

# Lógica Difusa

## ou lógica Fuzzy

Prof. Thiago G. Traue

# Lógica Fuzzy

- Vamos entender a teorica do que é **Lógica Fuzzy**
- Implementaremos soluções utilizando a biblioteca “**skfuzzy**”
- Implementaremos um estudo de da gorjeta no restaurante
  - Qual nota uma pessoa daria para a comida e para o atendimento
  - Baseado nisso, quanto deve ser a gorjeta

# Lógica Fuzzy - Onde se usa?

- Muito usada em sistemas de automação industrial, especialmente em equipamentos que podem sofrer danos por sobrecarga ou temperatura etc.
- Sistemas de segurança de dispositivos (muito quente, desliga, por exemplo)
- Dispositivos residenciais (microondas, máquinas de lavar, ar condicionado), para controle dos dispositivos

# Lógica Fuzzy - O que é?

- Imagine que você vai comprar um produto
- Você precisa elencar algumas regras para decidir a compra... Assim

Se o custo é **BAIXO** e o benefício é **ALTO**, então o custo-benefício é **ALTO**

Se o custo é **ALTO** e o benefício é **ALTO**, então o custo-benefício é **MÉDIO**

Se o custo é **BAIXO** e o benefício é **BAIXO**, então o custo-benefício é **MÉDIO**

Se o custo é **ALTO** e o benefício é **BAIXO**, então o custo-benefício é **BAIXO**

- Temos **3** classes de respostas (custo-benefício): **ALTO**, **MÉDIO** e **BAIXO**
- Para as entradas (custo e benefício), temos apenas **2**: **ALTO** e **BAIXO**

# Lógica Fuzzy - O que é?

- Isso quer dizer que temos um problema UNIANO
- Ou seja, somente dois valores de entrada, como o sistema binário
  - Baixo = 0
  - Alto = 1

Se o custo é **BAIXO** e o benefício é **ALTO**, então o custo-benefício é **ALTO**

Se o custo é **ALTO** e o benefício é **ALTO**, então o custo-benefício é **MÉDIO**

Se o custo é **BAIXO** e o benefício é **BAIXO**, então o custo-benefício é **MÉDIO**

Se o custo é **ALTO** e o benefício é **BAIXO**, então o custo-benefício é **BAIXO**

# Lógica Fuzzy - O que é?

- A ideia da Lógica Fuzzy é representar como é feito o **raciocínio humano**
- O custo baixo para uma pessoa pode não ser o mesmo para outra
  - Por exemplo: Um carro que custa R\$ 700.000,00 possui custo alto ou baixo?
  - Para a maior parte de nós, meros mortais, alto 😬
- Por isso que o “custo-benefício” é dada pelas condições de entrada que podem variar de pessoa para pessoa, mas a saída é sempre a mesma

# Lógica Fuzzy - O que é?

- **Custo** alto e **benefício** alto podem ser “**meio verdadeiros**” ou “**meio falsos**” (depende de pessoa para pessoa)
- As classes (respostas) serão as mesmas neste caso: ALTO, MÉDIO e BAIXO
- A ideia é definir faixas de entradas para determinadas saídas
- Baseado nisso tudo, podemos escrever a lógica do problema. Algo assim (apenas um exemplo):

Se **custo-alto**  $< 0.2$  e **beneficio-alto**  $> 0.8$ , então **custo-beneficio** = ALTO

Quanto maior (mais próx. de 1) o valor da variável “**custo-alto**”, maior o custo, de fato  
Quanto maior (mais próx. de 1) o valor da variável “**benefício-alto**”, maior o benefício, de fato



# Lógica Fuzzy

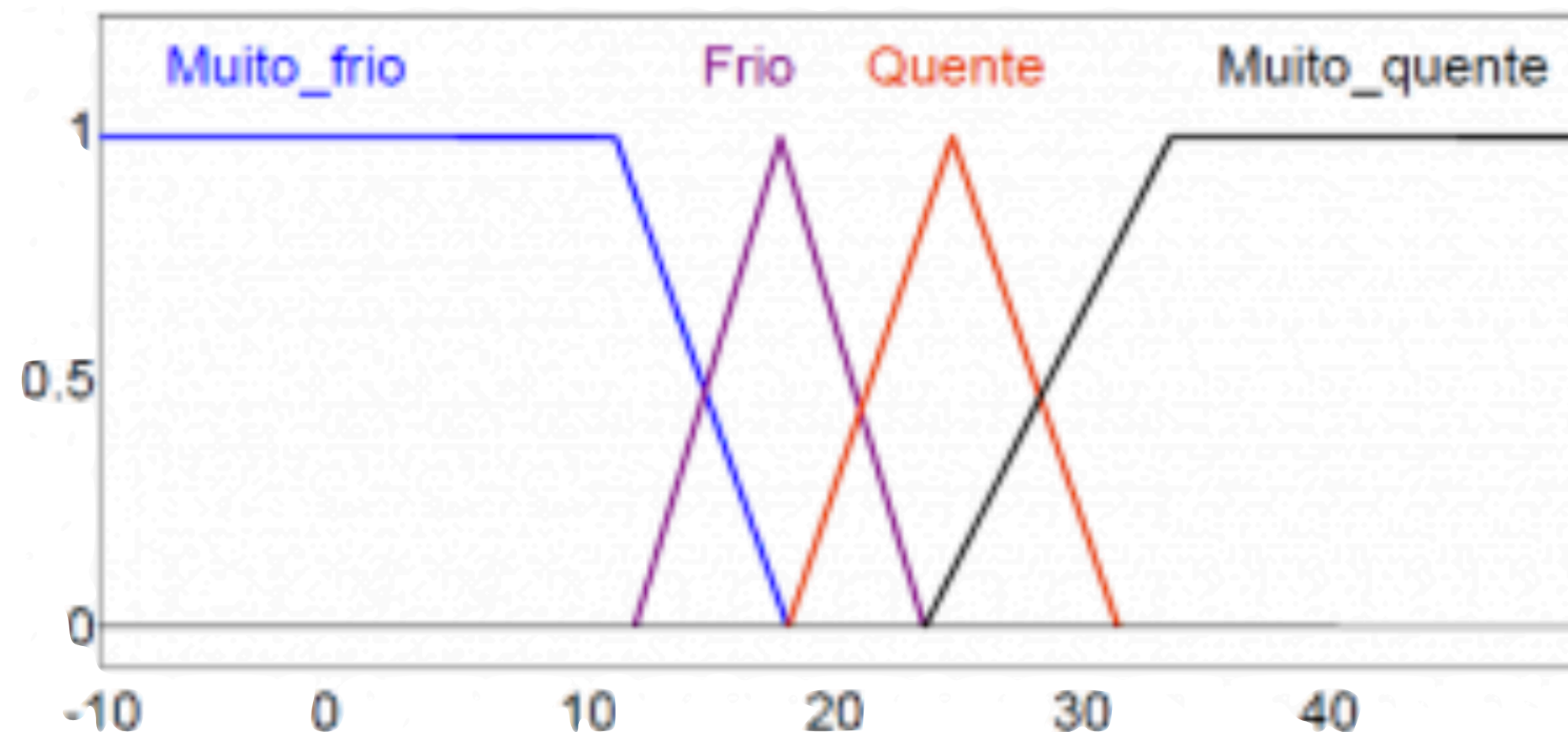
- Essa técnica de Inteligência Artificial requer domínio e entendimento profundo do cenário (domínio)
- Com base neste entendimento / conhecimento é que montamos essas regras
- Exemplo do copo...
  - Na lógica booleano o copo está **cheio** ou **vazio**
  - Não temos como representar meio cheio, meio vazio, cheio e vazio...
- É exatamente essa a ideia da **Lógica Fuzzy**: Termos estados **intermediários**
- Onde, neste caso, teríamos o copo: vazio, meio vazio, meio cheio e cheio





# Lógica Fuzzy

- A primeira coisa que verá ao trabalhar com Lógica Fuzzy são gráficos neste estilo...
- O que facilita bastante o entendimento de um cenário...

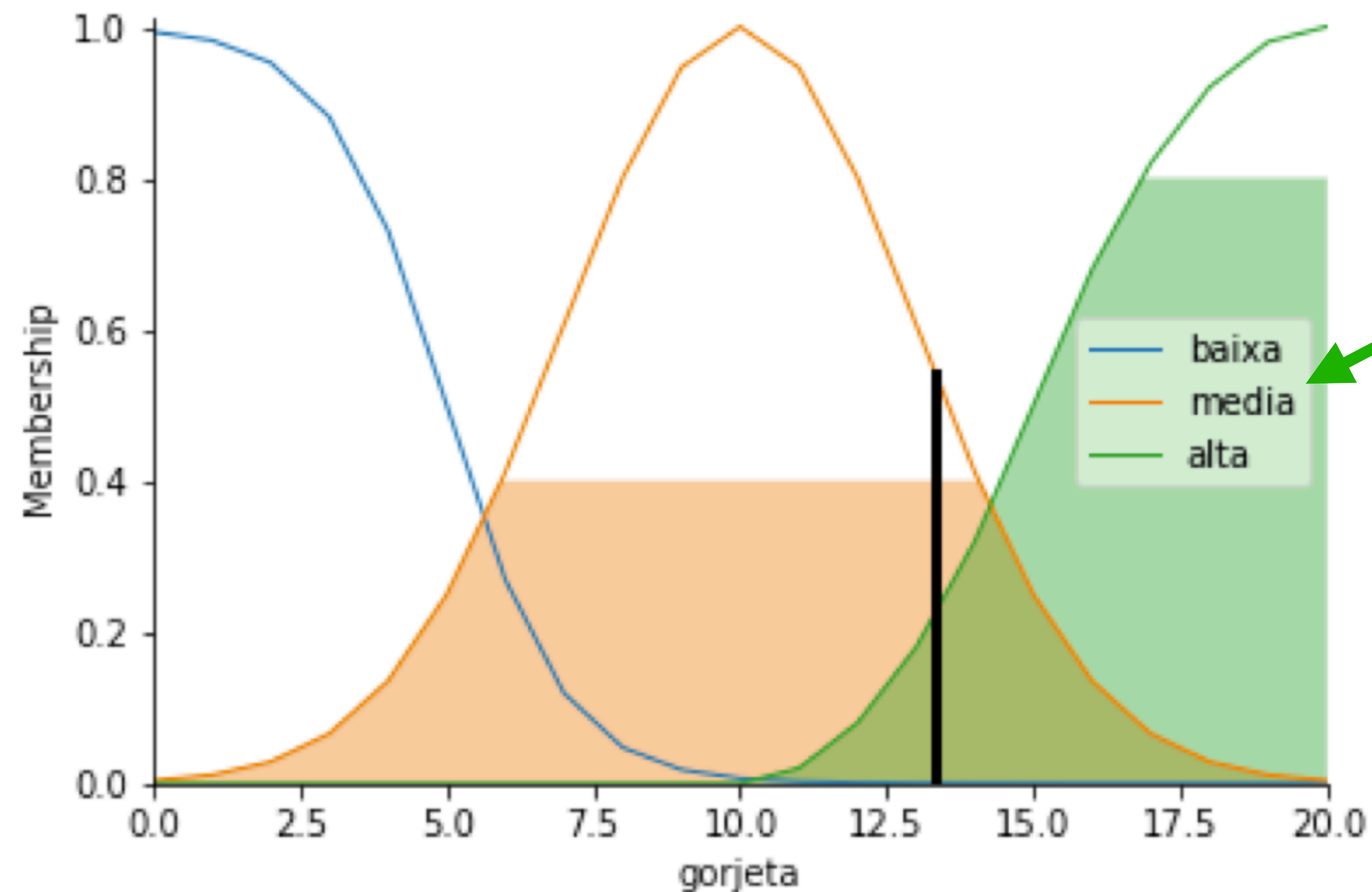


Se tivermos uma temperatura de -10 até 10, então está muito frio.

Mas repare a intersecção entre as linhas "muito frio" e "frio", próximo há 15. Indica a relatividade da temperatura (pode ser muito frio para alguns e frio para outros)

# Lógica Fuzzy

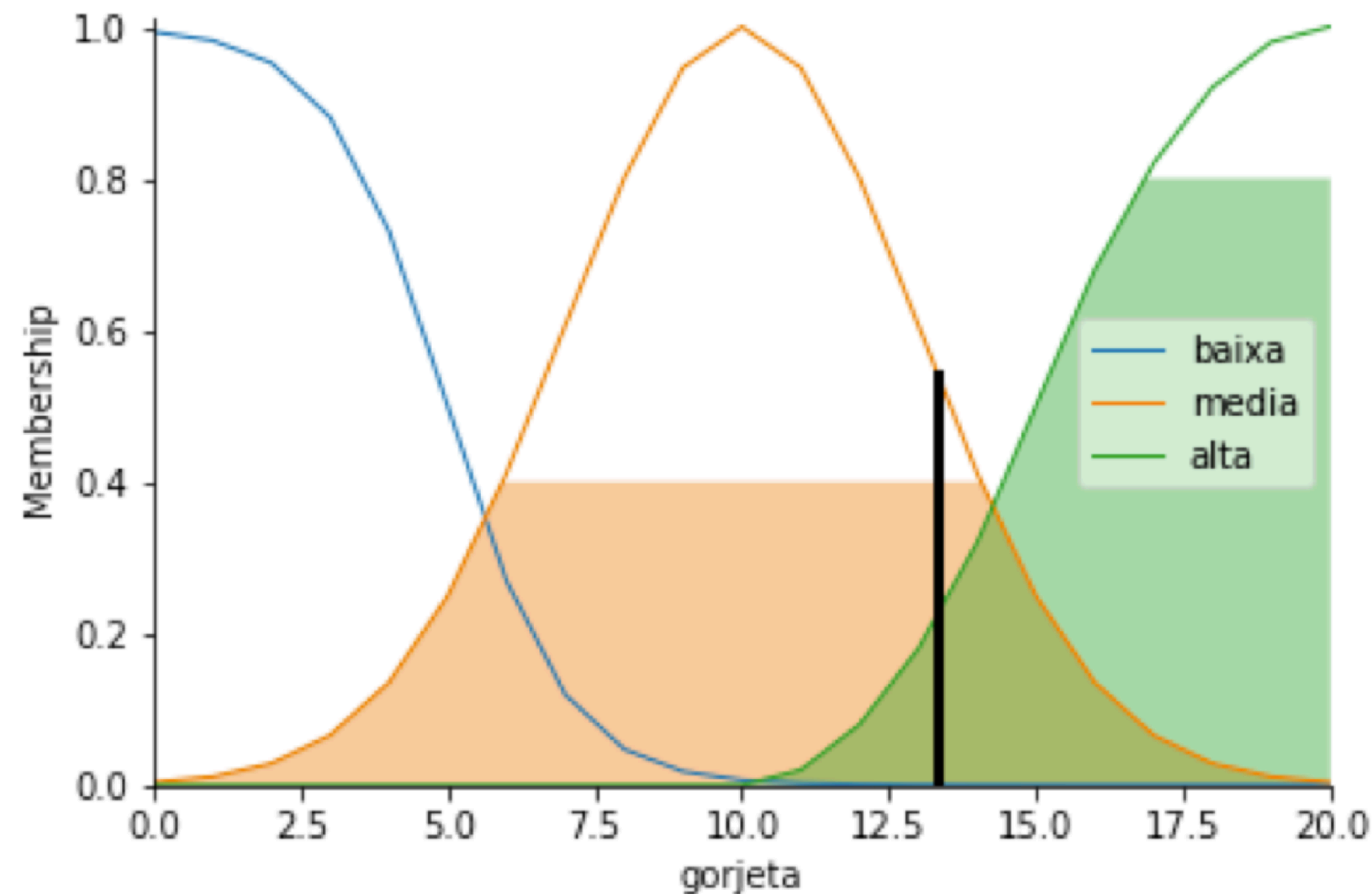
- Mais um exemplo... da gorjeta (gráfico em formato sigmóide)



Temos a escala da gorjeta

# Lógica Fuzzy

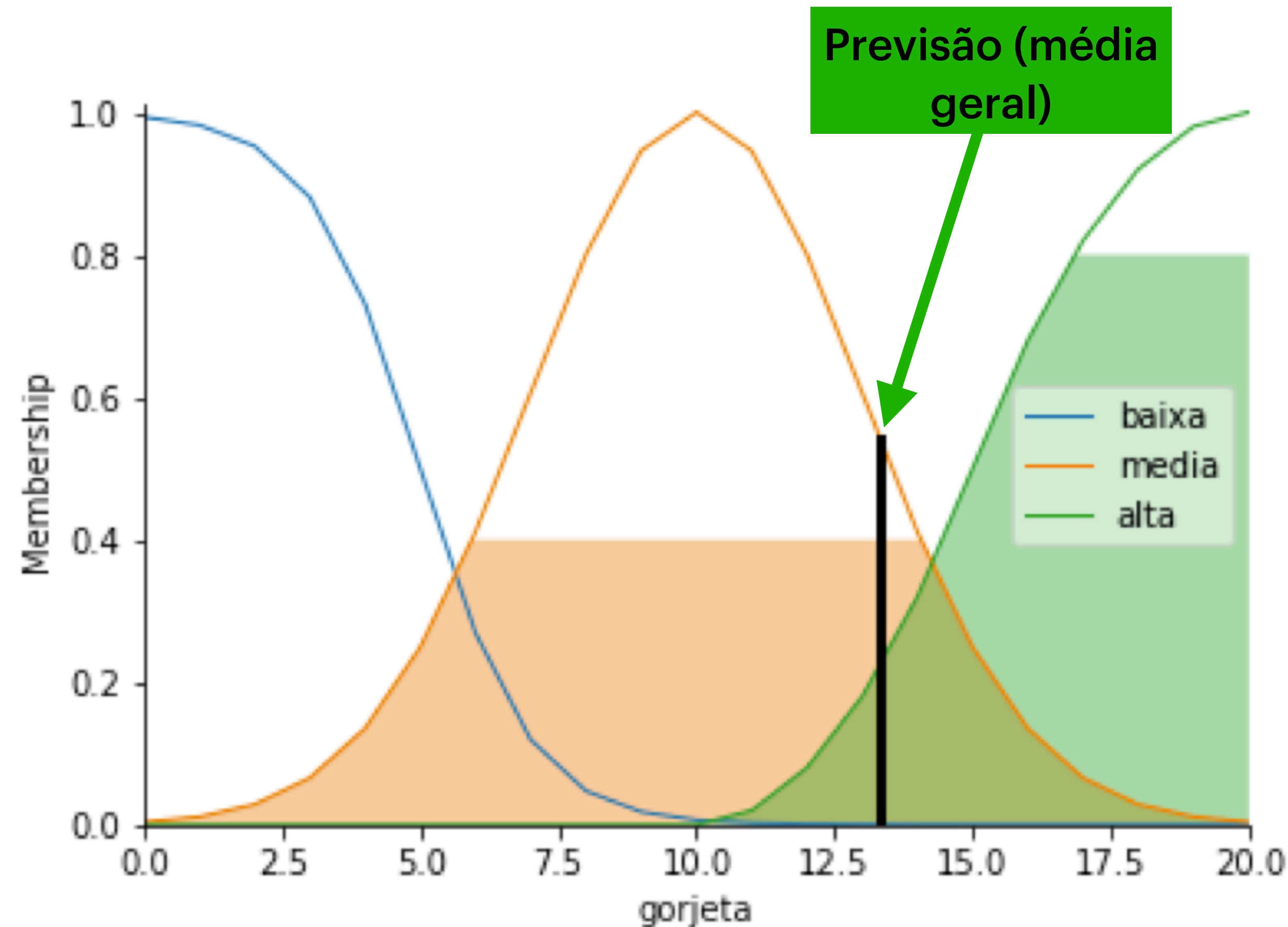
- Mais um exemplo... da gorjeta (gráfico em formato sigmóide)



Temos os  
valores da  
gorjeta (em %)

# Lógica Fuzzy

- Mais um exemplo... da gorjeta (gráfico em formato sigmóide)



Na hora da previsão, essa barra pode cair (como a mostrada) em mais de uma faixa

# Lógica Fuzzy

- Entendido o básico da teoria da Lógica Fuzzy
- Podemos partir para a implementação do cenário das gorjeta
- Vamos dar uma olhadinha em nosso estudo caso agora...

# Estudo de Caso

# Estudo de Caso com Lógica Fuzzy - Gorjeta

- Vamos partir de algumas “notas” que você dá ao restaurantes:
- **Antecedentes (entradas):**
  - **Serviço:** “Que nota você daria para o serviço, em uma escala de 0 a 10?”
    - **Escala:** Ruim, aceitável, ótimo
  - **Comida:** “Quão gostosa estava a comida, de 0 a 10?”
    - **Escala:** Ruim, boa, saborosa
- **Consequentes (saídas):**
  - **Gorjeta:** “Quanto de gorjeta você daria, entre 0 e 20%?”
    - **Escala:** baixa, média, alta



# Estudo de Caso com Lógica Fuzzy - Gorjeta

- Vamos agora pensar nas regras...
- Se a qualidade da comida for **RUIM** **ou** o serviço for **RUIM**, a gorjeta será **BAIXA**
- Se o serviço for **MÉDIO** então a gorjeta será **MÉDIA** (independente da comida)
- Se o serviço for **BOM** **e** qualidade de comida for **SABOROSA**, então a gorjeta será **ALTA**
- Essas regras são definidas normalmente por especialistas.
- Usamos essas poucas regras para entender melhor este estudo de caso... vamos à implementação...