

# **DESENVOLVIMENTO DE CENÁRIOS EM AMBIENTE DE SIMULAÇÃO PARA SISTEMA DE FREIO ANTI-BLOQUEIO (ABS).**

Discente: Gustavo Duarte E Silva

Orientador: Msc. Robson Rogério Dutra Pereira

Cuiabá – MT  
2021

# AGENDA

- ☐ Introdução
- ☐ Objetivos
- ☐ Revisão da Literatura
- ☐ Materiais
- ☐ Metodologia
- ☐ Desenvolvimento
- ☐ Resultados Obtidos
- ☐ Conclusão
- ☐ Referências
- ☐ Agradecimentos

# INTRODUÇÃO

## ❑ Estudo da dinâmica veicular:

- Ocasionou grande avanço na tecnologia
- Dispositivos eletrônicos.

## ❑ *Anti-lock Braking System (ABS).*

- Segurança
- Estabilidade
- Durabilidade

# OBJETIVOS

- ❑ Desenvolver cenários a fim de realizar uma simulação virtual em um sistema de frenagem com e sem ABS, para um veículo genérico.
- ❑ Desenvolver a programação em Lua na ferramenta computacional CoppeliaSim (2020), para o sistema de frenagem veicular.

# REVISÃO DA LITERATURA

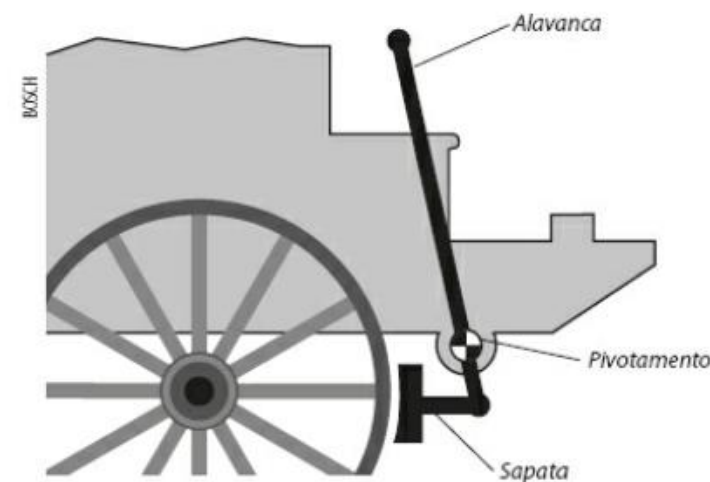
## ❑ Princípios de movimento

- Todo objeto necessita de energia para realizar o movimento.

## ❑ Sistema de Frenagem

- Conversão de energia cinética em calor.

Figura 1 - Sistema de freio por alavanca



Fonte: PRIETO (2014).

# REVISÃO DA LITERATURA

## ❑ Sistema de Freio ABS.

### ❑ Componentes

- Sensor de velocidade
- Unidade de Controle
- Modulador Hidráulico

Figura 2 - Componentes do Sistema freio ABS



Fonte: PRIETO (2014)

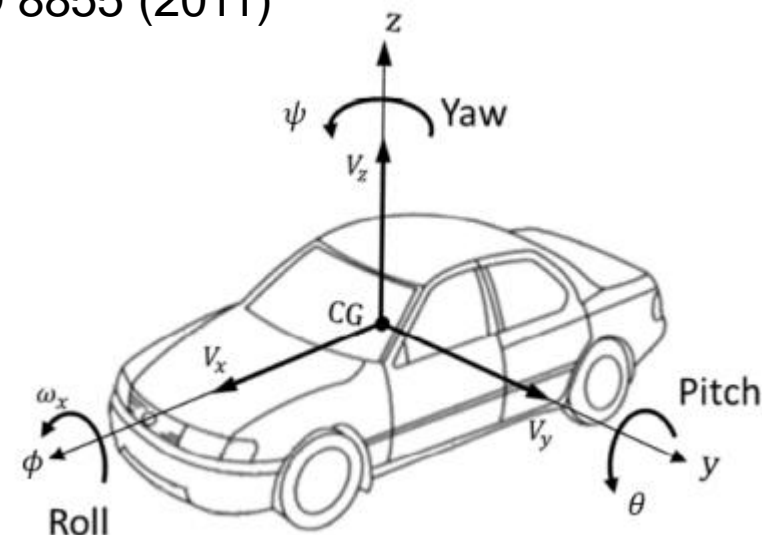
# REVISÃO DA LITERATURA

## □ Dinâmica Veicular

### □ Vetor orientação:

- $\Phi = (\phi, \theta, \psi)^T$
- Velocidades angular e linear absoluta.
- $\omega = (p, q, r)^T$
- $V = (u, v, w)^T$
- Velocidade linear e angular total:
- $V_{linear} = \sqrt{u^2 + v^2 + w^2} \text{ [m/s]}$
- $W_{angular} = \sqrt{p^2 + q^2 + r^2} \text{ [rads/s]}$
- $v = r \times W_{angular} \text{ [m/s]}$
- ISO - *International Organization for Standardization*.

Figura 3 - Coordenadas do veículo de acordo com a norma ISO 8855 (2011)



Fonte: KISSAI et al. (2019).

# REVISÃO DA LITERATURA

## ❑ Aderência

❑ Processo de contato Pneu/solo.

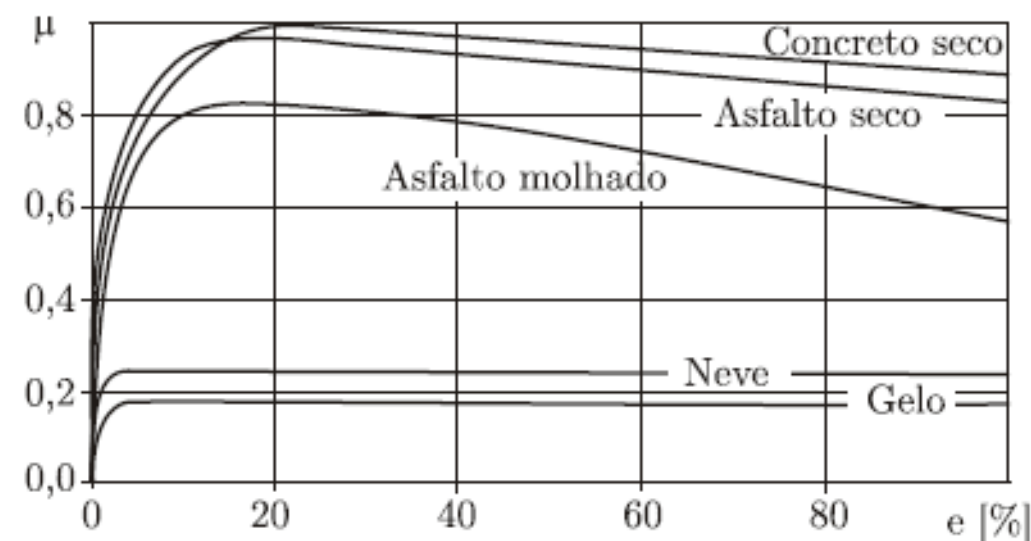
❑ Na Frenagem:

▪  $e = \frac{v_h - v_t}{v_h}$

❑ Coeficientes de aderência utilizado:

- Gelo – 0,1
- Neve – 0,3
- Asfalto Molhado – 0,7
- Asfalto Seco – 0,9

Figura 4 - Gráfico do comportamento do coeficiente de atrito para cada tipo de terreno.



Fonte: MACHADO, ROSA, NICOLAZZI (2012)



# REVISÃO DA LITERATURA

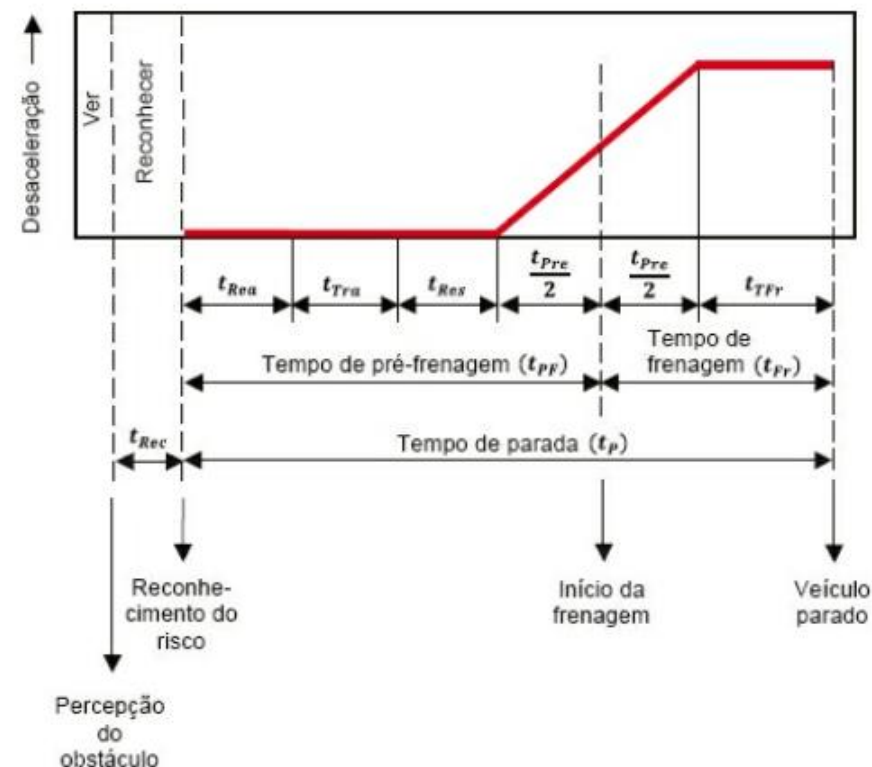
## □ Tempo de parada

- $T_f = T_p = \frac{V_i}{\mu \times g}$

## □ Distancia de parada

- $\Delta S = \frac{V_i^2}{2 \times \mu \times g}$

Figura 5 - Gráfico do Tempo de parada

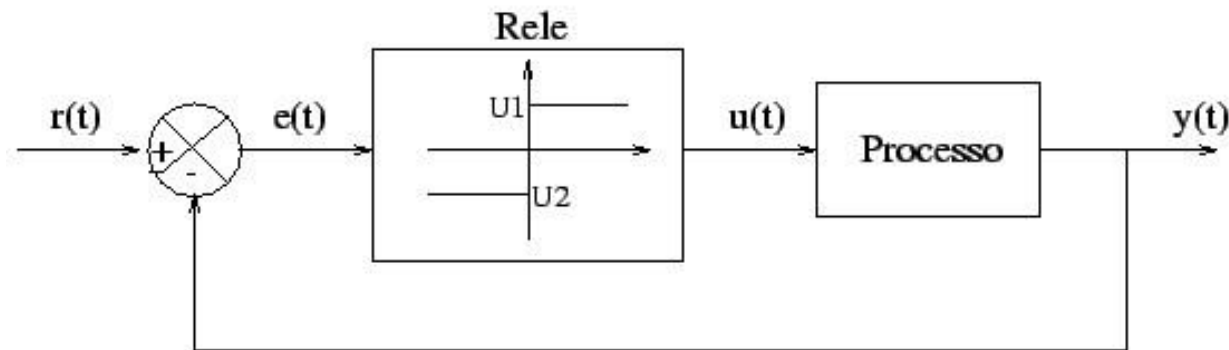


Fonte: PRIETO (2014).

# REVISÃO DA LITERATURA

## ❑ Controle Liga-Desliga (On-Off)

Figura 6 - Controlador On-Off.



Fonte: DA SILVA (2000).

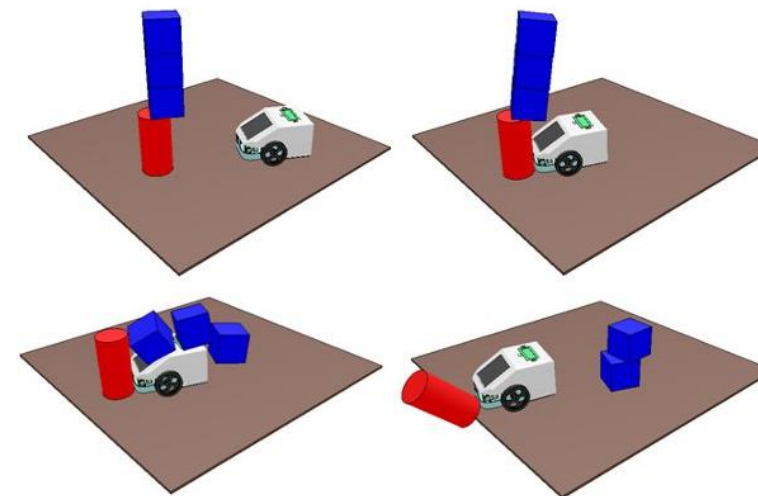
## ❑ Simulador de robótica: CoppeliaSim

Figura 7 - Motores gráficos presentes no CoppeliaSim.



Fonte: COPPELIASIM (2020).

Figura 8 - Simulação de Dinâmica

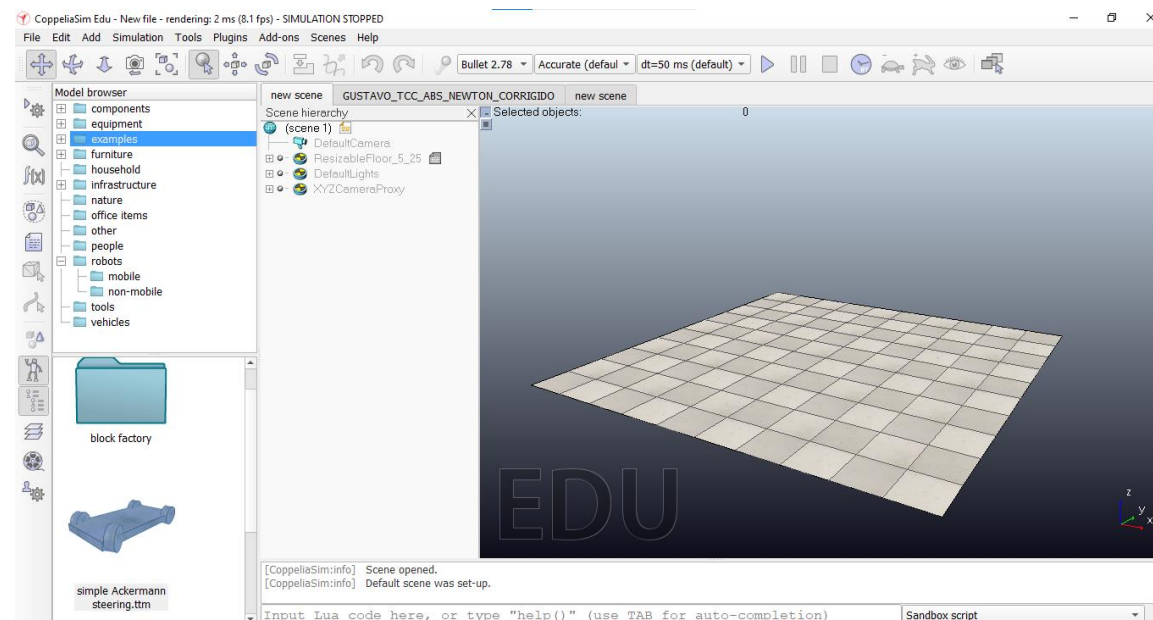


[Simulação dinâmica]

Fonte: COPPELIASIM (2020).

## ❑ Simulador de robótica: CoppeliaSim

Figura 9 - Ambiente de Simulação CoppeliaSim

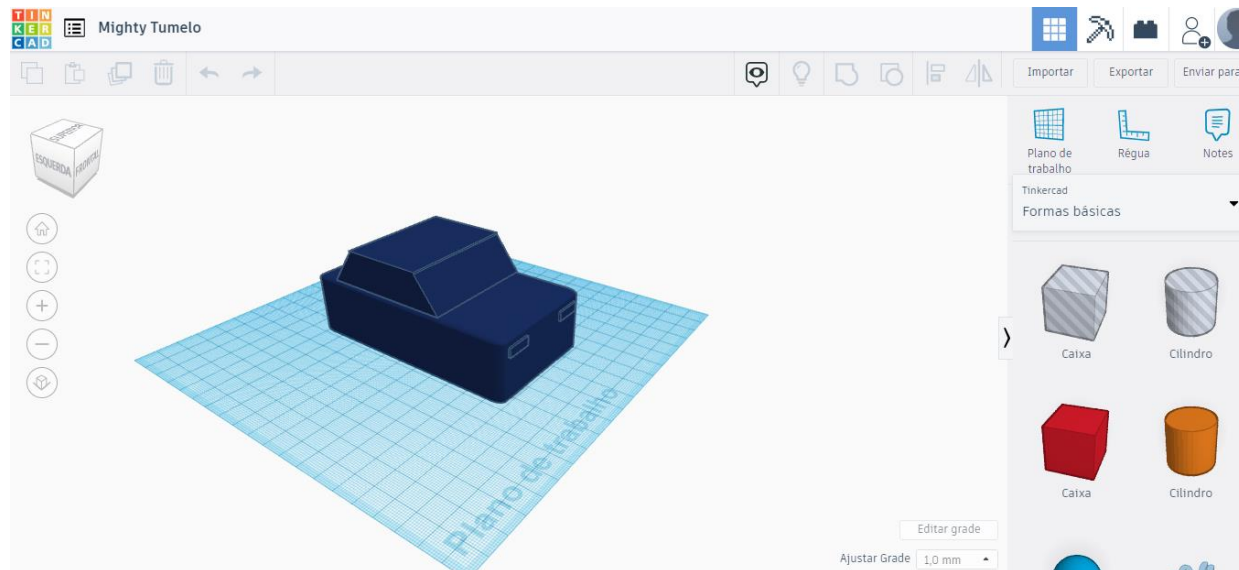


Fonte: COPPELIASIM (2020).

# MATERIAIS

## □ TinkerCAD.

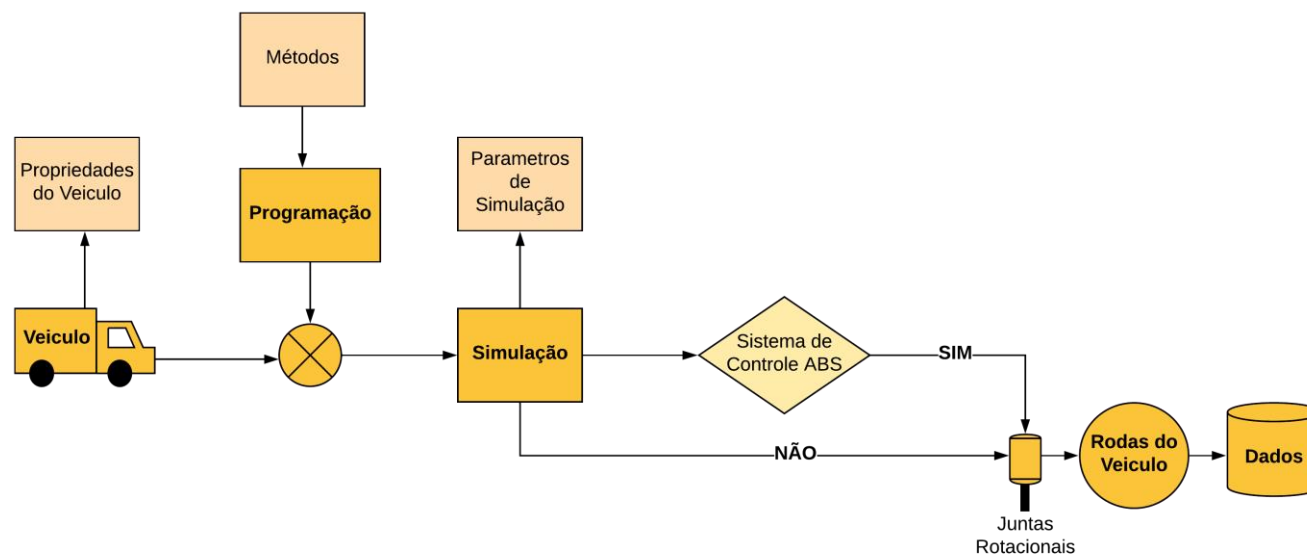
Figura 10 - Software de Modelagem 3D – TinkerCad.



Fonte: PRÓPRIA.

## ❑ Desenvolvimento

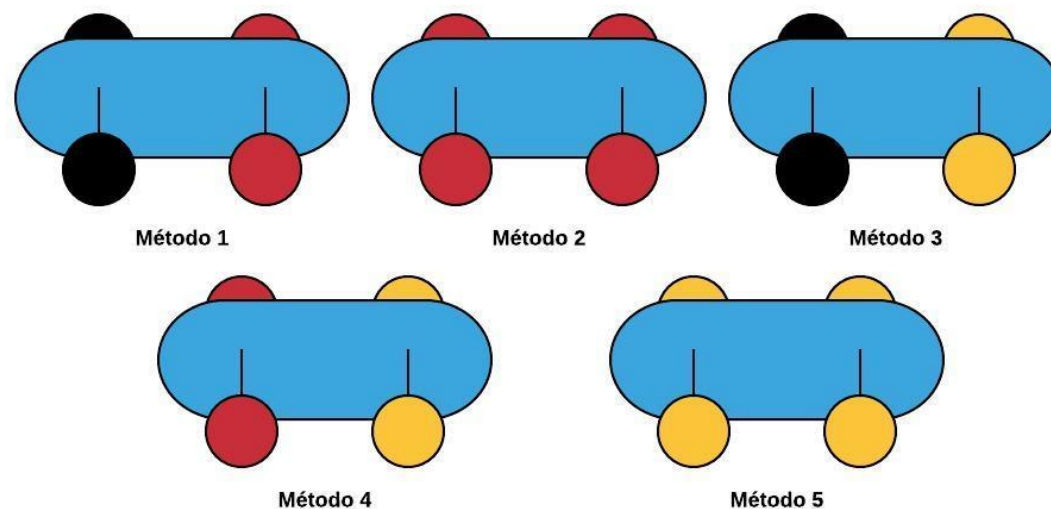
Figura 11 - Fluxograma apresentando o desenvolvimento do projeto.



Fonte: PRÓPRIA.

## ❑ Desenvolvimento da Configuração dos Freios

Figura 12 - Configuração dos freios utilizada durante as simulações.



Fonte: PRÓPRIA.

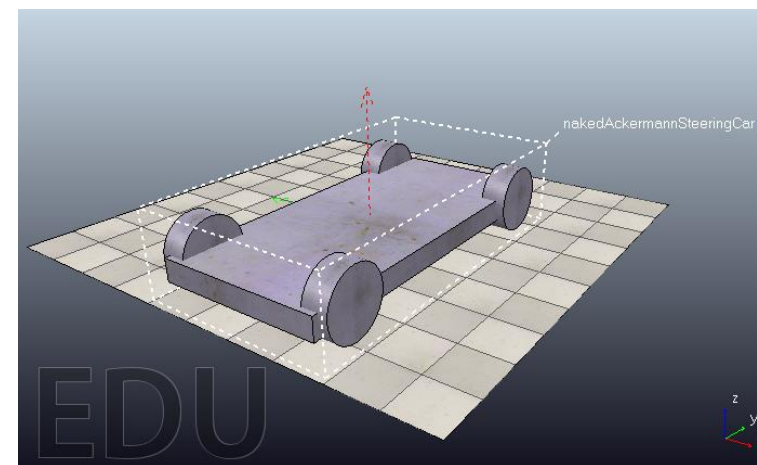
# METODOLOGIA

## ❑ Desenvolvimento do Modelo no CoppeliaSim

### ❑ Caracteristas do Veiculo

- Objetos primitivos
- Juntas prismáticas e rotacionais

Figura 13 - Modelo Escolhido: NakedAckermannSteeringCar.

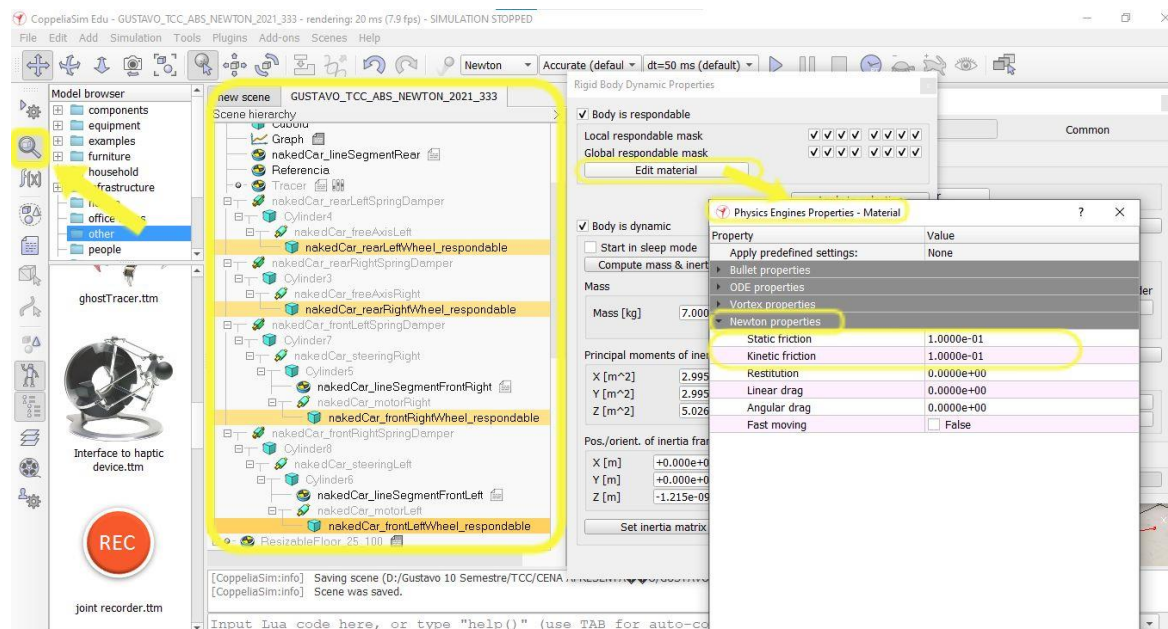


Fonte: PRÓPRIA.



## ❑ Desenvolvimento do ambiente de simulação

Figura 14 - Propriedades físicas do material das rodas no motor gráfico Newton.



Fonte: PRÓPRIA

## ❑ Desenvolvimento do ambiente de simulação

Figura 15 - Declaração de variáveis - pt.1

```
20 function sysCall_threadmain()
21     --INICIALIZACAO E DECLARACAO DE VARIAVEIS
22     veiculo = sim.getObjectHandle('GUSTAVO_CAR')
23     pontofinal = sim.getObjectHandle('PontoFinal')
24     steeringLeft=sim.getObjectHandle('nakedCar_steeringLeft')
25     steeringRight=sim.getObjectHandle('nakedCar_steeringRight')
26     motorLeft=sim.getObjectHandle('nakedCar_motorLeft')
27     motorRight=sim.getObjectHandle('nakedCar_motorRight')
28     distancia = sim.getDistanceHandle('Distance')
29     wleft = sim.getObjectHandle('nakedCar_rearLeftWheel_respondable')
30     wright = sim.getObjectHandle('nakedCar_rearRightWheel_respondable')
31     brake_right=sim.getObjectHandle('nakedCar_freeAxisRight')
32     brake_left=sim.getObjectHandle('nakedCar_freeAxisLeft')
33     desiredWheelRotSpeed = 0
34     wheelRotSpeedDx=20*math.pi/180
35     speed_refer = 18
36     local brake_force_left = 0
37     local brake_force_right = 0
38     local freio = false
```

Fonte: PRÓPRIA

## ❑ Desenvolvimento do ambiente de simulação

Figura 16 - Declarando variáveis - pt.2.

```
54  --OBTEM A POSICAO DO VEICULO
55  x,y,z = sim.getObjectPosition(veiculo,-1)
56  --OBTEM A VELOCIDADES DO LINEAR E ANGULAR DO VEICULO
57  linearVelocity,angular = sim.getObjectVelocity(veiculo)
58  --OBTEM AS VELOCIDADES ANGULARES E LINEARES DAS RODAS TRASEIRAS
59  lright,angularRight = sim.getObjectVelocity(wright)
60  lleft,angularLeft = sim.getObjectVelocity(wleft)
61  --OBTEM A VELOCIDADE ANGULAR ABSOLUTA DO VEICULO
62  vehicle_vel = math.sqrt(math.pow(linearVelocity[1], 2) + math.pow(linearVelocity[2], 2) + math.pow(linearVelocity[3], 2))
63  result,distance = sim.readDistance(distancia)
64  --OBTEM A VELOCIDADE ANGULAR ABSOLUTA DAS RODAS TRASEIRAS
65  vwrightAngular = math.sqrt(math.pow(angularRight[1], 2) + math.pow(angularRight[2], 2) + math.pow(angularRight[3], 2))
66  vwleftAngular= math.sqrt(math.pow(angularLeft[1], 2) + math.pow(angularLeft[2], 2) + math.pow(angularLeft[3], 2))
67  --CALCULO DE ESCORREGAMENTO
68  slip_right = (vehicle_vel - (vwrightAngular*0.317035))/vehicle_vel
69  slip_left = (vehicle_vel - (vwleftAngular*0.317035))/vehicle_vel
```

Fonte: PRÓPRIA

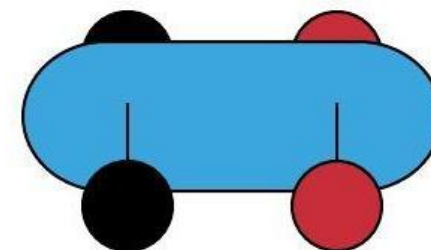
## ❑ Desenvolvimento do ambiente de simulação

Figura 17 – Condição de partida suave e frenagem.

```
71  --ACELERACAO SUAVE DO VEICULO
72  if(sim.getSimulationTime() > 3 and freio == false) then
73      desiredWheelRotSpeed = desiredWheelRotSpeed + wheelRotSpeedDx
74      print("Velocidade>: ",vehicle_vel,"VelocidadeRoda",vwrightAngular*0.317035)
75      sim.wait(0.2)
76  end
77  print("Velocidade>: ",vehicle_vel,"VelocidadeRoda",vwrightAngular*0.317035)
78
79  --ACIONAMENTO DA CONDICAO PARA OS FREIOS, APOS O VEICULO ATINGIR 18 M/S
80  --E ADICIONA UM PONTO DE INICIO DA DISTANCIA DE PARADA
81  if (vehicle_vel >= speed_refer)then
82      freio = true
83      sim.setObjectPosition(pontofinal,-1,x,y,z)
84  end
```

Fonte: PRÓPRIA

## ❑ Desenvolvimento do ambiente de simulação



Método 1

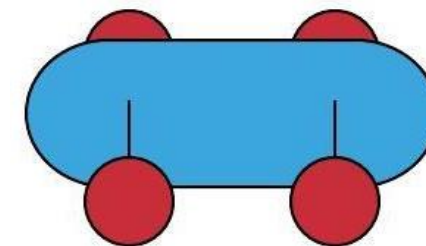
Figura 18 - Condição para o acesso do Método 1

```
86  --CONDICOES PARA FREIOS SEM ABS COM ATIVACAO NA DIANTEIRA
87  if(freio == true and brake4x == false and ABS == false and ABS_EXP == false and ABS4x == false) then
88      desiredWheelRotSpeed=0
89      brake_force_left = 2000
90      brake_force_right = 2000
91      sim.setJointForce(motorLeft, 0)
92      sim.setJointForce(motorRight, 0)
93      print('Metodo 1 : Distancia SEM ABS na dianteira',distance)
94  end
```

Fonte: PRÓPRIA

## ❑ Desenvolvimento do ambiente de simulação

Figura 19 - Condição para o acesso do Método 2

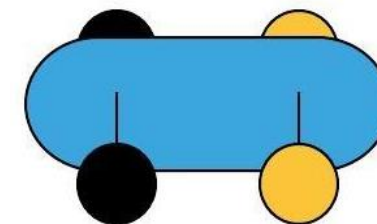


Método 2

```
96  --CONDICOES PARA FREIOS SEM ABS COM ATIVA??O NAS QUATRO RODAS
97  if(freio == true and brake4x == true and ABS == false and ABS_EXP == false and ABS4x == false) then
98      desiredWheelRotSpeed=0
99      brake_force_left = 2000
100     brake_force_right = 2000
101     sim.setJointForce(motorLeft, 2000)
102     sim.setJointForce(motorRight, 2000)
103     print('Metodo 2 : Distancia SEM ABS 4x Rodas',distance)
104 end
```

Fonte: PRÓPRIA

## ❑ Desenvolvimento do ambiente de simulação



Método 3

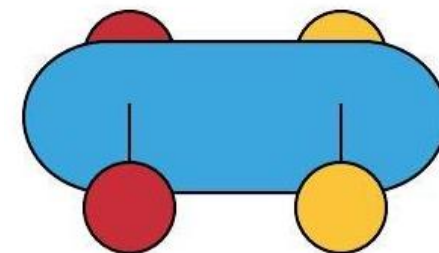
Figura 20 - Condição para o acesso do Método 3

```
106  --CONDICOES PARA FREIOS COM ABS APENAS NA DIANTEIRA---
107  if(freio == true and ABS == true and ABS_EXP == false and ABS4x == false and brake4x == false) then
108      desiredWheelRotSpeed=0
109      sim.setJointForce(motorLeft, 0)
110      sim.setJointForce(motorRight, 0)
111      print('Metodo 3: Distancia COM ABS2x',distance)
112      if(slip_right < 0.2)then
113          brake_force_right = 2000
114      elseif(slip_left < 0.2)then
115          brake_force_left = 2000
116      else
117          brake_force_left = 0
118          brake_force_right = 0
119      end
120  end
121  end
```

Fonte: PRÓPRIA



## ❑ Desenvolvimento do ambiente de simulação



Método 4

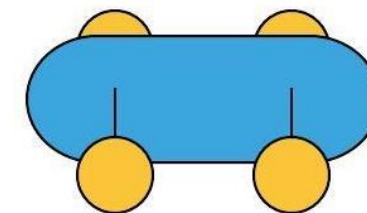
Figura 21 - Condição para o acesso do Método 4

```
123  --CONDICOES PARA FREIOS COM ABS COM TRAVAMENTO NA DIANTEIRA---
124  if(freio == true and ABS == false and ABS4x == true and ABS_EXP == false and brake4x == false) then
125      desiredWheelRotSpeed=0
126      sim.setJointForce(motorRight, 2000)
127      sim.setJointForce(motorLeft, 2000)
128      print('Metodo 4: Distancia COM ABS4x',distance)
129  if(slip_right < 0.2)then
130      brake_force_right = 2000
131  elseif(slip_left < 0.2)then
132      brake_force_left = 2000
133  else
134      brake_force_left = 0
135      brake_force_right = 0
136
137  end
138  end
```

Fonte: PRÓPRIA



## ❑ Desenvolvimento do ambiente de simulação



Método 5

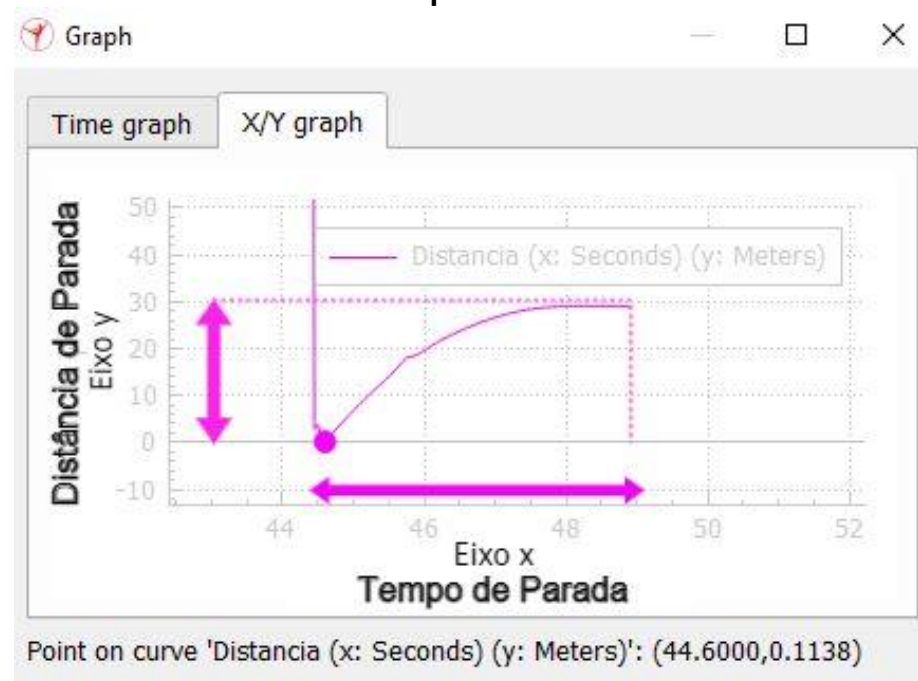
Figura 22 - Condição para o acesso do Método 5

```
140  --FREIOS COM ABS NAS QUATRO RODAS
141  if(freio == true and ABS_EXP == true and ABS == false and ABS4x == false and brake4x == false) then
142      desiredWheelRotSpeed=0
143      print('Metodo 5: Distancia COM ABS4x EXP',distance)
144      if(slip_right < 0.2)then
145          brake_force_right = 2000
146          sim.setJointForce(motorRight, 2000)
147      elseif(slip_left < 0.2)then
148          brake_force_left = 2000
149          sim.setJointForce(motorLeft, 2000)
150      else
151          brake_force_left = 0
152          brake_force_right = 0
153          sim.setJointForce(motorLeft, 0)
154          sim.setJointForce(motorRight, 0)
155
156      end
157  end
```

Fonte: PRÓPRIA

# RESULTADOS OBTIDOS

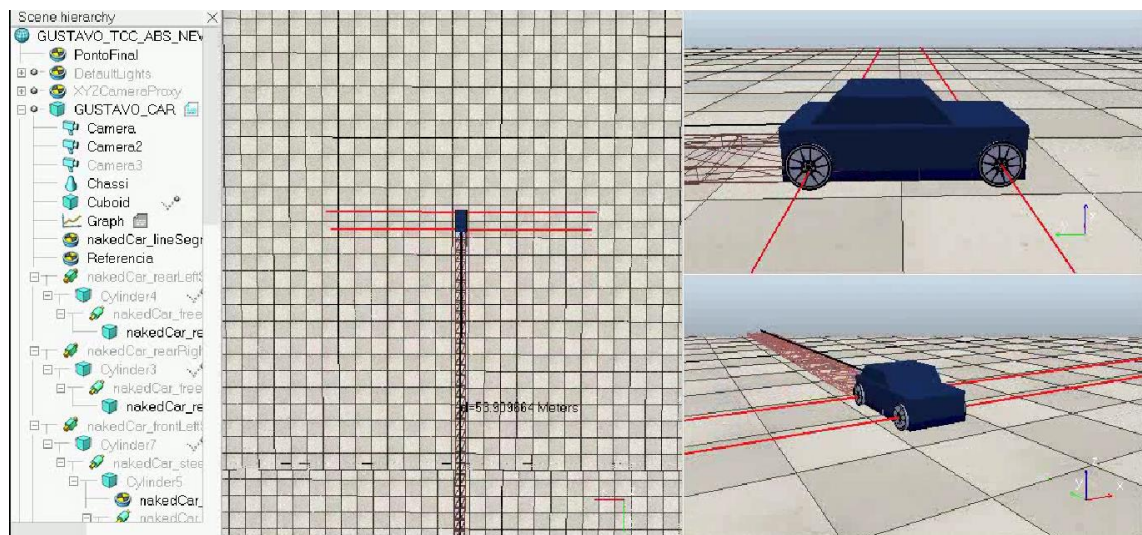
Figura 23 - Obtenção dos valores do tempo e distância de parada.



Fonte: PRÓPRIA

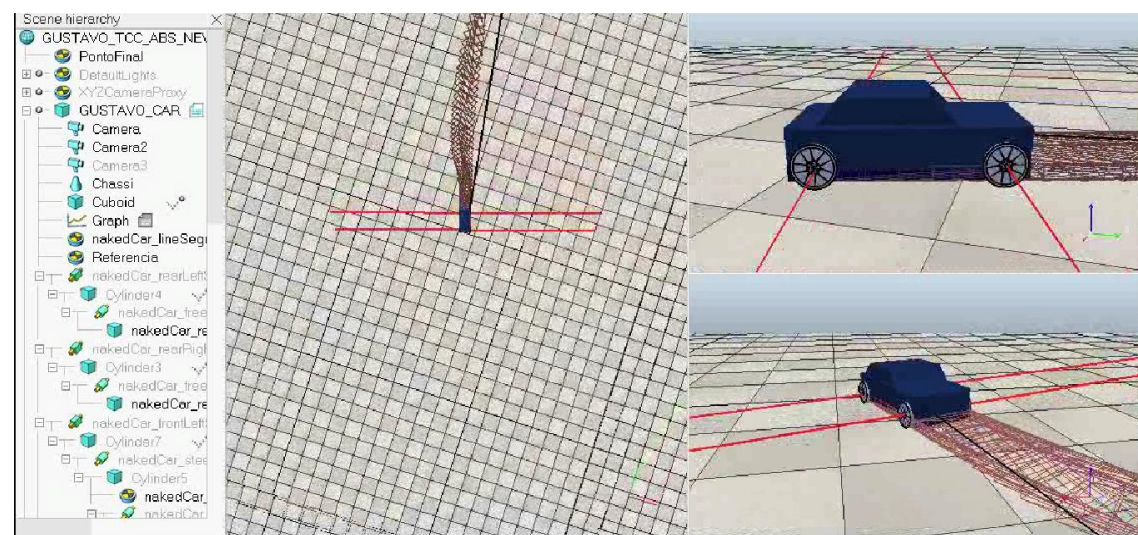
# RESULTADOS OBTIDOS

Figura 24 - Frenagem do veículo com o sistema ABS no gelo (0,1).



Fonte: PRÓPRIA

Figura 25 - Instabilidade do veículo durante a frenagem sem ABS no gelo (0,1).

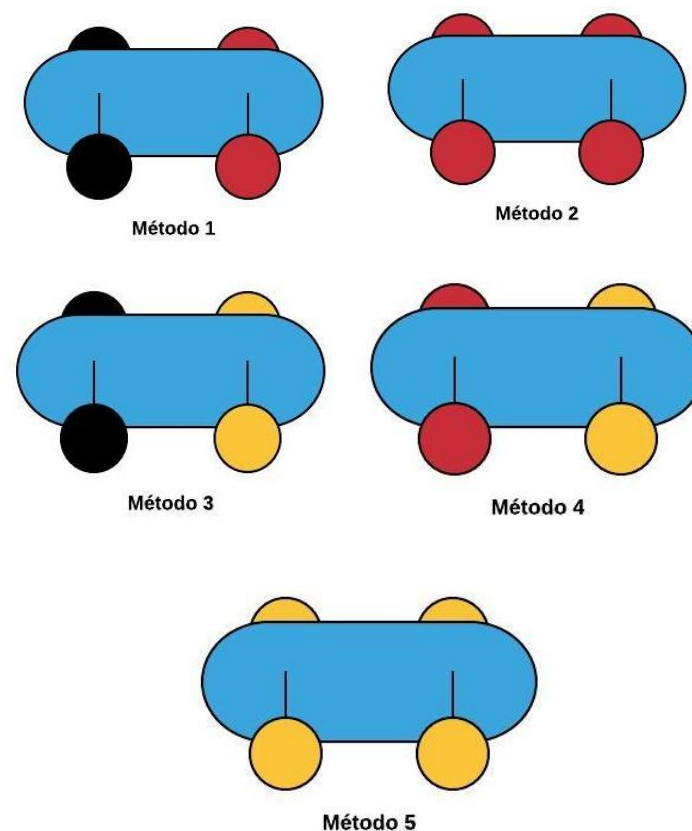
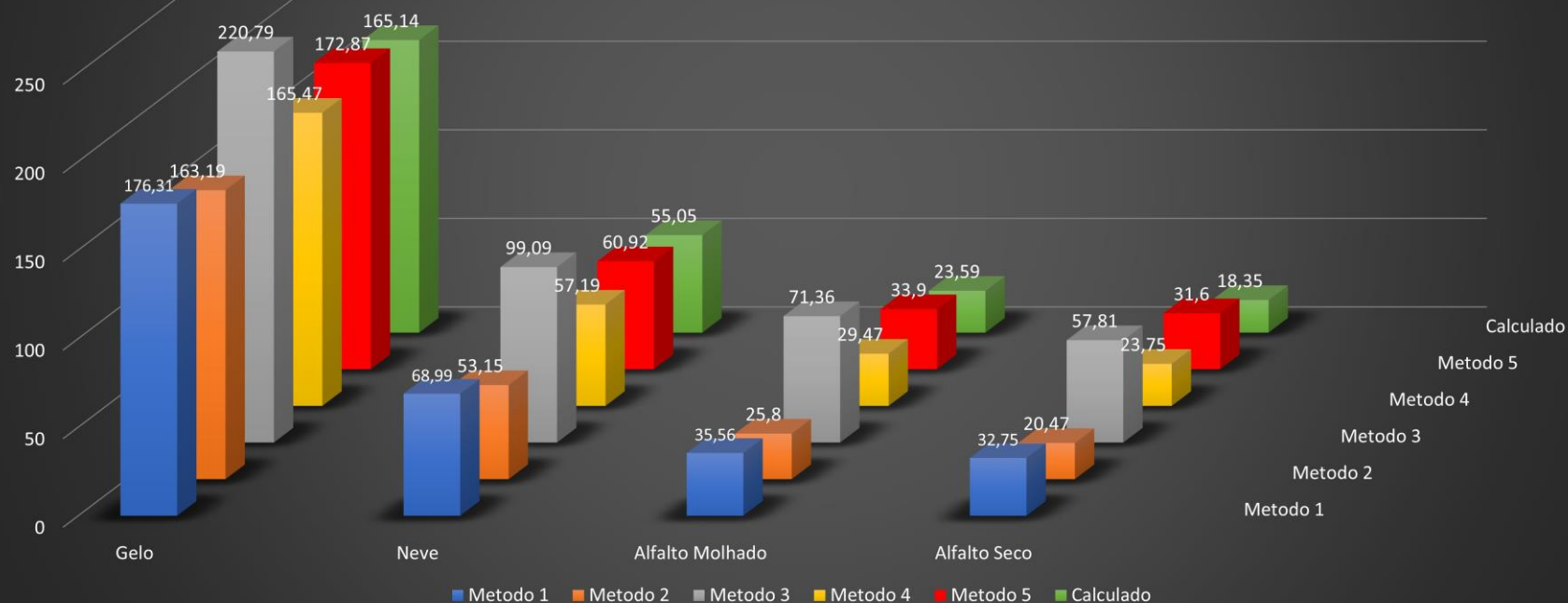


Fonte: PRÓPRIA

# RESULTADOS OBTIDOS

## Distância de Parada [m]

Figura 26: Gráfico da Distância de parada coletada durante as simulações



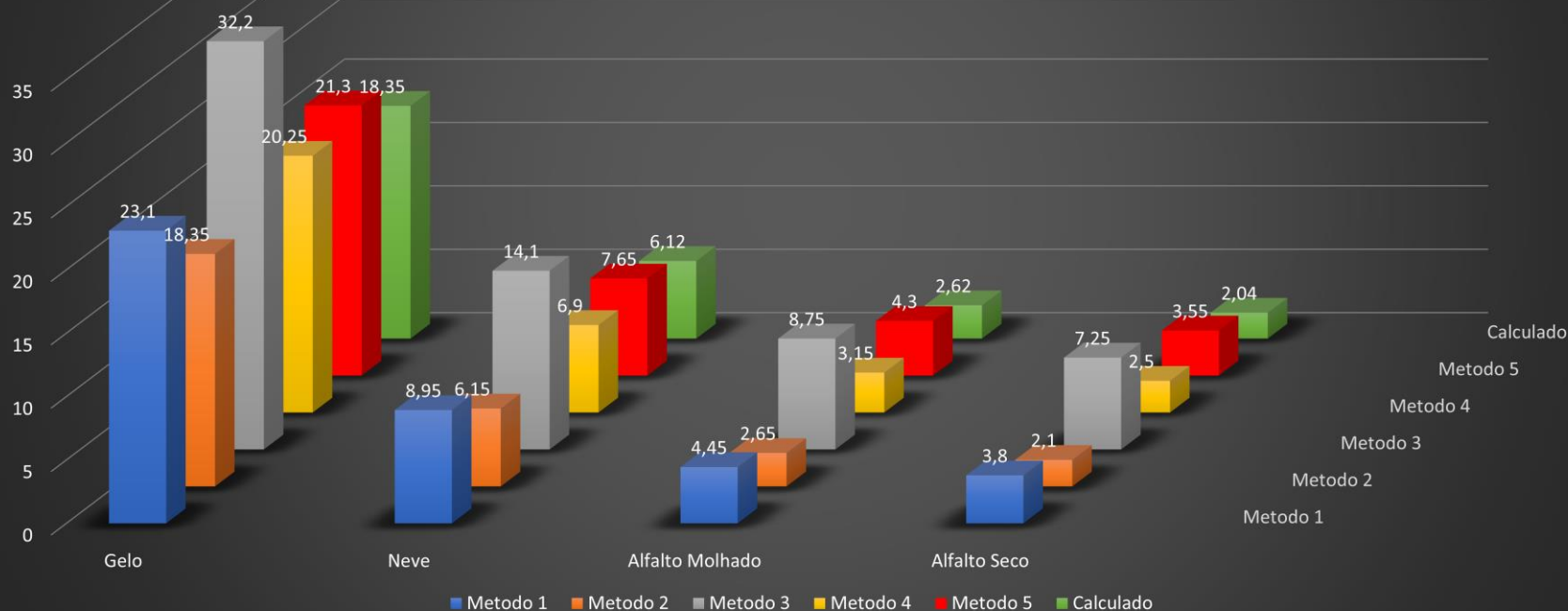
Fonte: PRÓPRIA.



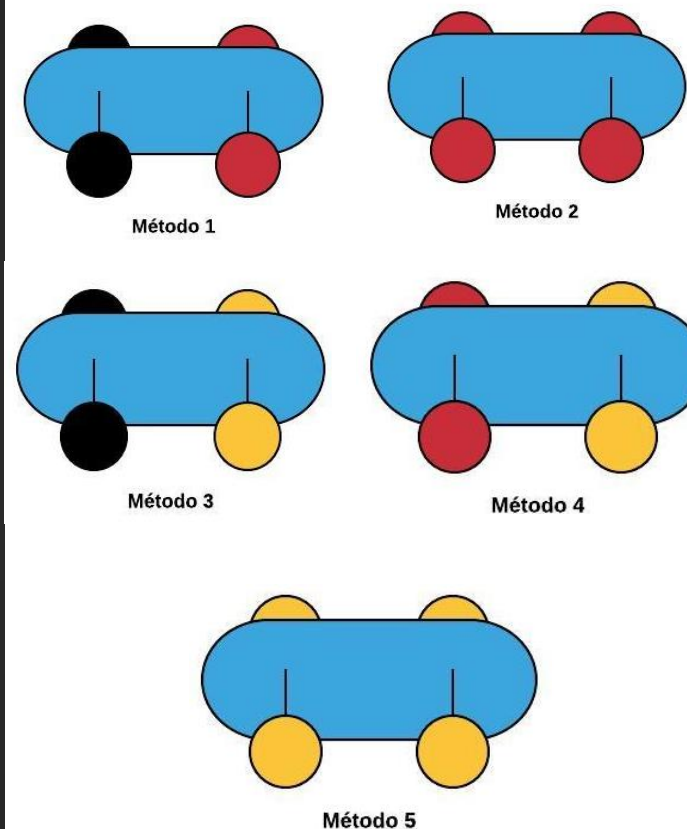
# RESULTADOS OBTIDOS

Tempo de Parada [s]

Figura 27 - Gráfico do tempo de parada obtidos durante a simulação.



Fonte: PRÓPRIA.



# CONCLUSÃO

## ☐ Desempenho:

- ☐ Controle.
- ☐ Estabilidade.
- ☐ Distancia e tempo de parada.
- ☐ Dificuldades.

# CONCLUSÃO

## ☐ Trabalho futuros:

- ☐ Controle PID.
- ☐ Melhorar o sistema.
- ☐ Simulações de frenagem durante uma curva.
- ☐ Simulação de reação do piloto.

# REFERÊNCIAS:

- ❑ PRIETO, R. D. Freios hidráulicos: da física básica à dinâmica veicular, do sistema convencional aos sistemas eletrônicos. São Paulo: SENAI-SP Editora. Edição do Kindle. (2014).
- ❑ CONTRAN, N. Resolução CONTRAN n 380 de 28/04/2011. Dispõe sobre a obrigatoriedade do uso do sistema antitravamento das rodas - ABS. Normas Brasil, Brasília, 2011. Disponível em: Acesso em: 23 de maio de 2020.
- ❑ NICOLAZZI, L. C.; ROSA, E.; LEAL, L. C. M. Uma introdução à modelagem quase-estática de automóveis. (Publicação interna da UFSC) Santa Catarina, 2012. Disponível em:  
<[http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TMEC078/Bibliografia/2012\\_Uma\\_introducao\\_a\\_modelagem\\_quase\\_estatica\\_de\\_automoveis\\_NICOLAZZI\\_APOSTILA.pdf](http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TMEC078/Bibliografia/2012_Uma_introducao_a_modelagem_quase_estatica_de_automoveis_NICOLAZZI_APOSTILA.pdf)>.  
Acesso em: 10 de Janeiro de 2020.



# REFERÊNCIAS:

- ❑ KISSAI, M. et al. Adaptive Robust Vehicle Motion Control for Future OverActuated Vehicles. Paris, 2019. Disponível em: . Acesso em: 10 de abril de 2020.
- ❑ COUTINHO, D. J. Estudo de viabilidade de um sistema antibloqueio de freios aplicado a um protótipo de Fórmula SAE. (Trabalho de conclusão de curso), São Carlos, 2017. Disponível em: . Acesso em: 9 de janeiro de 2020.
- ❑ ISO 8855. Road vehicles — Vehicle dynamics and road-holding ability — Vocabulary. ISO 8855:2011. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, 2011. Disponível em: Acesso em: 17 de fevereiro de 2021.
- ❑ CoppeliaSim. CoppeliaSim: robot simulator. Disponível em: . Acesso em: 10 de abril de 2020.

# REFERÊNCIAS:

- ❑ DA SILVA, J. M. G. **Ação Liga-Desliga (On-Off)**. UFRGS (Apostilas), 2000. Disponível em: <http://www.ece.ufrgs.br/~jmgomes/pid/Apostila/apostila/node20.html>. Acesso em: 17 de março de 2021.

# Obrigado!

Gustavo Duarte E Silva.

**E-mail:** [gusduarte6@gmail.com](mailto:gusduarte6@gmail.com)

## Agradecimentos:



**COPPELIA**  **ROBOTICS**