

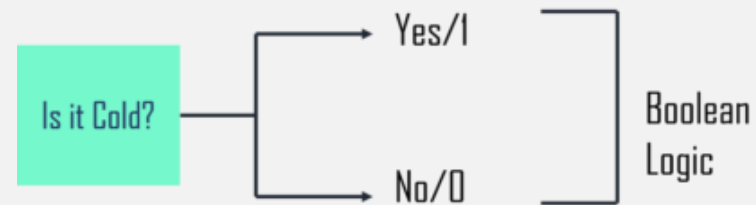
LÓGICA FUZZY ESTIPULAÇÃO DE GORJETA

SISTEMAS FUZZY

- Sistemas Fuzzy trabalham com Informações Qualitativas.
- Ideias como “Hoje está **mais ou menos** quente”, “O show é **meio** caro”, “Coloque **um pouco** de sal”, “A velocidade é **alta**”.
- No caso do exemplo da gorjeta temos informações como “Serviço **muito ruim**”, “Comida **muito boa**”, “Gorjeta **razoável**”.

SISTEMAS FUZZY

- Na lógica clássica tradicional as fronteiras dos conjuntos são bem definidas. Os objetos pertencem ou não a uma determinada classe.
- Na lógica fuzzy essas fronteiras não são bem definidas, sendo então flexíveis. Os objetos podem pertencer mais (ou menos) a uma determinada classe.



PROBLEMA

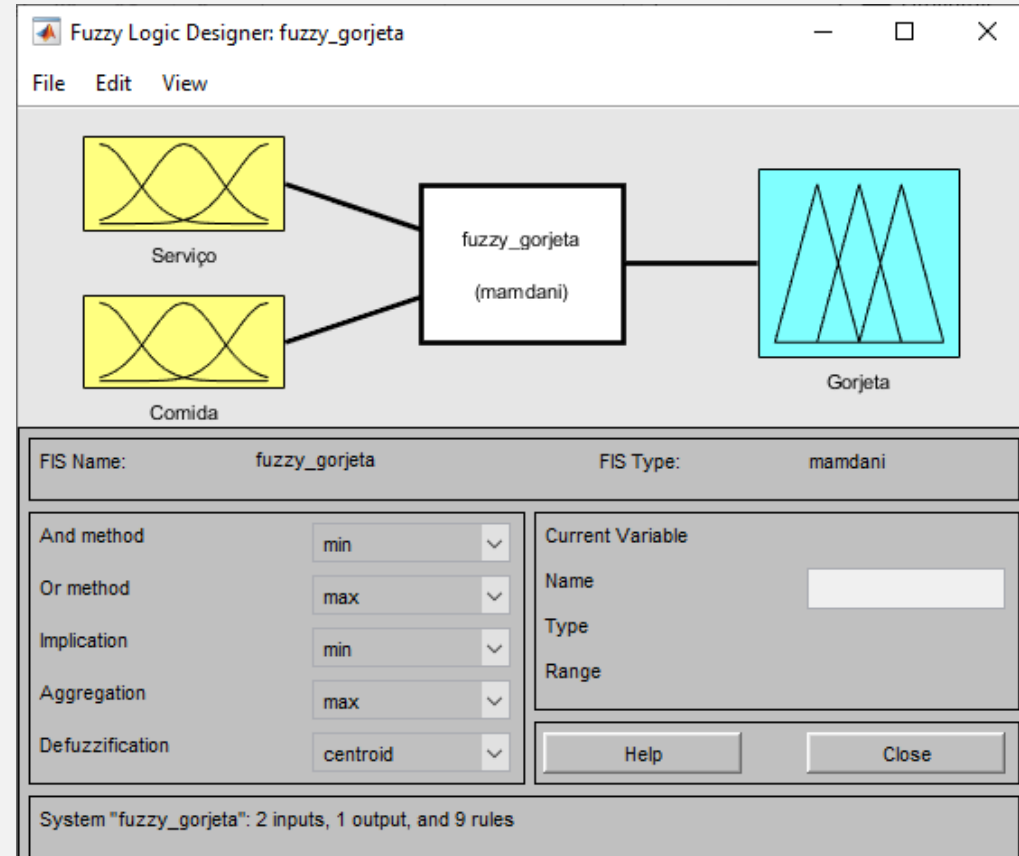
Projete um sistema fuzzy para estipular a gorjeta a ser dada em um restaurante de acordo com a qualidade do serviço e da comida. Considere as seguintes diretrizes gerais:

- Um número entre zero e dez representa a qualidade do serviço de um restaurante (dez é excelente);
- Outro número entre zero e dez representa a qualidade da comida (dez é excelente);
- Suponha que uma gorjeta pequena é 10%, uma gorjeta razoável é 15% e uma gorjeta grande é 20%.

PROBLEMA

Os operadores fuzzy a serem utilizados serão os seguintes:

- Conectivo: E (Mínimo) e OU (Máximo)
- Implicação: Mamdani
- Agregação: Máximo
- Defuzzificação: Centro de Área (CDA)



PROBLEMA

Conjunto de termos:

- Serviço
 - Muito Ruim: trapezoidal $a=0, b=0, c=2, d=4$;
 - Razoável: triangular $a=0, b=5, c=10$;
 - Muito Bom: trapezoidal $a=6, b=8, c=10, d=10$;
- Comida
 - Muito Ruim: trapezoidal $a=0, b=0, c=2, d=4$;
 - Razoável: triangular $a=1, b=5, c=7$;
 - Muito Boa: trapezoidal $a=6, b=8, c=10, d=10$;
- Gorjeta
 - Pequena: trapezoidal $a=0, b=0, c=10, d=10$;
 - Razoável: trapezoidal $a=10, b=10, c=15, d=15$;
 - Grande: trapezoidal $a=15, b=15, c=20, d=20$;

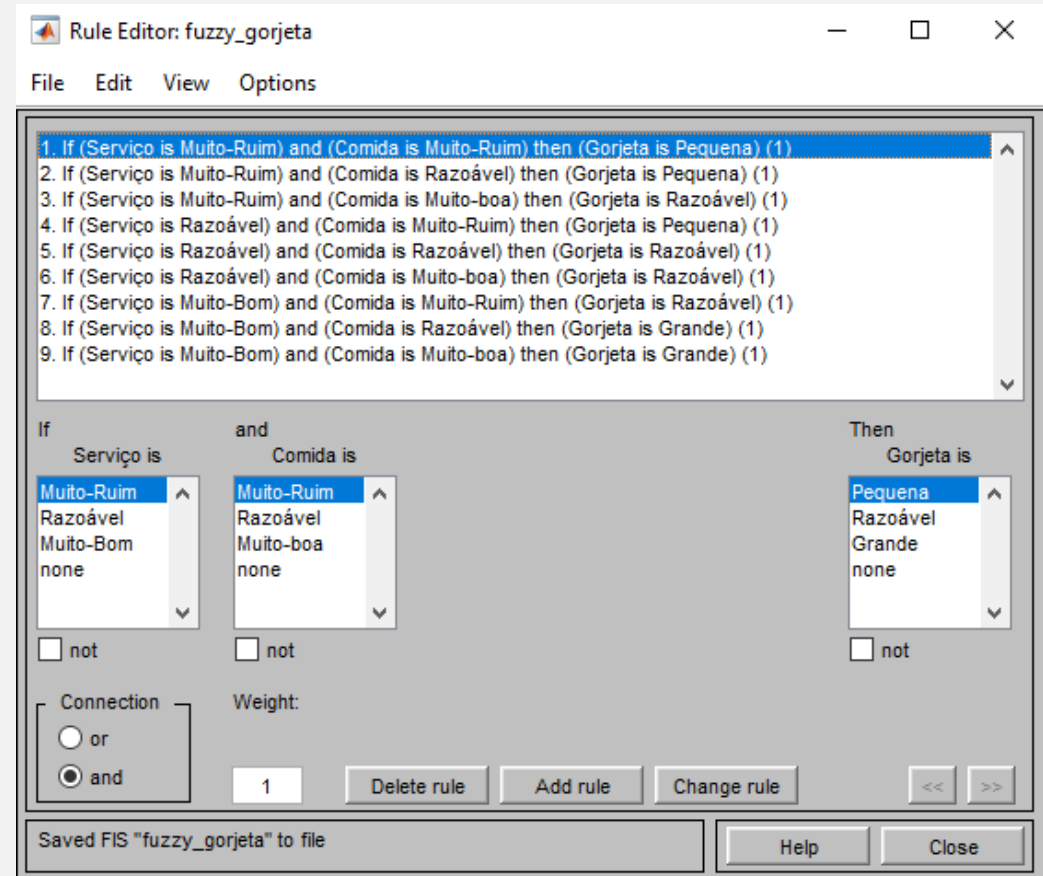
Conjunto de regras:

- Se serviço é muito ruim E comida é muito ruim ENTÃO gorjeta é pequena;
- Se serviço é muito ruim E comida é razoável ENTÃO gorjeta é pequena;
- Se serviço é muito ruim e comida é muito boa ENTÃO gorjeta é razoável;
- Se serviço é razoável E comida é muito ruim ENTÃO gorjeta é pequena;
- Se serviço é razoável E comida é razoável ENTÃO gorjeta é razoável;
- Se serviço é razoável E comida é muito boa ENTÃO gorjeta é razoável;
- Se serviço é muito bom E comida é muito ruim ENTÃO gorjeta é razoável;
- Se serviço é muito bom E comida é razoável ENTÃO gorjeta é grande;
- Se serviço é muito bom E comida é muito boa ENTÃO gorjeta é grande;

PROBLEMA

Conjunto de regras:

- Se serviço é muito ruim E comida é muito ruim ENTÃO gorjeta é pequena;
- Se serviço é muito ruim E comida é razoável ENTÃO gorjeta é pequena;
- Se serviço é muito ruim e comida é muito boa ENTÃO gorjeta é razoável;
- Se serviço é razoável E comida é muito ruim ENTÃO gorjeta é pequena;
- Se serviço é razoável E comida é razoável ENTÃO gorjeta é razoável;
- Se serviço é razoável E comida é muito boa ENTÃO gorjeta é razoável;
- Se serviço é muito bom E comida é muito ruim ENTÃO gorjeta é razoável;
- Se serviço é muito bom E comida é razoável ENTÃO gorjeta é grande;
- Se serviço é muito bom E comida é muito boa ENTÃO gorjeta é grande;

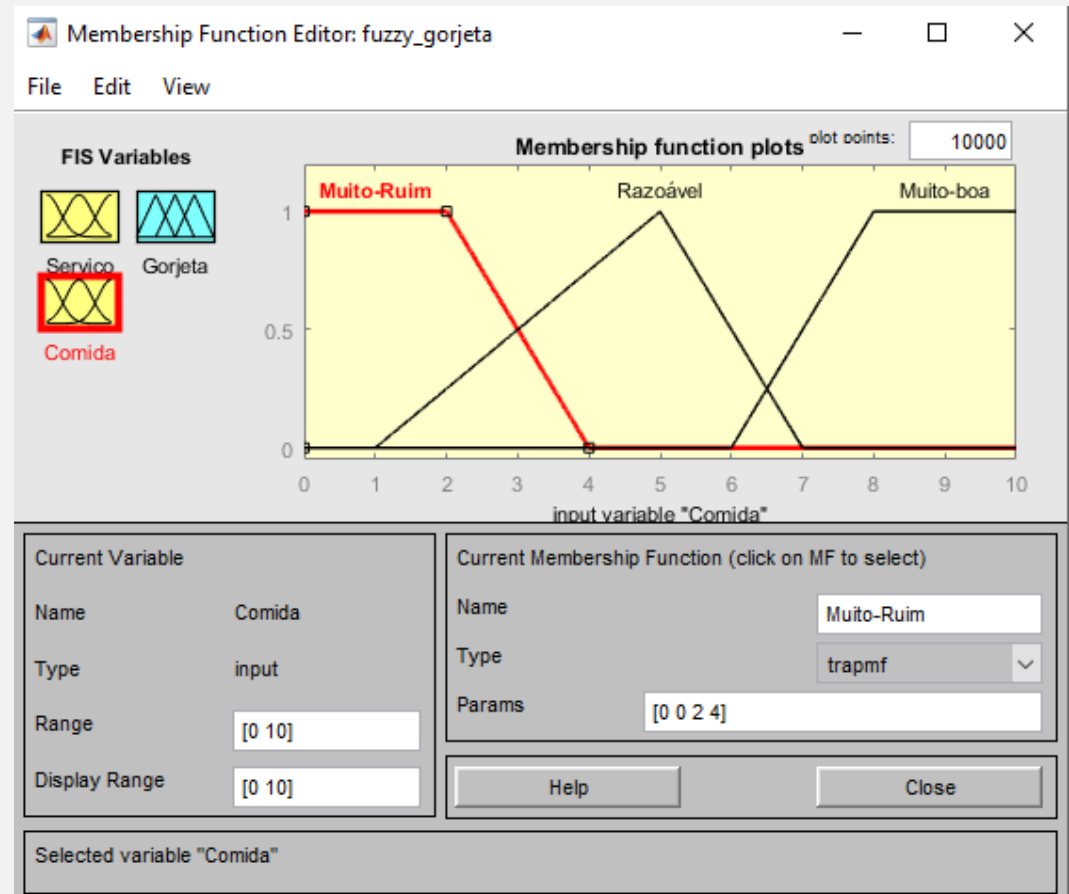
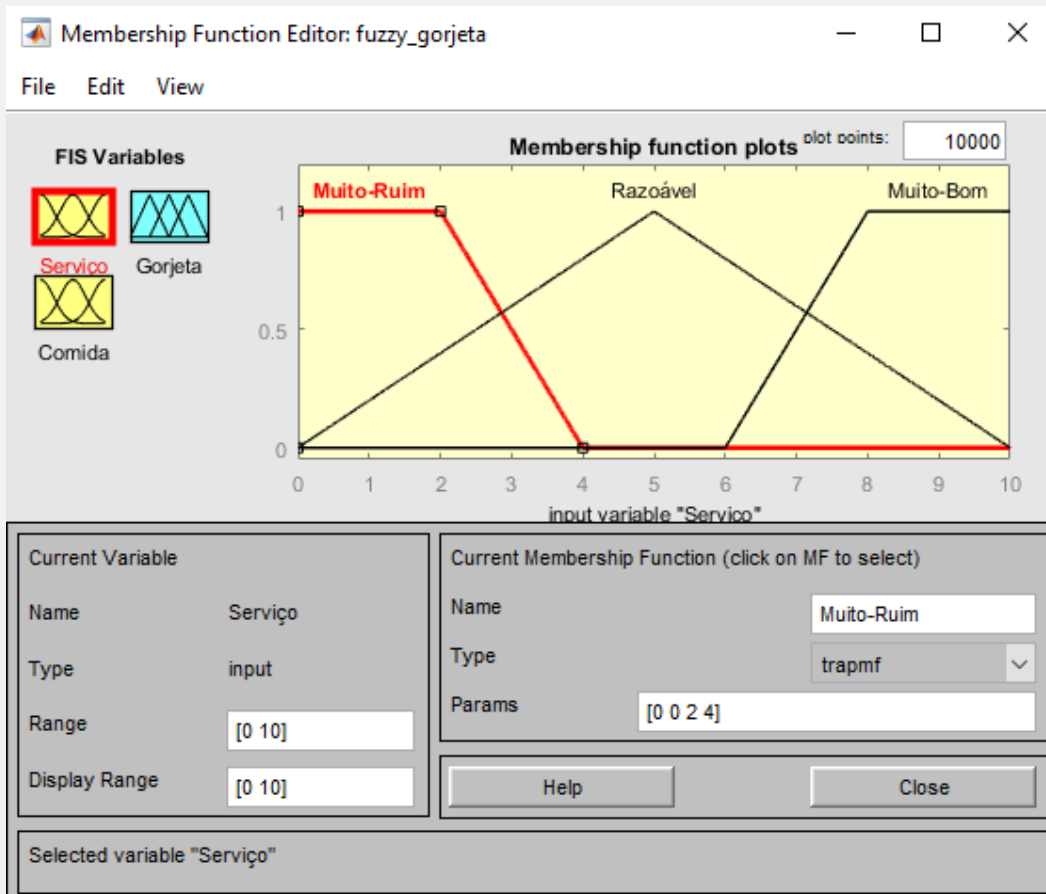


PROBLEMA

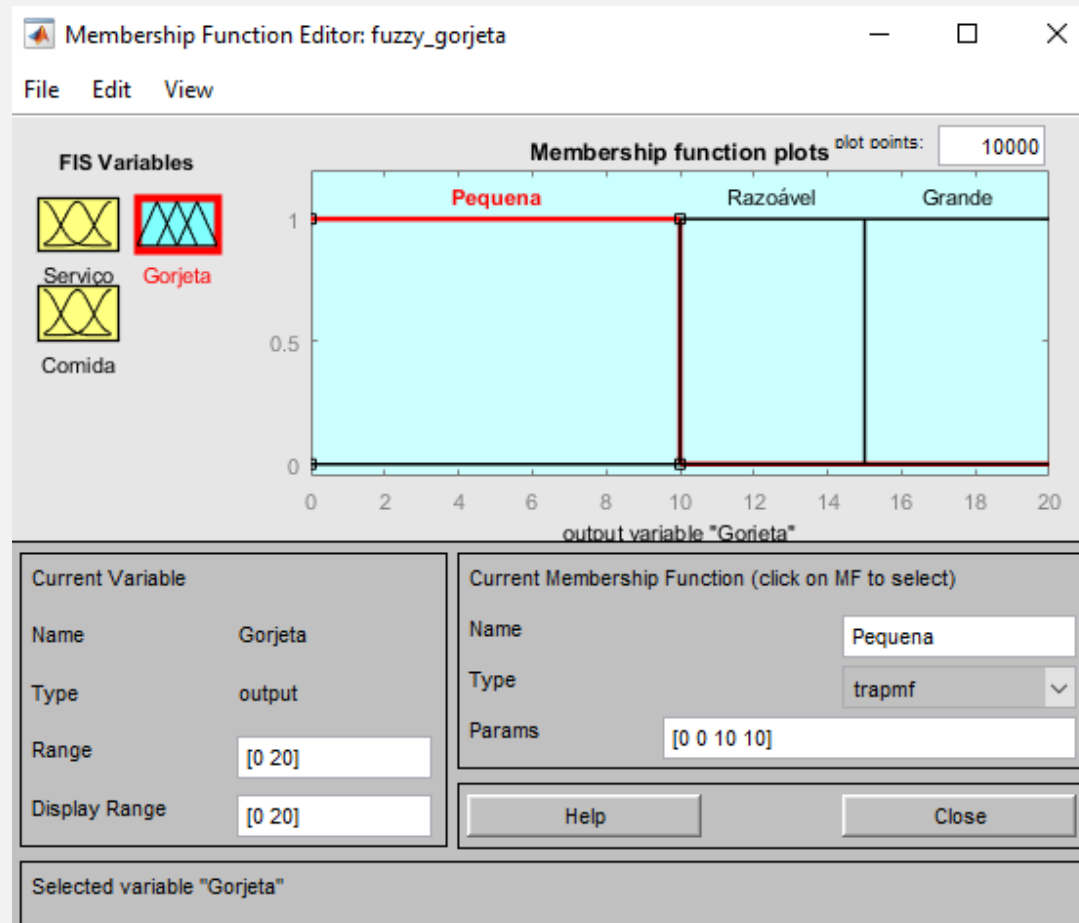
Para esse exercício pede-se para uma discretização do universo de discurso de 10000:

- 1 Gráficos das variáveis de entrada;
- 2 Gráficos das variáveis de saída;
- 3 Valor da gorjeta caso: serviço = 3.7 e comida = 6.8;
- 4 Gráfico das regras ativadas;
- 5 Gráfico da saída após agregar as regras ativadas;
- 6 Se a discretização for feita com 10 pontos, há muita diferença ?
- 7 Qual a diferença para o garçom de uma gorjeta grande possuir a função de pertinência igual a 0.8 e uma probabilidade de 0.8 ?

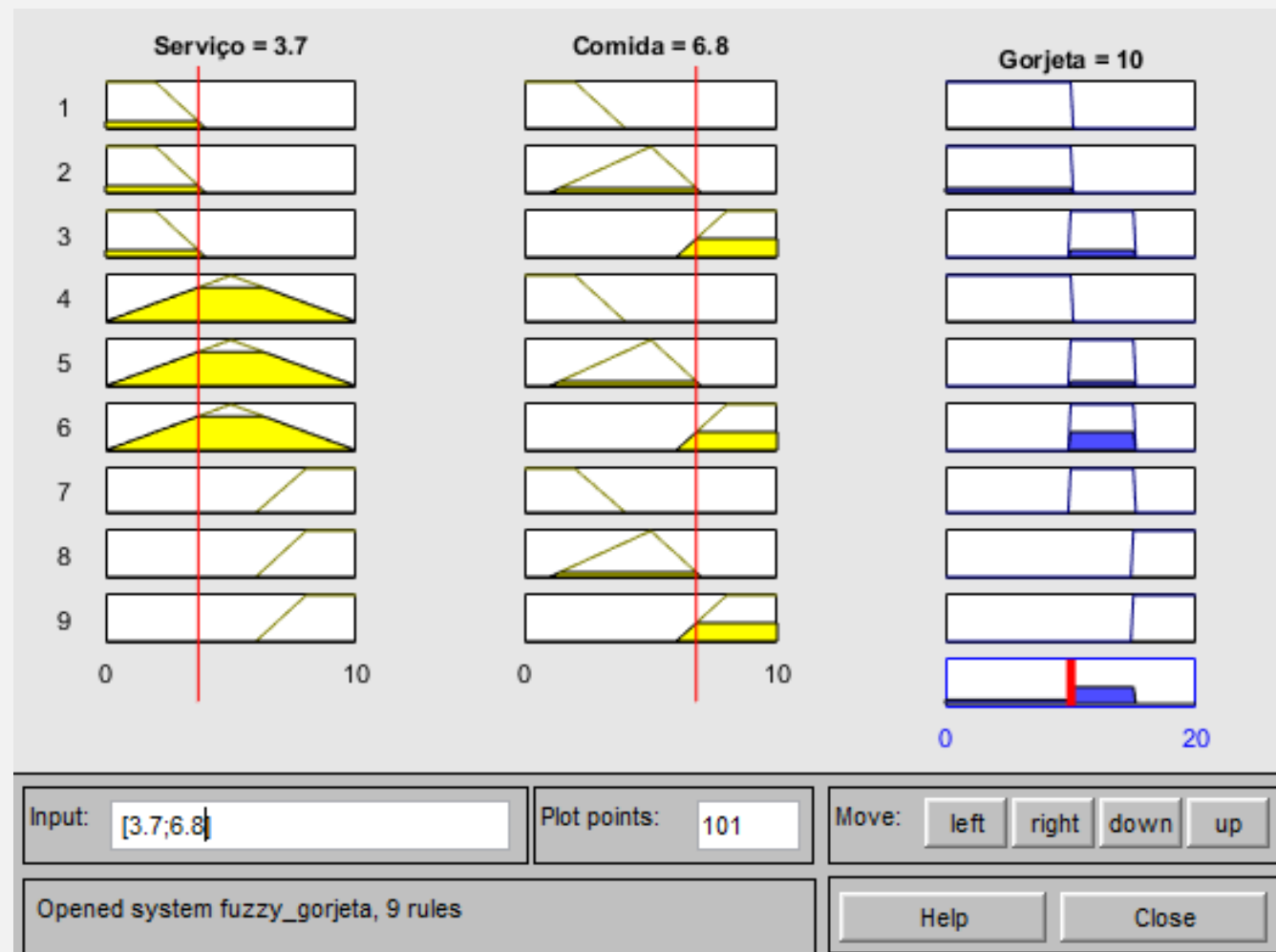
I – GRÁFICO DAS VARIÁVEIS DE ENTRADA



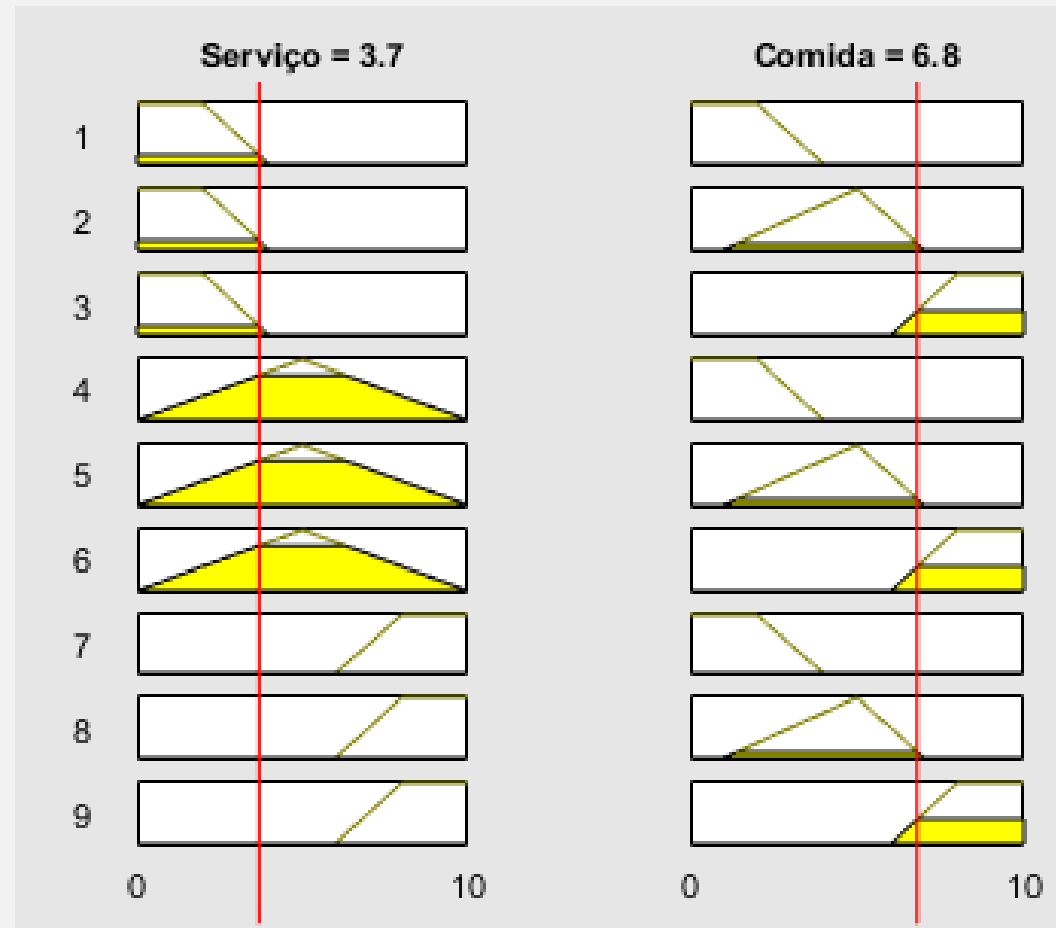
2 – GRÁFICO DAS VARIÁVEIS DE SAÍDA



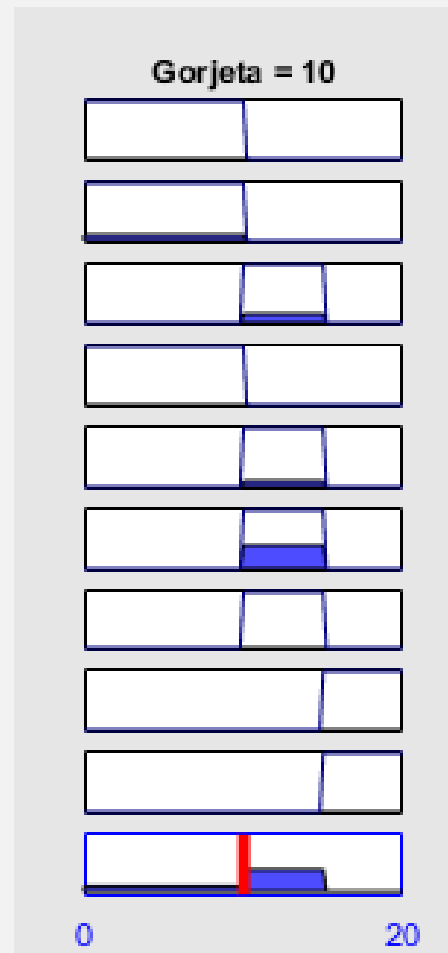
3 – GORJETA COM SERVIÇO = 3.7 E COMIDA = 6.8



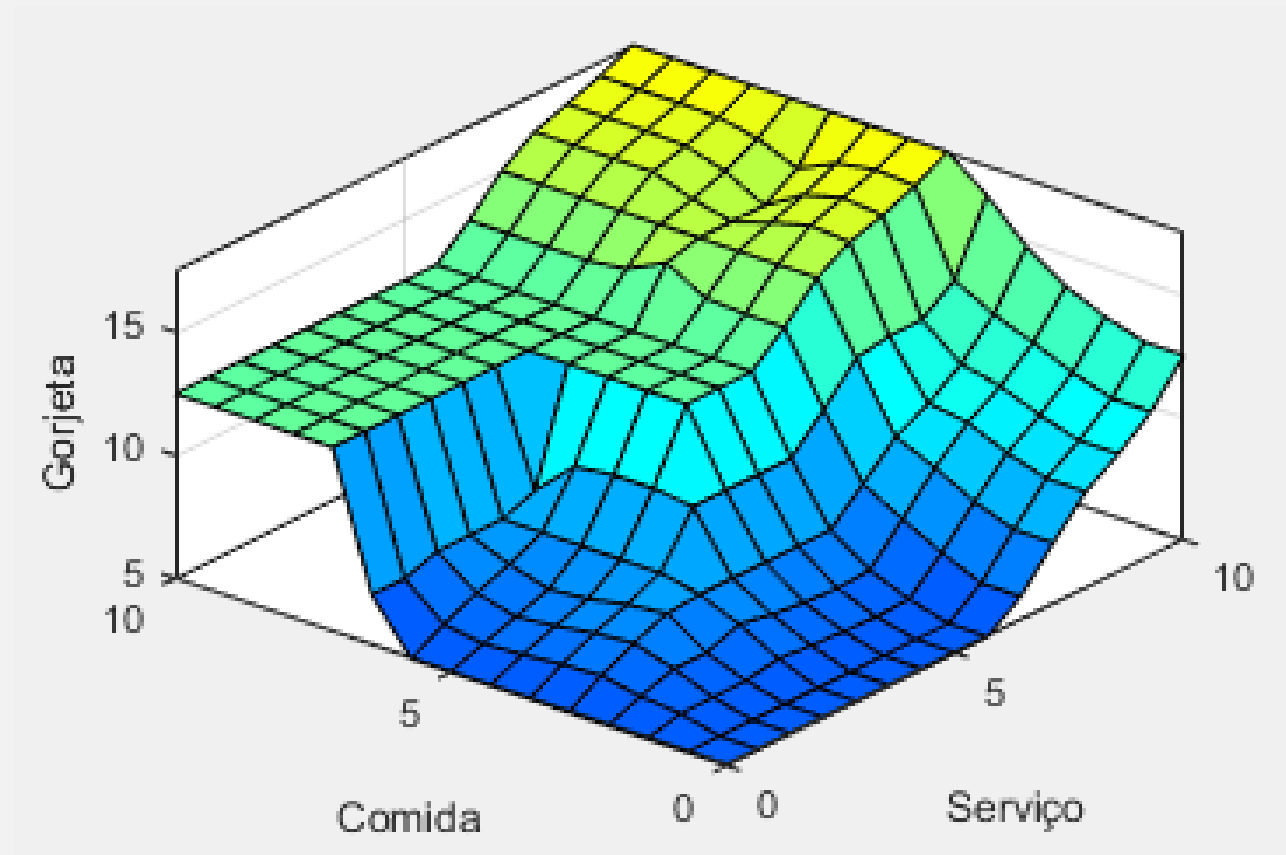
4 - GRÁFICO DAS REGRAS ATIVADAS



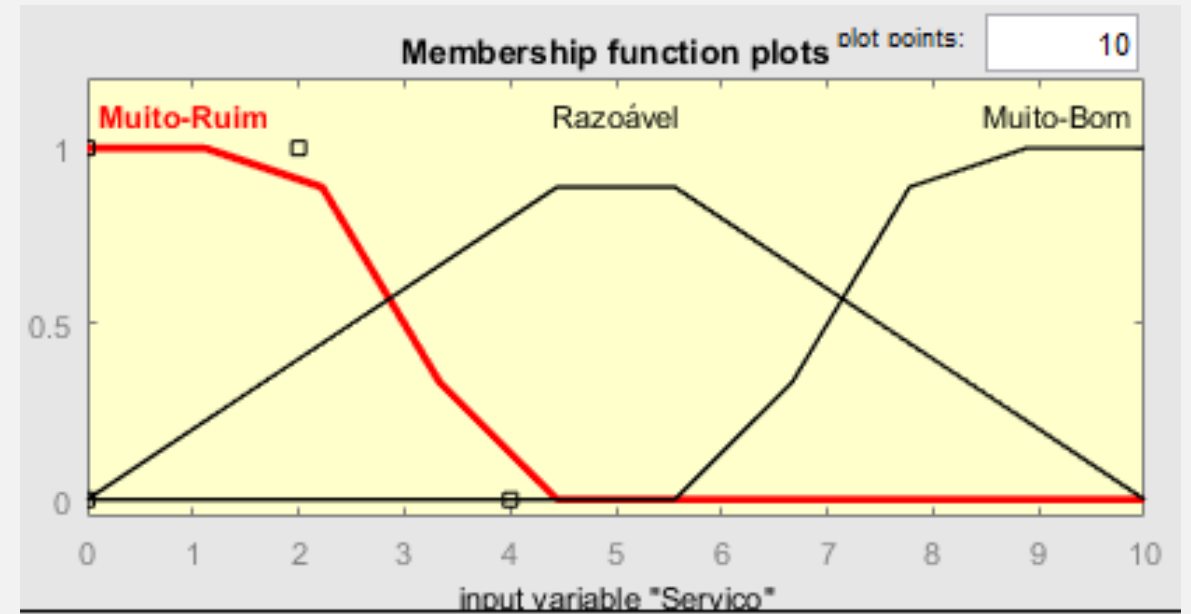
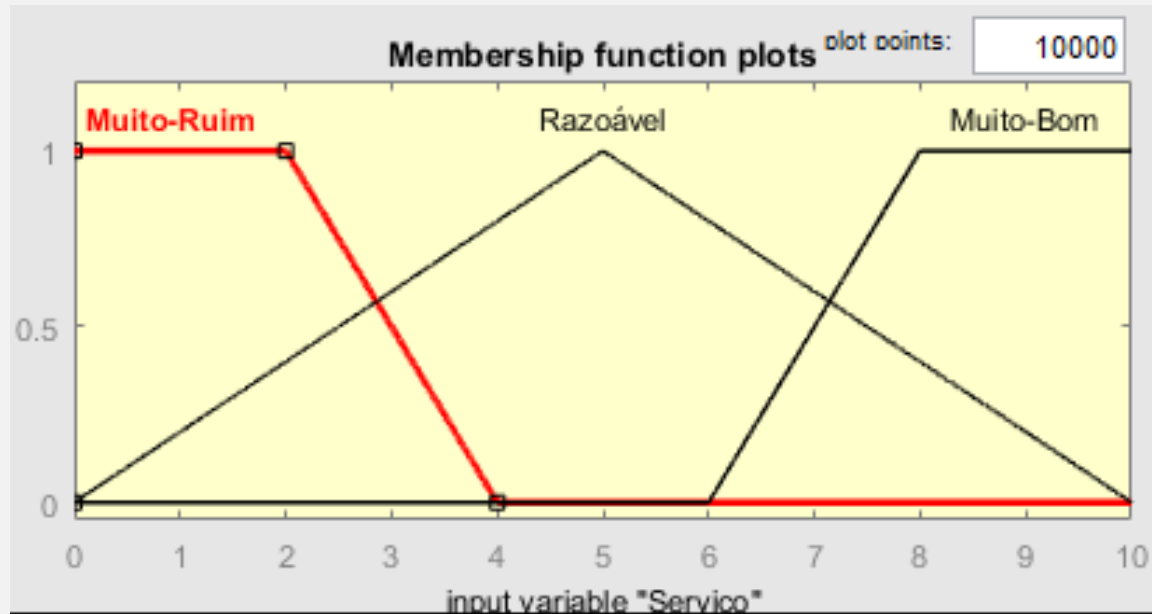
5 – GRÁFICO DAS SAÍDAS COM AS REGRAS ATIVADAS



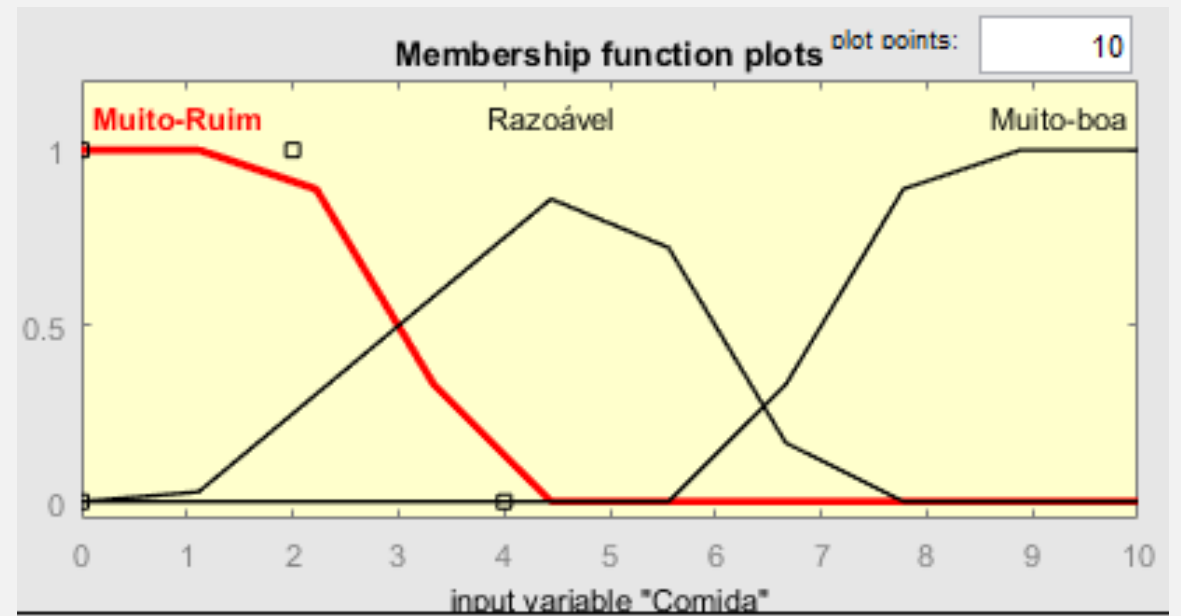
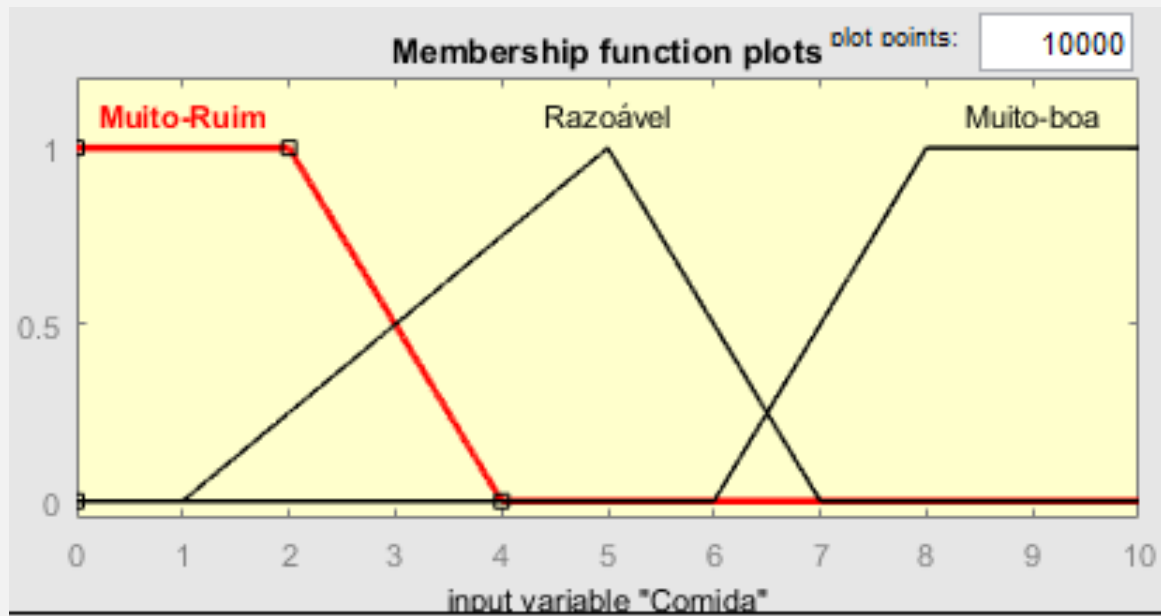
5.1 - SUPERFÍCIE



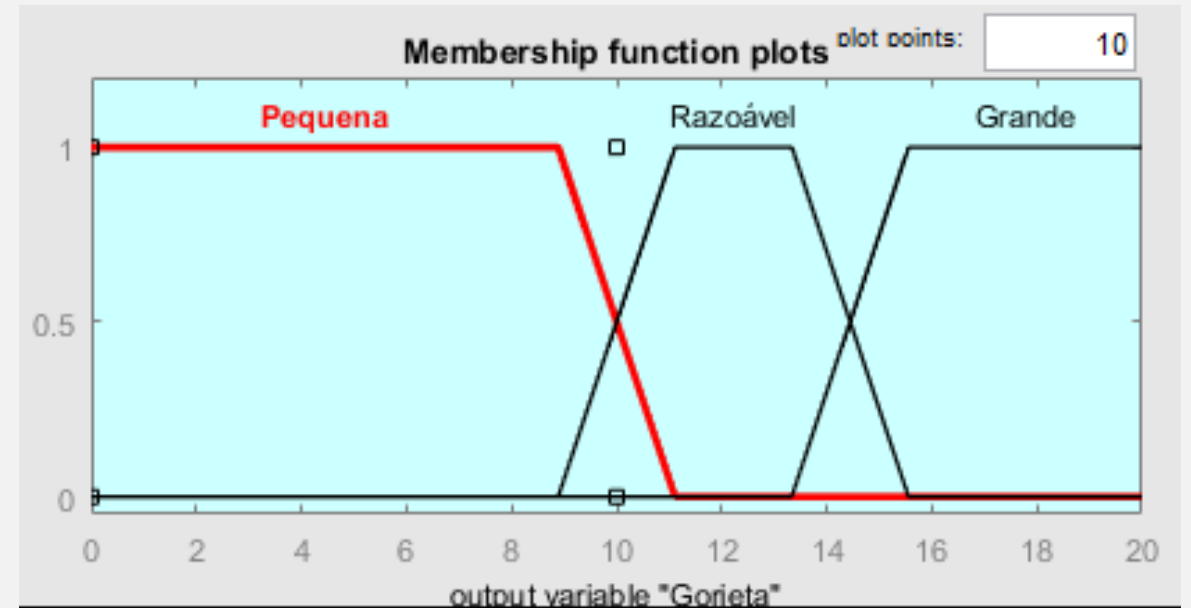
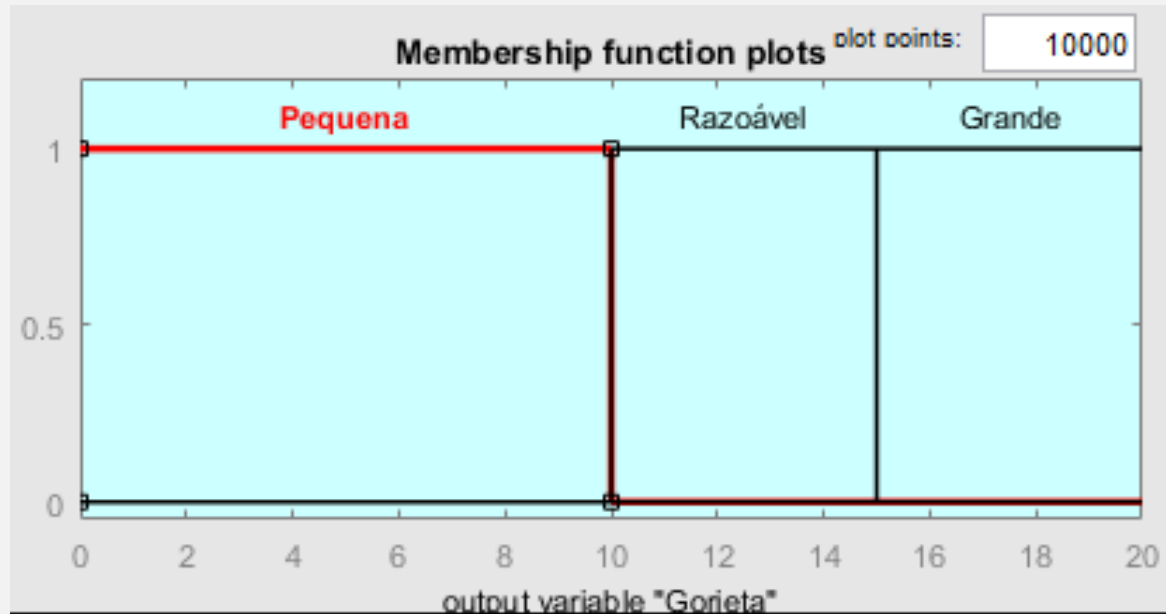
6 - CASO DA DISCRETIZAÇÃO COM 10 PONTOS



6 - CASO DA DISCRETIZAÇÃO COM 10 PONTOS



6 - CASO DA DISCRETIZAÇÃO COM 10 PONTOS



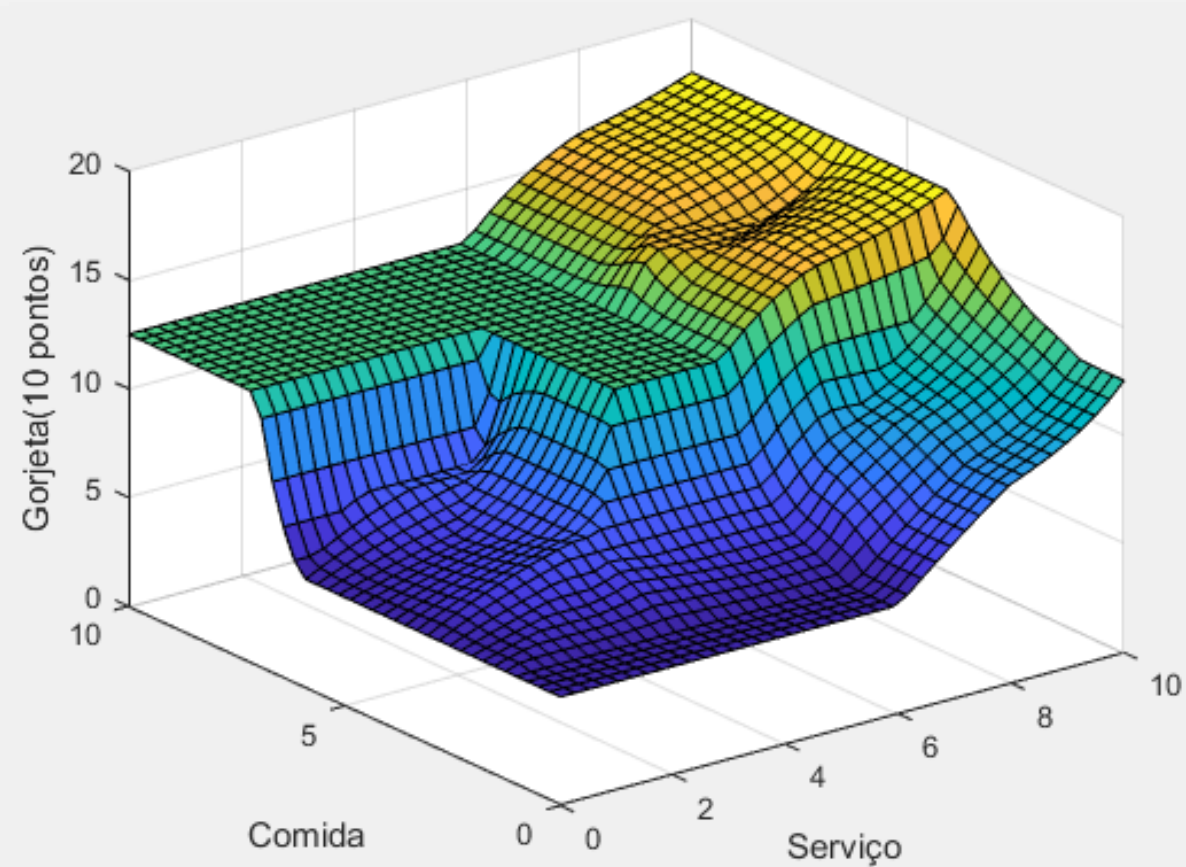
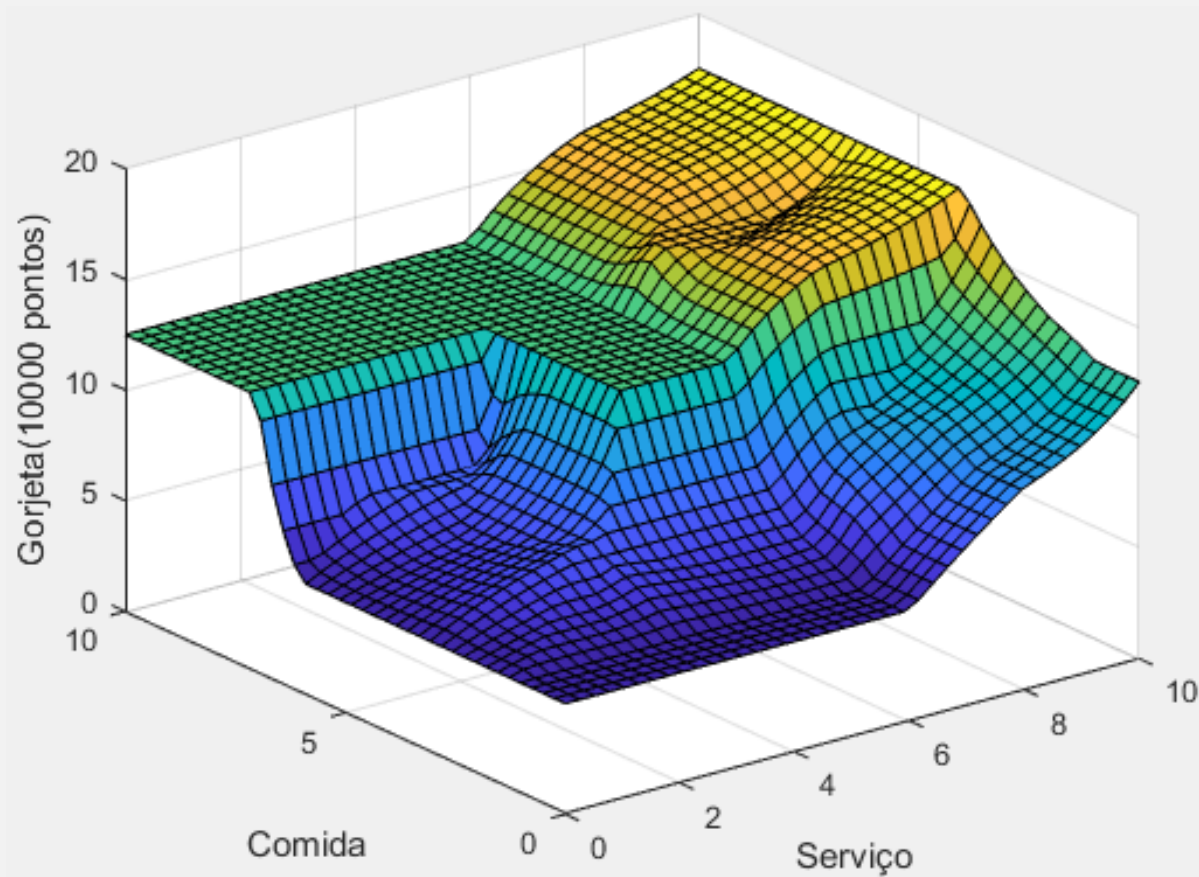
6 - CASO DA DISCRETIZAÇÃO COM 10 PONTOS

```
var_fis = readfis('fuzzy_gorjeta.fis'); %Salva o arquivo do toolbox no workspace
serv = linspace(0,10,40); % quarenta pontos de resolucao
comi = linspace(0,10,40);

%Caso 10000 pontos
M = zeros(40,40); %Inicializa o vetor M
for i =1:40 % Loop para mapear todos pontos
    for j =1:40
        M(i,j) = evalfis([comi(j), serv(i)],var_fis,10000);
    end
end

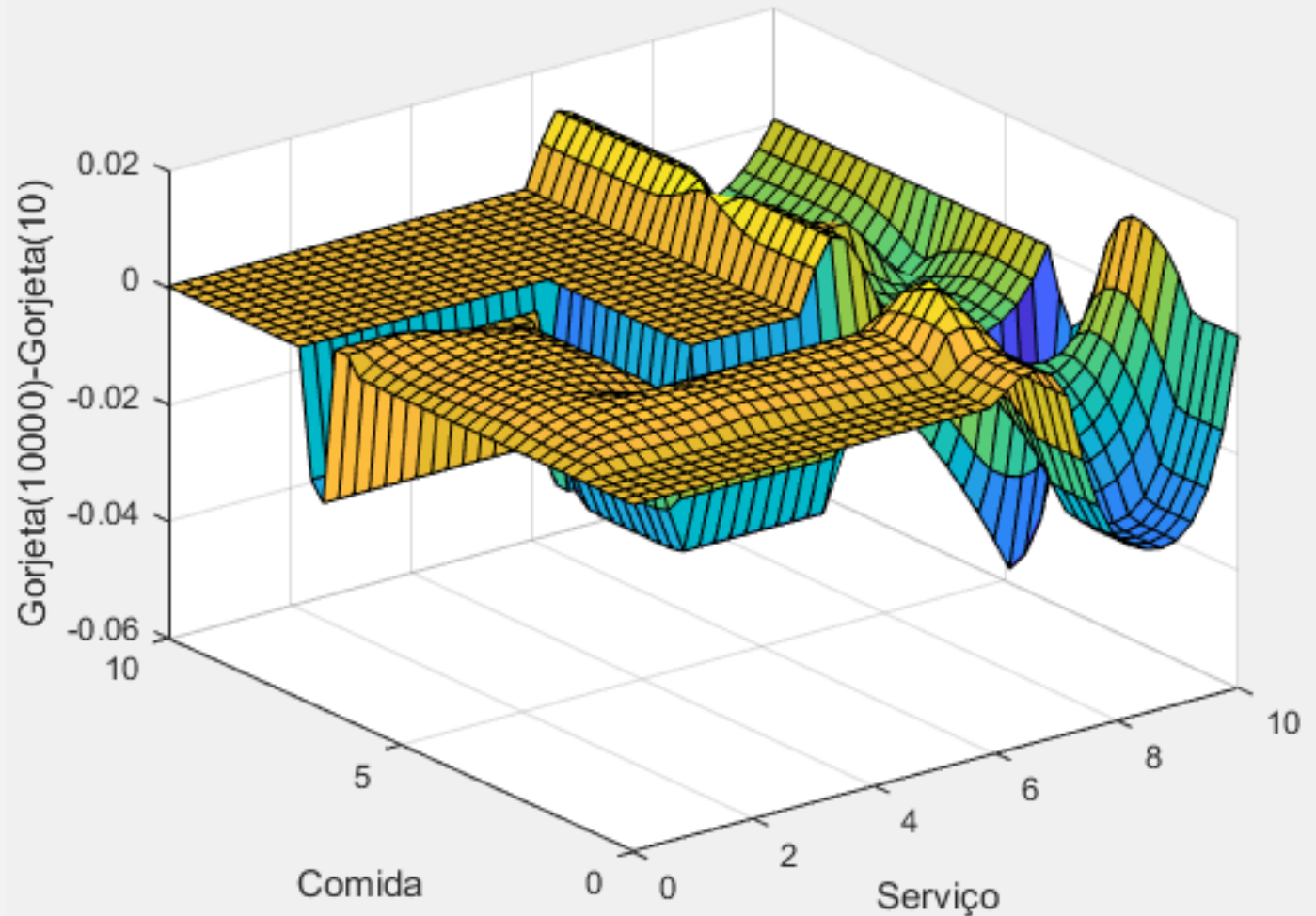
figure('Name','Superfície(10000)')
surf(serv,comi,M) %Plotar a superficie
xlabel('Serviço')
ylabel('Comida')
zlabel('Gorjeta(10000 pontos)')
```

6 - CASO DA DISCRETIZAÇÃO COM 10 PONTOS



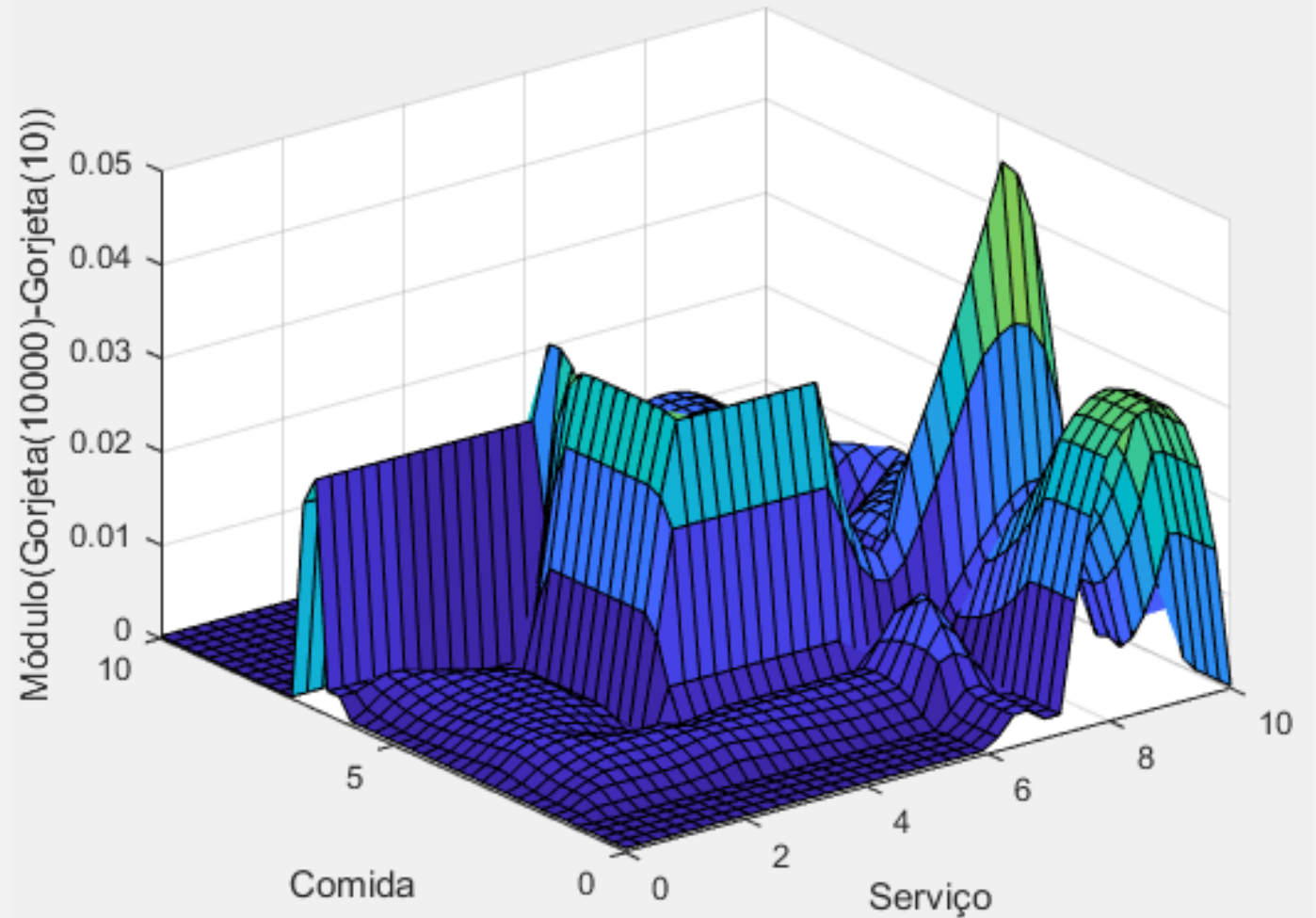
6 - CASO DA DISCRETIZAÇÃO COM 10 PONTOS

```
%Comparacao  
C = M-N;  
figure('Name','Comparacao')  
surf(serv,comi,C) %Plotar a superficie  
xlabel('Serviço')  
ylabel('Comida')  
zlabel('Gorjeta(10000)-Gorjeta(10)')
```

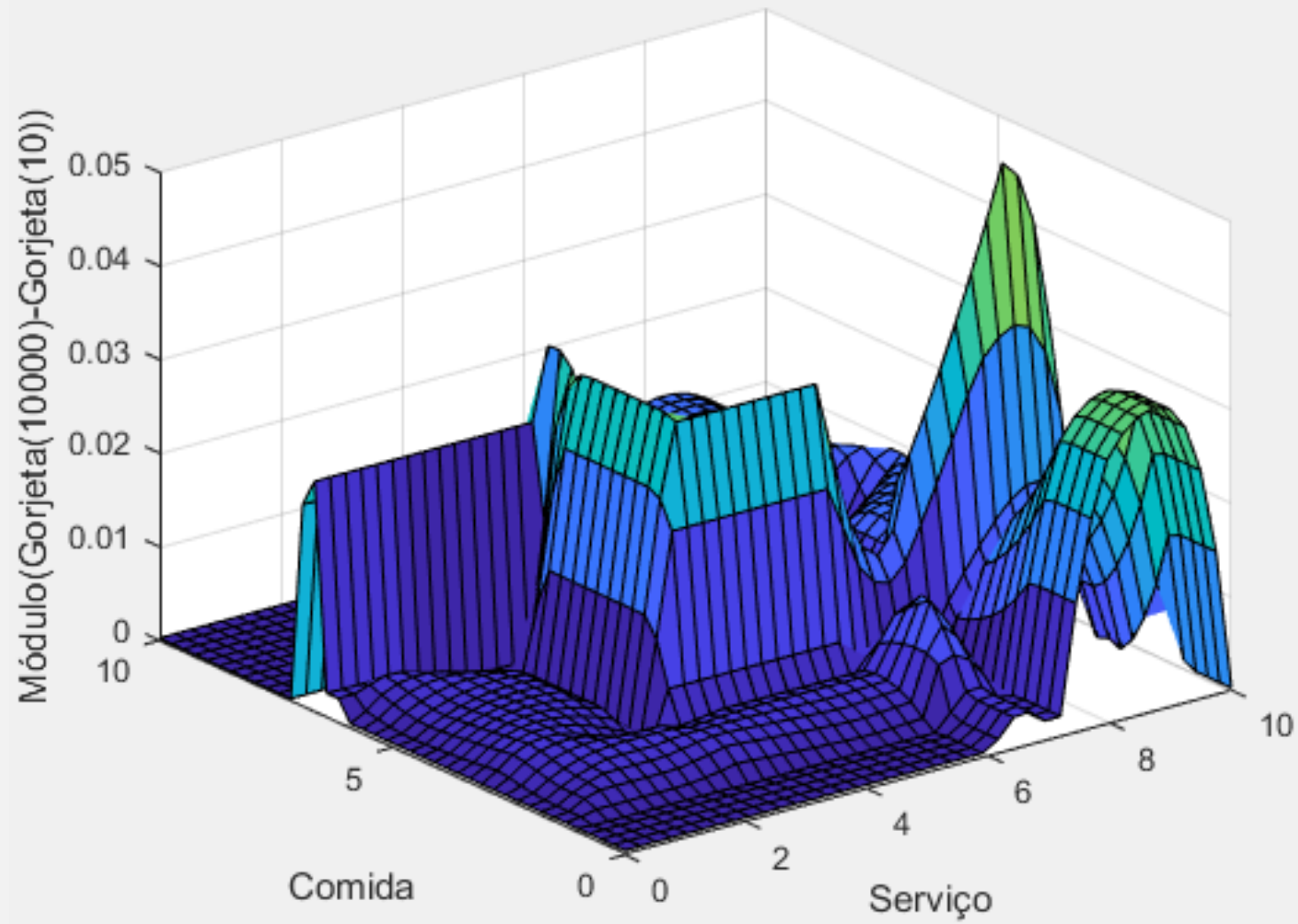


6 - CASO DA DISCRETIZAÇÃO COM 10 PONTOS

```
C_modulo = abs(C);  
figure('Name','Comparacao2')  
surf(serv,comi,C_modulo) %Plotar a superficie  
xlabel('Serviço')  
ylabel('Comida')  
zlabel('Módulo(Gorjeta(10000)-Gorjeta(10))')
```



6 - CASO DA DISCRETIZAÇÃO COM 10 PONTOS

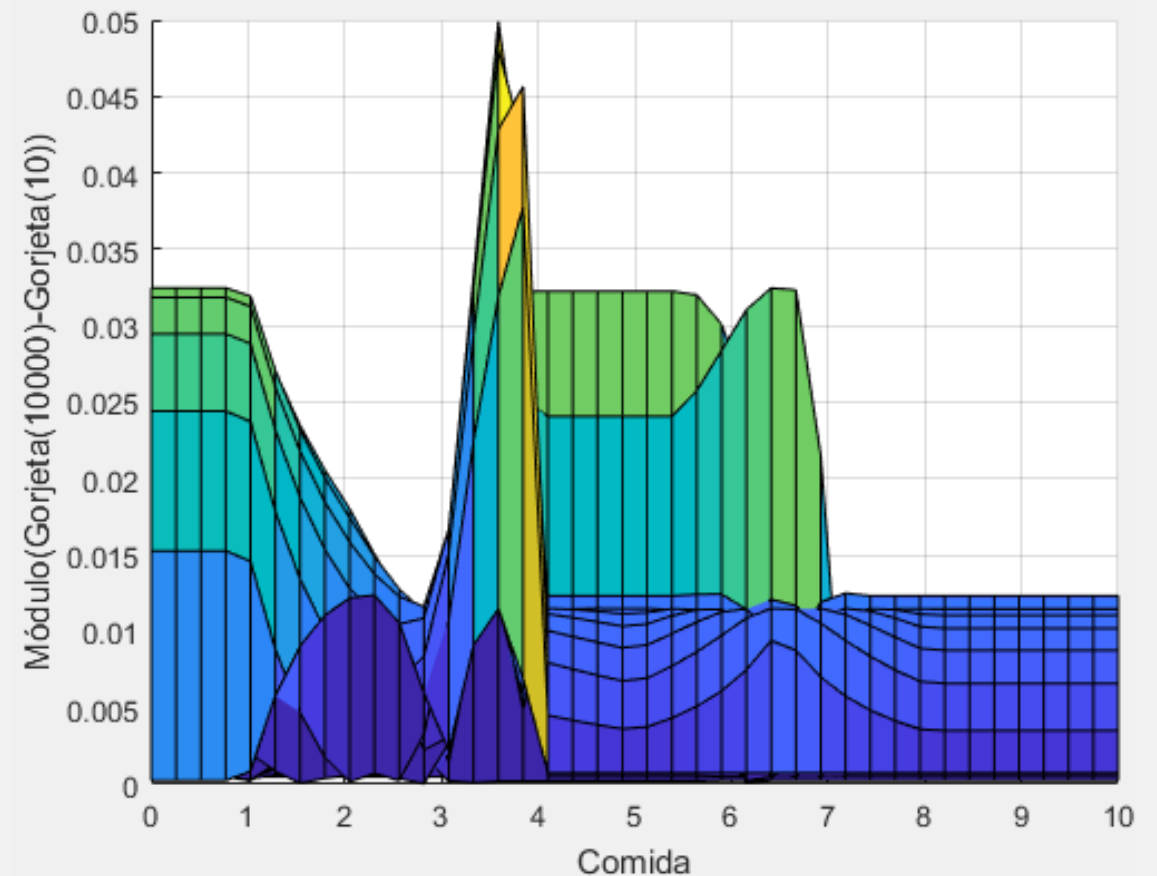
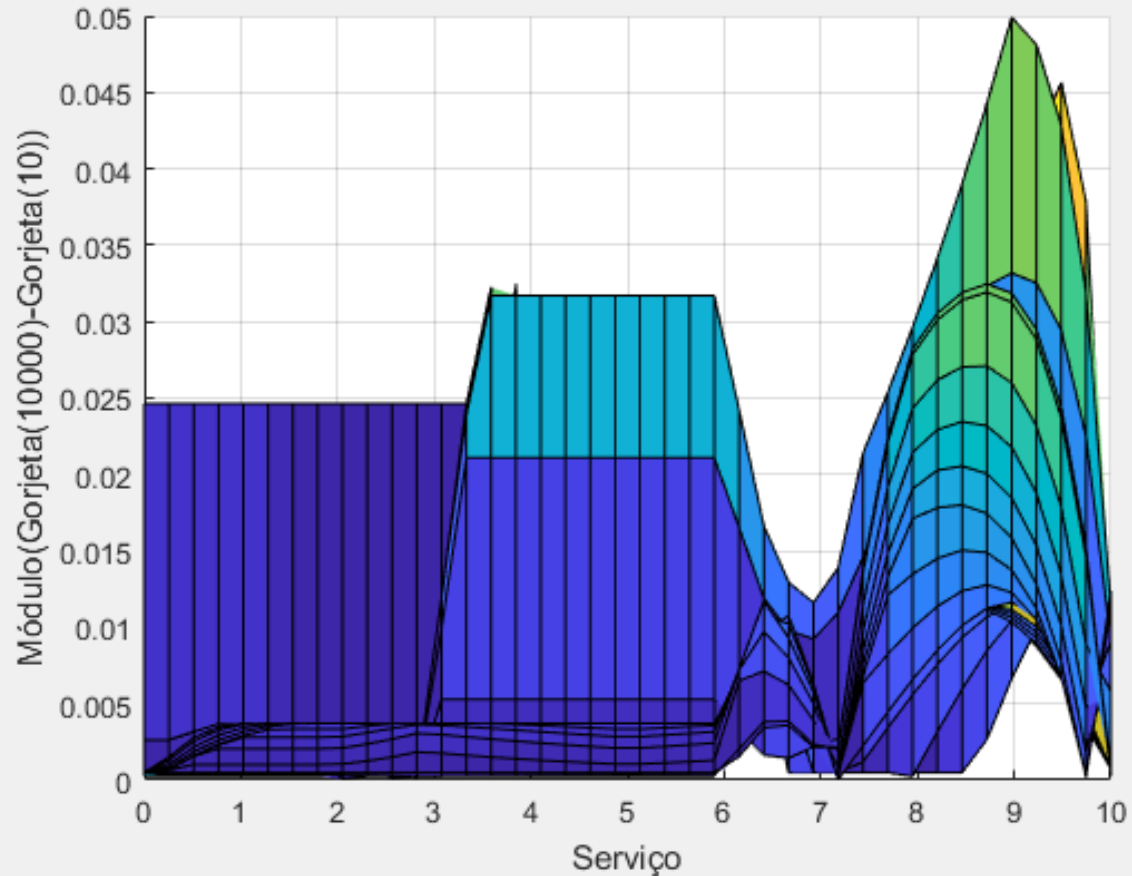


6 - CASO DA DISCRETIZAÇÃO COM 10 PONTOS

```
- for i =1:40 % Loop para mapear todos pontos
-   for j =1:40
      if C_modulo(i,j) >= Maior_diferenca
          Maior_diferenca = C_modulo(i,j);
          Serv_maior_diferenca = serv(j);
          Comi_maior_diferenca = comi(i);
      end
    end
  end
end
```


6 - CASO DA DISCRETIZAÇÃO COM 10 PONTOS

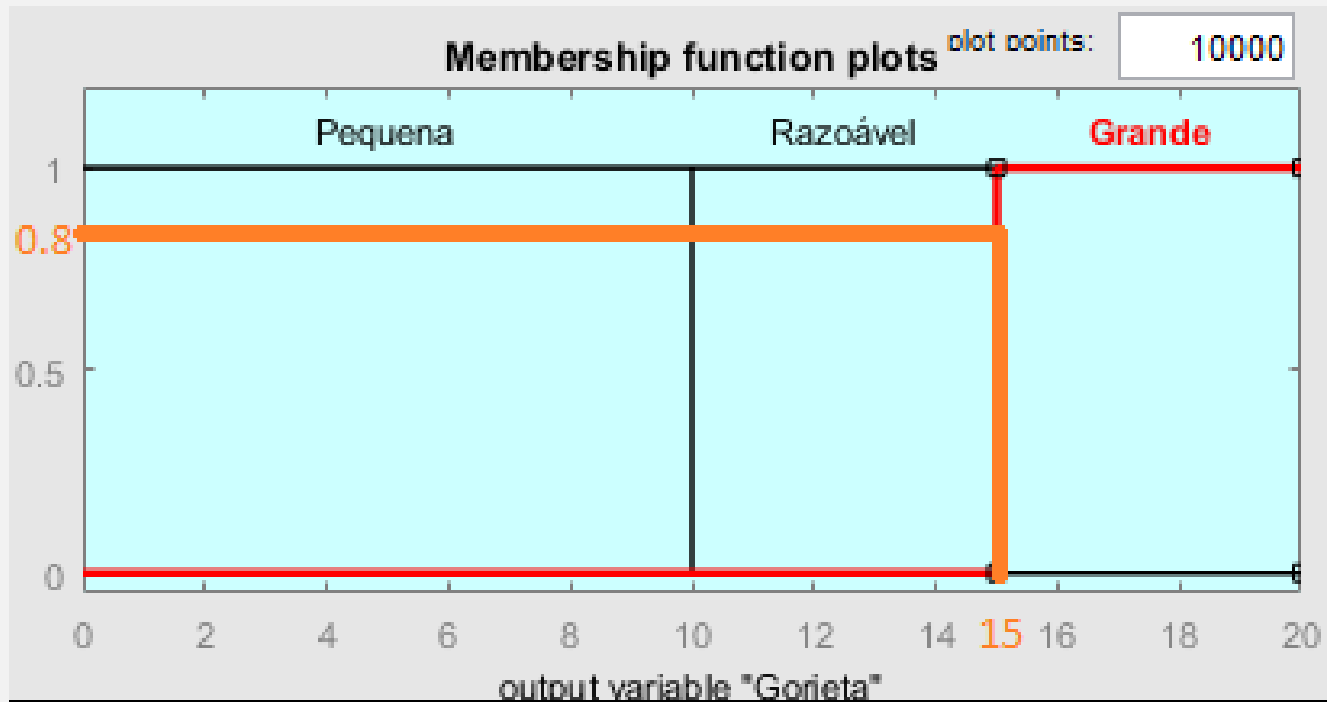
- Maior diferença = 0.0499% de Gorjeta
- Ela ocorre em Serviço nota 8.9744 e Comida nota 3.5897



7 – FUNÇÃO DE PERTINÊNCIA = 0.8
OU PROBABILIDADE = 0.8?

- Qual a diferença para o garçom de uma gorjeta grande possuir função de pertinência igual a 0.8 e uma probabilidade de 0.8?

7 – FUNÇÃO DE PERTINÊNCIA = 0.8



Para função de pertinência = 0.8
temos gorjeta de 15%.

7 – PROBABILIDADE = 0.8

- 80% de chance de receber uma Gorjeta Grande
- 20% de chance de não receber gorjeta

- Simulação para 1000 gorjetas a seguir

7 – PROBABILIDADE = 0.8

```
N = 1000; %Numero de gorjetas
a = 0;

%Probabilidade = 0.8
r = randi([1 100],1,N); %Lista de 100 numeros inteiros
                        %aleatorios de 1 a 100
for i=1:length(r)
    if 1 <= r(i) && r(i)<= 80
        a = a+1; %a = quantidade de vezes que
                %aparece um numero entre 1 e 80
    end
end

Ganho_acumulado_P = a*20;
Ganho_media_P = Ganho_acumulado_P/N
```

7 – PROBABILIDADE = 0.8

N° da simulação	Gorjeta (%)
1	15.88
2	16.52
3	16.10
4	16.34
5	15.94
6	16.22
7	16.26
8	16.14
9	15.82
10	16.10
Média	16.132

7 – COMPARAÇÃO

- Com função de pertinência = 0.8 o ganho médio é de 15%.
- Com probabilidade = 0.8 o ganho médio é de aproximadamente 16.132%.