

A APLICAÇÃO DOS AÇOS 1020 E 4130 EM VEÍCULOS OFF-ROAD SAE BAJA BRASIL

Matheus Silva de Souza¹
Glaucio Rodrigues Vicente¹
Paulo Roberto de Azevedo Souza²
Rafael Nascimento Lopes³
Israel Marçal Silva⁴
João Paulo Silva de Souza⁵

silva9831matheus@gmail.com

RESUMO:

O objetivo desta pesquisa é identificar e apresentar o porquê da grande utilização dos Aços 1020 e 4130 em projetos de veículos off-road SAE Baja- *Society of Automotive Engineers*. A metodologia desta pesquisa foi baseada numa revisão bibliográfica, onde é apresentada características dos materiais utilizados na estrutura do veículo e também apresenta algumas normas importantes para construção do chassi do veículo. Será realizado também uma pesquisa experimental que será realizada na faculdade Vértix Trirriense, no projeto denominado Baja Vértix, onde será realizado a construção de um veículo off-road, que será feito para participar o campeonato nacional SAE Baja- *Society of Automotive Engineers*.

Palavras chave: Aço 1020; Aço 4130; Baja; Veículos *off-road*

1. INTRODUÇÃO

O projeto SAE Baja foi criado nos Estados Unidos, onde aconteceu a primeira competição em 1976. No Brasil essa competição foi lançada em 1994 e no ano seguinte teve sua primeira competição, que foi realizada em São Paulo.

O desenvolvimento da estrutura dos veículos *off-road* SAE BAJA - Brasil é umas das partes mais importantes, pois o veículo baja é submetido às mais variadas condições geográficas sendo exigida da estrutura esforços como flexão e torção, e a escolha do material é muito importante para minimizar a

¹ Acadêmicos do 4º período do curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Vértix Trirriense.

² Graduado em Tecnologia de Processamento de Dados, Mestre em Informática. Professor da Faculdade Vértix Trirriense.

³ Graduado em Engenharia Mecânica-UFF, Pós-graduado em MBA Gerenciamentos de projetos-USP. Professor da Faculdade Vértix Trirriense.

⁴ Licenciado em Matemática- USS, Pós-graduado em Metodologia no Ensino de Matemática e Física pela UNINTER. Professor da Faculdade Vértix Trirriense.

⁵ Graduado em Física. Pós-graduado em Docência e Gestão de ensino superior. Professor da Faculdade Vértix Trirriense.

fadiga. Segundo Costa (2010) fadiga é um dano estrutural, localizado, progressivo e permanente que ocorre quando o material é submetido a deformações cíclicas ou flutuantes, geralmente a uma tensão nominal abaixo da tensão de escoamento.

O material de estudo é a aplicação do aço em projetos SAE BAJA Brasil e para desenvolvermos o assunto, é necessário explicar os tipos de aço envolvidos, “Os Membros da Gaiola de Proteção devem ser feitos de tubos de aço com conteúdo mínimo de carbono de 0,18%” (BAJA SAE, 2018, p. 56).

Os aços-carbono constituem o mais importante grupo de materiais utilizados na engenharia e na indústria. De fato, as propriedades mecânicas desses aços simplesmente ao carbono, sem qualquer elemento de liga, são suficientes para atender a maioria das aplicações práticas (PANDOLFO, 2009, p.17).

A partir dessa definição, apresentamos o seguinte questionamento, por que a utilização desses dois materiais na confecção da estrutura? Sendo assim, como objetivo, o seguinte artigo busca apresentar o custo benefícios que traz para os projetos e onde ocorre a aplicação dos tubos na confecção da estrutura. Este artigo justifica-se pelo fato da utilização desses dois materiais em projetos de veículos *off-road* SAE BAJA BRASIL.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 AÇO 1020

Antes de falarmos sobre as características do aço SAE 1020 e de como elas são adquiridas, é necessário articular o significado da especificação desse material. De acordo com as normas de classificação SAE, que é uma das mais utilizadas no mercado brasileiro para a classificação dos aços, os aços são classificados de acordo com sua composição química. A tabela a seguir nos mostra como é classificado alguns tipos de aço:

Tabela 1: Classificação dos Aços.

Denominação SAE	Tipo de Aço
10XX	Aços carbono comuns
11XX	Aços de usinagem (ou corte) fácil, com alto S

13XX	Aço manganês com 1,75% de Mn
23XX	Aços Níquel com 3,5% de Ni
25XX	Aços Níquel com 5,0% de Ni
31XX	Aços Níquel Cromo com 1,25% de Ni e 0,65% de Cr
33XX	Aços Níquel Cromo com 3,5 % de Ni e 1,55 Cr
40XX	Aços Molibdênio com 0,25% de Mo
41XX	Aços Cromo Molibdênio com 0,50% ou 0,90% de Cr e 0,12% ou 0,20% de Mo
43XX	Aços Níquel cromo com molibdênio com 1,80% de Ni e 0,20% ou 0,25% de Mo
46XX	Aços Níquel Molibdênio com 1,55% ou 1,80% de Ni e 0,20% ou 0,25% de Mo
47XX	Aços Níquel Cromo Molibdênio com 1,05%de Ni, 0,45% de Cr e 0,20 de Mo
48XX	Aços Níquel Molibdênio com 3,5 % de Ni e 0,25% de Mo
50XX	Aços cromo com 0,28% ou 0,65% de Cr
50BXX	Aços cromo boro com baixo teor de Cr e no mínimo 0,0005% de B
51XX	Aços cromo com 0,80 a 1,05% de Cr
61XX	Aço cromo vanádio com 0,8 ou 0,95% de Cr a 0,1% ou 0,15% de v
86XX	Aços níquel molibdênio com baixos teores de Ni, Cr e Mo
87XX	Idem
92XX	Aço silício manganês com 0,85% de Mn e 2,0% de Si

- O primeiro dígito indica a classe do aço, exemplo: o aço 1020, o primeiro dígito indica que ele é um aço carbono;
- O segundo dígito indica a variação nos teores dos elementos de liga.
- O terceiro e o quarto dígitos indicam o teor de carbono no material, exemplo: no aço 1020, o terceiro e o quarto dígitos indicam que o teor médio de carbono vai de 0,18% a 0,23%.

Hoje em dia o aço SAE 1020 é muito utilizado em várias áreas da sociedade, como construção civil, indústria automobilística, indústrias de produção de peças mecânicas entre outras, isso por que ele apresenta várias características que são muito boas para se trabalhar com esse material. Segundo (BRANCO, 2007), “As principais aplicações do aço 1020 são em chapas automobilísticas, perfis estruturais, placas para produção de tubos, construção civil, pontes e latas de folhas flandres”.

Essa grande utilização do aço SAE 1020 deve-se também à sua composição química que faz com que ele tenha propriedades ideais para esse tipo de projeto. A tabela 2 apresenta dados da composição química do aço SAE 1020.

Tabela 2: Composição química do Aço 1020.

Elemento	Concentração%
Manganês, Mn	0,30 a 0,60
Carbono, C	0,18 a 0,23
Enxofre, S	0,05(máximo)
Fósforo, P	0,04(máximo)
Ferro, F	O que sobra

Fonte: Norma SAE

Os aços com baixo teor de carbono, como o aço 1020, possuem baixa dureza e resistência, mas com alta tenacidade e ductilidade e também são bastantes usináveis e soldáveis e possuem um baixo custo de produção, isso faz com que ele seja muito utilizado nesse tipo de projeto.

2.2 AÇO 4130

Aço 4130 também chamado de AISI (American Iron and Steel Institute) e SAE (American Society for Metals) 4130, são padrões de identificação para aços carbonos e de baixa liga, baseadas nas composições químicas. Conhecido popularmente como aço aeronáutico, pela sua grande utilização em peças estruturais de aeronaves, tem como diferencial dos outros aços, elementos como, cromo e o molibdênio que fazem o aço se tornar uma liga, mais estável, com alto ponto de fusão, e elevando sua dureza.

A liga é formada por oito elementos químicos, os quais serão apresentados nas tabelas abaixo.

Tabela 3: Composição química do aço SAE 4130

Elemento	Nomenclatura	Concentração%
Cromo	Cr	0,80 a 1,10
Molibdênio	Mo	0,15 a 0,25
Manganês	Mn	0,40 a 0,60
Carbono	C	0,28 a 0,33
Silício	Si	0,15 a 0,30
Enxofre	S	0,04 (max)
Fósforo	P	0,035(max)

Fonte: Norma SAE.

O ferro, Fe é responsável, pelo o resto da porcentagem que falta, sendo assim ele varia de acordo, com a quantidade utilizada por cada elemento.

Esta tem como características consideráveis, sua boa temperabilidade, feita com água quando se fala de peças medianas, ou em óleo de tempera, quando a necessidades, é temperar, peças pequenas. Pode ser conformado, bons resultados quando utilizados em processos de soldagem, desde que sejam respeitados os limites do material, bielas, eixos, braços, parafusos, rebites, podem ser formados, a partir deste. Pelos elementos utilizados em sua formação, o aço 4130, é um pouco, mais trabalhoso, de ser usinado, mas isso não impeça que o mesmo seja feito. De acordo com empresas, responsáveis por venda. O aço pode ser comercializado de diferentes formas, são elas: barras redondas, quadradas, blocos, tarugos, tubos e chapas. Segue abaixo a tabela, com dados mais específicos:

Tabela 4: Características do aço SAE 4130.

Densidade	Limite de escoamento	Resistência a tração	Modulo de elasticidade	Dureza Rockwell
7.85g/cm ³	66700psi	81200psi	27557 a 30458ksi	95

Fonte: Norma SAE

3. METODOLOGIA

Os dados apresentados nesse trabalho foram coletados por meio de pesquisa bibliográfica.

A pesquisa bibliográfica, ou de fontes secundárias, abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc., (LAKATOS; MARCONI, 2003, p.183).

São apresentados dados que justificam a utilização dos aços 1020 e 4130 na confecção da estrutura de projetos SAE BAJA Brasil, apresentando características dos materiais e números que apontam o porquê da preferência desses materiais.

Será feita uma pesquisa experimental, que será realizada na faculdade Vértix Trirriense, no projeto Baja Vértix, onde os alunos da turma de Engenharia Mecânica irão realizar todos os processos de construção de um veículo SAE BAJA. Segundo Fonseca (2002, p. 38):

A pesquisa experimental seleciona grupos de assuntos coincidentes, submete-os a tratamentos diferentes, verificando as variáveis estranhas e checando se as diferenças observadas nas respostas são estatisticamente significantes. Os efeitos observados são relacionados com as variações nos estímulos, pois o propósito da pesquisa experimental é apreender as relações de causa e efeito ao eliminar explicações conflitantes das descobertas realizadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CHASSI BAJA SAE

O chassi do Baja, também conhecido como gaiola, serve de proteção para o piloto em casos de acidente, o chassi deve possuir propriedades que satisfaçam os requisitos de funcionamento do veículo, como os de desempenho, de segurança, dirigibilidade, aerodinâmica, custos de fabricação,

manutenção, compactação e acessibilidade. Entretanto, a maioria destas condições é conflitante entre si, de acordo com (SAMPÒ, 2011).

De acordo com as normas SAE deve-se destacar os seguintes aspectos da estrutura:

- Largura: 1,62 m no ponto mais largo, com as rodas direcionadas para frente, na altura estática de rodagem.
- Comprimento: sem restrições. Observar, contudo, que as provas das competições são montadas tendo em mente veículos com a largura máxima permitida e comprimento máximo de 2,74 m.
- Os Membros da Gaiola de Proteção devem ser feitos de tubos de aço com conteúdo mínimo de carbono de 0,18%.

A tubulação da gaiola é dividida em duas partes, membros primários e secundários onde segundo o regulamento SAE Baja tem as seguintes características:

Membros primários:

- Tubo de aço circular com diâmetro externo de 25,4 mm (1 in) e espessura da parede de 3,05 mm (0,120 in) e um mínimo de 0,18% de carbono em sua composição;
- Perfil de aço com rigidez à flexão e resistência à flexão superiores ao especificado para o tubo no item (A) acima. A espessura da parede deve ser maior ou igual a 1,57 mm (0,062 in) e o conteúdo de carbono deve ser igual ou maior a 0,18%, independente do material e da seção do tubo utilizado. A rigidez e a resistência à flexão devem ser calculadas com relação à linha neutra do tubo que dê os valores mínimos.

Membros secundários:

- Membros secundários devem ser de tubo com espessura de parede mínima de 0,89 mm (0,035 in), diâmetro externo ou menor dimensão externa em perfil não circular maior ou igual a 25,4 mm (1 in) e conteúdo de carbono de pelo menos 0,18%.

Nos membros primários da estrutura é utilizado o Aço 4130, já nos membros secundários é utilizado o Aço 1020.

A imagem abaixo mostra os membros da gaiola:

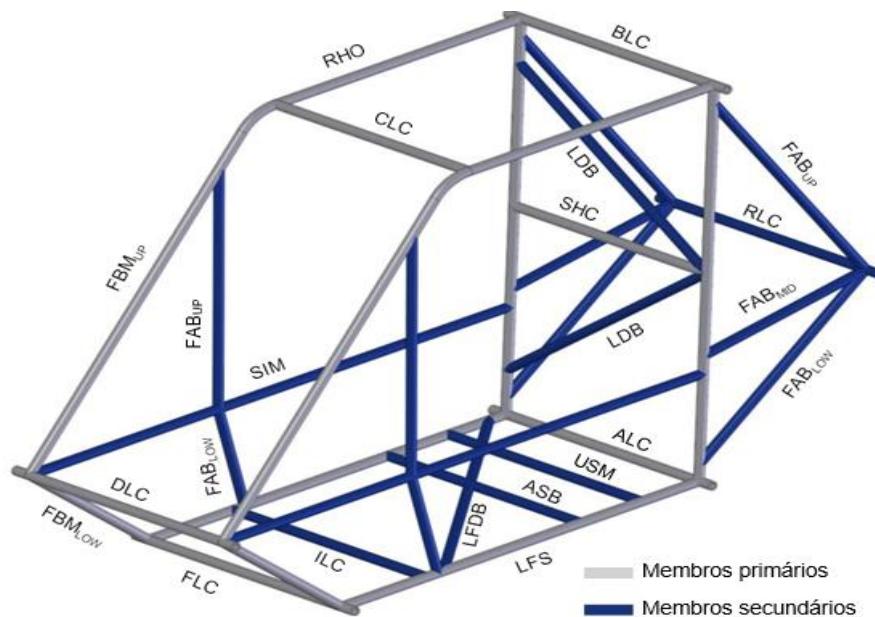


Figura 1: Gaiola Baja
 Fonte: Regulamento SAE Baja

4.2 Ensaio de tração no Aço 4130

O ensaio de tração consiste em um corpo de prova possuindo formato e tamanho padronizados conforme a NBR 6152, é tracionado por uma carga axial gradativamente crescente, até a sua fratura. (HIBBELER, 2004).

O ensaio de tração apresentado neste artigo foi realizado pelo Rafael Nascimento Lopes, Graduado em Engenharia Mecânica-UFF, Pós-graduado em MBA Gerenciamentos de projetos-USP, como parte de seu Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal Fluminense.

Nesse ensaio foram utilizados quatro corpos de provas de 166 mm de comprimento total, largura de 20 mm, com área útil da seção de ensaio de 100 mm de comprimento e 3 mm de raio de curvatura e foi utilizada uma máquina de tração EMIC, com velocidade de 2 mm/s.

Após o término do ensaio e tratamentos dos dados gerados pela máquina de tração, foram obtidos os diagramas tensão-deformação.

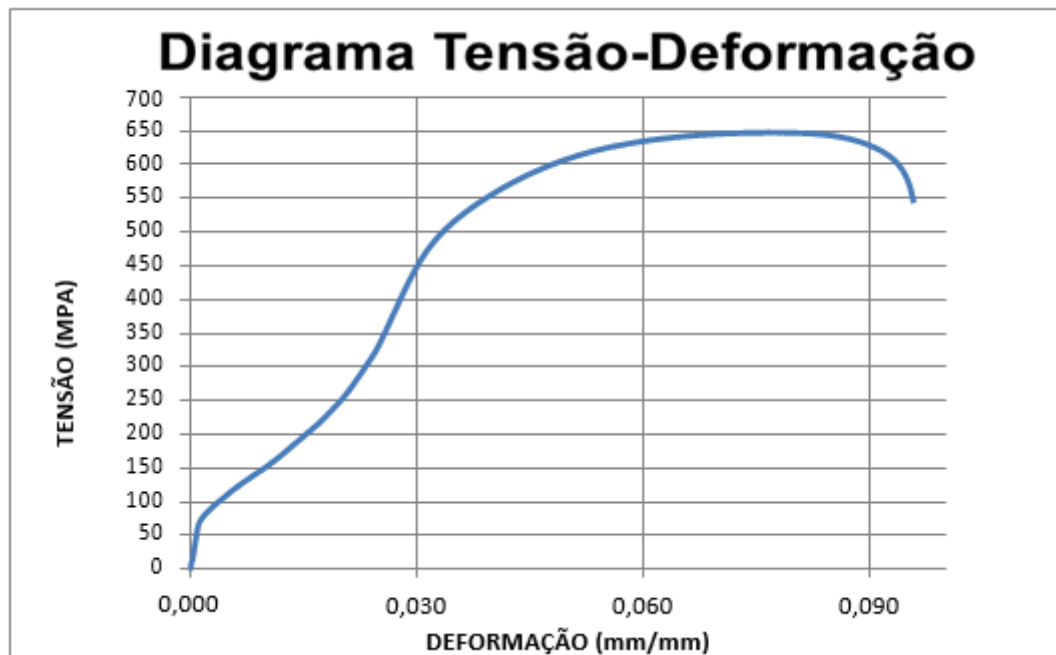


Figura 2: Diagrama Tensão-Deformação da média dos corpos de prova do aço AISI/SAE 4130.

Fonte: Análise de Desenvolvimento Estrutural para Veículos Baja SAE

Logo após os resultados obtidos foi feito o método de regressão linear na zona elástica, como é apresentado no diagrama abaixo:

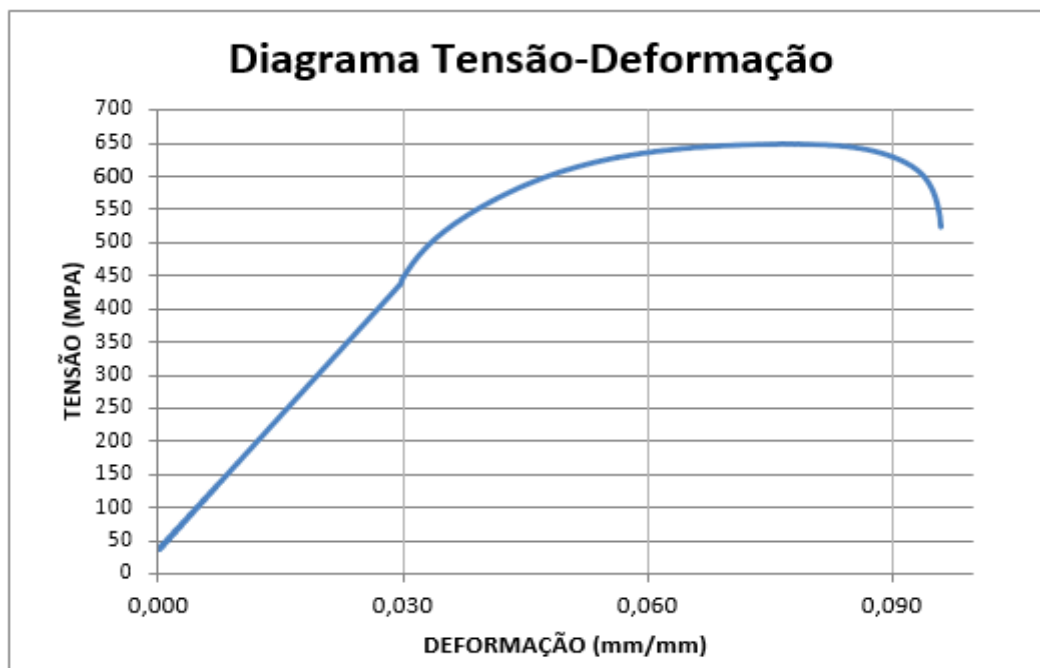


Figura 3: Diagrama Tensão-Deformação linearizado da média dos corpos de prova do aço AISI 4130.

Fonte: Análise de Desenvolvimento Estrutural para Veículos Baja SAE

Todos os dados dos corpos de provas foram alocados na tabela 5. Na sua última coluna, estão localizados os dados do ensaio de tração comparativo.

Tabela 5 – Propriedades mecânicas obtidas através do diagrama Tensão-Deformação de engenharia.

Propriedade mecânica	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4	Média dos CP's	Dados comparativos
Módulo de Young (E) (GPa)	203,848	181,563	218,2104	206,2054	202,4567	205
Tensão lim. escoamento (MPa)	445,854	436,4239	440,5357	440,3929	440,8016	435
Tensão máxima (MPa)	652,854	644,5982	643,4375	647,8125	647,1756	670

Fonte: Análise de Desenvolvimento Estrutural para Veículos Baja SAE

5. CONCLUSÃO

Concluimos que, a partir das referências bibliográficas pesquisadas, e também a partir do início das pesquisas experimentais, a utilização dos aços 1020 e 4130 é muito viável para esse tipo de projeto, pois esses materiais apresentam características ideais e também apresentam um excelente custo benefício.

6. REFERÊNCIAS

BRANCO, F. K. Influência da Microestrutura na Anisotropia de Chapas Metálicas de Diferentes Aços Estruturais, 2007. Projeto de Iniciação Científica; 2007, FEI, Centro Universitário da FEI, São Paulo, 2007

FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FURTADO, D. C. **Análise Estrutural de Chassi de Veículos Automotivos**. Monografia para obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Automotiva, UnB, Brasília, 2013.

HIBBELER, R.C., Resistência dos materiais, 5ª edição, 2004;

LAKATOS, m. (2003). *Fundamentos da metodologia científica*. Acesso em 2019

LOPES. (2016). ANÁLISE DE DESENVOLVIMENTO ESTRUTURAL PARA VEÍCULOS BAJA SAE. UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE POLO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA ESCOLA DE ENGENHARIA INDUSTRIAL E METALÚRGICA DE V. REDONDA, CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA. '

PANDOLFO. (2009). Estudo da tenacidade ao impacto de uma aço sae 1020 submetido a tratamentos químicos. p. 17.

SAE, B. (2018). *Regulamento administrativo e técnico do baja sae Brasil*.