



FÓRMULA SAE BRASIL 2019

Instruções e Exigências para
SES & IAD

Comitê Técnico – Scrutineering

André L. Abi Chedid

Valdir Batista



Importante

➤ “Boa prática da engenharia”

- Mesmo não estando explícito nas regras contempladas pelos relatórios, se o Comitê encontrar alguma construção considerada insegura, ele está apto a solicitar mudanças

➤ Após a correção dos relatórios, os seus feedbacks estarão disponíveis na área restrita da equipe no fórum do Comitê, que deve já ser ativada pelo capitão, conforme instruções:

- **Fórum Fórmula SAE BRASIL**

<https://fsaebrasil.online/>

- **Regras, Dicas & FAQ – “GOSTARIA DE TER ACESSO À ÁREA DA MINHA EQUIPE”**

<https://fsaebrasil.online/viewtopic.php?f=28&t=22&sid=fa8251c6610a4db6539f66b49cb6addf>

➤ O Comitê se reserva o direito de não corrigir relatórios incompletos, preenchidos de maneira totalmente inapropriada ou com a versão do documento errada. Estes serão prontamente reprovados, sem qualquer feedback construtivo para o próximo envio da equipe. Há a possibilidade de considerar tais relatórios “Not Submitted” (DR.1.2.5).



Versões Oficiais

- A versão do regulamento abaixo é a vigente para a correção dos documentos:
 - ❑ *FSAE_Rules_2019_V2.1.pdf*

- As versões oficiais a serem enviadas dos documentos são as seguintes:
 - ❑ **SES Chassis Tubular de Aço**
2019-FSAE-Structural-Equivalency-Spreadsheet_Steel-Tube_V1.4.xlsx
 - ❑ **SES Chassis Monocoque / Híbrido**
2019-FSAE-Structural-Equivalency_Monocoque-Hybrid-Non-Ferrous_V1.8.xlsx
 - ❑ **SES EV HV**
2019-FSAE-Structural-Equivalency_EV-HV-Enclosure_V1.8.xlsx
 - ❑ **IAD**
2019-FSAE-Impact-Attenuator-Document_V1.3.xlsx

- **Link para download dos templates/regulamento:**
<https://www.fsaonline.com/cdsweb/gen/DocumentResources.aspx>



SES / IAD Submissões

➤ Envio Equipes IC

- ✓ SES Chassis Tubular de Aço **ou** SES Chassis Monocoque / Híbrido
- ✓ IAD

➤ Envio Equipes EV

- ✓ SES Chassis Tubular de Aço **ou** SES Chassis Monocoque / Híbrido
- ✓ SES EV HV
- ✓ IAD

- Conforme informado na célula **M11** dos relatórios, cada arquivo não poderá ter um tamanho maior do que **25Mb**.



Tutorial SAE International

- Há um tutorial oficial divulgado pela **SAE International** de aproximadamente 1h disponível sob o link abaixo (em inglês, com possibilidade de legenda traduzida automaticamente):
 - **SES/IAD Instructional Guide**
<https://www.youtube.com/watch?v=QUXIFI6CVtU&feature=youtu.be>

Trecho	Tema
00:00 - 16:17	Chassis Tubular de Aço
16:18 - 38:18	Chassis Monocoque / Híbrido
38:19 - 56:50	EV
56:51 - 1:00:31	IAD

- **É dever de todas as equipes assistirem a este vídeo antes de preencher os documentos**
- Em caso de dúvidas, favor postá-las no fórum do Comitê



SES / IAD

Preenchimentos Obrigatórios

- Todos os campos do cabeçalho (células D1:D9) deverão ser preenchidos corretamente

University Name		BLANK
Team Name		BLANK
Competitions		BLANK
Car Numbers		BLANK
Team Contact(s)		BLANK
Email Address(es)		BLANK
Faculty Advisor		BLANK
Email Address		BLANK
Powertrain Type		BLANK

- A célula C25 deverá ser preenchida com a unidade “mm” em todos os documentos submetidos

Units	mm
-------	----



SES / IAD

Abas Adicionais

- Não se esqueça de conferir se há preenchimentos obrigatórios ou relevantes nas abas adicionais do documento. **Não preencher algum campo obrigatório nestas abas será motivo para reprovação.**

- 2019-FSAE-Structural-Equivalency-Spreadsheet_Steel-Tube_V1.4.xlsx

T.2.5-6 Steel Tube Chassis

T.2.4.4 Welded Tube Inserts

T.2.18 Bolted Members

- 2019-FSAE-Structural-Equivalency_Monocoque-Hybrid-Non-Ferrous_V1.8.xlsx

T.2.5-7 Tube Chassis

T.2.4.4 Welded Inserts

T.2.18 Bolted Members

T.2.7, T.2.9 Material Docs

T.2.31 Composite

T.2.28-41 Composite Chassis

T.2.41 Harness Mounts

- 2019-FSAE-Structural-Equivalency_EV-HV-Enclosure_V1.8.xlsx

EV.6.2.3 HV Protection

EV.4.3.6-7 Attachment

T.2.4.4 Welded Inserts

T.2.18 Bolted Members

T.2.7, T.2.9 Material Docs

T.2.31 Composite

- 2019-FSAE-Impact-Attenuator-Document_V1.3.xlsx

T.2.23 Impact Attenuator

Material Docs

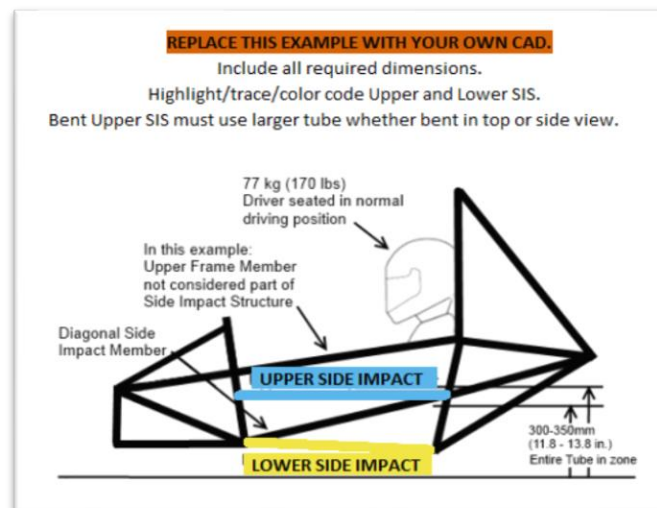


SES



Imagens a serem substituídas

- Imagens com o escrito "**REPLACE THIS EXAMPLE WITH YOUR OWN CAD**" deverão ser deletadas e substituídas por imagens equivalentes a partir de **screenshots** do **CAD** do chassi (fotos serão ignoradas).
- **Atenção com a razão altura/largura original das imagens, não distorcê-las!**
- Deixar de substituir todas as imagens, assim como deixar se seguir alguma instrução contida na imagem original (como no exemplo abaixo: destacar tubos com cores diferentes) **será justificativa para reprovação.**

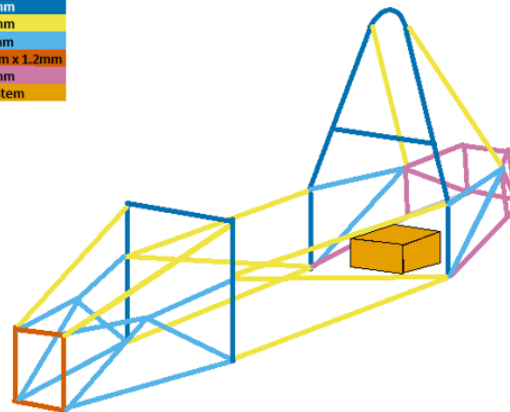




Legenda de Cores e Representação do Chassis

- É **obrigatório** que as vistas principais do chassis respeitem um sistema de cor, conforme estabelecido pelo SES. Tubos de mesma propriedade deverão ter a cor corretamente atribuída, seguindo o exemplo. Explícite os tubos circulares e quadrados na legenda.
- É extremamente recomendável que o fundo dos screenshots seja branco, além de as cores usadas serem contrastantes entre si (**evite o uso de tons da mesma cor**).
- Seguindo a instrução também do próprio SES, todos os tubos que não são considerados do regulamento (seja pela posição no chassis ou por sua dimensão) deverão ter uma cor única, preferencialmente com uma aparência semi-transparente.

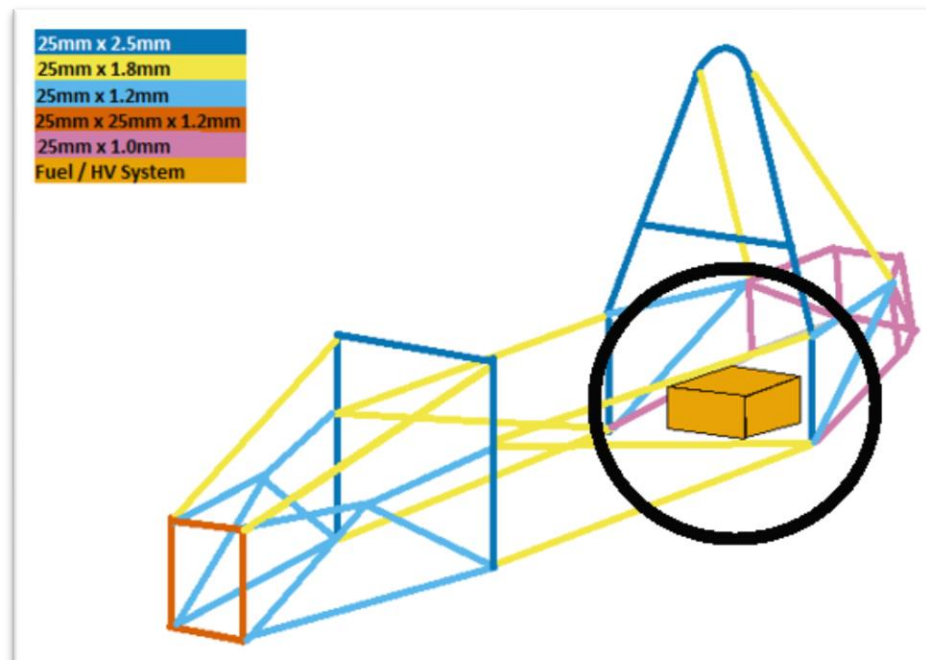
25mm x 2.5mm
25mm x 1.8mm
25mm x 1.2mm
25mm x 25mm x 1.2mm
25mm x 1.0mm
Fuel / HV System





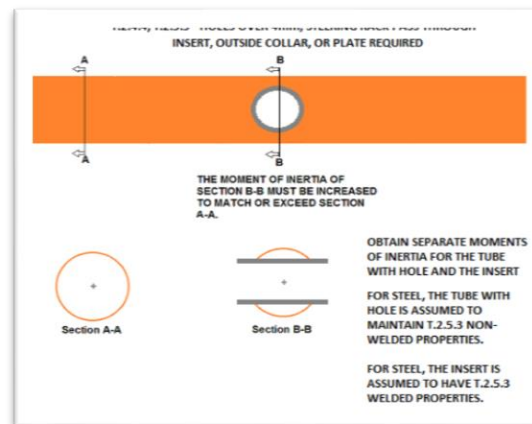
Fuel Tank / HV System Location

- Erro muito comum entre as equipes: não informar a localização do tanque de combustível ou do sistema HV nas vistas em perspectiva. Conforme exigido pela imagem de exemplo no SES, tais componentes terão que estar representados corretamente em **laranja**.



Welded Tube Inserts

- Atenção em especial com a aba de “**Welded Tube Inserts**” no SES. **SEMPRE** que houver um furo maior do que $\varnothing 4\text{mm}$ em um tubo de regulamento (com exceção dos furos de inspeção de $\varnothing 4\text{mm}$ no Front e Main Hoop), deverá haver um insert soldado com o intuito de manter a mesma resistência do tubo original.
 - *“T.2.4.4 Any holes drilled in any regulated tubing (other than inspection holes) must be addressed on the SES.”*
- Fixações aparafusadas de atenuador diretamente no FBH se enquadram nesta regra, e a maioria das equipes não se dão conta de que ela deve ser aplicada.





IAD



IAD Unidades

- Unidades dos dados e cálculos devem seguir o SI e seus derivados:

Grandeza	Unidade	Símbolo
Deslocamento / Comprimento	Milímetros	mm
Força	Newton	N
Massa	Quilograma	kg
Energia	Joule	J
Tensão	Pascal	Pa

- ✓ É possível utilizar prefixos SI (ex.: kN, MPa, etc)
- Caso haja algum dado de fabricante que não esteja em tais unidades, será necessário realizar as devidas conversões.



IAD

Curvas de Força, Energia e Aceleração

➤ OBRIGATÓRIO

- Ao preencher a curva de Força vs Deformação e Energia vs Deformação, colocar o cabeçalho mostrado ao lado nas células **AE8:AG9**, indicando corretamente as unidades
- **Resolução de deslocamento de no mínimo 1mm**

AE	AF	AG
Paste in logged data from test below: It is acceptable to resample the data at a lower frequency to reduce the number of datapoints. Repeat the energy calculation in column three.		
Displ. [mm]	Force [N]	Energy [J]
0		
1		
2		

➤ Ensaios dinâmicos

- Os dados **brutos** do acelerômetro devem ser apresentados nas colunas **BW:BY**.

BW	BX	BY
Paste in logged data from test below: It is acceptable to resample the data at a lower frequency to reduce the number of datapoints. Repeat the energy calculation in column three.		
Time [ms]	Acc. [g]	



IAD Curva de Energia

ATENÇÃO

- Conforme vocês devem se lembrar das aulas de física e cálculo, o trabalho (energia) é obtida a partir da **integral** da curva de Força vs Deslocamento.
- No caso discreto, isto se dará pela **soma** dos incrementos de energia ponto a ponto (soma de Riemann):

$$E = \int_{x_i}^{x_f} F(x) \cdot dx + C \Rightarrow E_N = \sum_{i=1}^N \left[\frac{(F_i + F_{i-1})}{2} (x_i - x_{i-1}) \right]$$

- Apesar de ser algo conceitualmente trivial, diversas equipes cometem o erro abaixo, principalmente quando a curva de força é relativamente constante:

$$E_N = (F_N)(x_N)$$



IAD

Atenuador Padrão

- Para quem utilizar o atenuador padrão, não se esqueça das exigências específicas do regulamento, listadas abaixo. A falta do envio destas informações é extremamente comum entre as equipes:

“T.2.25.3 When using the standard Impact Attenuator, the IAD Report must meet the following:

[...]

c. Photos of the actual attenuator must be included

d. Evidence that the Standard IA meets the design criteria provided in the Standard Impact Attenuator specification must be appended to the report. This may be a receipt or packing slip from the supplier.”

- O recibo de compra do atenuador deve ser compartilhado na aba **“Material Docs”** do IAD, enquanto que a foto do atenuador pode ser anexada na aba principal, no campo *“Impact Attenuator”*.



IAD

Atenuador Honeycomb Adesivado

- Atenção com o comentário presente no IAD na célula **BC67**:

Honeycomb attenuators:

No wall wetting may be factored into the bond area. Use a calculation of pre-crushed area.

Multiple layer of honeycomb require pre-crushed bond on both sides of a plate between each layer.

- Explícite as considerações assumidas para o cálculo da área utilizada na equivalência do adesivo estrutural. Se possível, apresente fotos ou imagens de modo a facilitar o entendimento do Comitê.



IAD

Erros Comuns (1/2)

➤ Apresentação de Dados

- Unidades erradas
- Falta de eixo/unidades nos gráficos
- Falta da apresentação das fórmulas utilizadas ou cálculos feitos (Regra **T.2.25.4b**)
- Falta dos dados do acelerômetro em testes dinâmicos (Regra **T.2.25.4a**) – Incluir dados nas colunas **BW:BY**, conforme slide “Curvas de Força, Energia e Aceleração”
- Não apresentação do esquemático do ensaio realizado (Regra **T.2.25.4c**)
- Apresentação de dados irrelevantes para o IAD

➤ Cálculos

- Falta da correção dos dados do acelerômetro para um ensaio dinâmico no qual a massa representativa não é 300kg (Regra **T.2.25.2**)
- Filtragem indevida do acelerômetro em testes dinâmicos (Regra **T.2.25.7**)
- Picos e médias de desaceleração incorretamente calculados
- Falta do cálculo da equivalência do adesivo estrutural em comparação com a fixação por parafuso, assim como compatibilidade química entre os substratos a partir dos dados do fabricante ou da literatura (Regra **T.2.23.3c**)
- Falta do cálculo da falha da fixação da asa dianteira para os 120kN (Regra **T.2.24.2b**)



IAD

Erros Comuns (2/2)

➤ Ensaio Dinâmico / Quasi-Estático

- Falta de uso de uma parte representativa do chassis no ensaio realizado (Regra **T.2.25.5b**)
- Falta do espaçamento de 50mm para trás da AIP no ensaio (Regra **T.2.25.5c**)

➤ Fixação Atenuador-AIP e AIP-FBH

- Soldagem incorreta da AIP no FBH (Regra **T.2.22.3a**)
- Número de parafusos da fixação da AIP no FBH incorreto (Regra **T.2.22.3b**)
- Falta de *Positive Locking* na fixação da AIP ou do atenuador (Regras **T.2.23.3b** e **T.2.23.3b**)
- Fixação de um atenuador de espuma ao AIP somente por parafusos (Regra **T.2.23.3b**)