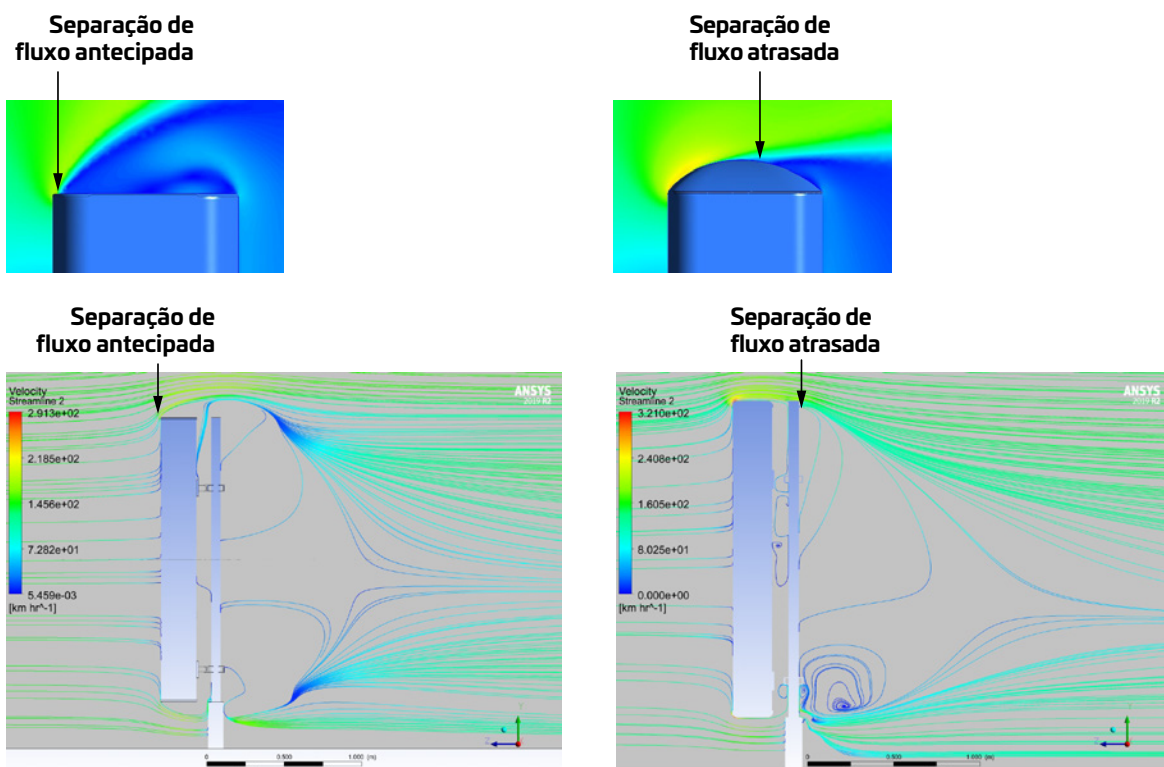


Figura 8: Fluxo final aprimorado

## Resultados de redução da carga de vento

Os testes de túnel de vento realizados por empresas independentes validam o projeto aerodinâmico das novas características da redução da carga do vento, como mostra a **Figura 9**. Essas soluções aerodinâmicas mostram uma redução total da carga do vento de **30%** nos testes do túnel de vento, em comparação com um design padrão. Essas reduções da carga do vento podem ser críticas em torres de celular onde a capacidade da torre está no seu limite ou perto dele.

Os testes de túnel de vento são realizados de acordo com a última Recomendação NGMN-P-BASTA sobre padrões de antena de estação rádio base. A antena é instalada em um poste. A velocidade de teste do vento é de 150 km/h. As medições são feitas a cada 10 graus de ângulo do vento.

Enquanto algumas soluções no mercado se concentram na redução da carga do vento em apenas uma direção (semelhante à geometria usada na indústria automotiva), a solução da CommScope é omnidirecional. Ao melhorar a eficiência aerodinâmica em 360 graus, o design melhora o desempenho da carga do vento independentemente da sua direção, tornando-o especialmente projetado para antenas de estação rádio base.

## RESUMO

As características aerodinâmicas exclusivas da CommScope melhoram significativamente o desempenho da carga do vento da nossa antena. Em comparação com os projetos padrão, nossa solução inovadora oferece uma redução total de 30% na carga do vento, maximizando a eficiência do fluxo do vento.

A carga do vento está se tornando cada vez mais importante no mundo da infraestrutura de hoje. As antenas de redução de carga do vento de 360 graus da CommScope são projetadas para melhorar significativamente o desempenho da carga do vento. Nossa capacidade de minimizar e gerenciar a força eólica é um fator chave para ajudar as operadoras de redes celulares a reduzir os custos de aluguel e garantir a qualidade do serviço. A CommScope está empenhada em ajudar as operadoras móveis a otimizar o desempenho da torre de celular.

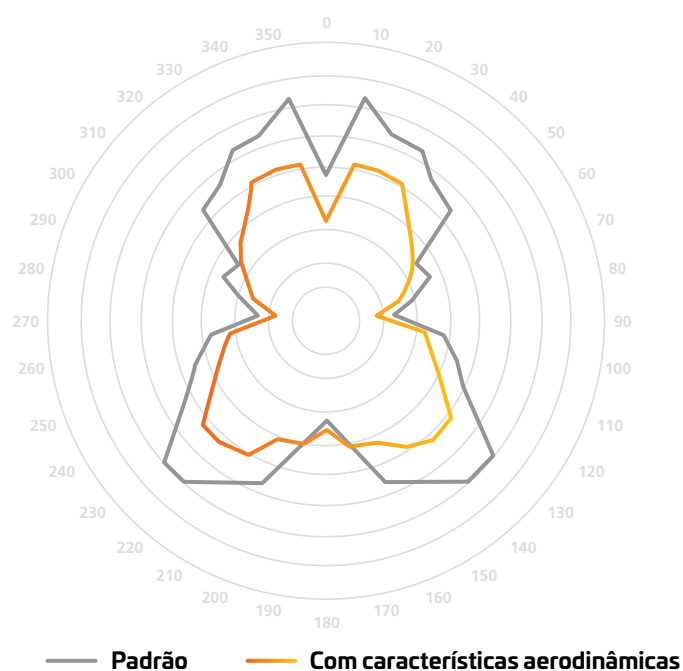


Figura 9: Resultados do teste de túnel de vento com tampas de extremidade aprimoradas e nós de superfície que reduzem a esteira

A CommScope expande os limites da tecnologia de comunicação com ideias inovadoras e descobertas revolucionárias que levam a realizações humanas profundas. Colaboramos com nossos clientes e parceiros para projetar, criar e construir as redes mais avançadas do mundo. É nossa paixão e compromisso identificar a próxima oportunidade e fazer do amanhã uma realidade melhor. Veja mais em [pt.commscope.com](http://pt.commscope.com)

**COMMSCOPE®**

---

[pt.commscope.com](http://pt.commscope.com)

Visite nosso website ou contate seu gerente de contas da CommScope para mais informações.

© 2021 CommScope, Inc. Todos os direitos reservados.

Salvo indicação em contrário, todas as marcas comerciais identificadas por ® ou TM são marcas comerciais registradas da CommScope, Inc. Este documento é apenas para fins de planejamento e não se destina a modificar ou complementar quaisquer especificações ou garantias relacionadas aos produtos ou serviços da CommScope. A CommScope está comprometida em atender aos mais altos padrões de integridade empresarial e sustentabilidade ambiental com diversas instalações certificadas ao redor do mundo de acordo com as normas internacionais como ISO 9001, TL 9000 e ISO 14001. Mais informações sobre o compromisso da CommScope com estas normas podem ser encontradas em [www.commscope.com/About-Us/Corporate-Responsibility-and-Sustainability](http://www.commscope.com/About-Us/Corporate-Responsibility-and-Sustainability).

WP-115177-PT.BR