



## **FÓRMULA SAE BRASIL 2019**

Exigências e Recomendações para a  
**INSPEÇÃO TÉCNICA**

**Comitê Técnico – Scrutineering**

André L. Abi Chedid

Valdir Batista



- Este documento tem a intenção de apresentar alguns pontos críticos e relevantes para a Inspeção Técnica. Muitos deles são motivos recorrentes de Rechecks e falhas nas provas dinâmicas. Em paralelo, **a leitura atenta do regulamento (V2.1 2019) é imprescindível a todo participante da competição.**
- Seguindo as instruções aqui presentes, a equipe não terá apenas maior facilidade na Inspeção Técnica, como maior chance de terminar o enduro!
- **“Boa prática da engenharia”**
  - Mesmo não estando explícito na regra, se o juiz encontrar alguma situação potencialmente perigosa, como má posição dos comandos, estado insatisfatório de componentes, caminho inadequado das cargas na estrutura ou mal isolamento do cockpit, ele está apto a solicitar mudanças.
- **A decisão dos juízes é final e definitiva**
  - Se a alteração for solicitada, ela deve ser executada. Casos especiais serão levados ao Comitê Técnico.



**LEMBRE-SE SEMPRE:**  
**Carros de Formula SAE são protótipos e estão sujeitos aos mais diversos tipos de falhas!**





- 1 Equipamentos de Piloto**
- 2 Cinto de Segurança**
- 3 Gabaritos e Envelopes**
- 4 Chassis e Carenagem**
- 5 Fixadores**
- 6 Firewall**
- 7 Sistema de Combustível, Admissão e Escapamento**
- 8 Outros**



## 1 – Equipamentos de Piloto

### Consultar “*VE.3 DRIVER EQUIPMENT*”

➤ O piloto deverá utilizar **TODOS** os equipamentos abaixo **SEMPRE** que estiver dentro do cockpit com o motor a combustão ligado (ou o sistema trativo ativo para veículos elétricos) e sempre entre o início e o término de uma prova dinâmica. Desclassificações e penalidades poderão ser aplicadas se esta regra não for respeitada.

- Capacete
- Balaclava
- Macacão
- Meias
- Sapatilhas
- Luvas
- Arm-Restraint



## 1 – Equipamentos de Piloto

### Macacão

#### VE.3.3.1 Suit

*“A fire resistant one piece suit, made from a minimum of two layers that covers the body from the neck to the ankles and the wrists. Each suit must meet an approved standard and be labeled as such:*

- *SFI 3.2A/5 (or higher ex: /10, /15, /20)*
- *FIA Standard 1986*
- *FIA Standard 8856-2000”*

#### VE.3.1.3 Synthetic Material – Prohibited

*“Shirts, socks or other undergarments (not to be confused with fire resistant underwear) made from nylon or any other synthetic material which could melt when exposed to high heat **are prohibited.**”*

#### VE.3.3.2 Underclothing

*“All competitors **should** wear fire resistant underwear (long pants and long sleeve shirt) under their approved driving suit.”*

- Camisetas 100% algodão (ou seja, sem aditivos químicos) não são resistentes ao fogo. Apesar disso, dado o fato de que o macacão usado na competição já possui uma camada anti-chamas e o estaria protegendo, o seu uso será aceito. No entanto, **bermudas de Nylon são proibidas.**



## 1 – Equipamentos de Piloto

### Capacete

#### VE.3.2 Helmet

“VE.3.2.2 Acceptable helmet standards are:

- a. Snell K2005, K2010, K2015, M2005, M2010, M2015, SA2005, SA2010, SAH2010, SA2015, EA2016
- b. SFI Specs 31.1/2005, 31.1/2010, 31.1/2015, 41.1/2005, 41.1/2010, 41.1/2015
- c. FIA Standards FIA 8860-2004, FIA 8860-2010, FIA 8860-2018, FIA 8859-2015”

- Normas INMETRO/NBR **não** são aceitas.
- Apesar de não estar declarado pela regra **VE.3.2**, é comumente recomendável a troca do capacete após 5 anos pela maioria dos fabricantes. Para casos de capacetes acima deste período, eles deverão estar em estado impecável, e serão inspecionados com atenção redobrada.
- As fixações de GoPro ou qualquer estrutura não homologada no capacete são **proibidas**. Não deve haver nenhuma base de suporte com adesivo:





## 1 – Equipamentos de Piloto

Sapatilha e Outros

### VE.3.3.5 Shoes

*“Shoes made from Fire Resistant Material that meet an approved standard and be labeled as such:*

- *SFI Spec 3.3*
- *FIA Standard 8856-2000”*

### VE.3.3.7 Arm Restraints

*“[...] Arm restraints must be commercially manufactured. Arm restraints certified to SFI Spec 3.3 and labeled as such meet this requirement.”*

#### ➤ **Balaclavas, luvas e meias**

- Somente feitas de material resistente a fogo, sem nenhum tipo de furo ou rasgo.
- **Para equipamentos que possuem furos ou rasgos e precisam ser ou foram costurados, somente serão aceitas linhas de costura resistentes ao fogo (Nomex ou meta-aramida). O equipamento apenas será aprovado após a equipe apresentar a linha utilizada ao juiz.**







## 2 – Cinto de Segurança

Normas e Validade

*“T.4.2.1 The vehicle must use a 5, 6 or 7 point restraint harness meeting at least one of the following specifications:*

- a. SFI Specification 16.1*
- b. SFI Specification 16.5*
- c. FIA specification 8853/98*
- d. FIA specification 8853/2016”*

*“T.4.2.3 The harness must be within the year of expiration shown on the labels. Harnesses expiring on or before Dec 31 of the competition year are permitted.”*

*“VE.3.1.4 Officials may impound any non approved Driver Equipment until the end of the competition.”*

- Qualquer item de piloto apresentado que não esteja de acordo com o regulamento será **confiscado** até o fim da competição.
- Confirmam atentamente se os equipamentos comprados são verdadeiros. Há casos de **produtos falsos**, incluindo cinto de segurança, que foram apresentados na Inspeção Técnica.



## 2 – Cinto de Segurança

### Fixação

“T.4.3.1 The lap belt, shoulder harness and anti submarine strap(s) must be securely mounted to the Primary Structure.”

“T.4.3.2 Any guide or support for the belts must meet the minimum requirements of T.2.5 OR T.2.6 OR T.2.7”

- Qualquer fixação de cinto que não for feita na Estrutura Primária na região do cockpit (tubos de no mínimo  $\varnothing 25,4 \times 1,6 \text{mm}$  ou  $25 \times 25 \times 1,2$  para lap belt e anti-submarino e  $\varnothing 25,4 \times 2,4 \text{mm}$  para shoulder) será prontamente recusada.
- Sempre que houver apenas uma orelinha no chassis para o cinto (*Single Shear*), ela deverá ser soldada dos dois lados (Regra T.4.3.4b). **É sempre recomendada a fixação do cinto por *Double Shear*.**



**Quando o cinto for fixado por parafuso, será exigido o uso de uma luva (próximo slide) ou um Shoulder Bolt (abaixo), evitando assim a concentração de tensão na rosca. Parafusos de rosca parcial somente serão aceitos se nenhuma rosca estiver exposta.**



Shoulder Bolt longo para Double Shear (o furo de uma das orelinhas terá que ser maior)

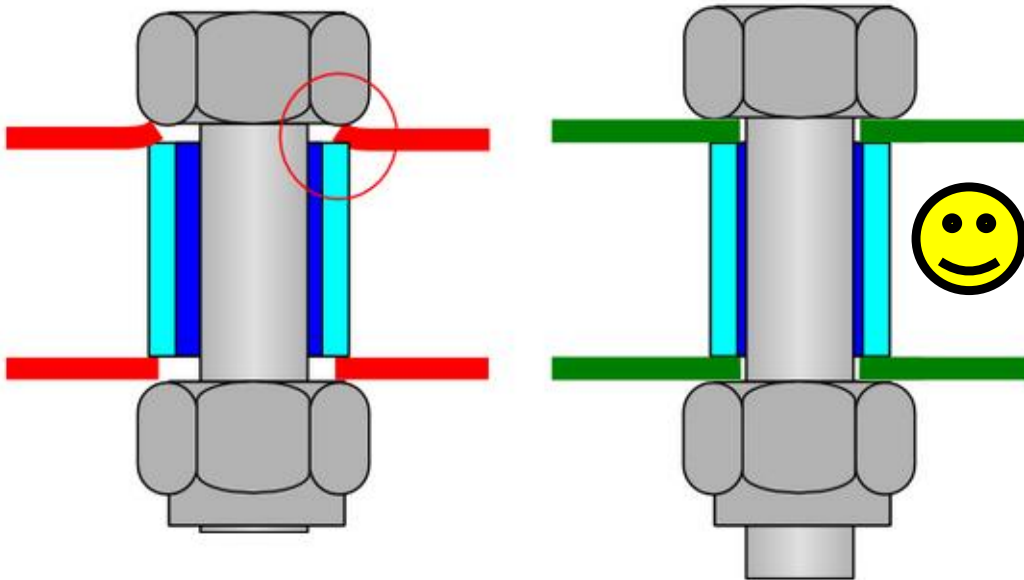


Shoulder Bolt curto para Single Shear

## 2 – Cinto de Segurança

### Fixação

- No caso de luvas como alternativa ao *Shoulder Bolts* em *Double Shear*, a luva deverá estar **entre** as orelhinhas:



X **Exemplo de má engenharia à esquerda:**

- Furo maior do que o necessário
- Luva com folga para o parafuso
- Luva com diâmetro interno menor do que diâmetro do furo, induzindo a uma concentração de tensão na borda do furo
- Ausência de 2 fios de rosca para fora da porca

✓ **Exemplo à direita é o desejado**

- Luvas deverão ser usinadas **somente em aço**. A espessura da luva deverá ser compatível com as condições de contorno.
- No caso de *Single Shear*, toda a pré-carga do parafuso irá comprimir a luva, enquanto que no *Double Shear* parte desta pré-carga contribuirá para a flexão das orelhinhas (para referência: um torque de aperto de 50Nm em um M10 equivale a uma força axial de aproximadamente **29kN**, além da carga exercida pela tração do cinto).



## 2 – Cinto de Segurança

### Fixação

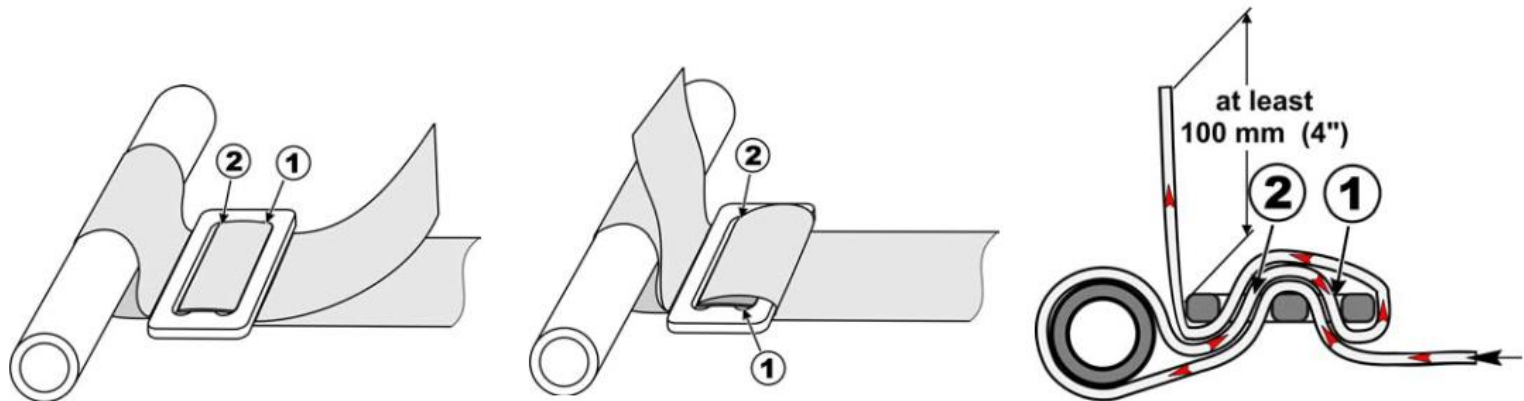
- Parafusos poderão ser usinados para substituir um *Shoulder Bolt* ou o uso de uma luva. Entretanto, as seguintes informações deverão ser apresentadas na Inspeção Técnica e estarão sujeitas a aprovação:
  - Especificação do material utilizado
  - Desenho técnico com tolerâncias do parafuso
  - Simulações (malha + condições de contorno + resultados)
  - Testes físicos validando o modelo simulado
  
- Parafusos olhais poderão ser utilizados para a fixação do cinto diretamente ao tubo, conforme ao lado. Se não forem passantes com *Positive Locking*, para evitar que eles se desrosqueiem quando o cinto não estiver sendo utilizado deve-se passar um arame de freno no seu centro e ao redor do tubo.
  - Os inserts com rosca soldados no chassi deverão ser aprovados por equivalência, uma vez que um tubo da estrutura primária será furado (**ver slide 20**). A especificação de carga deste parafuso deverá ser apresentada na inspeção técnica.



## 2 – Cinto de Segurança

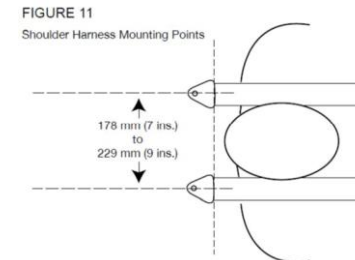
### Instalação

- A instalação das tiras dos ombros deverá seguir o método abaixo. Apenas um lado da fivela (*3-bar adjuster*) poderá estar visível. **Somente serão aceitas variações se estiverem claramente indicadas no manual do fabricante do cinto, a ser apresentado na inspeção.**



Cortesia: Schroth Racing

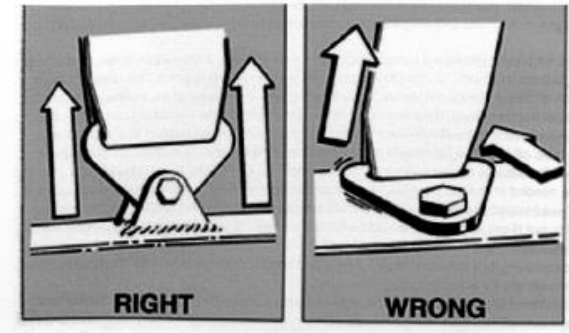
- **Sobras das tiras além dos 100mm deverão ser enroladas e presas, evitando que o cinto fique para trás da firewall e entre em contato com qualquer componente de risco.**
- Nas laterais dos cintos envolventes em tubos, deve haver batentes que evitem o seu deslizamento axial (batentes não presentes nas imagens acima), garantindo as distâncias exigidas pela Regra T.4.5.4.



## 2 – Cinto de Segurança

### Ancoragem

- A ancoragem de qualquer cinto deverá estar sempre alinhada o máximo possível com a linha de ação da tração das tiras. Será reprovado qualquer caso em que as forças claramente irão fletir ao invés de tracionar a orelhinha e/ou concentrarão tensões nas soldas.



- **O cinto deverá sempre ter uma folga em sua ancoragem no chassis, permitindo o seu pivotamento.** Em todos os casos, o parafuso deverá estar totalmente fixo ao chassis, sem movimento. Não será permitido deixar a porca desrosqueada em configurações *Single Shear* para a articulação do cinto. Também não serão permitidas para tal finalidade duas porcas em um mesmo parafuso longo (uma prendendo-o na orelhinha e outra limitando o cinto na ponta).
- **O cinto de segurança deverá estar longe de qualquer aresta cortante. As cintas deverão pressionar somente o piloto.** Os furos do banco devem ser grandes o suficiente para permitir isto e ter suas arestas devidamente protegidas (Regra T.4.4.3).
- **Atenção à regra T.2.17.3 (“[...] ratio e/D” of 1.5 or greater”) – Slide 32**



## 3 – Gabaritos e Envelopes

### Cockpit

#### T.3.1 Cockpit Opening

*“T.3.1.2 The template will be held horizontally, parallel to the ground, and inserted vertically from a height above any Primary Structure or bodywork that is between the Front Hoop and the Main Hoop until it:*

- a. *Has passed **below the top bar** of the Side Impact Structure [...]*”

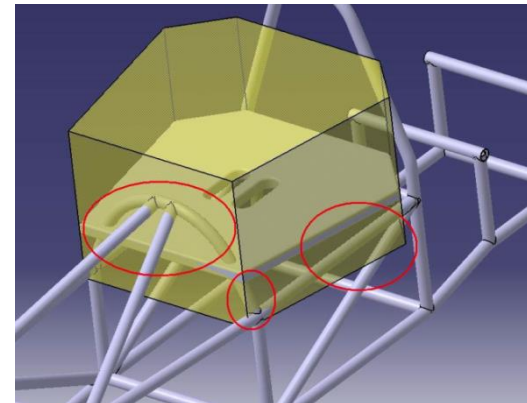
*“T.3.1.3 Fore and aft translation of the template is permitted during insertion.”*

➤ **O que pode ser removido nesta verificação:**

- ✓ Volante;
- ✓ Coluna de direção;
- ✓ Banco, se não for integrado à parede corta-fogo;
- ✓ Paddings (acolchoamentos).

➤ **O que NÃO pode ser removido nesta verificação:**

- Cabos, fios, e conexões;
- *Firewall*;
- Alavancas de câmbio ou quaisquer acionamentos e controles independentes do volante;
- Fixações de cinto de segurança, suportes em geral (incluindo o do volante);
- Tubos da estrutura.



**X Caso haja interferência com o chassi ou qualquer componente, o carro está reprovado**

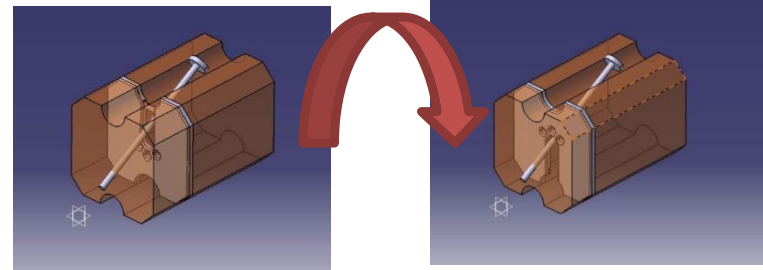
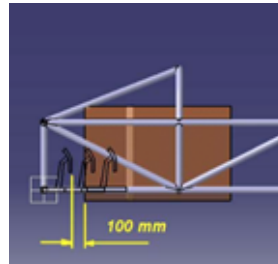
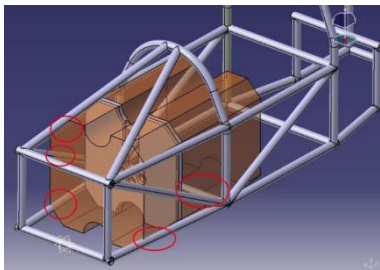
### 3 – Gabaritos e Envelopes

Bico

#### T.3.2 Internal Cross Section

“T.3.2.2 Conduct of the test:

- The template will be held vertically and inserted into the cockpit opening rearward of the rearmost portion of the steering column.
- The template will then be passed horizontally through the cockpit to a point 100 mm rearwards of the face of the rearmost pedal when in the inoperative position ”

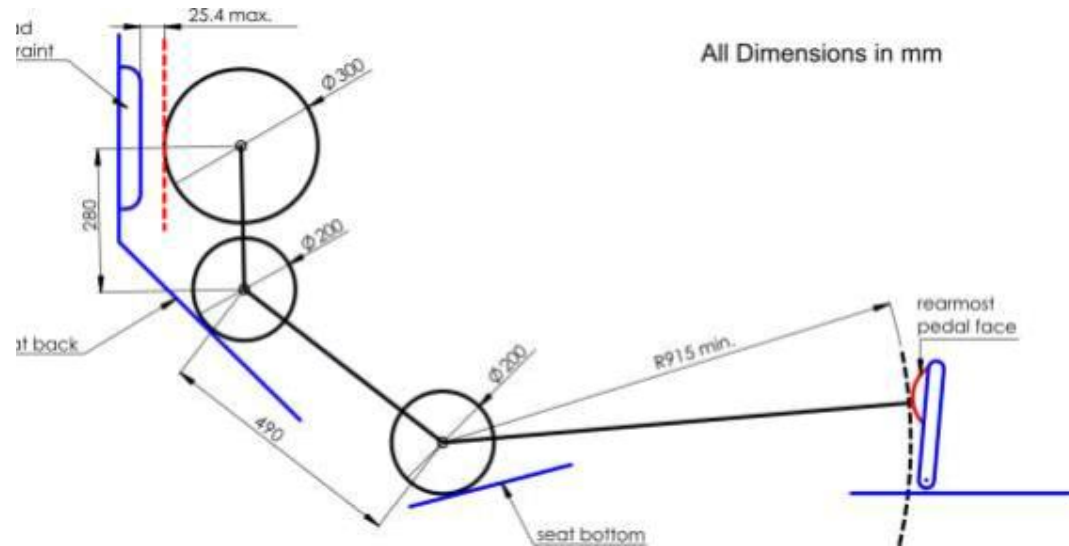
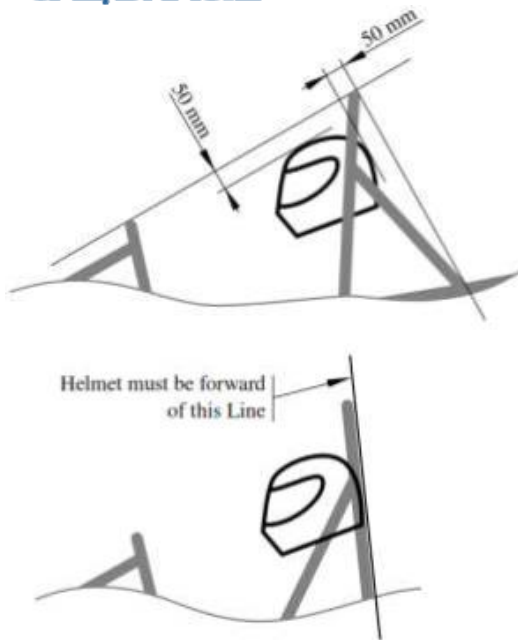


- O gabarito poderá ser tombado para continuar a passagem dentro do cockpit, desviando **apenas** da coluna de direção.
  - Se algum padding impossibilitar a passagem do gabarito, ele poderá ser desconsiderado se puder ser facilmente retirado sem o uso de ferramentas, **com o piloto no veículo** (Regra T.3.2.3c)
- X Caso haja interferência com o chassi ou outro componente, o carro está reprovado**



### 3 – Gabaritos e Envelopes

95th Percentile e Pilotos



- Seguindo os itens das Regras **T.2.10.3-5**, tanto o gabarito padrão *95th Percentile* quanto **todos os pilotos** deverão atender ao envelope de 50mm a partir de uma linha tangente aos Hoops e entre o topo do Main Hoop e a base do Main Hoop Bracing.
- **Pilotos que não satisfizerem o envelope dos hoops não poderão competir.**

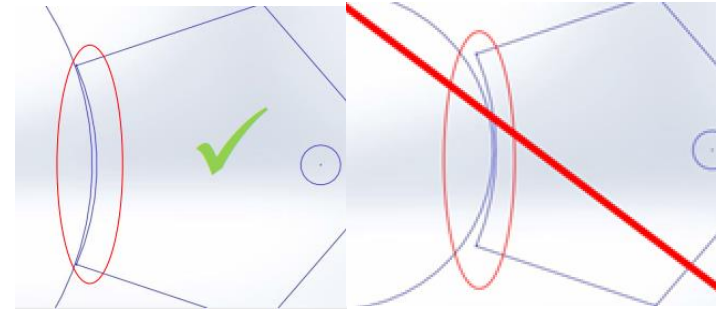


## 4 – Chassis e Carenagem

### Raios de Curvatura

#### T.9.1.2

*“All forward facing edges on the bodywork that could impact people, including the nose, must have forward facing radii of at least 38 mm. This minimum radius must extend to at least 45° relative to the forward direction, along the top, sides and bottom of all affected edges.”*



Gabarito utilizado para verificação do raio de 38mm da carenagem

#### T.9.1.3

*“All forward facing wing edges including wings, end plates, Gurney flaps, wicker bills and undertrays that could contact a pedestrian must have a minimum radius of 5 mm for all horizontal edges and 3 mm for vertical edges (end plates).*

*If the edges themselves do not meet this requirement, additional permanently attached pieces designed to meet this requirement must be used.”*

- Qualquer componente para solucionar um problema de raio deve ser no mínimo **colado** à asa / end plate. Não é possível fixá-lo somente por atrito.



## 4 – Chassis e Carenagem

Furos, curvas e Soldas

### T.2.27 Inspection Holes

*“T.2.27.1 Technical Inspectors may check the compliance of all tubes. This may be done by the use of ultrasonic testing or by the drilling of inspection holes on request.”*

- Todas as equipes devem ir para a inspeção técnica com um furo de  $\varnothing 4,5\text{mm}$  no Main Hoop e Front Hoop (em regiões retas, fora de curvas). **A ausência destes 2 furos resultará automaticamente em Recheck.**

### T.2.8 Bent Tubes or Multiple Tubes

*“T.2.8.1 The minimum radius of any bend, measured at the tube centerline, must be at least three times the tube outside diameter (3 x OD).”*

- Esta exigência consta como atendida em todos os SES aprovados. Caso não esteja conforme, o chassis será prontamente reprovado e precisará de alterações.



**Não é permitido que qualquer solda no chassis ou no atenuador de impacto seja esmerilhada ou desbastada.**



**Soldas e curvas de péssima qualidade poderão ser recusadas. Atentem-se à construção do chassis!**

## 4 – Chassis e Carenagem

### Furos e Equivalências

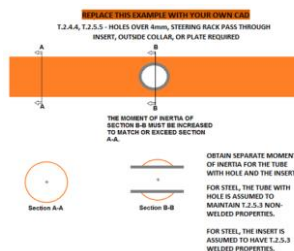
#### T.2.4.4

*“Any holes drilled in any regulated tubing (other than inspection holes) must be addressed on the SES.”*

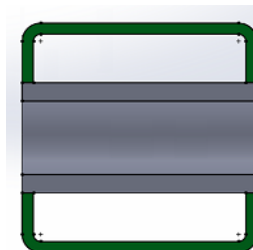
#### T.2.5.5

*“Where welded tubing reinforcements are required (such as inserts for bolt holes or material to support suspension cutouts), the tubing must retain the Non Welded Properties while using the Welded Properties for the additional reinforcement material”*

- Apenas furos previamente aprovados no SES poderão estar presentes no chassis. Para qualquer furo na estrutura primária que não tenha sido aprovado, a equipe terá que adicionar material ao furo e apresentar equivalências de resistência ao juízes, em comparação com um tubo original.



EQ		Welded Tube Insert	
Note: Units are given in Pa, not MPa or GPa.			
	Original	Insert 2 +	EQ
	Table 1	Table 3	TG
	Round	Round	EQ
	Original tube		EQ
	Wall thickness		mm
	Outer Diameter		mm
	Tube cross sectional area (A <sub>1</sub> )		mm <sup>2</sup>
	Tube second moment of inertia (I <sub>1</sub> )		mm <sup>4</sup>
	Insert/Collar cross sectional area (A <sub>2</sub> )		mm <sup>2</sup>
	Insert/Collar second moment of inertia (I <sub>2</sub> )		mm <sup>4</sup>
	Tube with Hole cross sectional area (A <sub>3</sub> )		mm <sup>2</sup>
	Tube with Hole second moment of inertia (I <sub>3</sub> )		mm <sup>4</sup>
T.2.5.4	Young's Modulus (E)	2.00E+11	Pa
	Yield Strength (S <sub>y</sub> )	3.05E+08	Pa
	Ultimate Strength (S <sub>u</sub> )	3.65E+08	Pa
Buckling Modulus	$E_1 I_1 \ll E_2 I_2 \ll E_3 I_3$		EQ
Yield	$S_{y1} A_1 \ll S_{y2} A_2 \ll S_{y3} A_3$		EQ
Ultimate	$S_{u1} I_1 \ll S_{u2} I_2 \ll S_{u3} I_3$		EQ
Bending	$4^* S_{u1} I_1 \ll 4^* S_{u2} I_2 \ll 4^* S_{u3} I_3$		EQ
Deflection	Bending, 1/(48*E)		EQ
Energy	0.5*Bending <sup>2</sup> /48*E		EQ



Aba “T.2.4.4 Welded Tube Inserts” do SES

Exemplo de um *Welded Tube Insert*

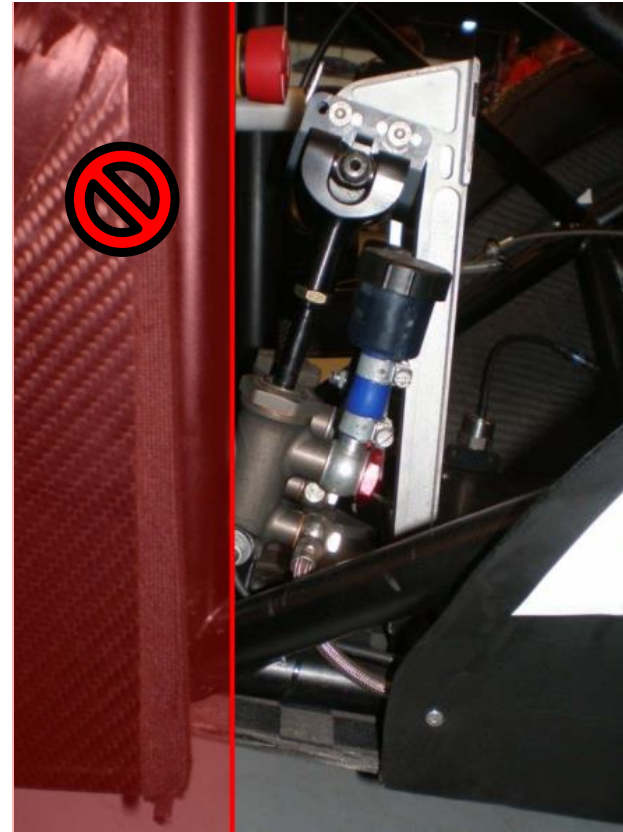
## 4 – Chassis e Carenagem

Região Livre AIP

### T.2.24.1

*“All non crushable objects (such as batteries, master cylinders, hydraulic reservoirs) inside the Primary Structure must have a minimum 25 mm clearance to the rear face of the Anti Intrusion Plate.”*

- Toda a região de até 25mm para trás da AIP deverá estar desobstruída.
- **Se existir um tubo diagonal no Front Bulkhead, deverá também haver um espaço livre de 25mm para trás dele em sua projeção longitudinal.** Casos particulares poderão ser analisados separadamente.



Localização do Cilindro-Mestre em desacordo com o regulamento



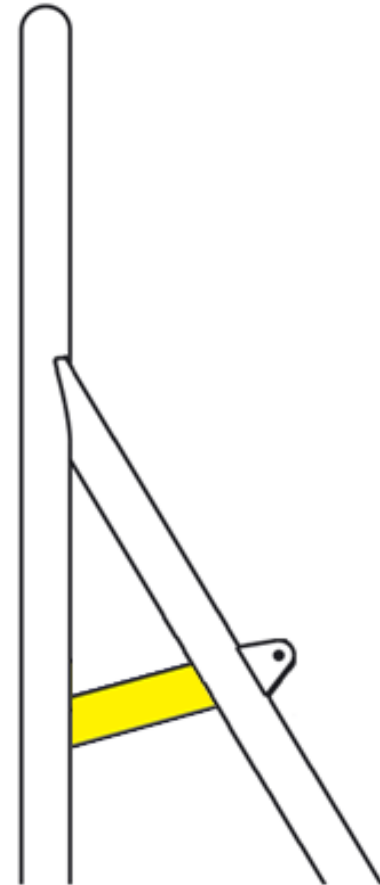
## 4 – Chassis e Carenagem

### Fixações Main Hoop Bracing

#### T.2.13.9

*“If any item which is outside the envelope of the Primary Structure is attached to the Main Hoop braces, then additional bracing must be added to prevent bending loads in the braces in any rollover attitude”*

- Será permitido que componentes fora do envelope da Estrutura Primária (T.2.1.11) sejam fixados ao *Main Hoop Brace* **somente** se houver um suporte adicional com a função de conter uma carga de flexão em um eventual capotamento.
  - **Esta regra é válida para qualquer componente** (catch can, coletor de admissão, motor, radiador, etc)
- Um tubo de  $\varnothing 25,4 \times 1,2 \text{mm}$  ou equivalente deverá ser apropriadamente adicionado no chassis com esta finalidade (exemplo ao lado em amarelo).
- **Fixações de asas traseiras são contempladas por esta regra e deverão ter o suporte adicional.**



Exemplo de suporte adicional para a fixação de asa traseira



## 4 – Chassis e Carenagem

### Shoulder Harness Mounting Bar

#### T5.4.1 Shoulder Harness

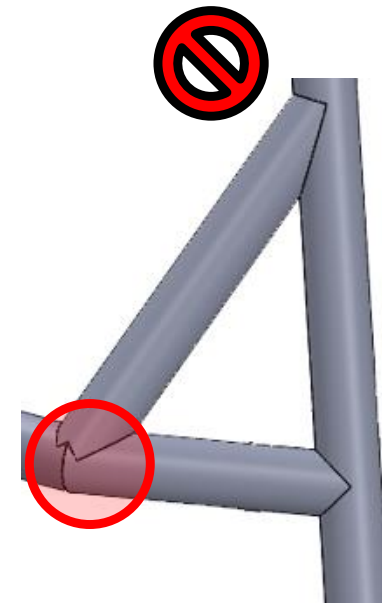
“T.4.5.1 The shoulder harness must be mounted behind the driver to a **single piece of uncut**, continuous, closed section steel tubing per T.2.5 OR T.2.6.”

#### T.2.8 Bent Tubes or Multiple Tubes

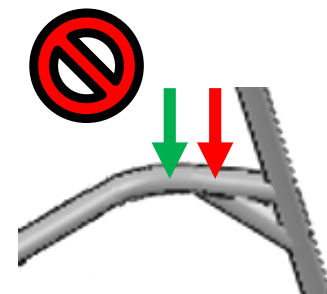
“T.2.8.3 [...]”

a. The attachment point must be the position along the tube where it deviates farthest from a straight line connecting both ends.”

- O Shoulder Harness Mounting Bar deve ser contínuo e único. **Não serão aceitos cortes e emendas por soldas**, conforme exemplificado ao lado. O SHMB Bracing deve fixá-lo no **centro** de sua curva (ponto indicado pela seta em verde ao lado).



SHMB descontinuo



SHMB Bracing não centrado na curva



## 5 – Fixadores

### Positive Locking: Principal motivo de Recheck!

#### T.10.3 Positive Locking Mechanisms

“T.10.3.1 Positive Locking Mechanisms are defined as those which:

- a. The Technical Inspectors (and the team members) are able to see that the device/system is in place (**visible**).
- b. The Positive Locking Mechanism does not rely on the clamping force to apply the locking or anti vibration feature. (**If it loosens a bit, it still prevents the nut or bolt coming completely loose**)“

“T.10.3.2 Acceptable Positive Locking Mechanisms include:

- a. Correctly installed safety wiring
- b. Cotter pins
- c. Nylon lock nuts (**where temperature does not exceed 80°C**)
- d. Prevailing torque lock nuts

Lock washers, bolts with nylon patches and thread locking compounds (Loctite®), DO NOT meet the positive locking requirement.”



**Todos os “Critical Fasteners” do regulamento devem ter um Positive Locking**



## 5 – Fixadores

### *Positive Locking*

➤ Fixações que **SÃO** consideradas *Positive Locking*:

✓ **Porca Auto-Travante Parlock / Nylon (DIN 985)**

- De preferência descartada após primeiro uso
- Proibidas para temperaturas acima de 80°C



✓ **Porca Auto-Travante de metal**

- Ovalada, possui marcas em duas arestas
- Apropriadas para alta temperatura (freios e escapamento)



***“T.10.4.1 A minimum of two full threads must project from any lock nut.”***

## 5 – Fixadores

*Positive Locking*

➤ Fixações que **SÃO** consideradas *Positive Locking*:

✓ **Porca Castelo com Cupilha (ou Contra Pino)**



✓ **Arruela Aranha com Porca de Fixação**



✓ **Arame de Freno**



## 5 – Fixadores

### *Positive Locking*

- Fixações que **NÃO** são consideradas *Positive Locking*:

X **Contra-Porca**



X **Arruela de Pressão**



X **Loctite ou similar**



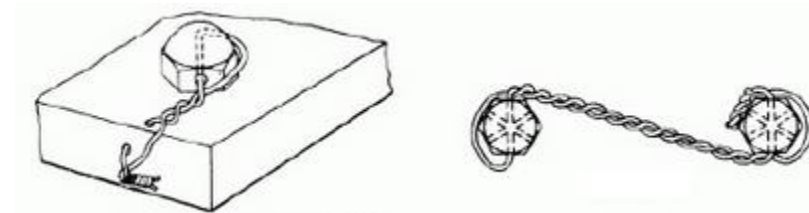
## 5 – Fixadores

### Arame de Freno

- Não serão aceitas fixações de pinças e discos de freio por meio de porca Parlock (DIN 985) ou de qualquer outro componente com material cujo ponto de fusão seja inferior a 300°C. Ainda assim, estas fixações deverão cumprir o item **T.10.3**.
- Para fixações de pinças somente por meio de parafusos (sem porcas), deverá ser utilizado um arame de freio (*safety wiring*) propriamente torcido em formato de S **espelhado**, conforme mostrado abaixo. **O arame deve estar satisfatoriamente tensionado.**



Correta fixação da pinça de freio



Fonte: <http://aviador2.blogspot.com.br/2015/11/frenagem.html>



Alicate dedicado para torcer arame de freio



## 5 – Fixadores

### Critical Fasteners

#### T.10.2 Critical Fastener Requirements

“T.10.2.1 Any Critical Fastener must meet, at minimum, one of the following:

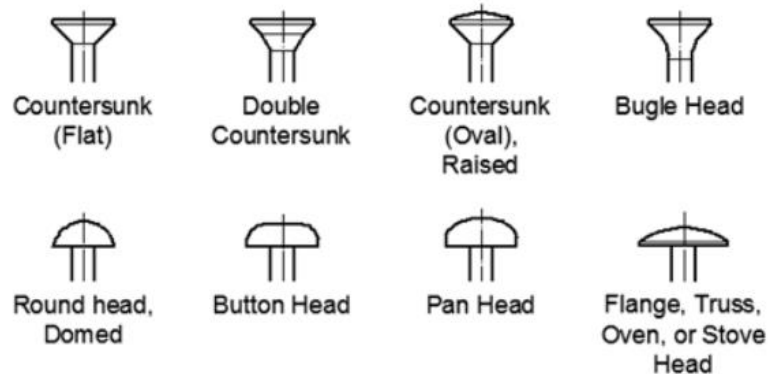
- SAE Grade 5
- Metric Grade 8.8
- AN/MS Specifications”

“T.10.2.2 All Critical Fasteners must be one of the following:

- Hex head
- Hexagonal recessed drive (Socket Head Cap Screws or Allen screws/bolts)“



Os Critical Fasteners são restritos a parafusos de cabeça **SEXTAVADA** ou **CILÍNDRICA COM SEXTAVADO INTERNO** (Allen cilíndrico). Seguindo o regulamento de 2018, os parafusos do tipo **button head cap, countersunk head, pan head, flat head or round head** e similares são proibidos para Critical Fasteners.





## 5 – Fixadores

### Critical Fasteners

- A exigência dos **Critical Fasteners** aparece em diversos sistemas ao longo do regulamento. Abaixo há um resumo das regras associadas (V2.1 2019):

*T.1.5 Suspension*

*T.1.6 Steering*

*T.2.15 Other Bracing Requirements*

*T.2.17 Fasteners in Primary Structure*

*T.2.18 Mechanically Attached Roll Hoop Bracing*

*T.2.22 Anti Intrusion Plate (AIP)*

*T.2.23 Impact Attenuator (IA)*

*T.2.38 Monocoque Impact Attenuator and Anti Intrusion Plate Attachment*

*T.2.40 Monocoque Attachments*

*T.4.3 Belt, Strap and Harness Installation - General*

*T.4.4 Lap Belt Mounting*

*T.4.5 Shoulder Harness*

*T.4.6 Anti Submarine Belt Mounting*

*T.5 BRAKE SYSTEM*

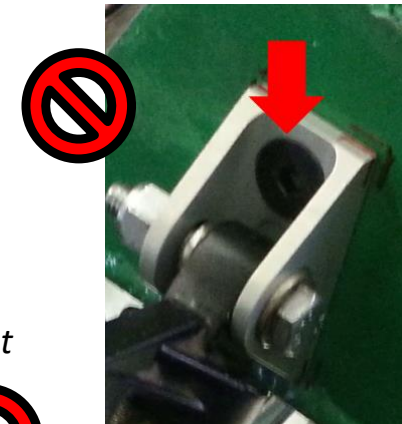
*T.7.2 Drivetrain Shields and Guards*

*IC.6.1 Low Pressure Injection (LPI)*

*IC.6.2 High Pressure Injection (HPI) / Direct Injection (DI)*

*EV.4.2 Accumulator Container - Design*

*EV.4.3 Accumulator Container – Attachment*





## 5 – Fixadores

### Rod-Ends Críticos

- *Tie Rods* e *Push/Pull Rods* que possuem a combinação de rosca esquerda com rosca direita para os *Rod-Ends* deverão ter um *Positive Locking* **em ao menos um dos lados**.
- **Contra-porcas em ambos os lados não serão aprovadas.**
- Solução mais indicada: colocar uma porca auto-travante de metal no lado de rosca direita (como a porca deverá ser desrosqueada diversas vezes para ajuste da suspensão, porcas Parlocks não são ideais e deverão ser trocadas regularmente). A equipe poderá desenvolver uma solução alternativa para que a *Rod* não desrosqueie indesejadamente.



Contra-porca sem *Positive Locking* em *Rod-End*: Não permitida como fixação primária em ambos os lados



## 5 – Fixadores

### Rod-Ends e Sphericals

“T.1.5.5 All spherical rod ends and spherical bearings on the suspension and steering must be EITHER (tradução: um ou o outro):

- Mounted in double shear
  - Captured by having a screw/bolt head or washer with an outside diameter that is larger than spherical bearing housing inside diameter.”
- Caso o *Double Shear* não esteja presente na suspensão e direção, a cabeça do parafuso ou arruela cônica deverá ter um diâmetro maior do que o diâmetro do alojamento da junta esférica. **Double Shear sempre é a configuração mais recomendada!**

Double Shear



Single Shear



...





## 5 – Fixadores

### Orelinhas de Fixação

#### T.2.17.3

*“Any bolted joint in the Primary Structure using either tabs or brackets (other than tabs attaching suspension to the primary structure), must have an edge distance ratio “e/D” of 1.5 or greater.*

*“D” equals the hole diameter. “e” equals the distance from the edge of the hole to the nearest free edge.”*

- Se houver no projeto uma junta aparafusada como um suporte, ela deve seguir a seguinte regra conforme abaixo:

$$e \geq 1,5 * D$$

**D = Diâmetro do furo**

**e = Distância da borda do furo até a borda da forma geométrica adotada**

*Ex.: Se um suporte do motor tiver um furo de 8,2mm para utilizar um parafuso M8, a borda deve estar a uma distância do centro do furo de no mínimo 16,4mm.*

- **Atenção: Somente os suportes do sistema de suspensão estão fora desta exigência pelo texto do item T.2.17.3. Para componentes que não são considerados críticos E não estão sujeitos a altas cargas, o juiz poderá também desconsiderar a aplicação da regra.**

## 5 – Fixadores

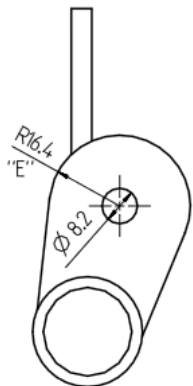
### Orelinhas de Fixação

#### T.2.17.3

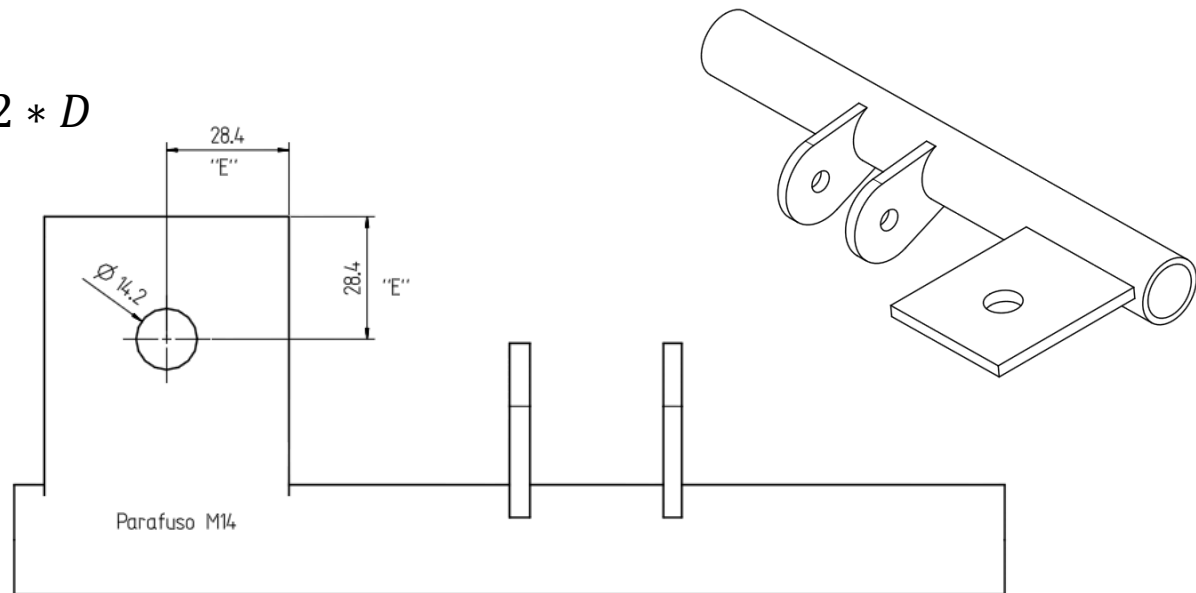
“Any bolted joint in the Primary Structure using either tabs or brackets (other than tabs attaching suspension to the primary structure), must have an edge distance ratio “e/D” of 1.5 or greater.

“D” equals the hole diameter. “e” equals the distance from the edge of the hole to the nearest free edge.”

$$E = e + D/2 = 2 * D$$



Parafuso M8



## 5 – Fixadores

### Rodas

**“T.1.7.2 Any wheel mounting system that uses a single retaining nut *must incorporate a device to retain the nut and the wheel in the event that the nut loosens.***

*A second nut (jam nut) does not meet this requirement”*

- Contra Pinos / Cupilhas / Cotter Pins utilizados para prender rodas que tenham apenas uma porca central deverão ser de qualidade e estar apropriadamente fixados nas rodas.
- A correta instalação das cupilhas será verificada na Inspeção Técnica **e na entrada de cada evento das Provas Dinâmicas**. Casos específicos serão analisados separadamente.



Exemplo de má instalação de cupilha, que não será aceita.  
(Neste mesmo carro, outra roda se soltou durante a prova de Skid Pad)



## 6 – Firewall

- É **extremamente importante** a conformidade da Regra “T.3.5 Firewall”:

“T.3.5.2 The firewall must meet the following:



- A non permeable surface made from a rigid, **fire resistant** material. [...]
- Seal completely** against the passage of fluids (the firewall itself and edges)
- Pass through for wiring, cables, etc. may be used if **grommets** are used to seal the pass through.
- Seat belts must not pass through the firewall**”

- Para garantir a selagem da *firewall* em passagem de cabos, *grommets* sanfonados ou cegos devem ser utilizados, garantindo a devida vedação.
- É expressamente **proibido** o uso de qualquer material de **origem betuminosa** para a *firewall*, assim como materiais inflamáveis ou que emitam gases tóxicos sob alta temperatura.
- **Erro comum**: deixar de selar a parte de trás do *Shoulder Harness* na região do *Shoulder Harness Mounting Bar*. **Nenhuma porção do cinto pode estar exposta ao compartimento do motor ou ao tanque.**

## 6 – Firewall

### Selagem de Firewall: Um dos principais motivos de Recheck!

“T.3.5.2 The firewall must meet the following: [...]

f. Multiple panels may be used to form the firewall but must be sealed at the joints.”

- Para a selagem entre os painéis da *firewall*, serão aceitas fitas adesivas de alumínio (*aluminum foil tape*).
- **Silver Tapes são proibidas para esta finalidade!**



Fita adesiva de alumínio



Silver Tape



## 6 – Firewall

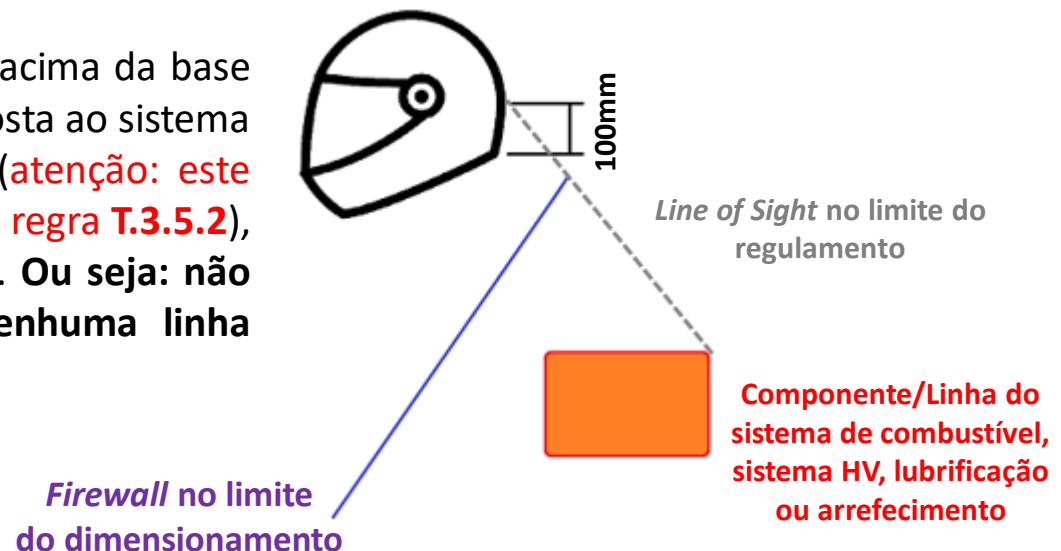
### Line of Sight

**“T.3.5.1** A firewall must separate the driver compartment from all components of the fuel supply, the engine oil, the liquid cooling systems, any lithium batteries and any high voltage system.”

**“T.3.5.2** The firewall must meet the following:

*b. Extend sufficiently far upwards and/or rearwards such that any point less than 100 mm above the bottom of the helmet of the tallest driver must not be in direct line of sight with any part of the fuel system, the cooling system or the engine oil system.”*

- Nenhuma região até 100mm acima da base do capacete deverá estar exposta ao sistema de combustível, sistema HV (**atenção: este item deveria estar também na regra T.3.5.2**), lubrificação ou arrefecimento. **Ou seja: não pode ser possível traçar nenhuma linha reta entre ambos.**



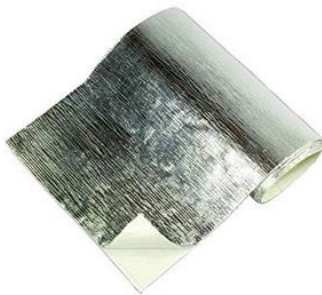
## 6 – Firewall

### Isolamento

#### T.3.3.2

*“When seated in the normal driving position, adequate heat insulation must be provided to ensure that the driver will not contact any metal or other materials which may become heated to a surface temperature above 60°C.”*

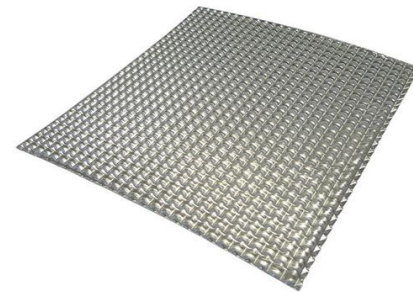
- Deve existir o isolamento térmico para o cockpit por **3 meios**:
  - **Condução**: Uso de um material isolante com **espessura mínima de 8mm**
  - **Convecção**: Vão livre da fonte de calor com a firewall/banco de **no mínimo 25mm**
  - **Radiação**: Uso de materiais reflexivos apropriados (*Heat Shields*) com **espessura mínima de 0,4mm**



Heat Barrier com manta térmica  
(Condução + Radiação)



“Gold” Heat Barrier sem manta  
(Somente Radiação)



Heat Shield de alumínio  
(Somente Radiação)



## 7 – Sistema de Combustível, Admissão e Escapamento

### Mangueiras

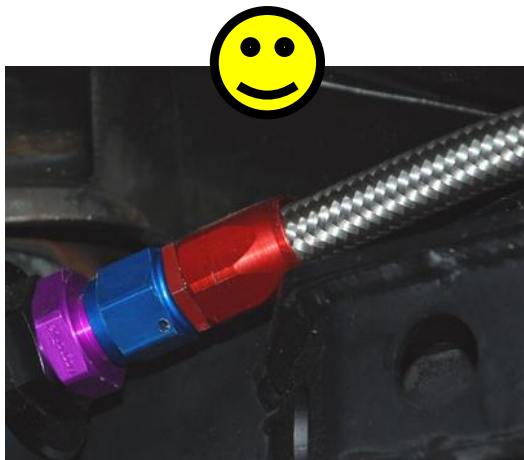
“IC.5.8.3 Plastic fuel lines between the fuel tank and the engine (supply and return) are prohibited.”

- Mangueiras de silicone ou similar **não são permitidas** para a linha de combustível

“IC.6.1.1 Any Low Pressure flexible fuel lines must be either:

- Metal braided hose with either crimped on or reusable, threaded fittings
- Reinforced rubber hose with some form of abrasion resistant protection”

- **Abraçadeiras não podem ser utilizadas em mangueiras trançadas de metal**



Conexão correta para mangueiras trançadas em metal



Uso proibido de abraçadeira em uma mangueira trançada de metal.

*Exigências e Recomendações para a Inspeção Técnica*





## 7 – Sistema de Combustível, Admissão e Escapamento

Abraçadeiras

“IC.5.8.5 Worm gear type hose clamps must not be used on any fuel line.”

- **Em linhas de combustível com mangueiras de borracha, é proibido o uso de abraçadeiras do tipo worm-gear clamp.** Nestas aplicações, abraçadeiras do tipo *T-clamp* ou similares deverão ser utilizadas, evitando danos às mangueiras.



*T-Clamp*



*Worm-Gear Clamp*



## 7 – Sistema de Combustível, Admissão e Escapamento

Fixação e Materiais

*“IC.2.3.1 The intake manifold must be securely attached to the engine block or cylinder head with brackets and mechanical fasteners. **Hose clamps, plastic ties, or safety wires do not meet this requirement.***

*The use of rubber bushings or hose is acceptable for creating and sealing air passages, but is not a structural attachment.”*

*“IC.6.1.2 Fuel rail and mounting requirements:*

*b. **Non OEM fuel rails made from plastic, carbon fiber or rapid prototyping flammable materials are prohibited.***

*c. The fuel rail must be securely attached to the manifold, engine block or cylinder head with brackets and mechanical fasteners.”*

- Casos em que as regras não forem seguidas a risco serão analisados com cautela pelos juízes e Comitê Técnico.



**Tenha sempre em mente: se algum componente do sistema de admissão falhar e houver um vazamento de ar considerável, o carro irá acelerar sem controle!**



## 7 – Sistema de Combustível, Admissão e Escapamento

Isolamento de Componentes

**“IC.7.1.1** *The exhaust system must be separated from any of the following components by means described in T.3.3.4:*

- a. Flammable materials, including the fuel and fuel system, the oil and oil system*
- b. Thermally sensitive components, including brake lines, composite materials, and batteries”*



**Esta regra será cobrada de forma rigorosa**

**O sistema de escapamento deverá estar apropriadamente isolado do sistema de combustível, sistema de óleo, sistema de freio e sistema elétrico.**



2017: Incêndio causado pelo vazamento e contato de óleo no escapamento\*



2018: Incêndio causado pela proximidade e falta de isolamento do escapamento com a linha de combustível\*

\*Sem feridos, com a ação rápida dos juízes e comissários de pista



## 8 – Outros

### ➤ Dentro do cockpit:

- Não poderá haver qualquer aresta cortante que possa vir a rasgar, perfurar ou enganchar nos equipamentos de segurança do piloto. *Tie-wraps* deverão ser corretamente cortadas para evitar que a sua ponta fique exposta. Parafusos cortados ou qualquer tipo de rebarba deverão ser protegidos.
- Partes móveis, **incluindo a barra de direção**, deverão estar devidamente protegidas (pedais, alavanca de troca de marchas, volante e coluna de direção são exceções).

### ➤ Fora do cockpit:

- Qualquer componente que gire com o veículo parado (ventoinhas de radiador, bomba de óleo, etc) deverá ser protegido com ***Finger Guards*** contra objetos de no mínimo 12mm de diâmetro (Regra **T.7.2.8**).
- Qualquer porção do escapamento que fique exposto lateralmente à frente do Main Hoop deverá estar devidamente protegido contra possíveis contatos do piloto ou de pessoas ao redor do veículo (Regra **IC.7.2.3**).



## 8 – Outros

### T.11.1 Low Voltage Batteries (Regra nova para 2019)

*“T.11.1.2 All Low Voltage batteries must have overcurrent protection that trips at or below the maximum specified discharge current of the cells.”*

- Esta proteção pode ser feita por fusível ou disjuntor.
- A especificação da corrente de descarga máxima da bateria **deve ser apresentada na Inspeção Técnica** para que o juiz compare o valor com o dimensionamento do sistema de proteção que foi instalado.



Dúvidas? Entre em contato pelo fórum <https://fsaebrasil.online/> seguindo as instruções do tópico de regras [Regras, Dicas & FAQ](#)

**Até a competição!**

**Comitê Técnico – Scrutineering**

André L. Abi Chedid

Valdir Batista