

ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS  
SMM0157 - MECÂNICA DOS AUTOVEÍCULOS I

**ROTEIRO PARA O RELATÓRIO TRÊS**

**ANÁLISE DO DESEMPENHO DA FRENAGEM DO FÓRMULA SAE FEI RS8**



**SÃO CARLOS, 20xx**

# 1. INTRODUÇÃO

Formula SAE é uma competição estudantil organizada pela *Society of Automotive Engineers* (SAE, também conhecida como SAE International). A competição nasceu em 1978 e foi inicialmente denominada SAE Mini Indy. Oficialmente, a competição F-SAE teve início nos Estados Unidos em 1981, alavancada pela carência de engenheiros especializados em veículos de alta performance. Foi impulsionada pelas três grandes montadoras Americanas, General Motors, Ford e Chrysler, que viram nessa competição uma oportunidade única de garimpar novos engenheiros para suas equipes. Esse apoio se fortaleceu com o tempo e as empresas ficaram plenamente satisfeitas com os estudantes que eram contratados. Com o passar dos anos, diversas outras empresas uniram-se às "Três Grandes" e, além de contratar alunos, ainda desenvolveram produtos específicos para a Fórmula SAE. A ideia por trás da F-SAE é que uma empresa fictícia contrata um time estudantil para desenvolver um pequeno carro de Fórmula e para propor um modelo de negócios para seu produto.

No Brasil, a 1ª competição do Fórmula SAE ocorreu no ano de 2004. Atualmente, além do Brasil, a competição acontece na Austrália, Itália, Inglaterra, Alemanha e Estados Unidos, onde são reunidas as melhores equipes de cada país. As duas equipes melhor classificadas na F-SAE Brasil ganham o direito de representar o País em duas competições internacionais realizadas nos EUA. (Formula SAE Michigan e Formula SAE /Lincoln)

A competição F-SAE BRASIL, assim como as outras provas promovidas pela entidade, além de divertida e desafiadora, é uma oportunidade de crescimento que tem como objetivo propiciar aos estudantes de Engenharia a oportunidade de aplicar na prática os conhecimentos adquiridos em sala de aula, desenvolvendo um projeto completo e construindo um carro tipo *Fórmula*. Os trabalhos são realizados em grupo com intuito de estimular e desenvolver o trabalho em equipe.

Durante três dias de evento, os carros passam por provas estáticas e dinâmicas, avaliando a performance de cada projeto na pista, assim como as apresentações técnicas das equipes, que inclui projeto, custo, e uma apresentação de *marketing*. Meses antes da competição, os estudantes enviam para o comitê organizador relatórios de custos, do projeto estrutural, do atenuador de impacto e do projeto mecânico. Os relatórios são avaliados por engenheiros especialistas, e já valem como a primeira parte da avaliação dos protótipos. Já durante a competição, nas provas estáticas, as equipes devem demonstrar mais detalhadamente se o

carro apresentado no projeto equivale com o apresentado no evento. As provas dinâmicas são realizadas no segundo dia do evento. Todas as provas são pontuadas de maneiras diferentes, de maneira a garantir que o melhor conjunto de projeto e carro vença a competição.

Os pneus para a Formula SAE tem a característica de desempenho e durabilidade que a categoria-escola necessita, pois os pneus sendo de construção *diagonal* são específicos para a necessidade de dirigibilidade das competições da SAE. Ao terem as laterais mais macias tem uma capacidade muito superior de fazer curvas e *slalom* (um tipo de manobra), deixando os pneus tradicionais radiais muito atrás. Os carros por serem leves, podem andar com pouca pressão, fazendo que o carro tenha um desempenho excepcional. As medidas 19,5x7x13 em *slick* e *wet* (chuva) são as mais utilizadas pelas equipes. Pelo regulamento, o menor aro permitido é 8".

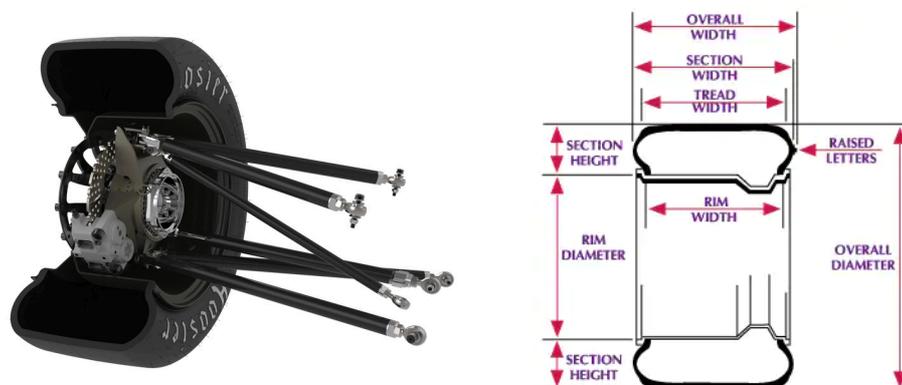


Figura 1 - Medidas gerais de um pneu de competição

O objetivo geral neste relatório é avaliar o envelope de desempenho da frenagem de um protótipo F-SAE produzido em 2015 - o RS8 - pela Faculdade de Engenharia Industrial (FEI).

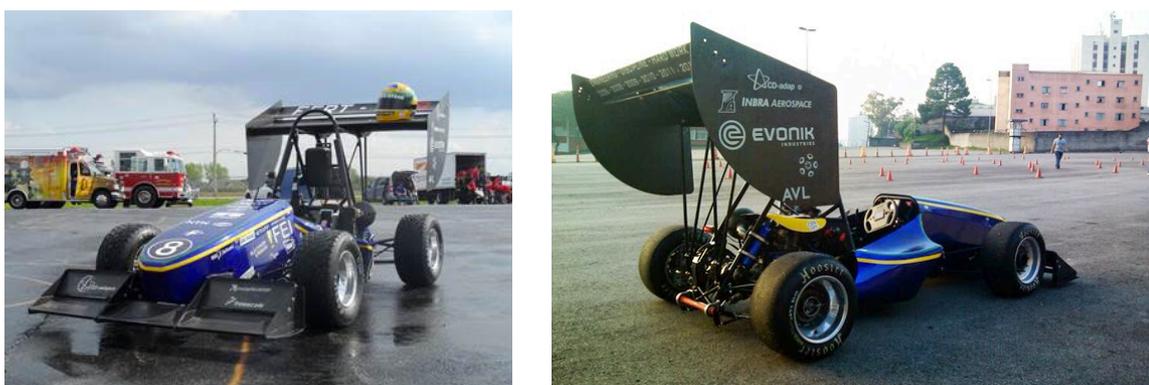


Figura 2 - FEI RS8 (2014)

- Objetivos Específicos: a) dar continuidade ao aprendizado do uso dos *softwares* Matlab e OptimumLap para avaliar o desempenho do protótipo RS8; b) aplicar esse conhecimento para avaliar a performance dos freios do RS8, com dois conjuntos de

pneus; c) confrontar os resultados obtidos e explicar as discrepâncias entre os resultados, se houver.

Resumo da metodologia: a teoria a ser usada se encontra, principalmente, em TABOREK (1957): **MECHANICS OF VEHICLES**, *Machine Design*, e JAZAR (2008) **VEHICLE DYNAMICS: THEORY AND APPLICATION**, disponíveis no ambiente *e-disciplinas* da USP. Estudar COSTA (2016): **SIMULAÇÃO DE TEMPO DE VOLTA DE VEÍCULO FÓRMULA SAE COM MODELO QUASI-STEADY STATE** (Dissertação). Os pneus a serem analisados são:

- 1) *Hoosier Slick* 19,5 x 6,5–10” (referência 43110) com  $\mu_x = \mu_y = 1,30$ ;
- 2) *Hoosier Slick* 16,0 x 6,0–10” (referência 43070) com  $\mu_x = \mu_y = 1,75$ .

Fonte: [https://www.hoosiertire.com/contingency\\_rates/fsae/](https://www.hoosiertire.com/contingency_rates/fsae/)

Com os dados do RS8 fornecidos nessa dissertação, elaborar um *script* no Matlab para calcular o desempenho dos freios do RS8 (distância de frenagem, potência de frenagem, calor transferido para as pastilhas e discos de freios, valor da variação de temperatura). Alimentar o *software* *Optimum Lap*<sup>®</sup> com os dados do RS8 descritos em Costa (2016). Rodar o *script* no Matlab e comparar os resultados obtidos com o *Optimum Lap*. Explicar as discrepâncias encontradas. Apontar pontos de melhoria para o RS8.

Caso seja necessário, consulte a fornecedora dos pneus para F-SAE no Brasil (Na Carrera Pneus) sobre as constantes elásticas, e sobre os testes que eles têm à disposição das equipes. Mais informações no Whatsapp 51-999871386 ou pelo email [jhonnybonilla1@gmail.com](mailto:jhonnybonilla1@gmail.com).

## REFERÊNCIAS

- Costa, R. P. (2016) SIMULAÇÃO DE TEMPO DE VOLTA DE VEÍCULO FÓRMULA SAE COM MODELO QUASI-STEADY STATE, Dissertação, Centro Universitário FEI, São Bernardo do Campo, 122p.
- Da Silva, P. H. M. (2017) ANÁLISE DO SISTEMA DE FREIO DE UM VEÍCULO DE COMPETIÇÃO FORMULA SAE, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 98p.
- Jazar, R. N. (2008) **Vehicle Dynamics: Theory and Applications**, Springer, New York. 1022p.
- Rodrigues, S. L. W. T. (2017) DIMENSIONAMENTO E PROJETO DE DISCO DE FREIO E CALIPER PARA VEÍCULO FORMULA SAE, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 95p.
- Taborek, J. J. (1957) **Mechanics of Vehicles**, Machine Design, Penton Publishing, Ohio, 95p.
-