

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais  
Departamento de Computação  
Laboratório de Inteligência Artificial

## **Tarefa 2 - Lógica Fuzzy**

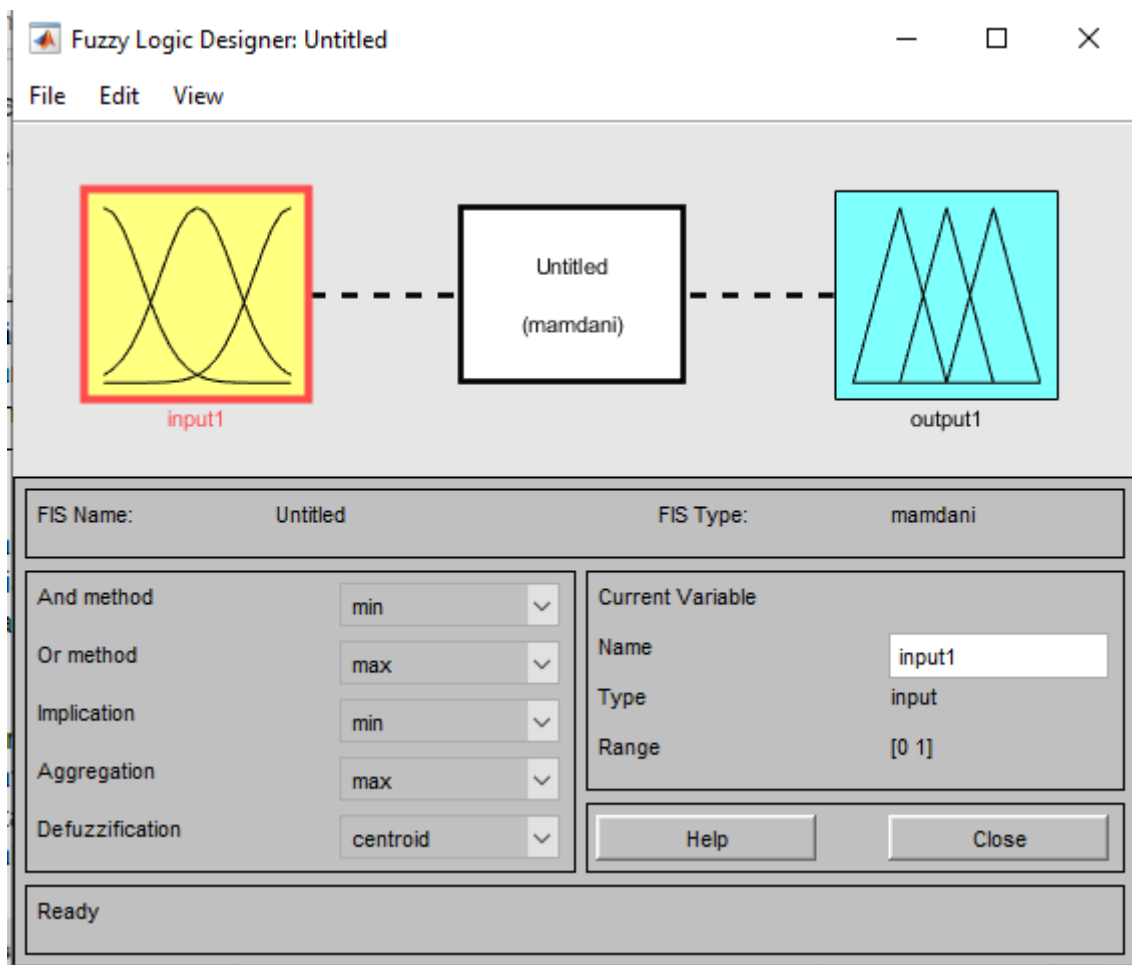
Matrícula:  
20183012537  
20183000330

Nome:  
Diego Santos Gonçalves  
Mariana Bulgarelli Alves dos Santos

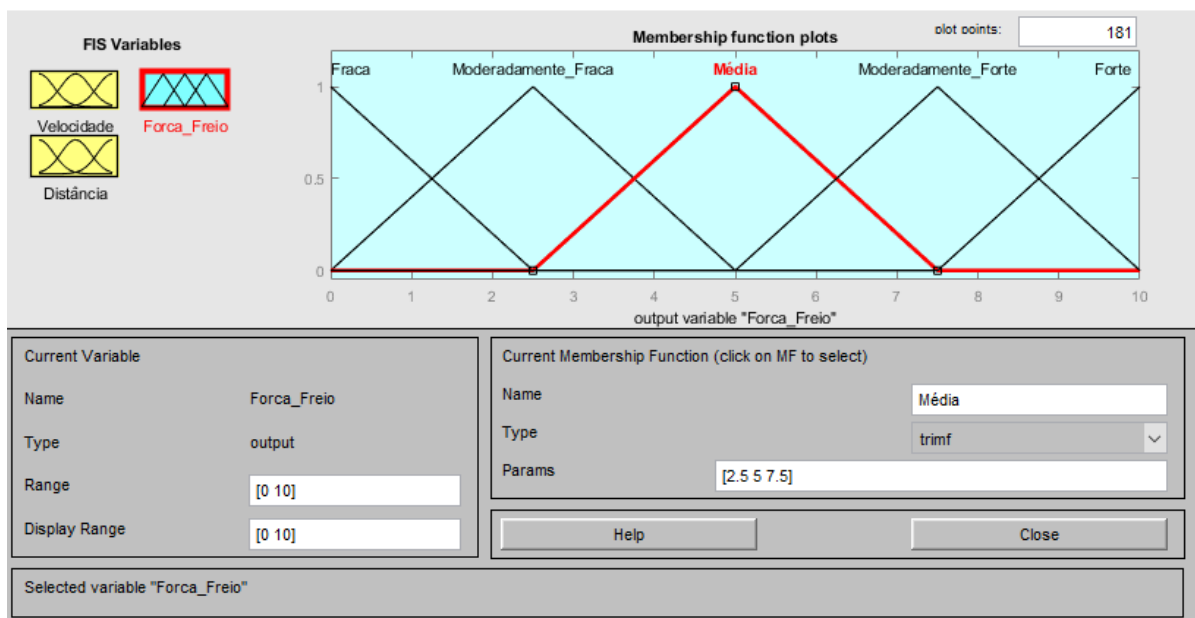
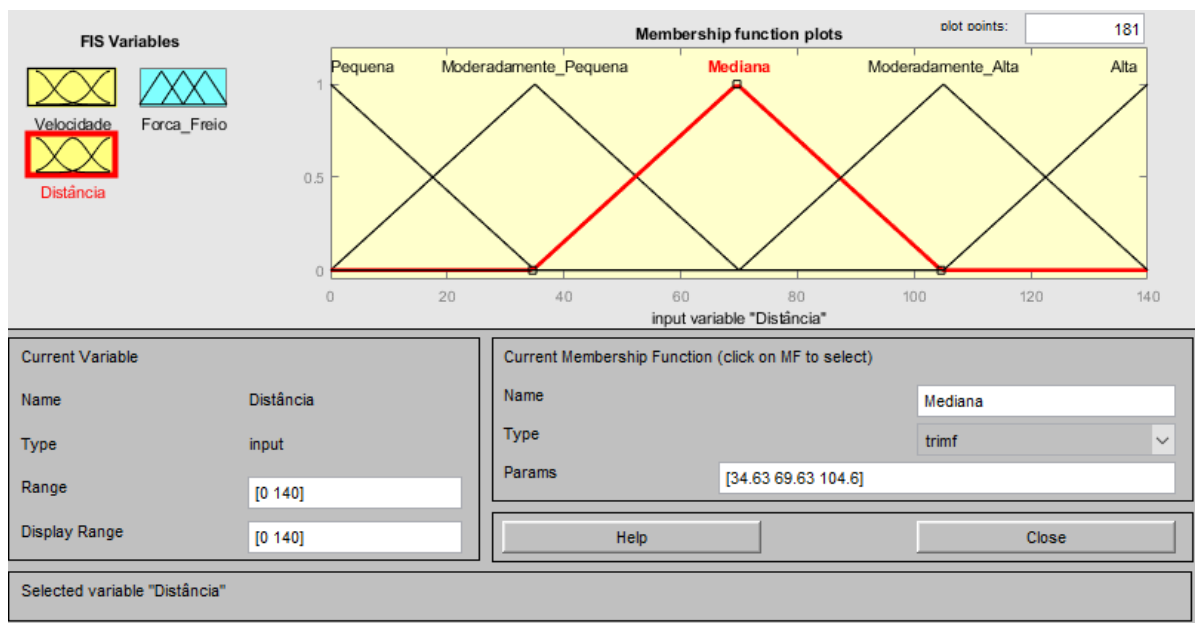
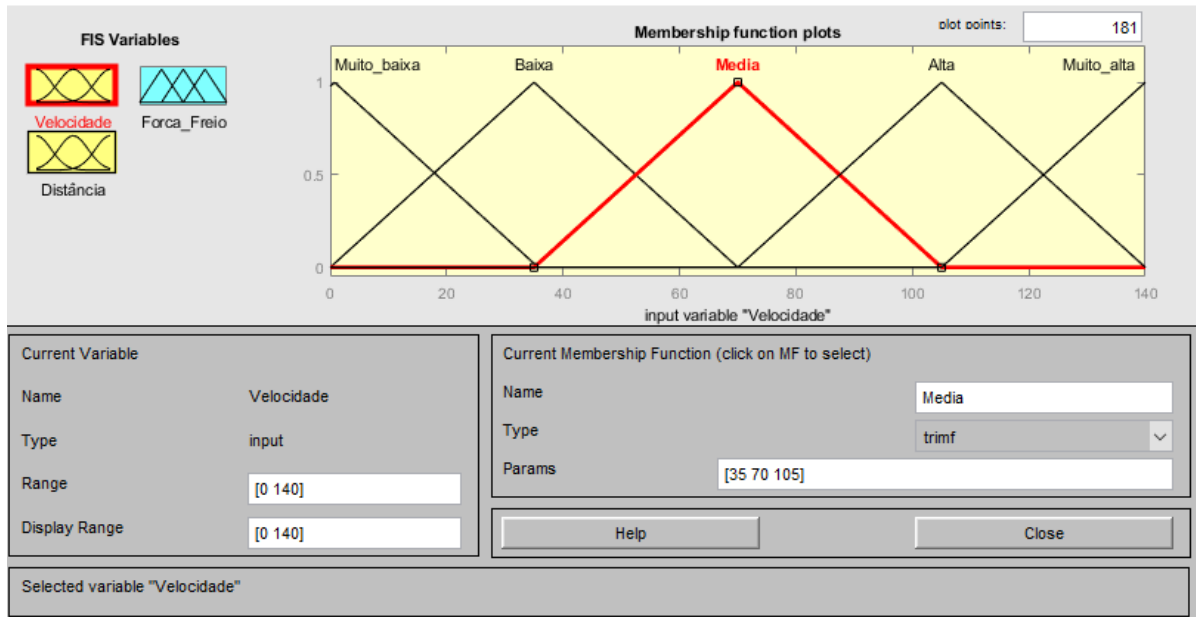
**Questão 1:** Considerando o sistema abaixo, empregue o método de inferência de Mamdani para obter saída do sistema nebuloso. Particione o universo de discurso de cada uma das variáveis linguísticas de entrada em 5 conjuntos fuzzy (termos primários).

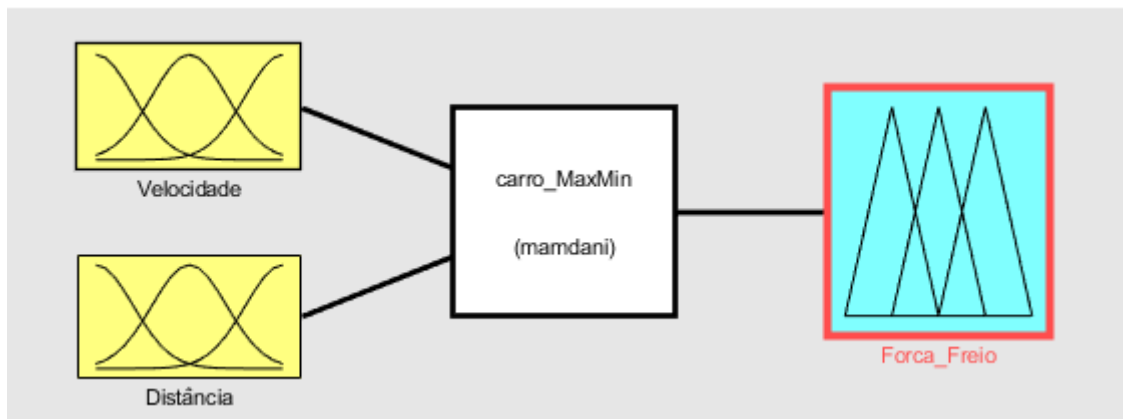
O principal objetivo desta tarefa foi aprendermos mais sobre a lógica Fuzzy e sobre o modelo Mamdani. Para isso foi proposto a criação de um sistema fuzzy para redução de velocidade de um veículo ao se aproximar de outro. Neste caso tivemos como entrada a velocidade atual do veículo e a distância entre os dois veículos.

Para realização dessa prática, foi utilizado o programa **Matlab** para criação do modelo de Inferência de Mamdani. Inicialmente inserimos o comando “fuzzy” para a abertura da tela para criação da lógica Fuzzy.



Nesta janela colocamos e configuramos as variáveis de entrada (“Distancia” e “Velocidade”) e a variável de saída (“Forca\_Freio”). Para esta configuração, as variáveis linguísticas serão compostas por 5 conjuntos fuzzy usando uma função de pertinência Fuzzy triangular. As figuras abaixo a configuração final dessas variáveis.





Para a “Velocidade”, foi escolhido um intervalo de 0 a 140 Km/h, limite de velocidade máximo em rodovias de muitos países. Já para a “Distancia”, considerando o tempo de reação e a frenagem, além de usarmos dados do Instituto de Física da UFRGS, consideramos um intervalo de 0 a 140 metros. Por fim, para a variável de saída “Força\_freio”, foi utilizado um intervalo de 0 a 10, indicando a porcentagem de força que deve ser aplicada no pedal do freio.

O próximo e último passo foi construir as regras de produção do modelo Mamdani. Essas regras foram compostas por um produto cartesiano dos conjuntos fuzzy das duas variáveis de entrada (as relações fuzzy). Dessa forma teremos ao todo 25 regras. A consequência da ativação dessas regras na variável de saída foi escolhida por nós. Decidimos que caso a velocidade seja alta e distância pequena, pelo risco ser maior, a força na frenagem deveria ser máxima, e nivelamos a força de frenagem de acordo com os conjuntos fuzzy presentes (por exemplo, velocidade baixa e distância pequena a força de frenagem seria média). A figura a seguir, mostra as regras criadas para o sistema.

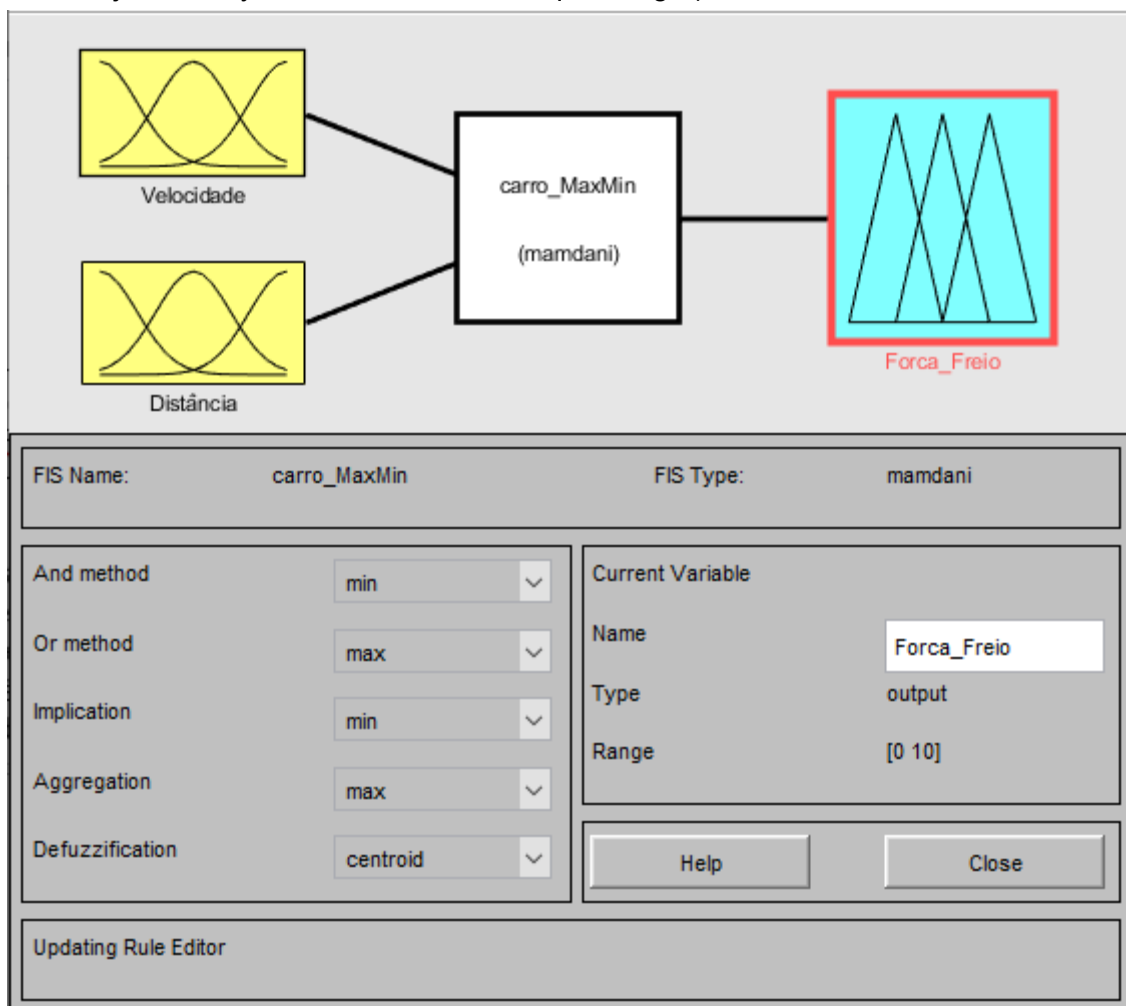
1. If (Velocidade is Alta) and (Distância is Pequena) then (Força\_Freio is Forte) (1)
2. If (Velocidade is Alta) and (Distância is Moderadamente\_Alta) then (Força\_Freio is Moderadamente\_Forte) (1)
3. If (Velocidade is Alta) and (Distância is Moderadamente\_Pequena) then (Força\_Freio is Forte) (1)
4. If (Velocidade is Alta) and (Distância is Mediana) then (Força\_Freio is Moderadamente\_Forte) (1)
5. If (Velocidade is Alta) and (Distância is Alta) then (Força\_Freio is Moderadamente\_Fraca) (1)
6. If (Velocidade is Muito\_alta) and (Distância is Pequena) then (Força\_Freio is Forte) (1)
7. If (Velocidade is Muito\_alta) and (Distância is Moderadamente\_Pequena) then (Força\_Freio is Forte) (1)
8. If (Velocidade is Muito\_alta) and (Distância is Mediana) then (Força\_Freio is Moderadamente\_Forte) (1)
9. If (Velocidade is Muito\_alta) and (Distância is Moderadamente\_Alta) then (Força\_Freio is Moderadamente\_Forte) (1)
10. If (Velocidade is Muito\_alta) and (Distância is Alta) then (Força\_Freio is Média) (1)
11. If (Velocidade is Média) and (Distância is Alta) then (Força\_Freio is Fraca) (1)
12. If (Velocidade is Média) and (Distância is Moderadamente\_Alta) then (Força\_Freio is Moderadamente\_Fraca) (1)
13. If (Velocidade is Média) and (Distância is Mediana) then (Força\_Freio is Média) (1)
14. If (Velocidade is Média) and (Distância is Moderadamente\_Pequena) then (Força\_Freio is Moderadamente\_Forte) (1)
15. If (Velocidade is Média) and (Distância is Pequena) then (Força\_Freio is Moderadamente\_Forte) (1)
16. If (Velocidade is Baixa) and (Distância is Pequena) then (Força\_Freio is Média) (1)
17. If (Velocidade is Baixa) and (Distância is Moderadamente\_Pequena) then (Força\_Freio is Moderadamente\_Fraca) (1)
18. If (Velocidade is Baixa) and (Distância is Mediana) then (Força\_Freio is Moderadamente\_Fraca) (1)
19. If (Velocidade is Baixa) and (Distância is Moderadamente\_Alta) then (Força\_Freio is Fraca) (1)
20. If (Velocidade is Baixa) and (Distância is Alta) then (Força\_Freio is Fraca) (1)
21. If (Velocidade is Muito\_baixa) and (Distância is Alta) then (Força\_Freio is Fraca) (1)
22. If (Velocidade is Muito\_baixa) and (Distância is Moderadamente\_Alta) then (Força\_Freio is Fraca) (1)
23. If (Velocidade is Muito\_baixa) and (Distância is Mediana) then (Força\_Freio is Fraca) (1)
24. If (Velocidade is Muito\_baixa) and (Distância is Moderadamente\_Pequena) then (Força\_Freio is Moderadamente\_Fraca) (1)
25. If (Velocidade is Muito\_baixa) and (Distância is Pequena) then (Força\_Freio is Moderadamente\_Fraca) (1)

**Questão 2:** Faça simulações do funcionamento do sistema usando inferências MAX-MIN e MAXPROD e discuta os resultados encontrado

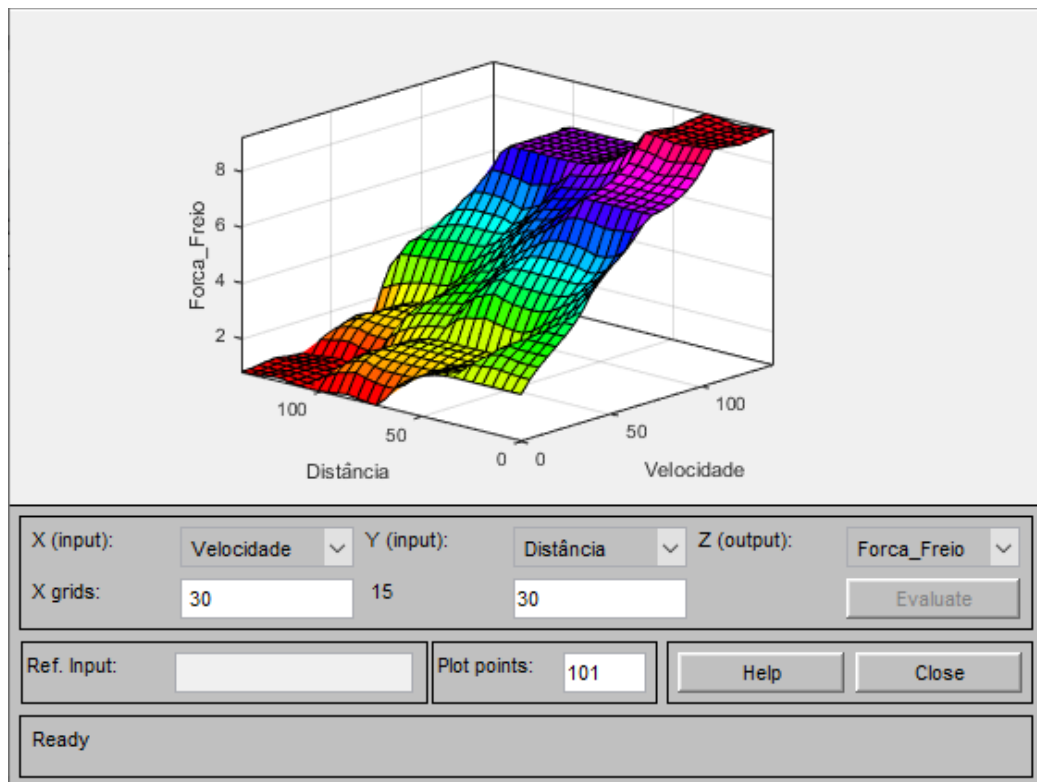
Na simulação, devem ser escolhidas qual função será utilizada no cálculo do AND (para calcular a ativação de cada regra) e no cálculo da agregação dos resultados para obtenção de um resultado único.

#### Inferência MAX-MIN:

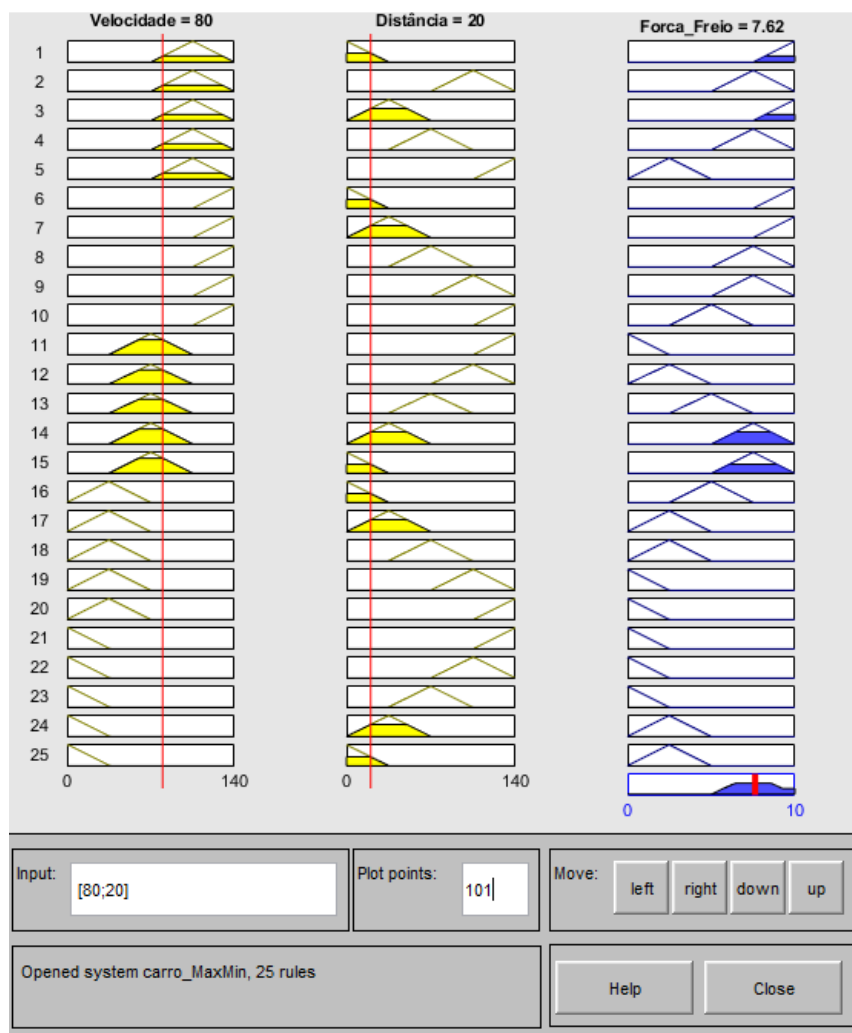
No primeiro caso estamos utilizando o sistema MAX-MIN. Deste modo, teremos que a agregação utilizará a função máxima (o resultado final será o maior valor encontrado no cálculo da ativação das regras) e o AND será a função mínima (o menor grau de pertinência entre o conjunto fuzzy das duas variáveis daquela regra).



Com isso, podemos observar a superfície deste modelo:

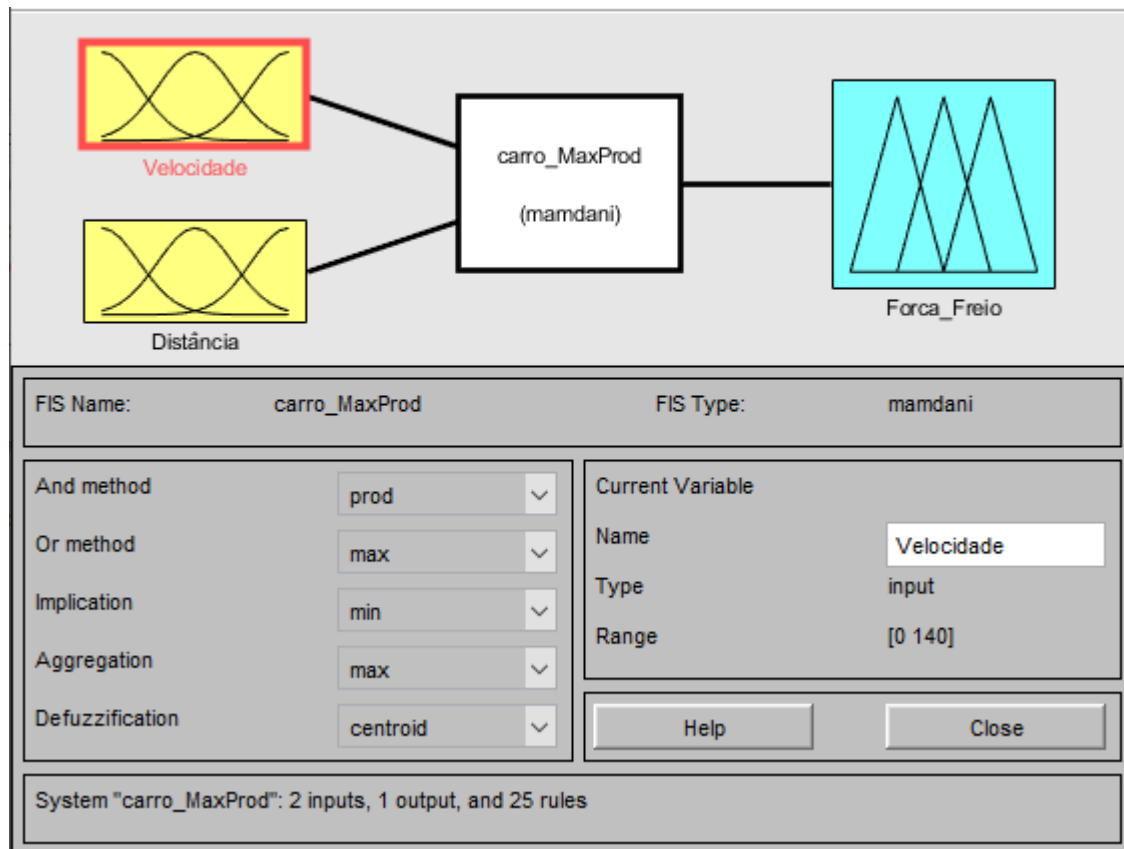


Para testarmos este sistema Fuzzy, selecionamos uma velocidade de 80 Km/h e uma distância de 20 metros. Encontramos assim que a porcentagem da força de frenagem deverá ser de 76,2%.

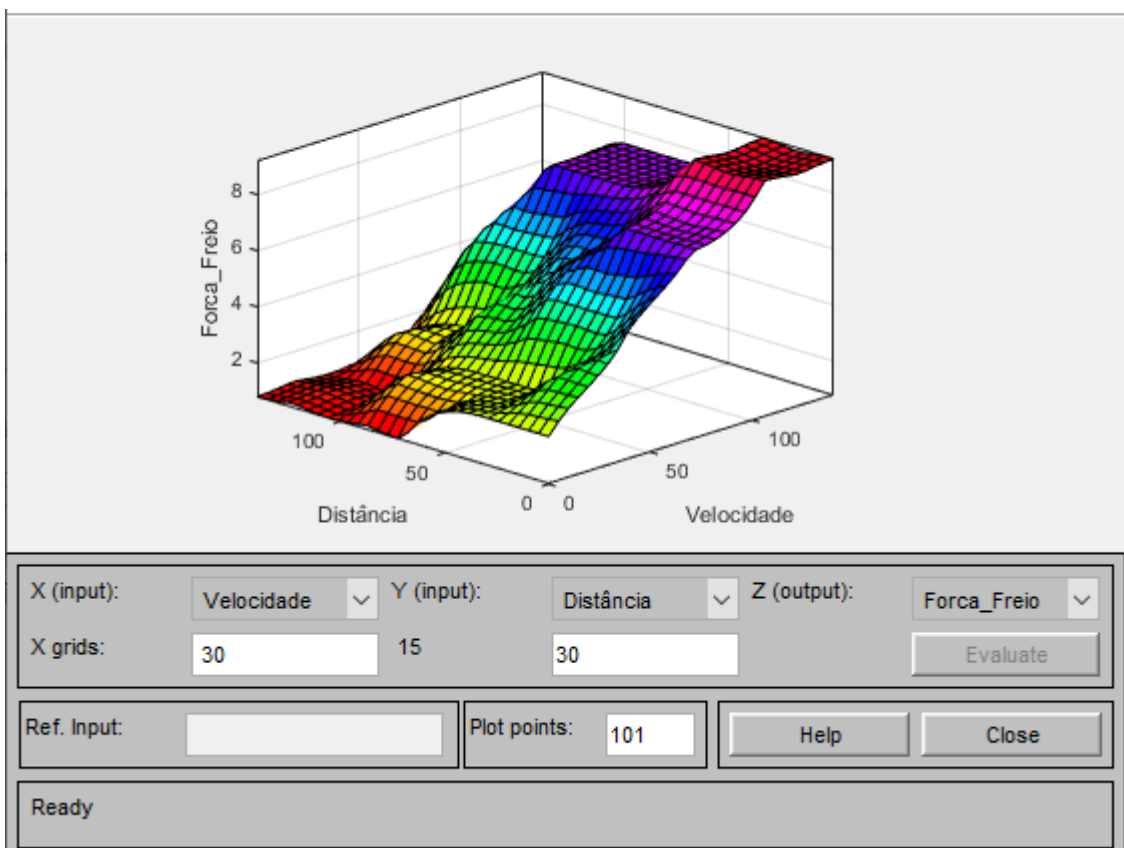


### Inferência MAX-PROD:

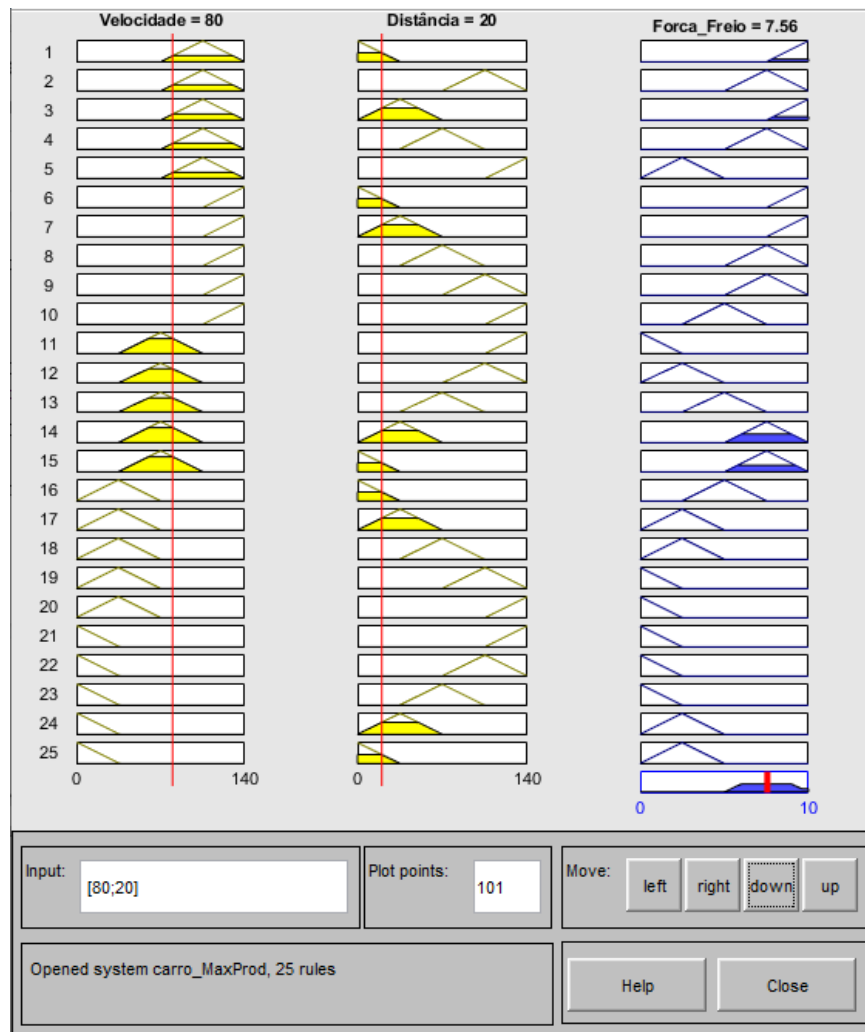
No segundo caso, usando inferências de MAX-PROD, o AND será uma função de produto (o produto entre os dois graus de pertinência na relação fuzzy da ativação daquela regra) e a agregação será a função máxima.



A superfície desse modelo será:



E utilizando os mesmos valores da simulação com MAX-MIN (velocidade de 80 Km/h e distância de 20 metros). Encontramos uma porcentagem de 75,6% na força de frenagem.



## Conclusão:

Ao compararmos os resultados obtidos nas simulações, vemos uma grande proximidade entre a força de frenagem ao utilizarmos os mesmos parâmetros de entrada para as duas inferências MAX-MIN e MAX-PROD. Isso pode ter ocorrido devido ao fato das escalas utilizadas nas variáveis de entrada serem iguais (0 a 140 para as duas) ou por todas as variáveis utilizarem a mesma função de pertinência Fuzzy (a triangular).

Mesmo possuindo valores muito próximos, para este sistema onde devemos medir a força de frenagem necessária, a inferência MAX-PROD seria a melhor opção. Isso se deve ao fato que ela leva em conta as duas variáveis de entrada (velocidade e distância) para o cálculo da saída, o que para este caso é mais útil visto que, ambas as variáveis são importantes para medir a força de frenagem necessária e não podem ser ignoradas.

Os arquivos fuzzy construídos (carro\_MaxMin.fis e carro\_MaxProd.fis para o Matlab) estão em anexo.