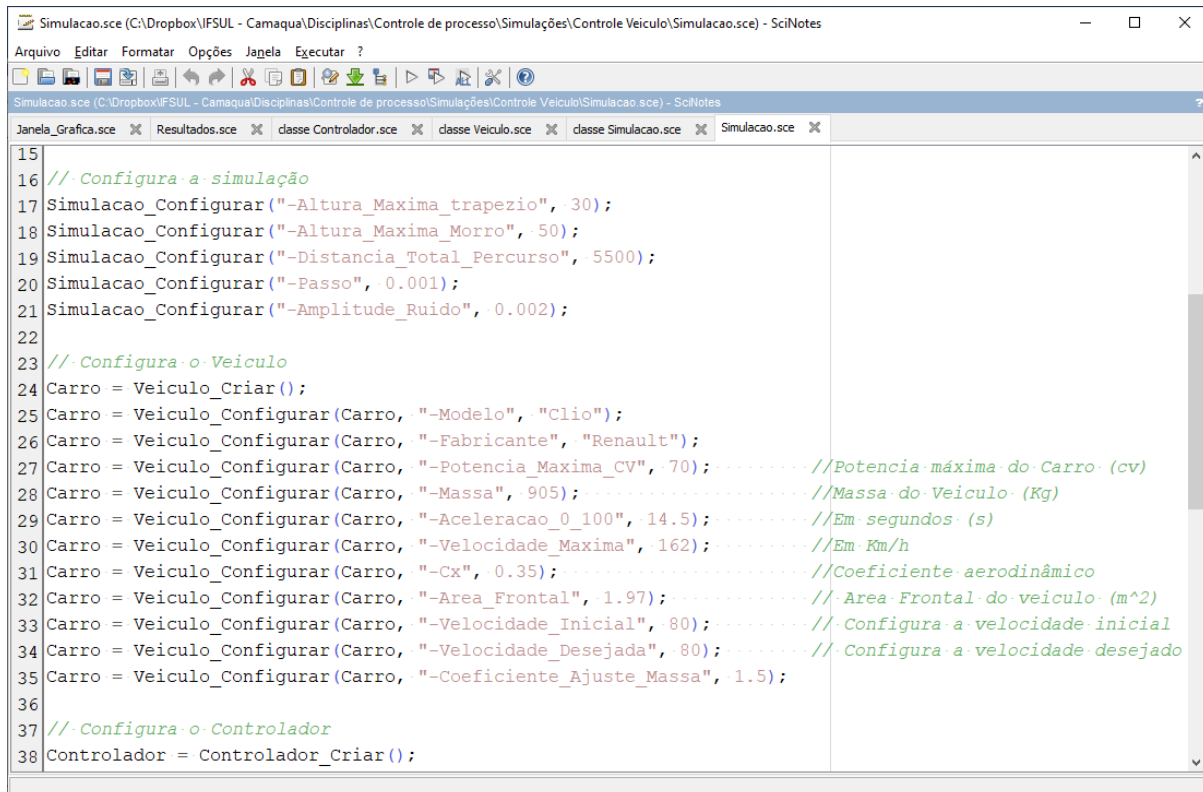


TRABALHO FINAL DE CONTROLE DE PROCESSOS

A empresa *Xord* (braço automotivo da *Xing Ling 山寨*) está desenvolvendo um novo piloto automático para o modelo de carro **Kord X**. O sistema será responsável por manter a velocidade do veículo constante ou o mais próxima possível da velocidade ajustada pelo motorista. Para atingir este objetivo, foi escolhido o **controlador PID** (Proporcional-Integral-Derivativo), e a sua tarefa é ajustar os ganhos desse controlador (K_p , K_i e K_d).

Para acelerar o desenvolvimento do controlador, foi criado um modelo básico do carro utilizando o software **SciLab®**.



```

15
16 // Configura a simulação
17 Simulacao_Configurar("-Altura_Maxima_trapezio", 30);
18 Simulacao_Configurar("-Altura_Maxima_Morro", 50);
19 Simulacao_Configurar("-Distancia_Total_Percurso", 5500);
20 Simulacao_Configurar("-Passo", 0.001);
21 Simulacao_Configurar("-Amplitude_Ruido", 0.002);
22
23 // Configura o Veiculo
24 Carro = Veiculo_Criar();
25 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Modelo", "Clio");
26 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Fabricante", "Renault");
27 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Potencia_Maxima_CV", 70); //Potencia máxima do Carro (cv)
28 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Massa", 905); //Massa do Veiculo (Kg)
29 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Aceleracao_0_100", 14.5); //Em segundos (s)
30 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Velocidade_Maxima", 162); //Em Km/h
31 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Cx", 0.35); //Coeficiente aerodinâmico
32 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Area_Frontal", 1.97); //Area Frontal do veiculo (m^2)
33 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Velocidade_Inicial", 80); //Configura a velocidade inicial
34 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Velocidade_Desejada", 80); //Configura a velocidade desejada
35 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Coeficiente_Ajuste_Massa", 1.5);
36
37 // Configura o Controlador
38 Controlador = Controlador_Criar();
  
```

Figura 1 - SciLab

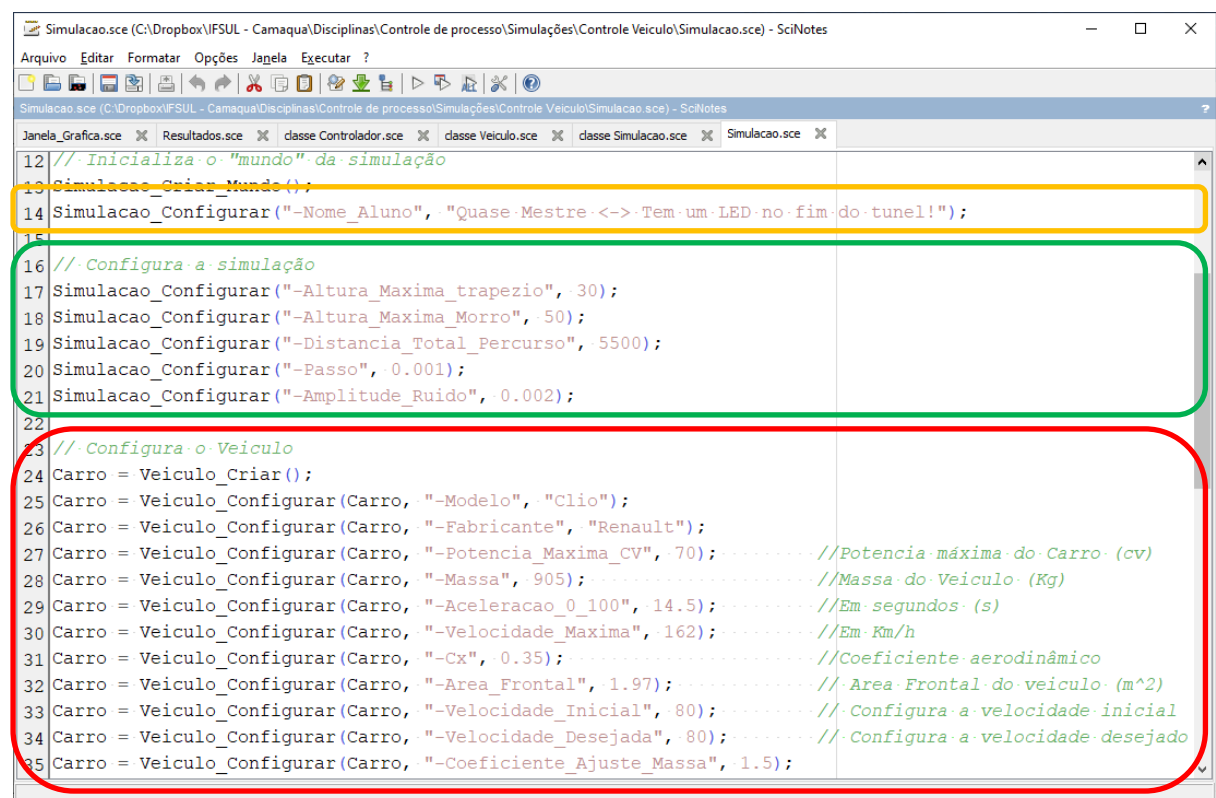
Execução da Simulação

1. Download dos arquivos

- Baixe os arquivos necessários no Moodle.

2. Execução no SciLab®

- Abra o SciLab® e carregue o arquivo "**simulacao.sce**" no SciNotes.
- Localize as seções "*Simulacao_Configurar*" e "*Veiculo_Configurar*", onde se encontram as definições do carro e do sistema. (Para detalhes sobre como configurar os dados, consulte o tópico "**Execução do Trabalho**").
- Salve e execute o código pressionando **F5**.



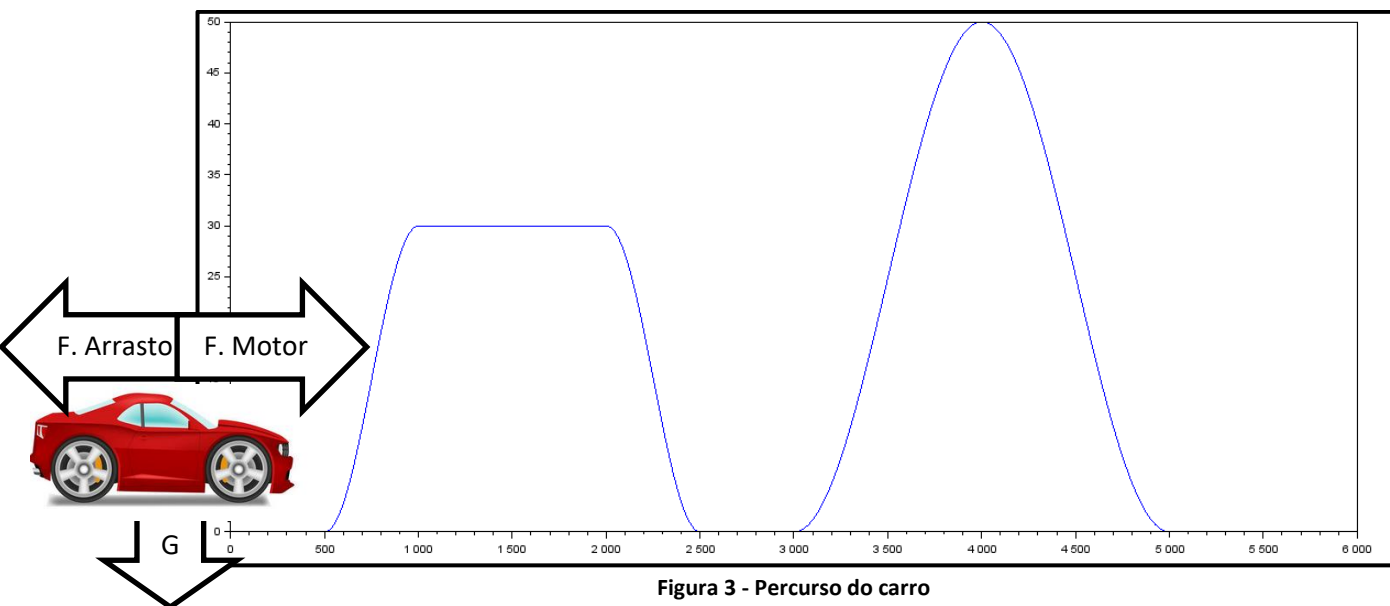
```

12 // Inicializa o "mundo" da simulação
13 Simulacao_Criar_Mundo();
14 Simulacao_Configurar("-Nome_Aluno", "Quase-Mestre-<-> Tem um LED no fim do tunel!");
15
16 // Configura a simulação
17 Simulacao_Configurar("-Altura_Maxima_trapezio", 30);
18 Simulacao_Configurar("-Altura_Maxima_Morro", 50);
19 Simulacao_Configurar("-Distancia_Total_Percurso", 5500);
20 Simulacao_Configurar("-Passo", 0.001);
21 Simulacao_Configurar("-Amplitude_Ruido", 0.002);
22
23 // Configura o Veiculo
24 Carro = Veiculo_Criar();
25 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Modelo", "Clio");
26 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Fabricante", "Renault");
27 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Potencia_Maxima_CV", 70); //Potencia máxima do Carro (cv)
28 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Massa", 905); //Massa do Veiculo (Kg)
29 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Aceleracao_0_100", 14.5); //Em segundos (s)
30 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Velocidade_Maxima", 162); //Em Km/h
31 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Cx", 0.35); //Coeficiente aerodinâmico
32 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Area_Frontal", 1.97); //Area Frontal do veiculo (m^2)
33 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Velocidade_Inicial", 80); //Configura a velocidade inicial
34 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Velocidade_Desejada", 80); //Configura a velocidade desejado
35 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Coeficiente_Ajuste_Massa", 1.5);
  
```

Figura 2 - Arquivo da simulação

3. Resultados da Simulação

- A simulação apresentará os gráficos da resposta do veículo (aceleração, velocidade e posição) às ações do acelerador e freio, controladas pelo PID, ao longo de um terreno de 5,5 km.



- Análise dos resultados:
 - Gráficos do comportamento do carro e desempenho do controlador são apresentados.
 - Dados complementares podem ser obtidos com a função **"Mostrar_Resultados()"**.

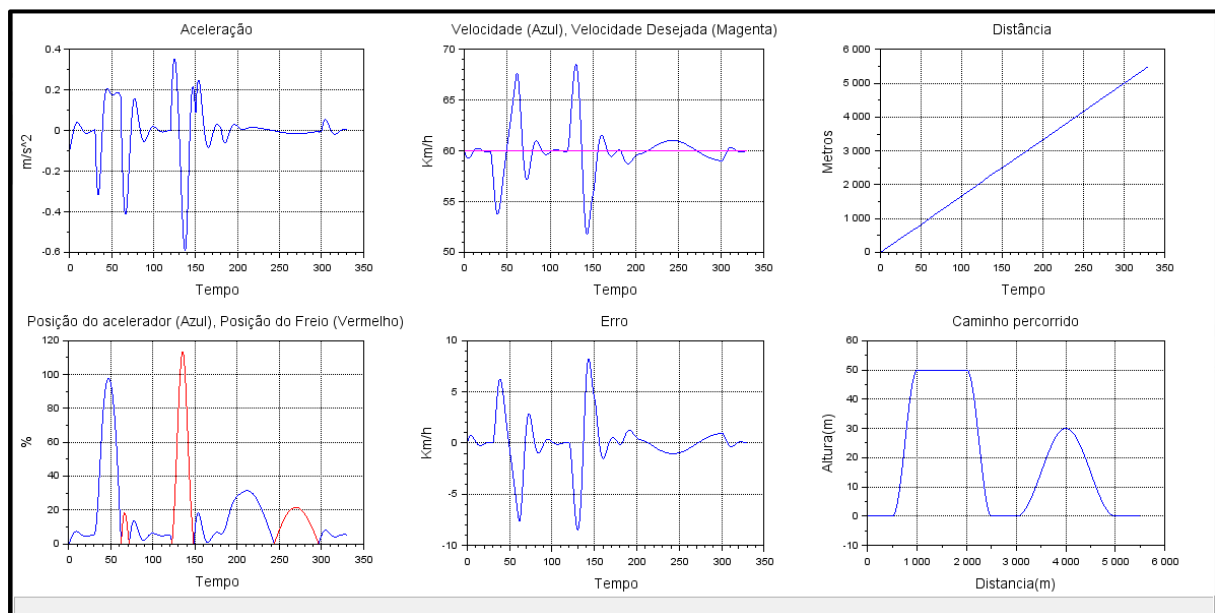


Figura 4 – Exemplo dos dados resultantes de uma simulação

Execução do trabalho

1. Escolha dos Veículos

- **Selecione dois veículos distintos:**
 1. O primeiro veículo é de escolha livre, transportando uma carga de livre escolha.
 2. O segundo veículo deve possuir uma **carga útil** maior ou igual a **1000 kg**, transportando a carga máxima.
- **Busca de características:**
 - Utilize o site: <http://www.carrosnaweb.com.br/avancada.asp>.
 - Verifique as **limitações** da simulação no **Anexo I – Limitações da Simulação**.
- **Validação:**
 - Submeta os veículos escolhidos para análise e confirmação por meio do formulário disponível no Moodle.
 - Consulte a tabela de veículos já escolhidos para evitar duplicidade.

2. Configuração do Simulador

- Insira os parâmetros do veículo no arquivo de simulação. Instruções no **Anexo II**.
- Ajuste o parâmetro "**Coeficiente_Ajuste_Massa**" conforme as instruções do **Anexo III**.

3. Parâmetros do Terreno

- A altura do terreno é calculada com base nos **últimos três dígitos** da matrícula (XYZ):
 - **Altura_Maxima_Trapezio** = $10 + (XYZ / 20)$
 - **Altura_Maxima_Morro** = $60 - XY$

4. Simulação com Carga Máxima

- Para o **segundo veículo**, execute a simulação com **carga máxima**.

5. Ajuste dos Parâmetros do Controlador PID

- Configure os parâmetros **Kp**, **Ki** e **Kd** de forma **manual** para obter bons resultados com os seguintes testes:

Veículo	Velocidade Desejada (Km/h)		
Primeiro	60	80	100
Segundo	40	60	80

- **Observações:**
 - Os **parâmetros do controlador** devem ser **idênticos** em todos os testes de um mesmo veículo.
 - A **velocidade inicial** deve ser **igual à velocidade desejada**.

Apresentação dos resultados

Você deverá elaborar um **vídeo de apresentação** demonstrando os resultados obtidos durante os testes do controlador PID. O vídeo deve conter:

1. Resultados do Controlador

- Apresente os resultados do controlador PID ajustado para **todas as velocidades** especificadas nos testes:
 - Primeiro veículo: 60 km/h, 80 km/h e 100 km/h.
 - Segundo veículo: 40 km/h, 60 km/h e 80 km/h.

2. Explicação da Obtenção dos Parâmetros PID

- Explique o processo manual utilizado para ajustar os parâmetros **Kp**, **Ki** e **Kd**.
- Compare esses ajustes com os valores fixos: **Kp = 20**, **Ki = 10** e **Kd = 10**.

3. Análise Comparativa

- Compare os resultados obtidos com os ajustes manuais e os resultados com o controlador fixo.
- Analise o **comportamento** do sistema para cada veículo, destacando possíveis diferenças e explicando os fatores que influenciaram o desempenho.

Requisitos do Vídeo

- **Duração:** Entre **5 e 10 minutos**.
- **Conteúdo:**
 - Utilize slides, animações, simulações e gráficos gerados durante as execuções para apresentar os resultados de forma clara e objetiva.
 - Ao final do vídeo, inclua uma **comparação final** entre os ajustes de cada veículo.
- **Apresentação Pessoal:** É desejável que você esteja visível no vídeo para simular uma apresentação formal de trabalho.

Entrega

- Envie o arquivo do vídeo conforme as **instruções disponíveis no Moodle** e/ou conforme orientações fornecidas em aula.


Anexo I – Limitações da simulação

A simulação apresenta algumas simplificações e pressupostos que restringem a escolha do veículo a ser utilizado:

- **Propulsão do veículo:**
 - O veículo **não pode ter propulsão elétrica nem ser híbrido**, pois não foram realizados testes suficientes para garantir que os resultados da simulação sejam condizentes com a realidade.
- **Veículos esportivos:**
 - Carros com **alta potência** podem apresentar resultados **imprecisos ou inconsistentes**.
 - Nesses casos, o **ajuste do coeficiente de massa** provavelmente será elevado para compensar o comportamento atípico.
- **Transmissão:**
 - Não há simulação de **marchas** ou **embreagem**. A potência fornecida pelo motor será sempre a **máxima disponível**, comportamento semelhante ao de um câmbio CVT.
- **Potência de frenagem:**
 - A potência de frenagem foi limitada a **duas vezes a potência máxima do motor**.
- **Dados aerodinâmicos:**
 - É **desejável** que o veículo escolhido possua dados aerodinâmicos (**CX** e **Área_Frontal**) para maior **fidelidade nos resultados** da simulação.

Anexo II – Configuração dos parâmetros do veículo na simulação

Com os dados do veículo escolhido coloque os dados no arquivo da simulação:







www.carrosnaweb.com.br

[Página Principal](#) | [Catálogo](#) | [Comparativo](#) | [Avaliação](#) | [Ranking](#) | [Classificados](#) | [Opinião do Dono](#) | [Notícias](#) | [Qual Carro](#)


[Página Principal](#) > [Catálogo](#) > [Ficha técnica](#)


Ficha Técnica


[Busca detalhada](#)

[Compartilhe:](#)





Renault Clio Authentique 1.0 16V



Nota do Leitor  7,0 [Avalie](#)

Opinião do Dono  8,1 [Leia as opiniões](#)

Ano	2005
Preço	R\$ 9.351
Desvalorização	0,31%
Combustível	Gasolina
IPVA	R\$ 374 ¹
Seguro	Indisponível
Revisões	Não tem preço fixo
Procedência	Nacional
Garantia	1 ano
Configuração	Hatch
Porte	Compacto
Lugares	5
Portas	2
Geração	2
Plataforma	Renault B
Índice CNW	34,32
Ranking CNW	12352

DIMENSÕES

Comprimento	3773 mm	Largura	1639 mm
Distância entre-eixos	2472 mm	Altura	1417 mm
Bitola dianteira	1406 mm	Bitola traseira	1384 mm
Porta-malas	255 litros	Tanque de combustível	50 litros
Peso	905 kg	Carga útil	525 kg
Vão livre do solo	187 mm		

AERODINÂMICA

Área frontal (A)	1,97 m ²	Coef. de arrasto (Cx)	0,35
Área frontal corrigida	0,690 m ²		

DESEMPENHO

Velocidade máxima	162 km/h	Aceleração 0-100 km/h	14,5 s
-------------------	----------	-----------------------	--------

Figura 5 - Exemplo de veículo escolhido

Caso o veículo escolhido possua dados aerodinâmicos, adicione os parâmetros "CX" e "Area_Frontal".
Caso contrário, comente ambas as linhas de configuração. A simulação ainda será executada, porém com menor fidelidade nos resultados.

```

12 // Inicializa o "mundo" da simulação
13 Simulacao_Criar_Mundo();
14 Simulacao_Configurar("-Nome_Aluno", "Quase-Mestre-<->Tem um LED no fim do tunel!");
15
16 // Configura a simulação
17 Simulacao_Configurar("-Altura_Maxima_trapezio", 30);
18 Simulacao_Configurar("-Altura_Maxima_Morro", 50);
19 Simulacao_Configurar("-Distancia_Total_Percurso", 5500);
20 Simulacao_Configurar("-Passo", 0.001);
21 Simulacao_Configurar("-Amplitude_Ruido", 0.002);
22
23 // Configura o Veiculo
24 Carro = Veiculo_Criar();
25 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Modelo", "Clio");
26 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Fabricante", "Renault");
27 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Potencia_Maxima_CV", 70); ..... //Potencia máxima do Carro (cv)
28 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Massa", 905); ..... //Massa do Veiculo (Kg)
29 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Aceleracao_0_100", 14.5); ..... //Em segundos (s)
30 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Velocidade_Maxima", 162); ..... //Em Km/h
31 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Cx", 0.35); ..... //Coeficiente aerodinâmico
32 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Area_Frontal", 1.97); ..... //Area Frontal do veiculo (m^2)
33 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Velocidade_Inicial", 80); ..... //Configura a velocidade inicial
34 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Velocidade_Desejada", 80); ..... //Configura a velocidade desejada
35 Carro = Veiculo_Configurar(Carro, "-Coeficiente_Ajuste_Massa", 1.5);

```

Figura 6 - Dados do veículo ajustado

Anexo III – Ajuste do Coeficiente de Massa

Devido às simplificações na simulação da física do veículo, é necessário ajustar o parâmetro “**Coeficiente_Ajuste_Massa**” para que os resultados se aproximem o máximo possível dos dados reais do veículo.

1. Execução do Ajuste:

- Realize uma simulação inicial do veículo com **todos os parâmetros configurados**, exceto o **Coeficiente_Ajuste_Massa** (a linha referente a este parâmetro deve estar **comentada** no código).
- O sistema executará automaticamente uma série de simulações para determinar o melhor valor do coeficiente.

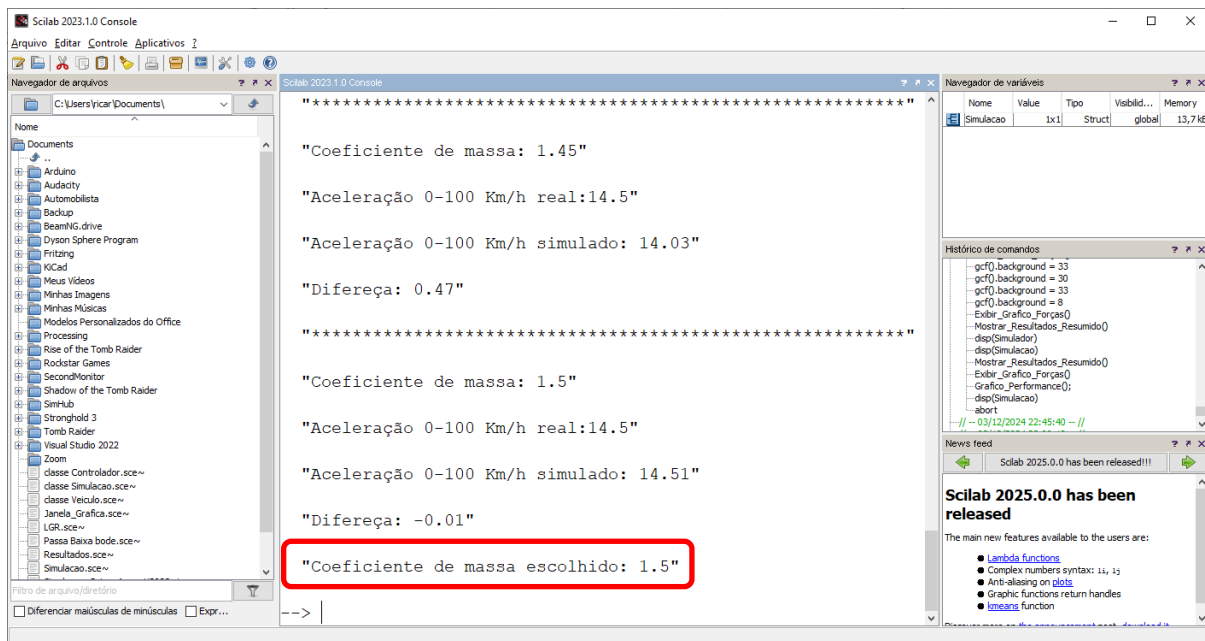


Figura 7 - Coeficiente de massa calculado

2. Inserção do Resultado:

- Após o ajuste, o sistema fornecerá o valor otimizado do **Coeficiente_Ajuste_Massa**.
- Insira esse valor no arquivo de configuração e execute as simulações finais.