

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
SANTA CATARINA  
CÂMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA  
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

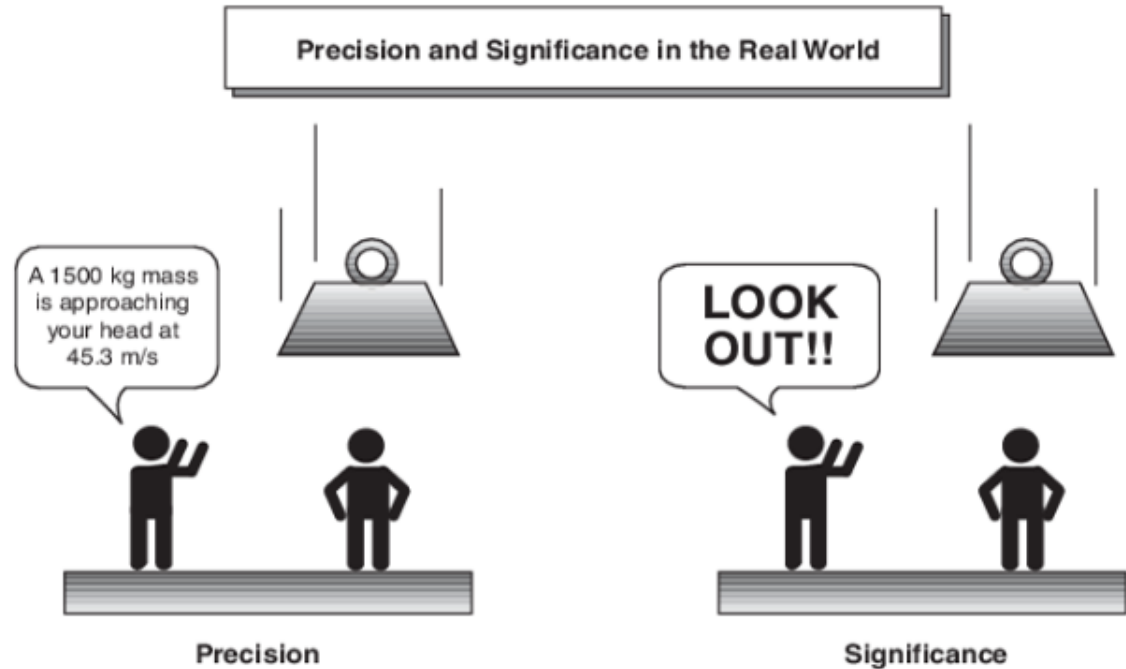
# **Lógica Fuzzy**

**Palestrante: Rafael Noboro Tominaga**

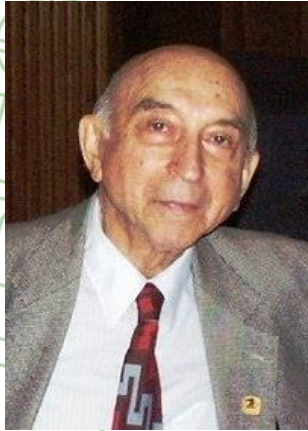
# Sumário

- Definição;
- Comparação com Lógica Booleana;
- Processos da Lógica Fuzzy;
- Aplicações.

# Introdução



# Definição da Lógica Fuzzy



- Também conhecido como Lógica Difusa ou Sistemas Nebulosos;
- Introduzida em 1965 por Lofti Zadeh;
- Pode ser vista como uma extensão da lógica booleana.

# Comparação com Lógica Booleana

Observe que a Lógica Fuzzy tem a capacidade de gerar infinitas respostas possíveis.

- “A sala de aula está quente?”

## Lógica Booleana

- Sim (1);
- Não (0).

## Lógica Fuzzy

- Muito quente (1);
- Quente (0,75);
- Agradável (0,5);
- Frio (0,25);
- Muito Frio (0).

# Comparação com Lógica Booleana

## Lógica Booleana

- Domínio:  
 $\{0,1\}$

## Lógica Fuzzy

- Domínio:  
 $\{x \in R \mid 0 \leq x \leq 1\}$

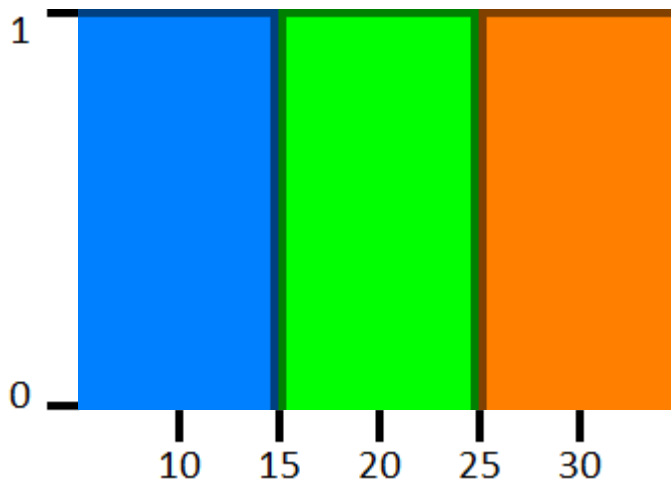
O domínio de uma função é o subconjunto de elementos de um conjunto para as quais a função é definida.

# Comparação com Lógica Booleana

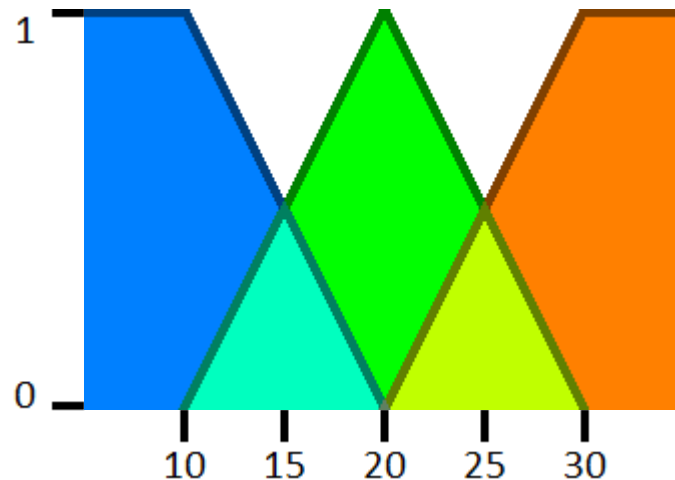
A Lógica Fuzzy permite trabalhar com graus de pertinência.

Cada cor nas figuras ao lado representa um estado.

## Lógica Booleana



## Lógica Fuzzy



# Compara com Lógica Booleana

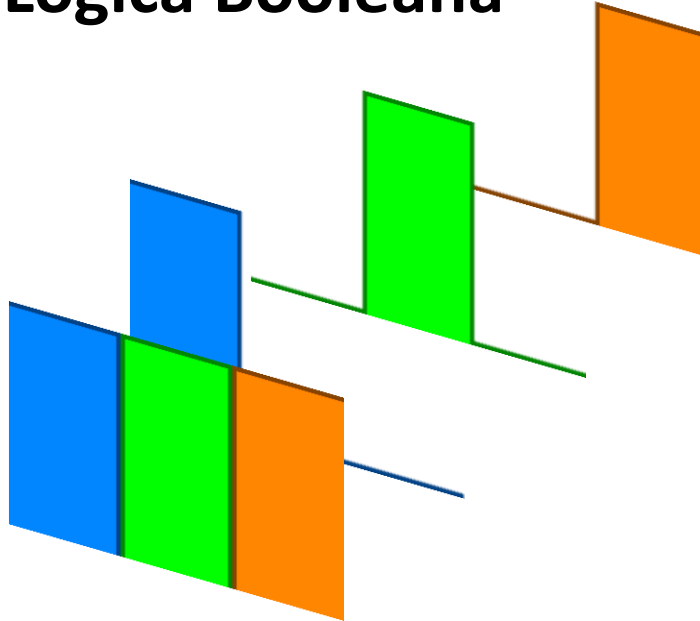
A partir de  
agora será  
considerado:

Azul:  
Frio

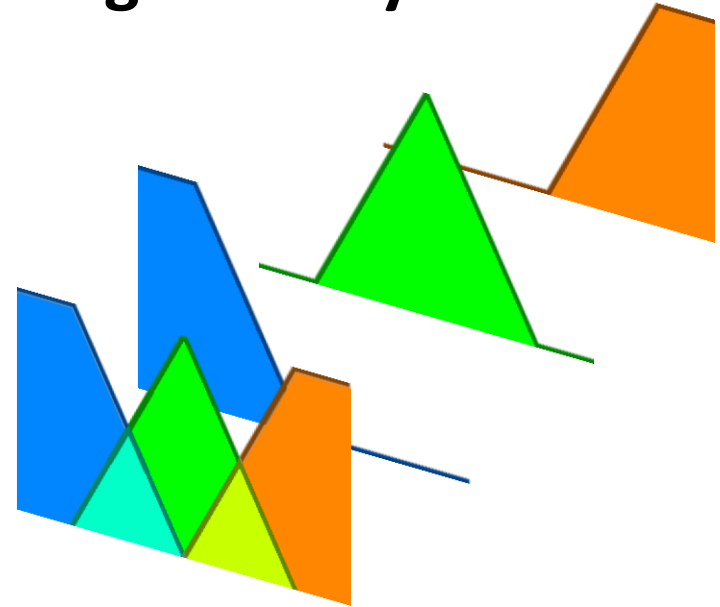
Verde:  
Morno

Laranja:  
Quente

## Lógica Booleana



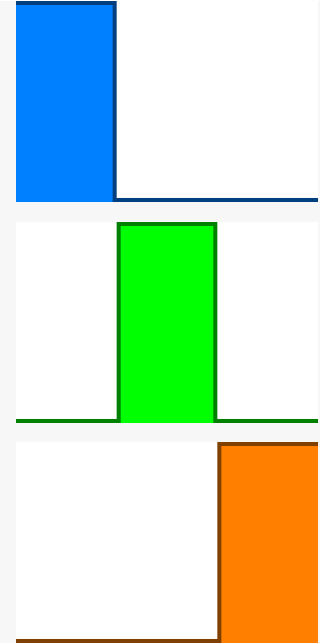
## Lógica Fuzzy





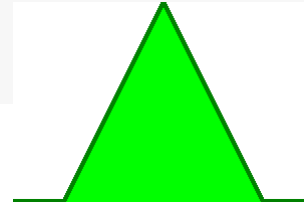
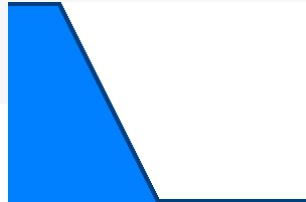
# Lógica Booleana em Python

```
[ ] def boolean(temperatura):  
    if temperatura <= 15:  
        frio = 1  
        morno = 0  
        quente = 0  
    else:  
        if temperatura <= 25:  
            frio = 0  
            morno = 1  
            quente = 0  
        else:  
            frio = 0  
            morno = 0  
            quente = 1  
    return [frio, morno, quente]
```

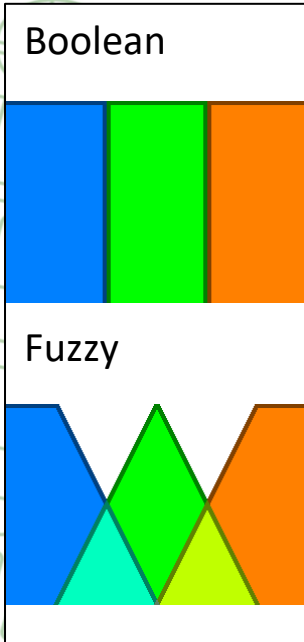


# Lógica Fuzzy em Python

```
[ ] def fuzzy(temperatura):  
  
    #frio  
    if temperatura <= 10:  
        frio = 1  
    else:  
        if temperatura <= 20:  
            frio = -0.1*temperatura+2  
        else:  
            frio = 0  
  
    #morno  
    if temperatura <=10:  
        morno = 0  
    else:  
        if temperatura <= 20:  
            morno = 0.1*temperatura-1  
        else:  
            if temperatura <= 30:  
                morno = -0.1*temperatura+3  
            else:  
                morno = 0  
  
    #quente  
    if temperatura <= 20:  
        quente = 0  
    else:  
        if temperatura <= 30:  
            quente = 0.1*temperatura-2  
        else:  
            quente = 1  
  
    return [frio, morno, quente]
```



# Comparando as lógicas em Python

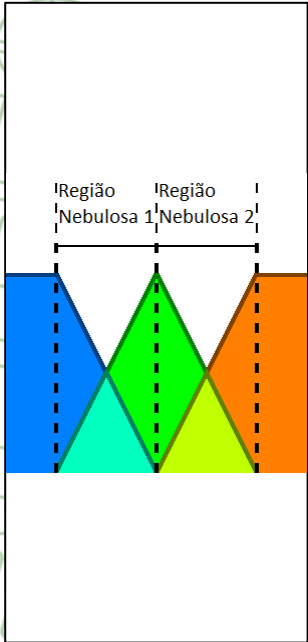


<code>boolean(10)</code>	<code>= [1, 0, 0]</code>
<code>boolean(12.5)</code>	<code>= [1, 0, 0]</code>
<code>boolean(15)</code>	<code>= [1, 0, 0]</code>
<code>boolean(17.5)</code>	<code>= [0, 1, 0]</code>
<code>boolean(20)</code>	<code>= [0, 1, 0]</code>
<code>boolean(22.5)</code>	<code>= [0, 1, 0]</code>
<code>boolean(25)</code>	<code>= [0, 1, 0]</code>
<code>boolean(27.5)</code>	<code>= [0, 0, 1]</code>
<code>boolean(30)</code>	<code>= [0, 0, 1]</code>

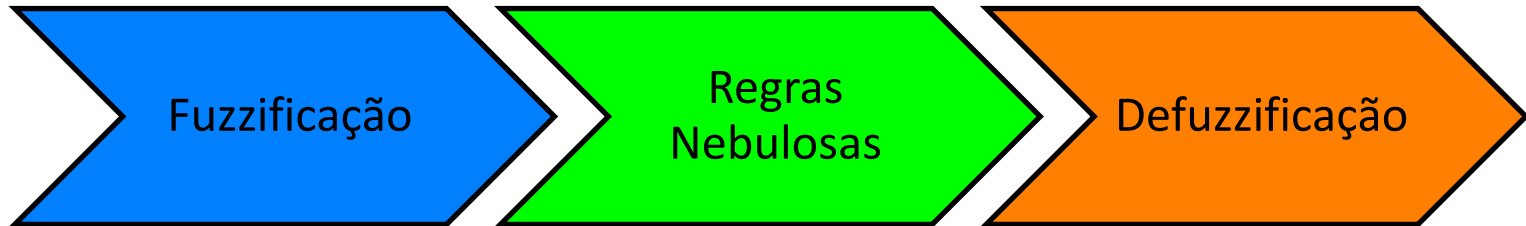
<code>fuzzy(10)</code>	<code>= [1, 0, 0]</code>
<code>fuzzy(12.5)</code>	<code>= [0.75, 0.25, 0]</code>
<code>fuzzy(15)</code>	<code>= [0.5, 0.5, 0]</code>
<code>fuzzy(17.5)</code>	<code>= [0.25, 0.75, 0]</code>
<code>fuzzy(20)</code>	<code>= [0, 1, 0]</code>
<code>fuzzy(22.5)</code>	<code>= [0, 0.75, 0.25]</code>
<code>fuzzy(25)</code>	<code>= [0, 0.5, 0.5]</code>
<code>fuzzy(27.5)</code>	<code>= [0, 0.25, 0.75]</code>
<code>fuzzy(30)</code>	<code>= [0, 0, 1]</code>

# Características da Lógica Fuzzy

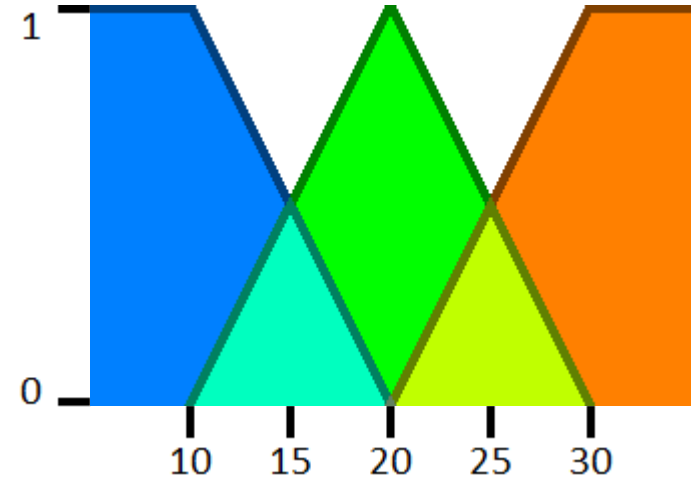
- Os conceitos que englobam a Lógica Fuzzy são consideradas simples;
- Busca imitar a lógica de pensamento humano;
- Permite fornecer mais de uma solução;
- Classes de objetos não possuem limites nítidos.



# Processos da Lógica Fuzzy



# Fuzzificação



# Regras Nebulosas

- Caso o objetivo seja manter a temperatura **morna**:
  - Se a temperatura estiver **fria**:
    - Ligar aquecedor.
  - Se a temperatura estiver **morna**:
    - Não executar ação.
  - Se a temperatura estiver **quente**:
    - Ligar ventilador.

# Regras Nebulosas

- Caso o objetivo seja manter a temperatura **fria**:
  - Se a temperatura estiver **fria**:
    - Não executar ação.
  - Se a temperatura estiver **morna**:
    - Ligar ventilador.
  - Se a temperatura estiver **quente**:
    - Ligar ventilador.



# Regras Nebulosas

- Caso o objetivo seja manter a temperatura **quente**:
  - Se a temperatura estiver **fria**:
    - Ligar aquecedor.
  - Se a temperatura estiver **morna**:
    - Ligar aquecedor.
  - Se a temperatura estiver **quente**:
    - Não executar ação.

# Defuzzificação



# Aplicações

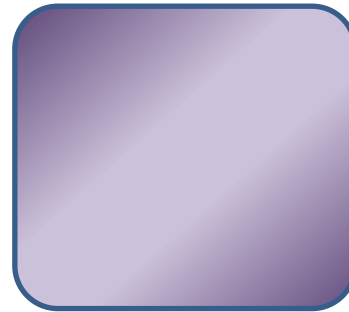
- Controle de grandezas tais como temperatura, pressão e volume;
- Controle de sinaleiras de trânsito a fim de reduzir congestionamentos.
- Usado como sistema de apoio em tomadas de decisão na área de negócios;

# Aplicações

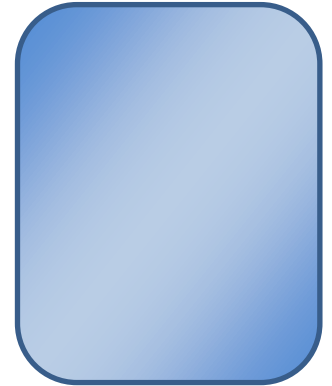
- Reconhecimento e classificação de padrões.



Tipo ?



Tipo A



Tipo B

# Referências

- [https://en.wikipedia.org/wiki/Fuzzy\\_logic](https://en.wikipedia.org/wiki/Fuzzy_logic)
- <https://www.guru99.com/what-is-fuzzy-logic.html>
- [https://www.tutorialspoint.com/fuzzy\\_logic/index.htm](https://www.tutorialspoint.com/fuzzy_logic/index.htm)