



Fundação Universidade Federal do ABC

Pró reitoria de pesquisa

Av. dos Estados, 5001, Santa Terezinha, Santo André/SP, CEP 09210-580

Bloco L, 3ºAndar, Fone (11) 3356-7617

iniciacao@ufabc.edu.br

Projeto de Iniciação Científica submetido
para avaliação no Edital: 04/2022.

Título do Projeto: Análise de parâmetros aerodinâmicos da asa traseira multielementos em um carro de Fórmula 1.

Palavras-chave do projeto: Aerodinâmica; CFD; Asa Multielementos.

Área de conhecimento do projeto: Engenharias III, Engenharia Aeroespacial, Engenharia Mecânica.

Sumário

1	Resumo	2
2	Introdução e Justificativa	2
3	Objetivos	4
4	Metodologia	4
5	Cronograma	5
	Referências	6

1 Resumo

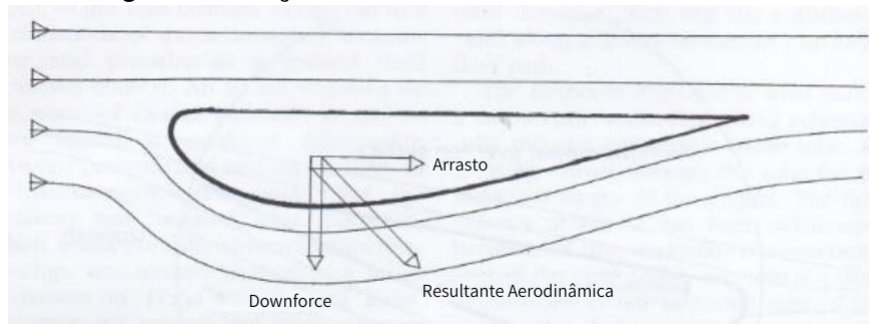
A aerodinâmica é uma área de desenvolvimento de um carro de Fórmula 1 imprescindível para um bom desempenho em corridas. A presença do *downforce* produzido pelo escoamento de ar em contato com a superfície do carro permite uma maior aderência dos pneus com a pista, melhorando a capacidade de aceleração, frenagem e contorno de curvas. Entretanto, tais efeitos benéficos sempre vem acompanhados de uma força de arrasto, que age no sentido contrário ao movimento e, portanto, limita a velocidade desses veículos. A asa traseira, em particular, é um dos dispositivos que mais contribuem para o surgimento dessas forças em monopostos. O objetivo deste projeto é analisar numericamente o impacto dos parâmetros geométricos da asa traseira multi-elementos de um carro de Fórmula 1 nas suas características aerodinâmicas.

2 Introdução e Justificativa

A Fórmula 1 (F1) é a principal categoria de automobilismo do mundo. Nela, os carros devem seguir um conjunto de regras que especificam desde as dimensões do veículo e a configuração do motor, até a ausência de carenagem sobre rodas (1). Com o intuito de realizar um projeto eficiente, as equipes da categoria dividem o desenvolvimento de seus carros em setores. Dentre eles, aquele responsável pela aerodinâmica se destaca pelo investimento recebido. Naturalmente, isso está atrelado à capacidade que essa frente tem de produzir bons resultados.

A força aerodinâmica que age em um carro de F1 pode ser decomposta em duas componentes: o *downforce* e a força de arrasto, como ilustra a Figura 1. A primeira é, essencialmente, a força responsável por pressionar o carro contra a pista, permitindo-o contornar curvas com maior velocidade e ter uma melhor tração. Já o arrasto, é a força que age no sentido contrário ao movimento do veículo, diminuindo tanto a sua capacidade de aceleração, quanto sua velocidade máxima. Logo, um bom projeto aerodinâmico é aquele que consegue produzir um grande *downforce* com o mínimo arrasto possível (2).

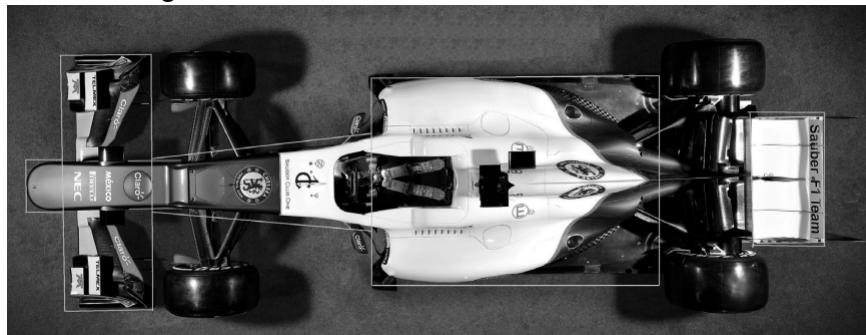
Figura 1: Forças Aerodinâmicas em um Aerofólio.



Fonte: Adaptado de (2)

Atualmente, os carros da categoria apresentam diversos componentes para atingir os objetivos aerodinâmicos citados. Como exemplos, podem-se citar a asa dianteira, o nariz do carro, os difusores/fundo do carro e a asa traseira. Este trabalho, em particular, focará sua análise na asa traseira de um carro de F1. Esse dispositivo, deve ser localizado atrás da linha central dos pneus traseiros, sendo o último elemento do carro, como ilustra a Figura 2. Ela é responsável por produzir cerca de 25% do *downforce* e quase 30% do arrasto total, podendo variar de acordo com a configuração do carro para uma determinada pista (3).

Figura 2: Carro de Fórmula 1 visto de cima.



Fonte: Adaptado de (3)

Em princípio, o *downforce* produzido por uma asa está relacionado a sua capacidade de curvar as linhas de corrente do escoamento. Entretanto, em uma asa muito arqueada, o escoamento sobre a face de sucção (superfície do aerofólio sujeita à menor pressão) enfrentará um gradiente de pressão adverso muito intenso na região próxima ao bordo de fuga, levando a um possível descolamento da camada limite e, conseqüentemente, menor *downforce* e maior arrasto. Para contornar esse problema, aerodinamicistas propuseram a utilização de asas multielementos, como ilustra a Fi-

gura 3.

Figura 3: Asa Multielementos.



Fonte: (4)

A divisão da asa em múltiplos elementos permite uma interação entre o escoamento na face de pressão do primeiro elemento com o aquele na face de sucção do segundo. Isso contribui para energizar o escoamento na região do bordo de fuga, atrasando o descolamento da camada limite e, conseqüentemente, melhorando seu desempenho aerodinâmico.

3 Objetivos

O presente projeto tem por objetivo analisar os impactos da configuração geométrica de uma asa traseira multielementos na aerodinâmica de um carro de Fórmula 1 por meio de simulações numéricas. Isso inclui, não somente a geometria dos perfis que compõem os elementos da asa, como também a disposição espacial de tais elementos.

4 Metodologia

O desempenho de uma asa multielementos envolve tanto a geometria dos perfis que definem cada um dos elementos, quanto da sua disposição espacial. Neste trabalho, pretende-se selecionar perfis NACA para cada um dos elementos do conjunto e estudar o impacto de sua configuração na aerodinâmica do dispositivo.

Escoamentos incompressíveis são governados pelas leis de conservação de massa e quantidade de movimento (5). Essas leis de conservação são representadas mate-

maticamente por um sistema de PDE¹'s não-lineares, para o qual não se conhece solução analítica geral. Assim, a forma mais factível para analisar tais escoamentos sobre diferentes configurações de asa é por meio de simulações numéricas, utilizando códigos de CFD². Tal ferramenta é amplamente empregada na indústria, uma vez que permite ao projetista analisar configurações alternativas com custo significativamente mais baixo do que ensaios em túneis de vento (2).

Em particular, para o presente projeto de pesquisa, o *software* escolhido para a realização das simulações foi o OpenFOAM, de código aberto, desenvolvido desde 2004 pela empresa OpenCFD (6).

5 Cronograma

As atividades propostas para a realização do projeto são listadas abaixo e colocadas em um cronograma na tabela 1, que divide o período em 12 meses:

1. Revisão bibliográfica.
2. Escolha e modelagem dos aerofólios NACA.
3. Redação do relatório parcial.
4. Geração de malhas e simulações numéricas com variações de parâmetros.
5. Comparação e análise da melhor configuração multielementos.
6. Redação do relatório final.

Atividade	Mês											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
1	■	■	■									
2		■	■	■								
3			■	■	■	■						
4					■	■	■	■				
5								■	■	■		
6							■	■	■	■	■	■

Tabela 1: Cronograma das atividades previstas divididas em meses.

¹Sigla para *Partial Differential Equation*.

²Sigla para *Computational Fluid Dynamics*.

Referências

- 1 O que significa a palavra “fórmula” em “Fórmula-1”? Fev. 2014. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/coluna/oraculo/o-que-significa-a-palavra-formula-em-formula-1/>>.
- 2 ABDULWAHAB, Sheelan Fareeq. **AERODYNAMIC EVALUATION OF RACING WINGS OF A FORMULA CAR**. Set. 2015. Diss. (Mestrado) – School of Engineering e Technology - University of Hertfordshire.
- 3 TOET, Willem. Aerodynamics and aerodynamic research in Formula 1. **The Aeronautical Journal**, Cambridge University Press, v. 117, n. 1187, p. 1–26, 2013.
- 4 PADILHA, Bruno RM; BARUFALDI, Guilherme N; SILVA, Roberto GA da. A Case Study in Aerodynamic Design and Analysis of the Rear Wing of a High Performance Vehicle. **Brazilian Society of Automotive Engineering**, 2021.
- 5 LASSÉ, Alex Sousa. **Análise aerodinâmica de asas multielementos para um veículo de Formula SAE utilizando (CFD)**. 2020. Diss. (Mestrado) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ.
- 6 OPENFOAM. 2022. Disponível em: <<https://www.openfoam.com>>.