

# PROJETO DE CHASSI PARA VEÍCULO TIPO BAJA A HIDROGÊNIO

## STRUCTURAL DEVELOPMENT OF THE CHASSIS FOR A BAJA H<sub>2</sub> VEHICLE

Marco Aurélio Pacini <sup>1,i</sup>  
 Pedro Henrique Lourenço Lessa<sup>2,ii</sup>  
 Mauricio Guayubas<sup>3,iii</sup>  
 Jose Martinho Leal Neto<sup>4,iv</sup>  
 Claudinei Galligani,<sup>5,v</sup>  
 Francinildo de Sousa Barbosa<sup>6,vi</sup>  
 Antonio Luiz Barbosa Dos Santos<sup>7,vii</sup>  
 Jose Carlos Pereira Omil<sup>8,viii</sup>

### RESUMO

Este trabalho apresenta o projeto estrutural do chassi para um veículo Baja H<sub>2</sub>, adaptado às exigências da competição **Student H<sub>2</sub> Challenge 2025**. O estudo preenche a lacuna referente à adaptação de chassis acadêmicos para integrar sistemas de célula a combustível e tanque de hidrogênio, exigindo novas soluções de segurança. Foram aplicadas metodologias de CAD 3D, prototipagem em PVC e simulações de elementos finitos (FEA). Os resultados demonstram fator de segurança superior a 2,5, deformações abaixo de 5% no habitáculo e rigidez torcional compatível com veículos *off-road* leves. O projeto alia baixo custo, confiabilidade e inovação ao contemplar a integração segura de sistemas de armazenamento de hidrogênio.

**Palavras-chave:** Chassi; Baja H<sub>2</sub>; Estrutura; Segurança; FEA.

### ABSTRACT

This paper presents the structural design of the chassis for a Baja H<sub>2</sub> vehicle, developed according to the requirements of the **Student H<sub>2</sub> Challenge 2025**. The study addresses a specific gap in adapting academic chassis projects to incorporate fuel cell systems and hydrogen storage tanks, which demand new safety solutions. The design was developed through CAD 3D modeling, ergonomic prototypes in PVC, and Finite Element Analysis (FEA) to assess impact, rollover, and torsional stiffness. Results indicate a safety factor greater than 2.5, deformations below 5% within the driver's compartment, and torsional stiffness of 1800 Nm/°, consistent with lightweight

<sup>1</sup> Graduanda em Sistemas Automotivos no Centro Universitário SENAI – Campus: Ipiranga. E-mail: @sp.senai.br

<sup>2</sup> Graduando em Sistemas Automotivos no Centro Universitário SENAI – Campus: Ipiranga. E-mail: @sp.senai.br

<sup>3</sup> Docente e Mestre em Administração em Gestão Ambiental e Sustentabilidade no Centro Universitário SENAI – Campus Ipiranga. E-mail: mauricio.guayubas@sp.senai.br

<sup>4</sup> Professor de Sistemas Automotivos na Faculdade SENAI de Tecnologia Conde José Vicente de Azevedo. E-mail: jose.mneto@sp.senai.br

<sup>5</sup> Pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho – Universidade Candido Mendes, e docente no Centro Universitário SENAI – Campus Ipiranga. E-mail: claudinei.galligani@sp.senai.br

<sup>6</sup> Docente e Mestre em Educação Matemática da Faculdade SENAI de Tecnologia Automotiva. E-mail: francinildo.barbosa@sp.senai.br

<sup>7</sup> Professor de Sistemas Automotivos na Faculdade SENAI de Tecnologia Conde José Vicente de Azevedo. E-mail: jose.omil@sp.senai.br

<sup>8</sup>

off-road vehicles. The project stands out for combining low cost, constructive feasibility, and innovation in hydrogen integration for academic competitions.

**Keywords:** Chassis; Baja H<sub>2</sub>; Structure; Safety; FEA.

## 1 INTRODUÇÃO

O chassi é o elemento estrutural mais importante de um veículo *off-road*, responsável por garantir rigidez, absorver impactos e proteger o piloto. No contexto do **Baja H<sub>2</sub>**, surgem desafios adicionais relacionados ao armazenamento seguro do hidrogênio. Este trabalho busca propor uma solução de chassi otimizado para custo, peso e segurança, conciliando práticas acadêmicas e industriais.

### 1.1 Problema de pesquisa

Como projetar um chassi leve, rígido e seguro que incorpore requisitos adicionais de proteção a sistemas de hidrogênio?

### 1.2 Objetivo(s)

- Desenvolver e validar estruturalmente o chassi Baja H<sub>2</sub>.
- Integrar critérios de segurança específicos para tanque de hidrogênio.
- Otimizar o projeto por meio de análises de FEA.

### 1.3 Justificativa

Embora haja extensa literatura sobre chassis Baja SAE, poucos trabalhos exploram a **adaptação para veículos com célula a combustível**. Nesse sentido este projeto busca inovar, formando engenheiros aptos a atuar em mobilidade sustentável.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Segundo Reimpell, Stoll e Betzler (2001), o chassi constitui o elemento central da resistência mecânica do veículo, sendo responsável por absorver e dissipar cargas dinâmicas. Na engenharia automotiva, métodos de FEA têm se consolidado como padrão para reduzir custos e tempo de desenvolvimento (Hibbeler, 2011). No âmbito do **Baja SAE**, a *SAE International* define critérios mínimos para segurança, incluindo materiais, geometrias e requisitos de resistência a impacto. Trabalhos recentes (SILVA *et al.*, 2023) demonstram que a combinação de tubos de aço SAE 1020/1080, com geometrias otimizadas, oferece bom compromisso entre leveza e resistência.

## 3 METODOLOGIA

- Modelagem CAD 3D (*Inventor*).
- Seleção de aço SAE 1020 e 1080 conforme NBR 6591.
- Prototipagem em PVC para validação ergonômica.
- Análises FEA: impacto frontal, lateral, capotamento e torção.
- Dimensionamento estrutural:

$$\sigma = \frac{M \cdot c}{I}$$

onde:

- $\sigma$  = tensão máxima,
- $M$  = momento fletor aplicado,
- $c$  = distância ao ponto mais externo,
- $I$  = inércia da seção.

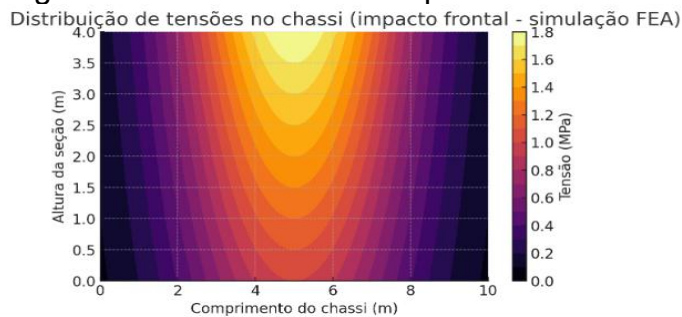
#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os testes numéricos indicaram que a estrutura apresentou:

- Impacto frontal: fator de segurança = 2,7.
- Impacto lateral: deformação máxima = 42 mm (< limite admissível de 50 mm).
- Capotamento: espaço de sobrevivência preservado.
- Rigidez torcional: 1800 Nm/° (compatível com chassis Baja SAE de referência).

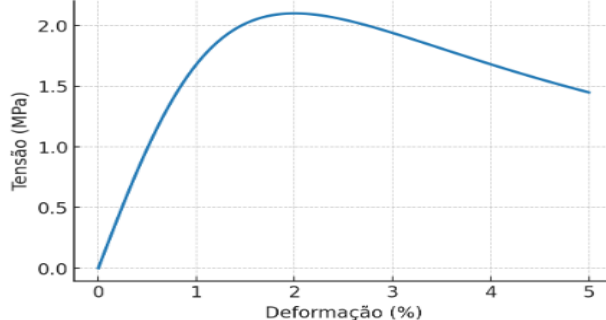
A Figura 1 apresenta o resultado do impacto frontal simulado através da análise FEA:

Figura 1 – Análise FEA de impacto frontal.



Já a Figura 2 demonstra o resultado simulado entre a tensão mecânica aplicada ao chassi e sua deformação como resultado dessa tensão aplicada.

Figura 2 – Curva tensão x deformação do chassi.



Fonte:

Além da segurança, o projeto considerou como custo-benefício a possibilidade da

aplicação de tubos padronizados e processos de soldagem acessíveis, os quais garantem viabilidade de fabricação em ambiente acadêmico.

## 5 CONCLUSÃO

O chassi projetado atendeu plenamente aos requisitos de segurança e rigidez estrutural, conciliando inovação (adaptação para hidrogênio), custo acessível e viabilidade acadêmica na sua construção ou fabricação. Como próximas etapas incluem a realização de testes físicos de impacto e torção com o intuito de validar os modelos numéricos.

## REFERÊNCIAS

- HIBBELER, R. C. *Resistência dos Materiais*. 7. ed. São Paulo: Pearson, 2011.
- REIMPELL, J.; STOLL, H.; BETZLER, J. *The Automotive Chassis: Engineering Principles*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2001.
- SILVA, M. F. et al. Análise Estrutural de Chassi para Veículos Off-Road. *Revista Engenharia Mecânica Aplicada*, v. 18, n. 2, p. 45–56, 2023.
- ZHANG, H. et al. Hydrogen vehicle structural safety design: challenges and methods. *International*

## SOBRE O(S)AUTOR(ES)

### Sobre os autores:

#### i MARCO AURÉLIO PACINI → Colocar em Suspensão e Freio



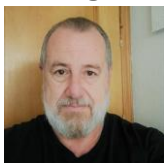
Marco Aurélio Pacini, formado como Técnico em Manutenção Automotiva pela ETEC Martin Luthet King (2014), proprietário da oficina de Reparação Automotiva Pacini Auto, docente de formação profissionalizante na escola SENAI Conde José Vicente de Azevedo, cursando a graduação em Tecnologia em Sistemas Automotivos pelo Centro Universitário SENAI - Ipiranga.

#### ii PEDRO HENRIQUE LOURENÇO LESSA → Colocar em Freio



Pedro Henrique Lourenço Lessa possui técnico em Cyber sistemas para automação Industrial – SENAI Conde José Vicente de Azevedo (2024), estudante da Graduação de Tecnologia em Sistemas Automotivo – SENAI Conde José Vicente de Azevedo.

#### iii iv MAURICIO GAYUBAS



Possui graduação em Engenharia Elétrica, pós-graduações em Marketing, Docência e Mobilidade Sustentável, além de Mestrado em Gestão Ambiental e Sustentabilidade. Doutorando em Administração pela ESPM. Atua há mais de 30 anos na gestão comercial e treinamentos técnicos em empresas multinacionais na América Latina.

#### iv iii JOSE MARTINHO LEAL NETO



José Martinho Leal Neto possui técnico em manutenção automotiva - SENAI Conde José Vicente de Azevedo (2011), graduação em Tecnologia em Eletrônica Automotiva - FATEC Santo André (2017), Pós-Graduação Lato Sensu em Motores de Combustão Interna - SENAI Conde José Vicente de Azevedo (2019) - Professor de Ensino Superior - Especialista II - SENAI - SENAI Conde José Vicente de Azevedo.

#### v **CLAUDINEI GALLIGANI**



Pós-graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho, graduado em Engenharia de Controle e Automação e em Administração, com formação técnica em Eletrônica e Eletrotécnica. Atua desde 1988 na Mercedes-Benz do Brasil, com experiência em engenharia elétrica automotiva, gestão de projetos, qualidade e desenvolvimento de metodologias de análise de causa raiz..

#### vi **Francinildo de Sousa Barbosa**



Mestre em Educação Matemática, com mais de 38 anos na Educação Básica e 24 no Ensino Superior. Professor assistente no Centro Universitário SENAI-SP e diretor escolar em São Bernardo do Campo, com foco em matemática aplicada e gestão educacional..  
<https://orcid.org/0009-0003-9102-9908>

#### vii **ANTÔNIO LUIZ BARBOSA DOS SANTOS**



Possui mestrado profissional em Engenharia Automotiva pela USP (2008) e experiência profissional na área de Engenharia de Produção e Automobilística, com foco em gerenciamento de projetos e desenvolvimento de produtos. Atualmente é professor na graduação e pós-graduação da Faculdade Senai de Tecnologia.  
<https://orcid.org/0000-0001-8016-6841>

viii

#### iv **JOSE CARLOS PEREIRA OMIL**



Graduado em Engenharia Mecânica pelo Instituto de Ensino de Engenharia Paulista - IEEP (1985). Atualmente é professor de educação superior especialista II do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - Senai - SP. Possui experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase na área de pós venda e ensaios dinamométricos em motores de combustão interna.