

O motor da excelência: como a simulação computacional impulsiona a performance na Fórmula 1

The engine of excellence: how computer simulation boosts performance in Formula 1

Luis Fernando Grigoletto Hirata¹, Caroline Marques Lau², Maria Luiza Silva Oliveira³,
Matheus Batichotti Silva⁴, Flávia Aparecida Reitz Cardoso⁵

RESUMO

A simulação computacional desempenha um importante papel na otimização de desempenho e na tomada de decisões na Fórmula 1, sendo aplicada em várias áreas, desde o *design* aerodinâmico até a estratégia de corrida. Por meio de *softwares* avançados, as equipes podem analisar o comportamento dos carros em diferentes condições de pista e configurações aerodinâmicas, permitindo ajustes virtuais que minimizam a resistência do ar e maximizam a aderência. Além disso, as simulações auxiliam na previsão de desgaste de pneus e consumo de combustível, o que é vital para estratégias de *pit stop* e ritmo de corrida. A tecnologia também simula variáveis ambientais, como temperatura e umidade, impactando o desempenho do veículo. Nos treinos, os pilotos podem praticar virtualmente em novas pistas, melhorando a familiaridade com a mesma. A simulação computacional reduz custos ao refinar o projeto antes da fabricação física, e proporciona uma vantagem competitiva, já que as equipes podem testar várias abordagens sem restrições físicas. Neste sentido, este artigo apresenta uma revisão sobre os principais *softwares* utilizados na Fórmula 1 e como eles podem auxiliar no desempenho deste brilhante esporte.

PALAVRAS-CHAVE: Fluidodinâmica computacional; *Softwares*; Fórmula 1.

ABSTRACT

Computer simulation plays an important role in optimizing performance and decision-making in Formula 1, being applied in various areas, from aerodynamic design to race strategy. Through advanced software, teams can analyze the behavior of cars in different track conditions and aerodynamic configurations, allowing virtual adjustments that minimize air resistance and maximize grip. Additionally, simulations help predict tire wear and fuel consumption, which is vital for pit stop strategies and race pace. The technology also simulates environmental variables, such as temperature and humidity impacting the vehicle's performance. In training, drivers can practice virtually on new tracks, improving their familiarity with them. Computer simulation reduces costs by refining the design before physical manufacturing, and provides a competitive advantage as teams can test multiple approaches without physical constraints. In this sense, this article presents a review of the main softwares used in Formula 1 and how they can help the performance of this brilliant sport.

KEYWORDS: Computational fluid dynamics; *Softwares*; Formula 1.

INTRODUÇÃO

As simulações computacionais têm provado constantemente sua importância no mercado de desenvolvimento de projetos das mais variadas naturezas, inclusive na

¹ Bolsista do Cnpq. Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil. E-mail: luishirata@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 0144651492801182.

² Bolsista do Cnpq. Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil. E-mail: mateusbaticotti@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 5288330053446144.

³ Bolsista do Cnpq. Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil. E-mail: carolinelau@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 0698228494830562.

⁴ Bolsista do Cnpq. Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil. E-mail: marialuizaoliveira@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 8330537680863440.

⁵ Docente do Curso Técnico Integrado em Informática. Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil. E-mail: reitz@utfpr.edu.br. ID Lattes: 2663975071704461.

indústria do esporte automotor. As chamadas Computer Aided Engineering ou Engenharia Assistida por Computador, são constituídas por uma série de *softwares* especializados na criação de *designs* e soluções que envolvem a engenharia e seus campos de atuação. A aplicação desta tecnologia garante notável redução de recursos e tempo, fatores de extrema importância na fase de desenvolvimento de um projeto. Somado à precisão dos resultados, que fora otimizada conforme o aumento do poder de processamento dos computadores, o uso das CEA's se apresenta como principal opção para empresas alcançarem resultados concretos de forma mais eficiente (HANNA, 2012).

A Fórmula 1, modalidade automobilística que tem como objetivo demonstrar a capacidade de desempenho dos carros, é referência no uso de tecnologia na produção de seus veículos e acompanhando o desenvolvimento da mesma, já há algumas décadas vem utilizando de *softwares* de fluidodinâmica computacional para aperfeiçoar a performance dentro e fora das pistas, buscando sempre maior velocidade, estabilidade e durabilidade (LARSSON et al., 2003).

METODOLOGIA

A pesquisa apresentada neste artigo adota uma abordagem bibliográfica e se sustenta em uma análise de cinco artigos relacionados ao tópico "Fórmula 1 e Simulação Computacional". Por meio desta análise, foi possível identificar e descrever as principais práticas de fluidodinâmica computacional que são aplicadas no contexto da Fórmula 1.

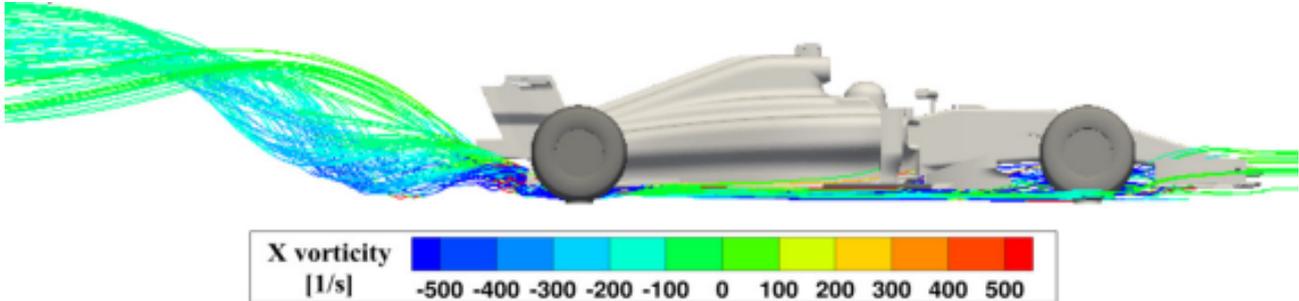
RESULTADOS

IMPORTÂNCIA DAS SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS NA FÓRMULA 1

A aerodinâmica dos carros de Fórmula 1 está diretamente relacionada com a sua performance nas pistas. A maneira com que os veículos são projetados tem como objetivo torná-los cada vez mais velozes, o que, conseqüentemente, resulta em melhores tempos durante a realização das corridas. Para analisar as condições e a eficiência dos modelos projetados, engenheiros simulam o desempenho dos veículos por meio de *softwares* de fluidodinâmica computacional (RAVELLI; SAVINI, 2018).

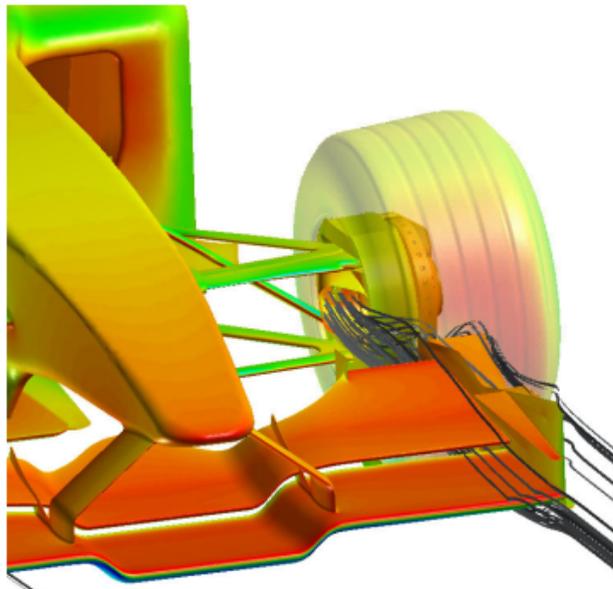
As simulações são realizadas antes mesmo dos carros serem construídos, o que, além de economizar muitos recursos, facilita possíveis alterações no protótipo (HANNA, 1996). Com o *software* em execução, os engenheiros responsáveis pelo desenvolvimento da máquina têm em mãos várias informações em tempo real do item, como forças aerodinâmicas (arrasto, equilíbrio e altura), absorção de ar pelo motor, combustão nos cilindros, fluxo de gases, calor gerado pelos freios, movimento do combustível dentro do tanque, contorno de pressão que atravessa a estrutura, dentre muitos outros (RAVELLI; SAVINI, 2018).

Figura 1: Simulação Aerodinâmica de um carro da F1 modelo 2017 com código Open-Source CFD.



Fonte: RAVELLI; SAVINI (2018).

Figura 2: SAUBER PETRONAS C21 CFD Modelo de Resfriamento dos Freios Dianteiros colorido por pressão superficial



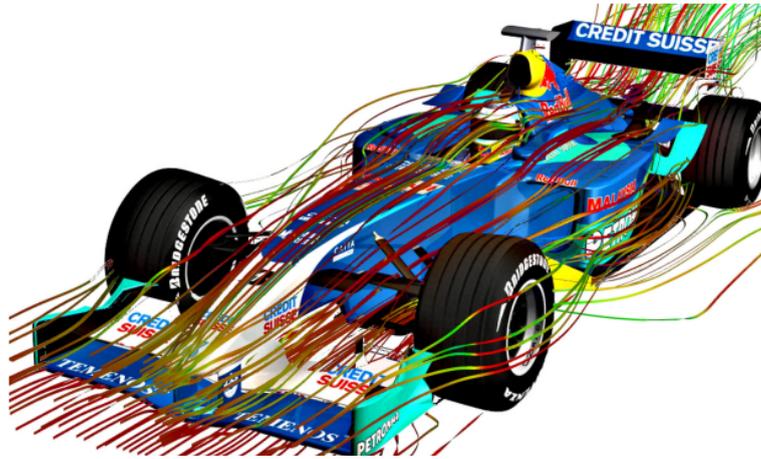
Fonte: LARSSON et al. (2003).

As etapas dos testes são efetuadas com eficiência e em pouco tempo, o que garante uma rápida análise das performances e uma grande economia de tempo e recursos (HANNA, 2012). Com isto, entende-se que o auxílio das simulações se tornou essencial para o avanço tecnológico na modalidade, da mesma forma que, o uso destas, proporciona uma constante melhoria e implementação das tecnologias de simulação computacional (RAVELLI; SAVINI, 2018).

PRIMEIRAS EMPRESAS A UTILIZAR A FERRAMENTA

A utilização das ferramentas de fluidodinâmica computacional na Fórmula 1 remonta ao início da década de 1990, quando as equipes propuseram a utilização da mesma para desenvolver certas partes dos carros, como por exemplo as asas traseiras (HANNA, 2012). Conforme a evolução das ferramentas disponíveis, as simulações passaram a envolver a integridade do veículo, analisando sua interação com o ambiente, como fez a equipe da Sauber Petronas em 2003.

Figura 3: Linhas aerodinâmicas coloridas pela velocidade em torno do SAUBER PETRONAS C22 2003 Modelo CAD CATIA



Fonte: LARSSON et al. (2003).

Já o aumento do poder de processamento dos computadores permitiu maior velocidade e detalhamento dessas simulações, que chegaram a totalizar 1 bilhão de células de interação em 2012 (HANNA, 2012).

Entretanto, tal tecnologia só começou a ser usada efetivamente em competições por volta de 2010, sendo a primeira equipe a Virgin Racing, com seu veículo VR-01, todo feito com simulação computacional e deixando de lado o túnel de vento (SOARES, 2013). A ideia partiu do diretor técnico da Virgin Racing, Nick Wirth, que começou a trabalhar a ideia com sua equipe no começo de 2009. O veículo foi pilotado por Timo Glock e Lucas di Grassi na temporada daquele ano e mesmo não conquistando nenhum ponto neste campeonato, a equipe revolucionou o método de construção dos carros de Fórmula 1, que veio a ser utilizado por equipes como a Ferrari, McLaren e Red Bull Racing em 2012 (SOARES, 2013).

SOFTWARES DE FLUIDODINÂMICA COMPUTACIONAL

A presença da Engenharia Assistida por Computador, assim como a utilização dos *softwares* de fluidodinâmica computacional (CFD), permitem maior eficiência na resolução de problemas práticos e teóricos relacionados à aerodinâmica, termodinâmica, hidráulica, dentre outros campos. Estes englobam a interação e comportamento de fluidos, uma vez que a criação de diversos cenários e variações garantem resultados concretos, que serão utilizados para o desenvolvimento do produto final.

Na atualidade existem inúmeros *softwares* usados para a análise da fluidodinâmica, muitos deles são pacotes multifísicos, enquanto outros possuem foco exclusivo em uma área. Seguem alguns deles.

ANSYS AIM

Sem dúvida um dos mais conhecidos *softwares* da atualidade, o Ansys é um pacote multifísico que combina a simulação de propriedades mecânicas, térmicas,

elétricas e fluido-mecânicas em uma única interface e permite desenvolver um projeto completo, do desenho à simulação e análise dos resultados.
CFD MODULE

O CFD Module é uma plataforma para a simulação de dispositivos e sistemas que envolvem escoamentos sofisticados. Apresenta uma interface física que consegue aceitar entradas de modelos apresentados pela interface gráfica do usuário (GUI), por meio da qual usam as entradas para formular as equações do modelo. A opção de modelar a maioria dos aspectos do escoamento, incluindo descrições de escoamento compressível, não isotérmico, não Newtoniano, bifásico e em meios porosos - todas nos regimes de escoamento laminar e turbulento - garante total acesso a todas as etapas no processo de modelagem.

Existem também ferramentas com foco único nas soluções de CFD, como os *softwares* Fluent e CFX da Ansys disponíveis na Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Estas ferramentas permitem realizar diferentes análises CFD, como turbulência, transferência de calor, reações químicas, aeroacústica, turbomáquinas, modelar o fluxo de fluidos etc.

ICEM CFD

O principal objetivo do ICEM CFD é a construção de diferentes geometrias e malhas numéricas para a computação, que servirão como modelo para a realização das iterações entre o fluido e a estrutura do mesmo.

CFX

É um *software* de CFD no qual é possível construir a geometria, fazer a malha numérica, ajustar os parâmetros da simulação, resolver e analisar. Posteriormente é utilizado para a simulação de diversos tipos de escoamentos. Sendo um *software* comercial é possível fazer várias implementações quanto a sub-rotinas computacionais escritas em linguagem FORTRAN, e além disto, apresenta a flexibilidade da inclusão de equações para o cálculo de certas variáveis.

FLUENT

Utilizado principalmente como ambiente de simulação, onde o modelo e malhas já criadas entrarão em contato com os fluidos por meio das iterações feitas no *software*, o Fluent permite a entrada e análise de parâmetros como velocidade, pressão, temperatura, viscosidade, entre outros atributos que devem ser levados em conta ao longo do processo da simulação e desenvolvimento do produto.

CONCLUSÕES

A presença da simulação computacional, como apresentada neste artigo, vem ganhando cada vez mais espaço e importância nos dias de hoje, visando melhorar, facilitar e adaptar o desenvolvimento tecnológico. É um recurso muito abrangente, sendo aproveitado em várias áreas, como aeronáutica, automobilística, estratégias de

escoamento urbano e processamento de líquidos. Com este método, muitos recursos que seriam utilizados são poupados, evitando gastos e possíveis impactos socioambientais. É uma ferramenta que está em alta no mercado industrial, auxiliando significativamente no nível de desenvolvimento e processamento de muitas tecnologias. Empresas que optam por não utilizar este tipo de simulação tendem a ficar em desvantagem em relação às outras. Cabe ressaltar que, por meio do conhecimento adquirido durante a escrita deste artigo, foi possível iniciar o desenvolvimento, utilizando o pacote de fluidodinâmica computacional Ansys, de um modelo de carro da Fórmula 1 para análise da interação entre os fluidos e a estrutura do modelo.

Agradecimentos

Agradeço ao CNPq e a Prof^ª. Dr^ª. Flávia Aparecida Reitz Cardoso pelo suporte.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

HANNA, R. K. CFD in sport - a retrospective: 1992-2012. **Procedia Engineering**, v. 34 p. 622-627, 2012.

RAVELLI, U.; SAVINI, M. Aerodynamic simulation of a 2017 F1 car with open-source CFD code, **Journal of Traffic and Transportation Engineering**, v. 6, p. 155-163, 2018.

HANNA, R.K. **Going faster, higher and longer in sport with CFD**, 1st International Conference on Engineering in Sport, Sheffield, U.K., ISEA, 1996.

LARSSON, T.; ORBJÖRN, B.; BIENZ, C.; SATO, T.; ULLBRAND, B. *In Front of the Grid-CFD at SAUBER PETRONAS F1 Leading the Aerodynamic Development*, 2003.

SOARES, R. F. **Estudo Fluidodinâmico Computacional (CFD) aplicado à aerodinâmica do esporte automobilístico**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, 2013.