

Informativo 13

São Paulo, 04 de Setembro de 2021 (versão 2)

Configuração CarSim e Submissão de Arquivos 17ª FSAEB Virtual

Prezados competidores,

neste documento vocês receberão informações sobre o que é necessário para a submissão de seus arquivos para a 17ª Competição de Fórmula SAE Virtual e instruções sobre a configuração do projeto no CarSim e SuspensionSim.

1 Submissão de arquivos e formatos

A submissão completa da etapa virtual envolve os seguintes **11 arquivos**:

- **1x Parsfile para o modelo no CarSim**
- **1x Planilha excel com os pontos da suspensão tabelados**
- **2x Parsfiles para o piloto do Skid Pad**
- **2x Parsfiles para o piloto do Autocross**
- **5x PDFs dos relatórios (Informativo 11)**

Os nomes e extensões dos arquivos do modelo virtual serão padronizados conforme abaixo:

- **17aFSAEB_CarSim_Inputs_Parametrizados_Equipe_XX.par**
- **17aFSAEB_SuspensionSim_Inputs_Tabelados_Equipe_XX.xlsx**
- **17aFSAEB_CarSim_Piloto_Vel_SP_Equipe_XX.par**
- **17aFSAEB_CarSim_Piloto_Dir_SP_Equipe_XX.par**
- **17aFSAEB_CarSim_Piloto_Vel_AutoX_Equipe_XX.par**
- **17aFSAEB_CarSim_Piloto_Dir_AutoX_Equipe_XX.par**

De acordo com o Informativo 11, os envios dos 11 arquivos serão realizados na área restrita da equipe no Fórum do Comitê (<https://fsaebrasil.online/>), em um arquivo **zipado** (nome do zip: **17aFSAEB_Arquivos_Equipe_XX**). Para tais nomes, assim como em qualquer campo a ser preenchido nesta competição, o código da equipe deverá obrigatoriamente ter dois dígitos no número, incluindo os números menores de 10. Exemplo: equipe **01** e equipe **E01**.

1.1 Arquivo – Inputs CarSim Parametrizados

Este primeiro arquivo será o pilar do modelo virtual. Nele a equipe deverá alterar em um editor de texto os parâmetros a serem utilizados na simulação, bem como informações sobre a equipe no cabeçalho (figura abaixo). A versão inicial se encontra na pasta “FSAEB” do Database. Obs.: o CarSim possui um editor próprio chamado **ConTEXT**, compatível com a extensão de Parsfile .par utilizada. Uma

breve descrição sobre cada um dos parâmetros e os limites associados estão presentes neste arquivo, na forma de comentários.

```
! #####
! ##### Preenchimento da equipe #####
! #####

! >>> Dados da equipe

! Nome da equipe:
! Número da equipe:
! Instituição de ensino:

! >>> Parâmetros manuais (modificados na interface gráfica do CarSim)

! Escolha de motor: A
! Escolha de pneu: A
! Aero com asa? (S/N): N
! [Apenas IC] rotação de largada da prova de Aceleração: 10250 rpm
```

1.2 Arquivo – Inputs SuspensionSim

Este arquivo será uma planilha de excel comum, na qual as equipes colocarão os dados em formato de tabela das coordenadas dos pontos da suspensão, que foram previamente declarados no informativo 12 (**nota: o limite máximo das coordenadas Y foi atualizado para 700 mm, não sendo mais 1000 mm**).

Inputs SuspensionSim															
Suspensão Dianteira					Suspensão Traseira					Limites					
Name	Symbol	X	Y	Z	Name	Symbol	X	Y	Z	Xmin	Xmax	Ymin	Ymax	Zmin	Zmax
Wheel center	p_wc	0	600	260	Wheel center	p_wc	0	600	260	0	0	50	700	260	260
Tie rod to Rack	p_tr	90	180	130	Tie rod to Rack	p_tr	90	180	130	-800	800	50	700	80	1000
Tie rod to Knuckle	p_tk	50	550	120	Tie rod to Knuckle	p_tk	50	550	120	-800	800	50	700	80	1000
Lower Ball Joint	p_ball_low	0	550	140	Lower Ball Joint	p_ball_low	0	550	140	-800	800	50	700	80	1000
Front-lower Bushing	p_bf_low	120	180	100	Front-lower Bushing	p_bf_low	120	180	100	-800	800	50	700	80	1000
Rear-lower Bushing	p_br_low	-120	180	100	Rear-lower Bushing	p_br_low	-120	180	100	-800	800	50	700	80	1000
Upper Ball Joint	p_ball_up	0	550	350	Upper Ball Joint	p_ball_up	0	550	350	-800	800	50	700	80	1000
Front-upper Bushing	p_bf_up	120	260	250	Front-upper Bushing	p_bf_up	120	260	250	-800	800	50	700	80	1000
Rear-upper Bushing	p_br_up	-120	260	250	Rear-upper Bushing	p_br_up	-120	260	250	-800	800	50	700	80	1000
Spring top	p_st	0	260	350	Spring top	p_st	0	260	350	-800	800	50	700	80	1000
Spring bottom	p_sb	0	500	150	Spring bottom	p_sb	0	500	150	-800	800	50	700	80	1000

Dimensões em mm

Dimensões em mm

Como complemento, há um campo para cada prova, onde a equipe irá informar o tempo obtido em sua simulação correspondente ao modelo enviado. Esta informação será apenas para comparação dos valores simulados pelo Comitê Técnico e não terá nenhum caráter oficial.

Tempos simulados pela equipe		
Aceleração	0,000	[s]
Skid Pad 1	0,000	[s]
Skid Pad 2	0,000	[s]
Autocross	0,000	[s]

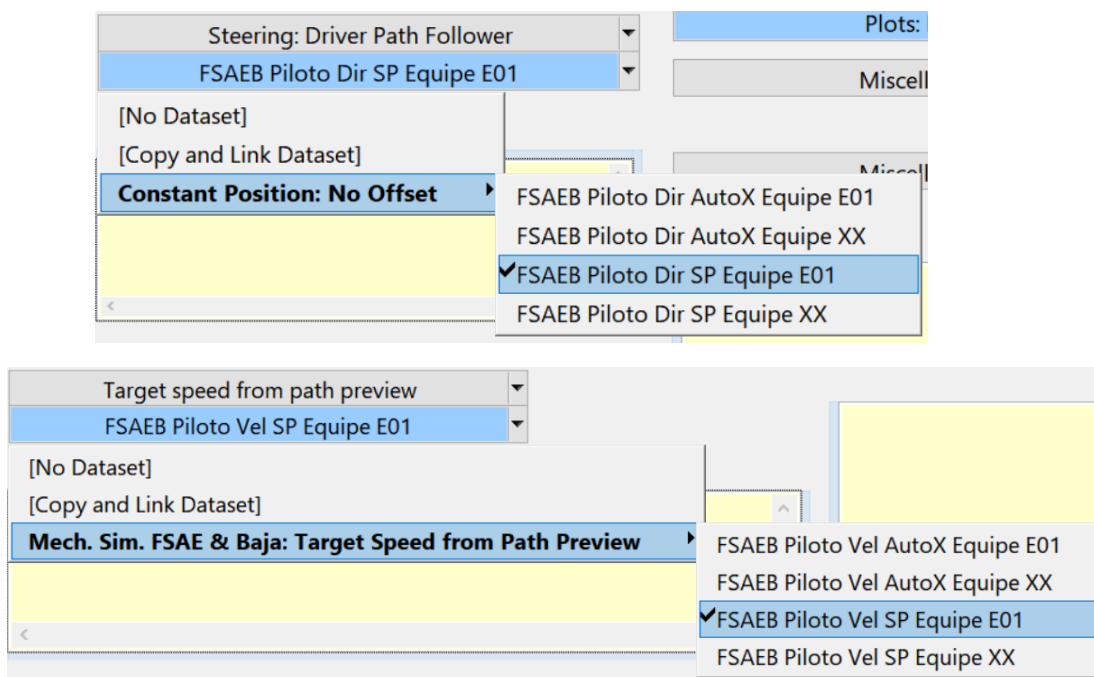
1.3 – Arquivo – Pilotos

Seguindo a estrutura do CarSim, o modelo do piloto é separado entre um controle de trajetória e um controle de velocidade. A cada está associado um Dataset, que deverá ser exportado como Parsfile com o nome correto da equipe (mais informações no treinamento).

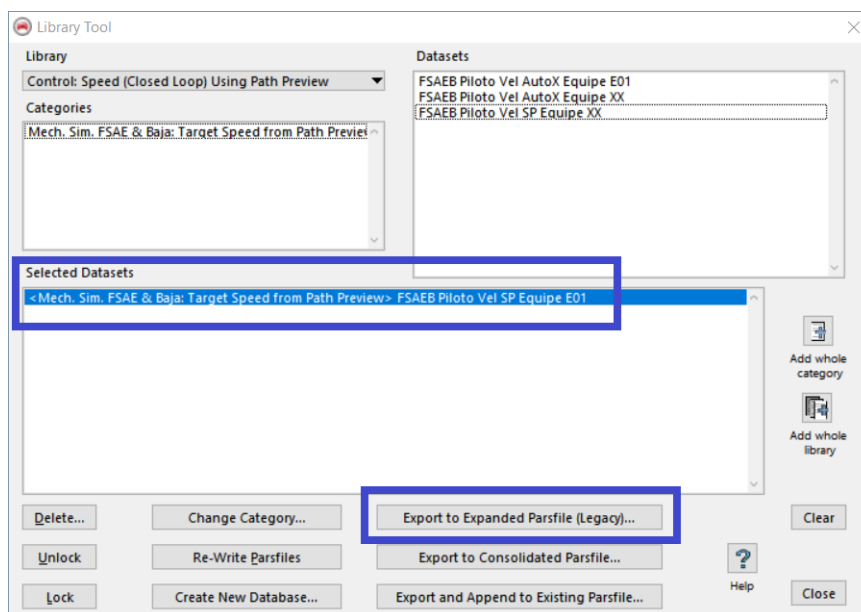
A nomenclatura dos arquivos e dos Datasets é de extrema importância!

Antes de exportar os pilotos, garantam que o número da equipe foi apropriadamente informado no campo em XX, ao copiar o Dataset e exportar:

Exemplo no Dataset:



Exemplo utilizando o Lib Tool para exportar o Parsfile (Legacy):



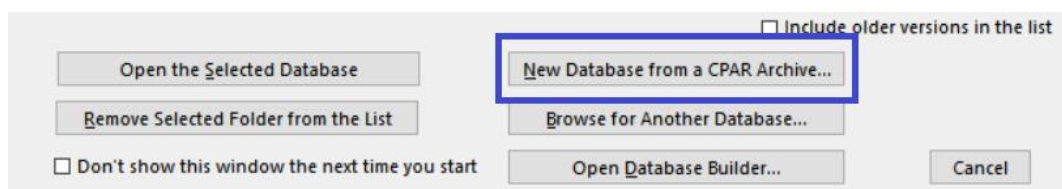
Exemplo dentro do parsfile:

```
/F Control\Speed_path\SpdPath_4bed54a8-bfde-4c6d-97ea-abf67d857444.par`Control: Speed (Closed Loop)  
PARSFILE  
#FullDataName Control: Speed (Closed Loop) Using Path Preview`FSAEB Piloto Vel SP Equipe E01`Tech.  
INSTALL SPEED_CONTROLLER  
SPEED_AX_THROTTLE_CONSTANT 0.75  
SPEED_AX_BRAKE_CONSTANT 1.0  
SPEED_AY_LEFT_CONSTANT 1.45  
SPEED_AY_RIGHT_CONSTANT 1.45
```

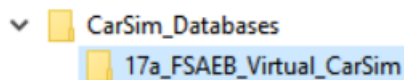
Para a prova de aceleração não há modelos de piloto a serem enviados, uma vez que o evento acontece em carga total, com o comportamento do pedal de acelerador e embreagem pré-estabelecido. Há apenas um parâmetro a ser definido para as equipes da categoria a combustão, que é a rotação para a largada da prova. Este valor será informado no Parsfile do modelo geral e deverá ser editado manualmente no Dataset da prova, na tela inicial.

2 Configuração do CarSim

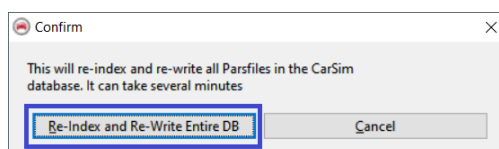
Para carregar o Database disponibilizado, basta selecionar o arquivo .cpar fornecido ao abrir o CarSim:



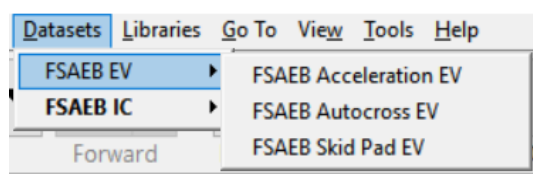
Crie uma pasta **vazia** e a selecione para criação do Database, com nome sugerido abaixo:



Selecione a opção de reindexação:



O Database será carregado travado. Para destravar todas as telas de uma vez, selecione no menu superior **Tools > Unlock Everything in the Database**. Cada prova em cada categoria possui um Dataset próprio, configurado com todas as especificidades. Para abrir o desejado, basta selecioná-lo no menu superior (não altere o “Procedure” ao transitar entre os eventos!)



Dentro do modelo do carro, haverá 3 campos específicos para Parsfiles: 2 para carregar os resultados do SuspensionSim e um para o Parsfile geral do carro. O último é um arquivo de fórmulas, que tem o objetivo de espelhar parâmetros entre o lado direito e esquerdo do carro, assim como estabelecer algumas relações, tudo de forma automática (ele já está configurado, não há alterações a se fazer).

Vehicle (Lead Unit)	
Lead Unit: Ind_Ind	▼
FSAE Vehicle Assembly (ICE)	▼
Miscellaneous (Lead Unit)	
Miscellaneous: Payload: Custom	▼
FSAE Driver Mass & Inertia	▼
Miscellaneous: External file	▼
FSAEB SuspensionSim Dianteira	▼
Miscellaneous: External file	▼
FSAEB SuspensionSim Traseira	▼
Miscellaneous: External file	▼
FSAEB Arquivo Inputs Parametrizados	▼
Miscellaneous: External file	▼
FSAEB Arquivo de Formulas	▼

Dica 1: evitem alterar parâmetros diretamente na interface, pois muitos são sobrescritos pelos arquivos Parsfiles, o que pode gerar confusão na hora de avaliar os resultados. Apenas o façam se tiverem certeza de que tal parâmetro não é sobrescrito. Na dúvida, confirmem o Echo file com os dados atuais pela tela inicial para verificar qual o valor do parâmetro será verdadeiramente simulado.

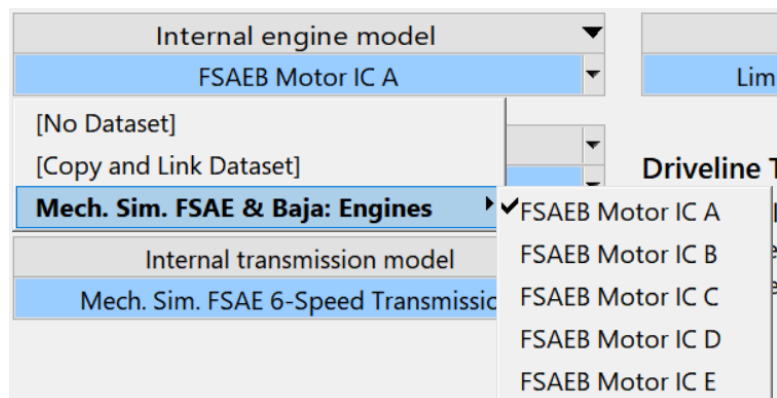
View	Echo file with current data ▼
------	-------------------------------

Dica 2: para anular a influência do arquivo de inputs parametrizados durante uma investigação em específico, basta remover o respectivo dataset da lista acima.

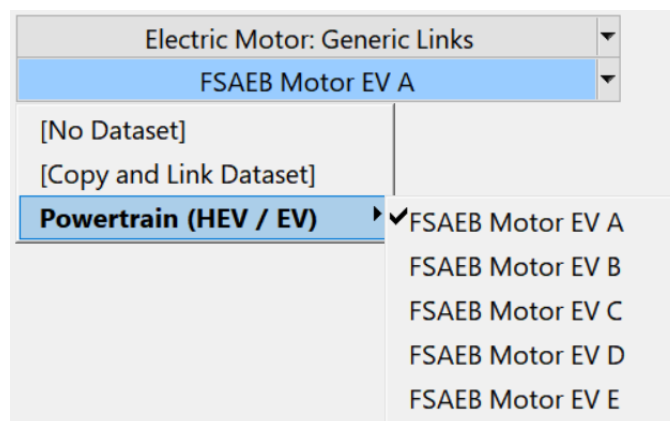
Devido a certas dependências entre arquivos, não será possível incluir todos os parâmetros do CarSim dentro de um único Parsfile. Por este motivo, as escolhas de motor, pneu, opção por pacote aerodinâmico e rotação de largada serão feitas manualmente pela interface gráfica. A massa do veículo é automaticamente atualizada baseada na escolha do motor e pacote aerodinâmico. **A equipe deverá informar estas escolhas no Parsfile geral do veículo (ver cabeçalho anterior) para que o Comitê faça as alterações na hora de rodar a simulação oficial.**

Escolha de Motor:

IC: FSAE Vehicle Assembly (ICE) > FSAE: RWD, ICE

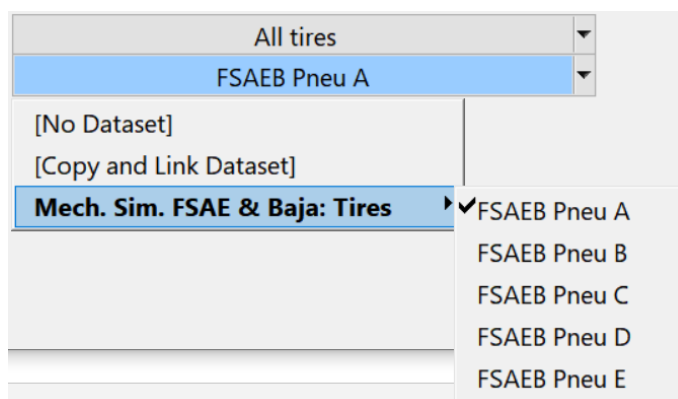


EV: FSAE Vehicle Assembly (Electric) > FSAE: RWD, Electric > Electric Powertrain Assembly



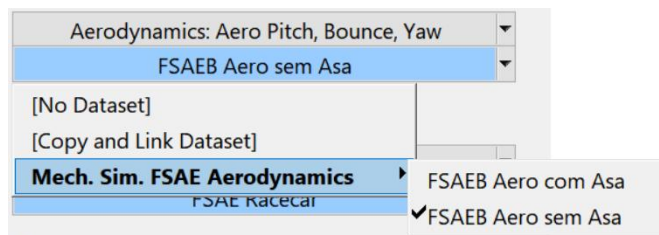
Escolha de pneu:

FSAE Vehicle Assembly (ICE) / FSAE Vehicle Assembly (Electric)



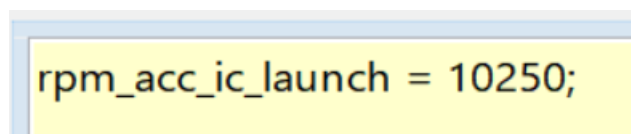
Opção de asa:

FSAE Vehicle Assembly (ICE) / FSAE Vehicle Assembly (Electric)



Rotação de largada (apenas prova de aceleração IC):

Menu inicial



3 Configuração de Piloto

Para o piloto de velocidade, todos os parâmetros são editáveis. Ignorem, porém, o campo “Add a dataset for this speed to the model”.

Acceleration Limits in Path Preview

Skill level: **1 - Straight-line combination of Ax and Ay**

☒ Account for road surface 3D geometry

Aggressiveness

Aggressiveness is defined with four limits of acceleration that are acceptable by the speed controller.

Advanced users can specify acceleration limits as nonlinear functions of speed. Right-click on the drop-down list for extra keyword

Ax Max: throttle (constant) **0.75** g's

Ax Max: braking (constant) **1.0** g's

Ay Max: left turn (constant) **1.45** g's

Ay Max: right turn (constant) **1.45** g's

Closed-Loop Speed Controller Gains

Ax_SCrq (Ax request) = $KP \cdot Verr + KI \cdot Vx_lerr + KP3 \cdot Verr^3$ ☒ Account for engine braking

where $Verr = VxTarget - Vx_fwd$; $Vx_lerr = \text{integral of } Verr$ ☐ Fix old brake performance parameter

KP: proportional **0.4** s/m Approx. brake system performance: **0.1** g/MPa

KI: integral **0** 1/m Approx. gain: MC pressure/pdI force: **0.1** MPa/N

KP3: cubic gain: **2** s3/m3 Max MC pressure from controller: MPa

Path Preview Lengths

Arc length used to estimate curvature: **10** m

Preview start: **2** m

Total preview: **275** m

Preview interval (resolution): **0.1** m

Upper Speed Limit

Constant speed **42** km/h

Add a dataset for this speed to the model

☐ Custom settings

Para o piloto de trajetória, o campo “Preview Time” deve ser mantido em “Constant” (o “Driver preview time” pode ser alterado) e os dois campos de esterçamento devem ser mantidos como original (inclusive não haverá efeito alterá-los, pois eles são sobrescritos no procedimento). Os checkboxes também devem ser mantidos conforme original, a menos que haja uma necessidade pela equipe (**neste caso, favor informar previamente ao Comitê os motivos para tal**).

Function type: Constant New dataset; set ID automatically

Constant Lateral offset [to the left] (m): 0 ☐ Custom settings

Station (m) and lateral offset [to the left] (m) as specified in this dataset can be transformed using additional parameters. For details, search an echo file for "LTARG".

Preview time: Constant ☒ Use closed-loop steering and show parameters

Driver preview time: 1 s ☐ Use single preview point ☐ Ignore rear steer

☐ Lag steering from driver ☒ Use old equations

☐ Driver model steers by torque

Low-speed dynamic limit: 10 km/h

Maximum steering wheel: 721 deg

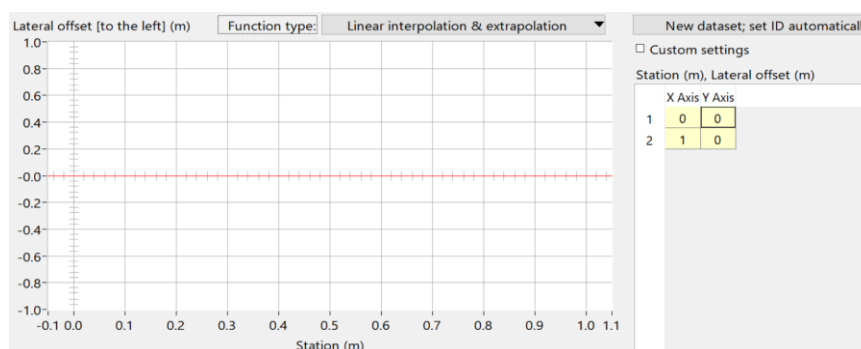
Max. steering wheel angle: 1200 deg/s

☒ Generate animator shapes to show path

Dash: 0.1 1.0 1

dZ: 0.03 m Color: 0.4 0.4 1

Um bom recurso para corrigir manualmente a trajetória desejada do piloto é o "Function type", que poderá ser ativado para a forma de tabela:



4 Configuração do SuspensionSim

De maneira análoga, para o SuspensionSim, as equipes deverão também carregar um Database dedicado a partir de um .cpar, reindexar e destravar os datasets.

Continue with the selected database Remove selected folder from list

Browse for another database... Create a new database from a Consolidated Parsfile...

☐ Include older versions ☐ Don't show this window the next time you start Cancel

Dentro do Database se encontram dois conjuntos de Datasets, um para cada eixo, com os respectivos testes necessários para o CarSim:

Datasets Libraries Go To View Tools Help

17aFSAEB - Suspensao Dianteira ✓ * Design State (Write); SLA, Ball-Joint Bushings

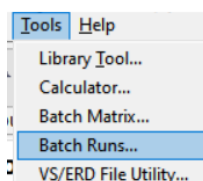
17aFSAEB - Suspensao Traseira Independent Ride Test: -50 to +50 mm; SLA, Ball-Joint Bushings

Forward Home Previous Next Independent Steer Test: -35 to +35 mm; SLA, Ball-Joint Bushings

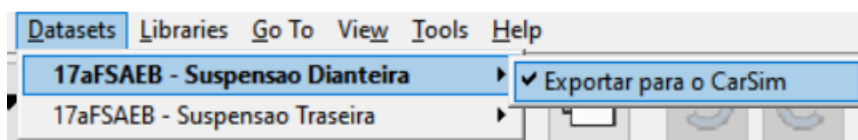
Como comentado, os dados do SuspensionSim serão enviados em um arquivo Excel, o que corresponde à tabela de inputs abaixo, para cada eixo:

Reference Points ☒ Define parameters ☒ Auto number Start: 1 Interval: 1						
	Name	Symbol	X	Y	Z	#
1	Wheel center	p_wc	0	600	260	1
2	Tie rod to Rack	p_tr	90	180	130	2
3	Tie rod to Knuckle	p_tk	50	550	120	3
4	Lower Ball Joint	p_ball_low	0	550	140	4
5	Front-lower Bushing	p_bf_low	120	180	100	5
6	Rear-lower Bushing	p_br_low	-120	180	100	6
7	Upper Ball Joint	p_ball_up	0	550	350	7
8	Front-upper Bushing	p_bf_up	120	260	250	8
9	Rear-upper Bushing	p_br_up	-120	260	250	9
10	Spring top	p_st	0	260	350	10
11	Spring bottom	p_sb	0	500	150	11

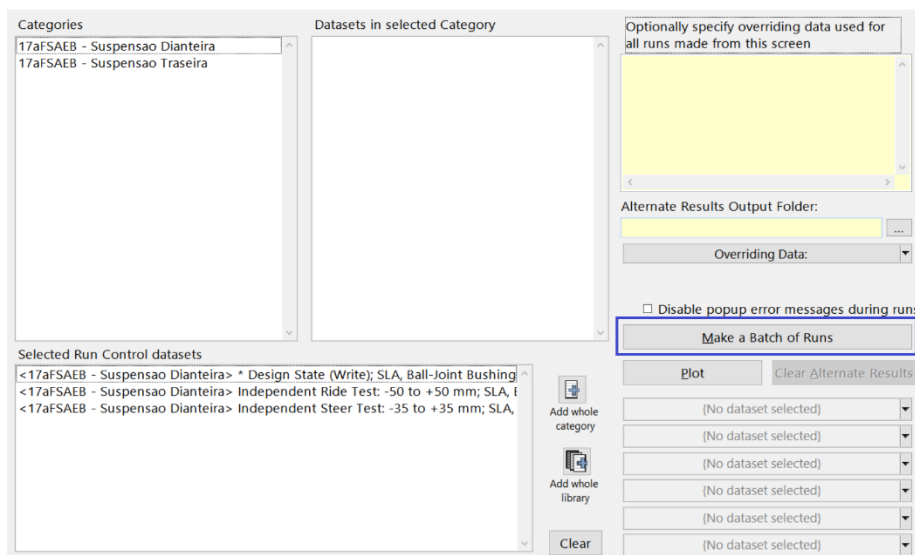
Para gerar resultados para um eixo para o CarSim, basta realizar um Batch:



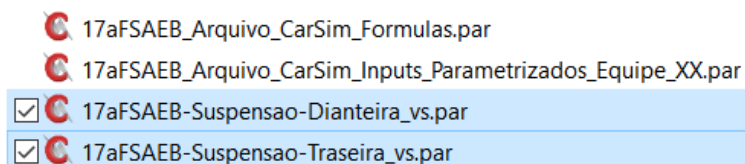
Seleciona-se então o eixo desejado no menu superior:



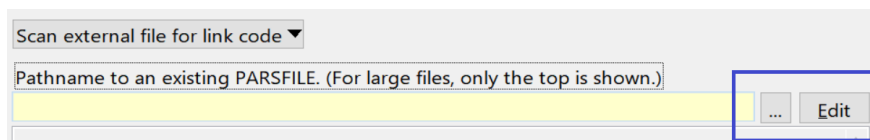
Uma tela pré-configurada é então carregada, bastando clicar em “*Make a Batch of Runs*” para rodar os testes necessários. Notem que a suspensão dianteira possui 3 testes e a traseira apenas 2, pois não há um sistema de esterçamento no eixo traseiro.



Os arquivos de resultados se encontram na pasta “FSAEB” **do Database do SuspensionSim** e devem ser **copiados** para a pasta “FSAEB” **do Database do CarSim**. Como abordagem simplificada, ao manter o nome dos arquivos conforme o original, eles serão sempre sobrescritos, sem margem para erros.



Caso desejem manter vários resultados dentro da pasta do CarSim para registro, o arquivo de referência deve ser alterado dentro da chamada do Parsfile no CarSim (muito cuidado ao optar por esta abordagem, pois haverá chance de se rodar simulações com arquivos errôneos):

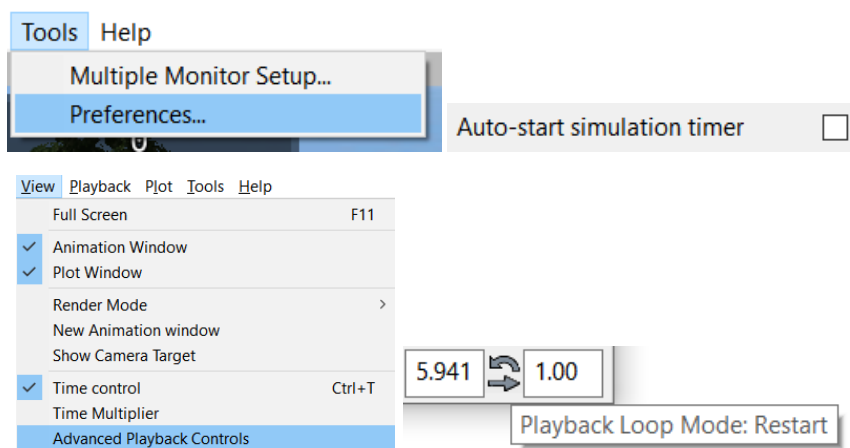


5 Visualizando os resultados

Todas as provas possuem um cronômetro configurado de acordo com os pontos de tomadas de tempo, que pode ser visualizado tanto nos gráficos como no canto inferior da animação. Ele inicia a contagem ao cruzar o gate de largada e é congelado ao cruzar a chegada. **Este será o tempo oficial contabilizado pelo Comitê Técnico.**

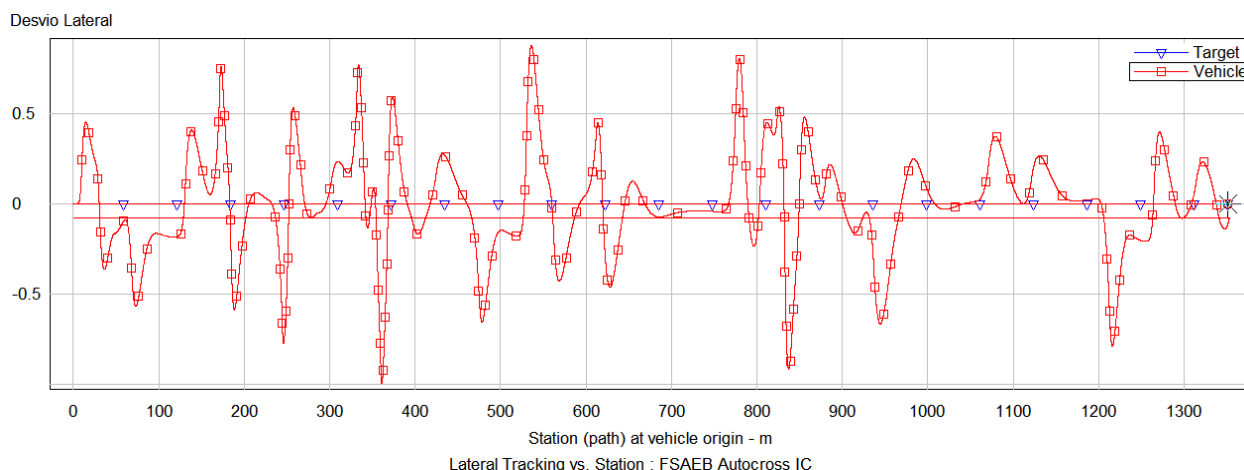


Dica: há como configurar os vídeos para iniciarem sempre pausados e com playback em loop. Ao abrir os resultados e pressionar a seta esquerda, você irá para o último frame e poderá rapidamente ter acesso ao tempo da prova. No caso do Skid Pad, o tempo mostrado será o da segunda volta (para a primeira, deve-se colocar o cursor do tempo num valor intermediário).

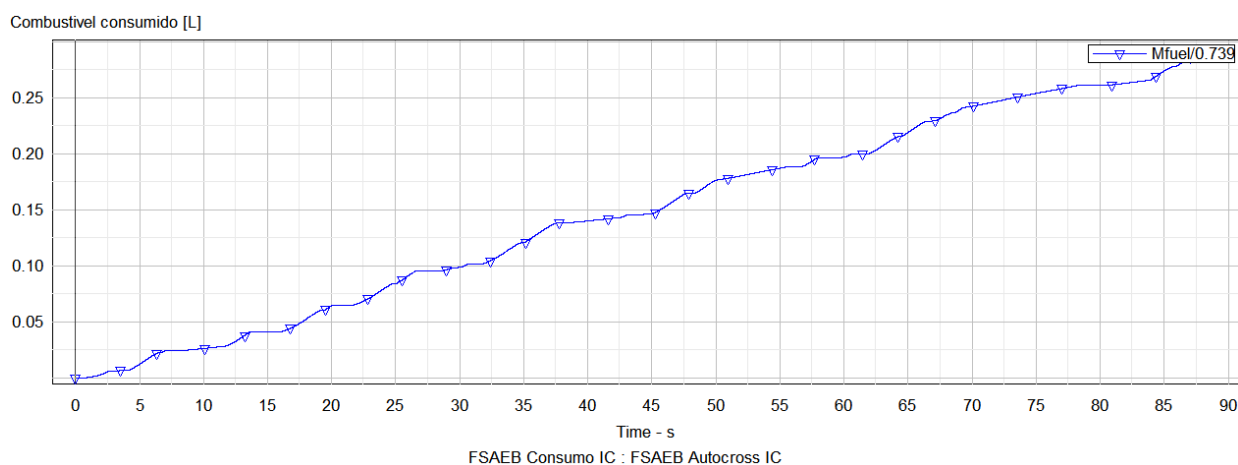


Para o desvio lateral do centro do carro, as provas de Skid Pad e Autocross possuem um gráfico dedicado já incluso nos resultados (informações sobre limites no Informativo 11):

Dica: com o atalho Ctrl+Up e Ctrl+Down é possível ir diretamente para frame onde os máximos desvios absolutos ocorrem, facilitando o processo de calibração do piloto.



O consumo, que será somente relevante para a pista do Enduro, também pode ser observado nos gráficos plotados no Autocross:



6 Fórum

Com a finalidade de intensificar a troca de informações sobre esta competição e os softwares, o Comitê disponibilizou um espaço dedicado no fórum logo após o treinamento da VirtualCAE. Nele, as equipes podem abrir tópicos livremente e discutir detalhes e dificuldades entre si. Caso se mostre necessário, o Comitê poderá comentar as conversas e possivelmente sanar dúvidas pertinentes. No entanto, vale destacar que não haverá uma obrigatoriedade de resposta por nossa parte, como é feito oficialmente na seção “Rules Questions”.