

## **Atividade 1: Conjuntos, Funções e Operadores Fuzzy**

### **1 Questão 2 - Funções de pertinência**

Considerando as amostras de valor de  $x$  igual a 14 e 35, em um universo que inicia em 0 e termina em 50, temos as seguintes conclusões:

#### **1.1 Função triangular**

Como é possível analisar na figura 1, tem-se que:

Para  $x = 14$ :

- Função 1 (Azul): 0
- Função 2 (Amarelo): 0,8
- Função 3 (Verde): 0
- Função 4 (Vermelho): 0
- Função 5 (Magenta): 0

Para  $x = 35$ :

- Função 1 (Azul): 0
  - Função 2 (Amarelo): 0
-

- Função 3 (Verde): 0
- Função 4 (Vermelho): 0,95
- Função 5 (Magenta): 0

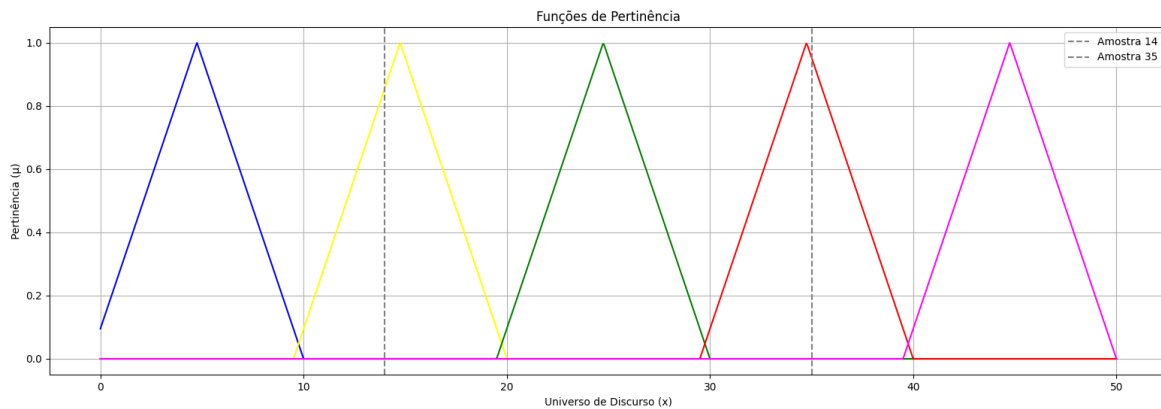


Figura 1: Funções de pertinência triangulares

## 1.2 Função trapezoidal

Como é possível analisar na figura 2, tem-se que:

Para  $x = 14$ :

- Função 1 (Azul): 0
- Função 2 (Amarelo): 1
- Função 3 (Verde): 0
- Função 4 (Vermelho): 0
- Função 5 (Magenta): 0

Para  $x = 35$ :

---

- Função 1 (Azul): 0
- Função 2 (Amarelo): 0
- Função 3 (Verde): 0
- Função 4 (Vermelho): 1
- Função 5 (Magenta): 0

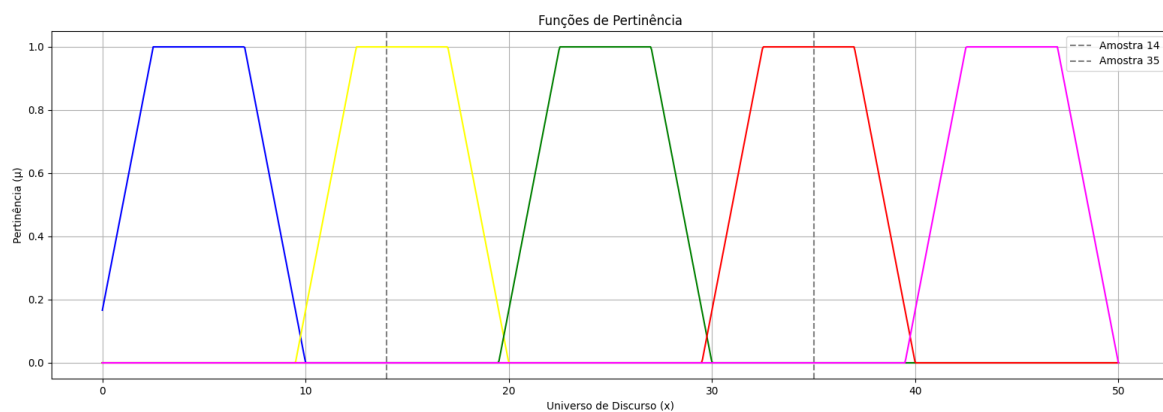


Figura 2: Funções de pertinência trapezoidais

### 1.3 Função gaussiana

Como é possível analisar na figura 3, tem-se que:

Para  $x = 14$ :

- Função 1 (Azul): 0
  - Função 2 (Amarelo): 0,9
  - Função 3 (Verde): 0
  - Função 4 (Vermelho): 0
  - Função 5 (Magenta): 0
-

Para  $x = 35$ :

- Função 1 (Azul): 0
- Função 2 (Amarelo): 0
- Função 3 (Verde): 0
- Função 4 (Vermelho): 1
- Função 5 (Magenta): 0

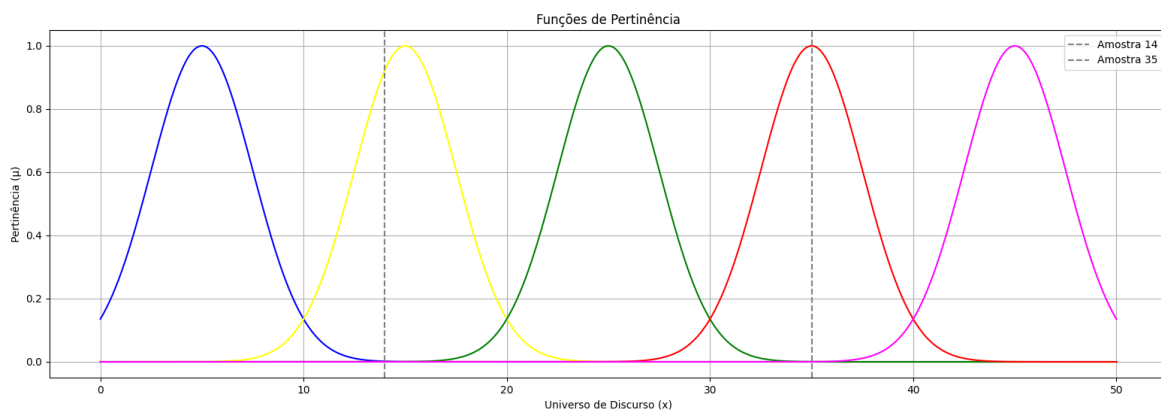


Figura 3: Funções de pertinência gaussianas

## 1.4 Função Sigmoidal

Como é possível analisar na figura 4, tem-se que:

Para  $x = 14$ :

- Função 1 (Azul): 0
  - Função 2 (Amarelo): 0,8
  - Função 3 (Verde): 0
  - Função 4 (Vermelho): 0
-

- Função 5 (Magenta): 0

Para  $x = 35$ :

- Função 1 (Azul): 0
- Função 2 (Amarelo): 0
- Função 3 (Verde): 0
- Função 4 (Vermelho): 0,95
- Função 5 (Magenta): 0

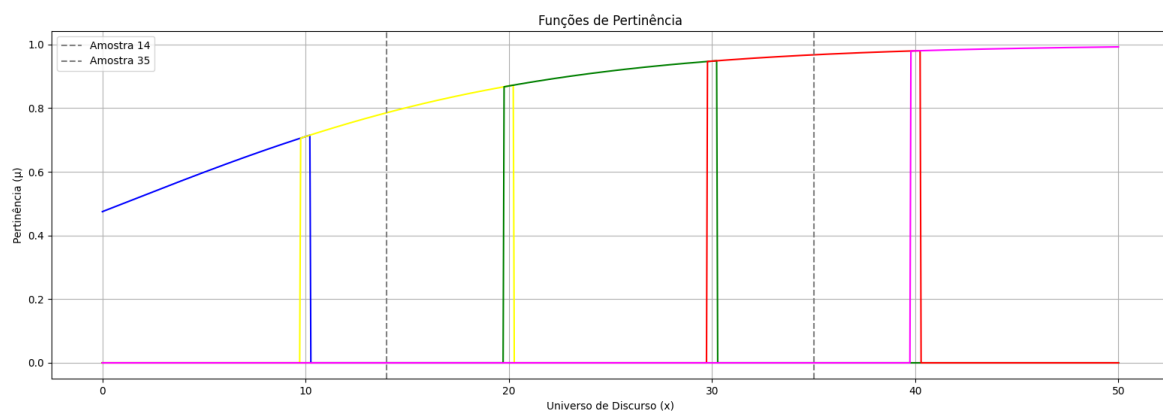


Figura 4: Funções de pertinência sigmoidais

## 1.5 Função Sino

Como é possível analisar na figura 5, tem-se que:

Para  $x = 14$ :

- Função 1 (Azul): 0
  - Função 2 (Amarelo): 0,95
-

- Função 3 (Verde): 0
- Função 4 (Vermelho): 0
- Função 5 (Magenta): 0

Para  $x = 35$ :

- Função 1 (Azul): 0
- Função 2 (Amarelo): 0
- Função 3 (Verde): 0
- Função 4 (Vermelho): 1
- Função 5 (Magenta): 0

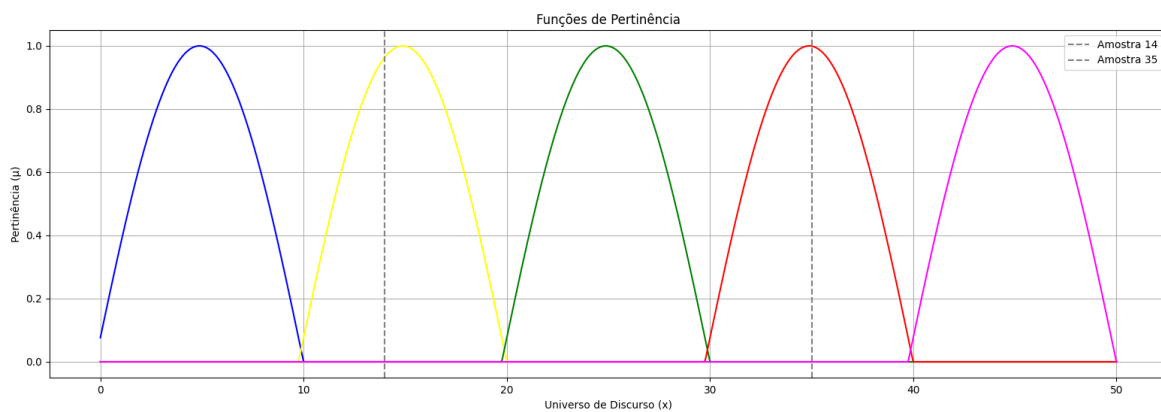


Figura 5: Funções de pertinência sino

## 1.6 Função S

Como é possível analisar na figura 6, tem-se que:

Para  $x = 14$ :

---

- Função 1 (Azul): 0
- Função 2 (Amarelo): 0,3
- Função 3 (Verde): 0
- Função 4 (Vermelho): 0
- Função 5 (Magenta): 0

Para  $x = 35$ :

- Função 1 (Azul): 0
- Função 2 (Amarelo): 0
- Função 3 (Verde): 0
- Função 4 (Vermelho): 0,5
- Função 5 (Magenta): 0

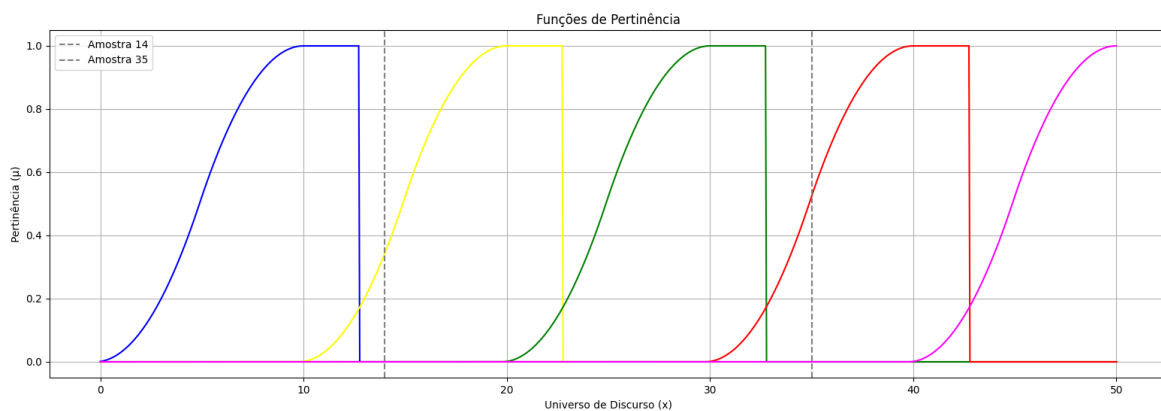


Figura 6: Funções de pertinência S

## 1.7 Função Z

Como é possível analisar na figura 1, tem-se que:

Para  $x = 14$ :

- Função 1 (Azul): 0,01
- Função 2 (Amarelo): 0,85
- Função 3 (Verde): 0
- Função 4 (Vermelho): 0
- Função 5 (Magenta): 0

Para  $x = 35$ :

- Função 1 (Azul): 0
- Função 2 (Amarelo): 0
- Função 3 (Verde): 0
- Função 4 (Vermelho): 0,78
- Função 5 (Magenta): 0

## 1.8 Função Cauchy

Como é possível analisar na figura 8, tem-se que:

Para  $x = 14$ :

- Função 1 (Azul): 0,05
-



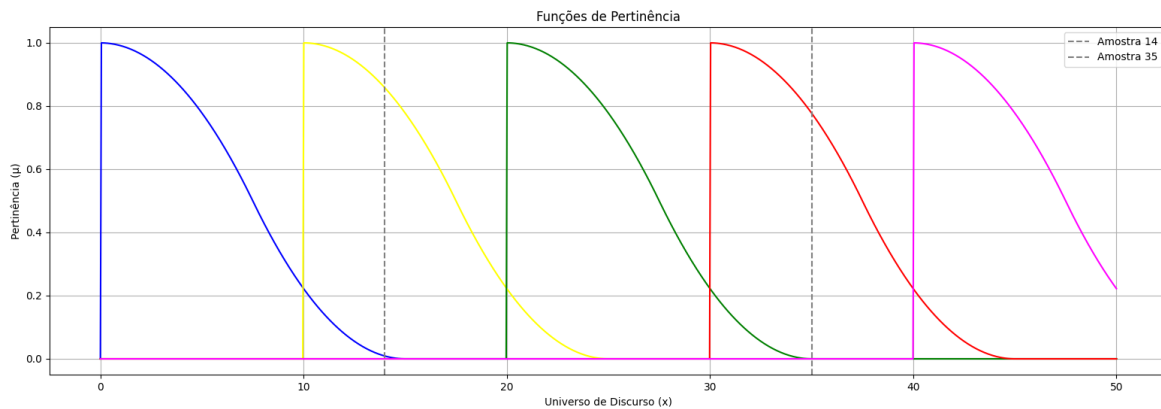


Figura 7: Funções de pertinência Z

- Função 2 (Amarelo): 0,8
- Função 3 (Verde): 0,04
- Função 4 (Vermelho): 0
- Função 5 (Magenta): 0

Para  $x = 35$ :

- Função 1 (Azul): 0
- Função 2 (Amarelo): 0
- Função 3 (Verde): 0,05
- Função 4 (Vermelho): 1
- Função 5 (Magenta): 0,05

## 1.9 Função Gaussiana Dupla

Como é possível analisar na figura 9, tem-se que:

Para  $x = 14$ :

---

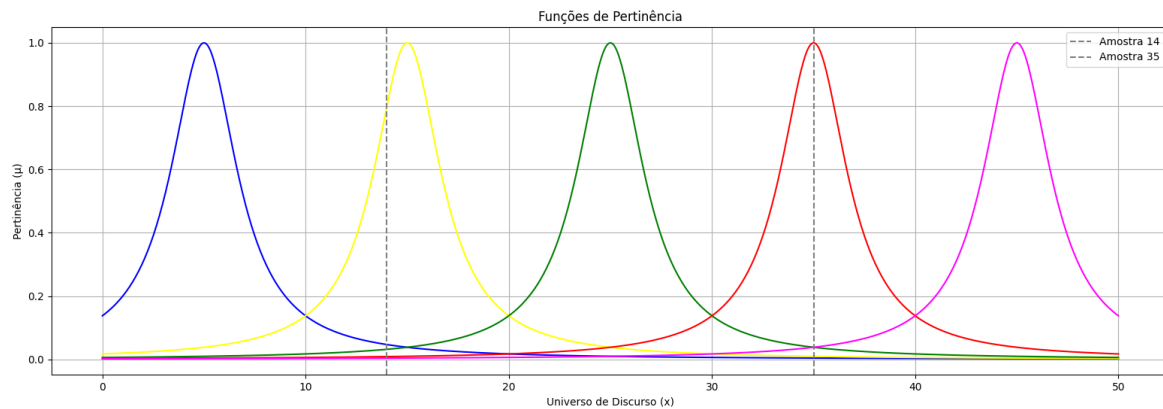


Figura 8: Funções de pertinência Cauchy

- Função 1 (Azul): 0,85
- Função 2 (Amarelo): 0,15
- Função 3 (Verde): 0,01
- Função 4 (Vermelho): 0
- Função 5 (Magenta): 0

Para  $x = 35$ :

- Função 1 (Azul): 0
  - Função 2 (Amarelo): 0
  - Função 3 (Verde): 1
  - Função 4 (Vermelho): 0,05
  - Função 5 (Magenta): 0,05
-

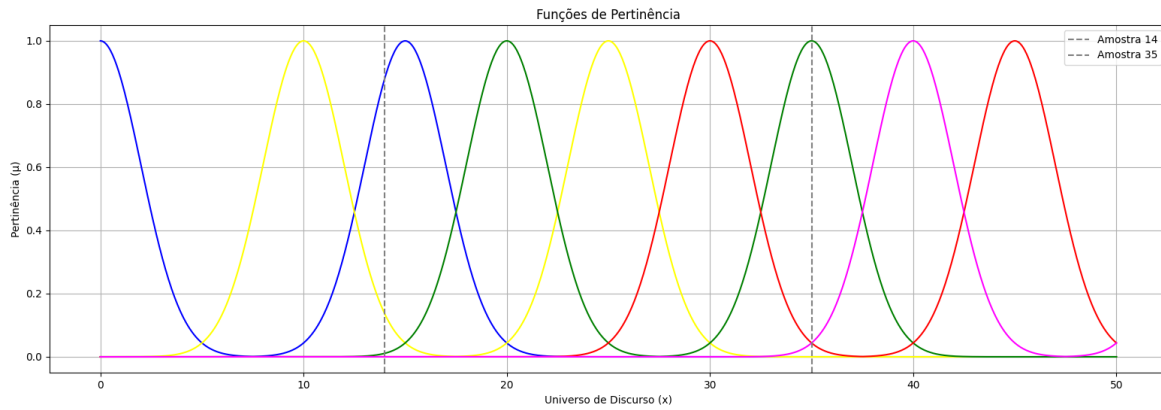


Figura 9: Funções de pertinência gaussiana dupla

## 1.10 Função Bell-Shaped

Como é possível analisar na figura 10, tem-se que:

Para  $x = 14$ :

- Função 1 (Azul): 0,95
- Função 2 (Amarelo): 0
- Função 3 (Verde): 0
- Função 4 (Vermelho): 0
- Função 5 (Magenta): 0

Para  $x = 35$ :

- Função 1 (Azul): 0
  - Função 2 (Amarelo): 0
  - Função 3 (Verde): 0
  - Função 4 (Vermelho): 1
  - Função 5 (Magenta): 0
-

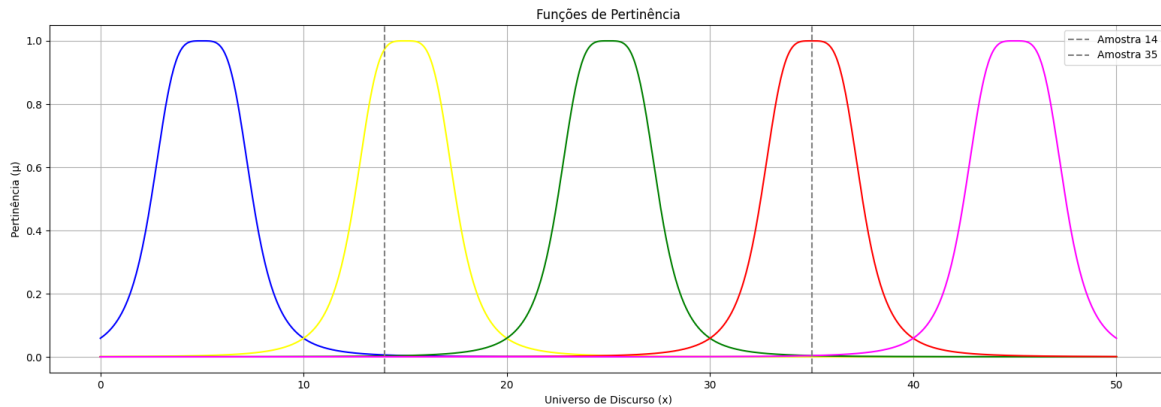


Figura 10: Funções de pertinência Bell-Shaped

## 1.11 Função Exponencial

Como é possível analisar na figura 11, tem-se que:

Para  $x = 14$ :

- Função 1 (Azul): 0
- Função 2 (Amarelo): 0,2
- Função 3 (Verde): 0
- Função 4 (Vermelho): 0
- Função 5 (Magenta): 0

Para  $x = 35$ :

- Função 1 (Azul): 0
  - Função 2 (Amarelo): 0
  - Função 3 (Verde): 0
  - Função 4 (Vermelho): 0,15
  - Função 5 (Magenta): 0
-

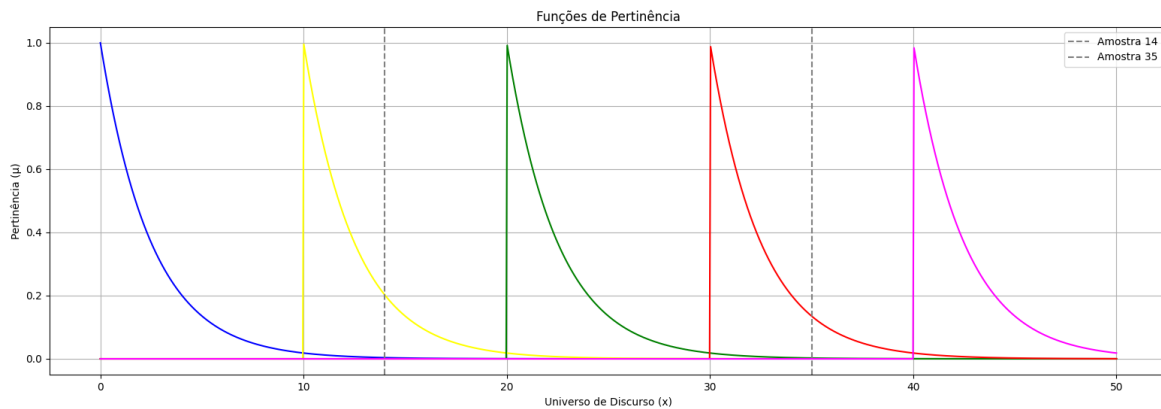


Figura 11: Funções de pertinência exponencial

## 2 Questão 3 - Conjuntos Fuzzy

Considerando um universo que inicia em 0 e termina em 50, foi usado para a visualização dos conjuntos dessa questão duas funções triangulares, a primeira com ponto inicial em 5, ponto médio em 10 e ponto final em 15, e a segunda com ponto inicial em 9, ponto médio em 15 e ponto final em 21.

De acordo com as figuras 14 e 15, intercessão e t-norma mínima representam a mesma coisa nesse caso. Igualmente para as figuras 13 e 19, que representam, respectivamente, união e s-norma máxima.

Também é possível analisar que, de certa forma, as t-normas representam o inverso das s-normas onde, as t-normas representam o valor mínimo e as s-normas representam o valor máximo.

## 3 Questão 4 - Relação Fuzzy

Considerando um universo que inicia em 0 e termina em 50, foi usado para a visualização dos conjuntos dessa questão duas funções triangulares, a primeira com ponto inicial em 5, ponto médio em 10 e ponto final em 15, e a segunda com ponto inicial em 9, ponto médio em 15 e ponto final em 21.

A matriz de calor da figura 23 representa o menor valor de pertinência em cada ponto. Como os conjuntos passados se sobrepõem entre 9 e 15, o gráfico mostra valores mais altos nessa região, diminuindo nas extremidades.

A matriz de calor da figura 24 representa o produto dos valores de pertinência em cada ponto. Os

---

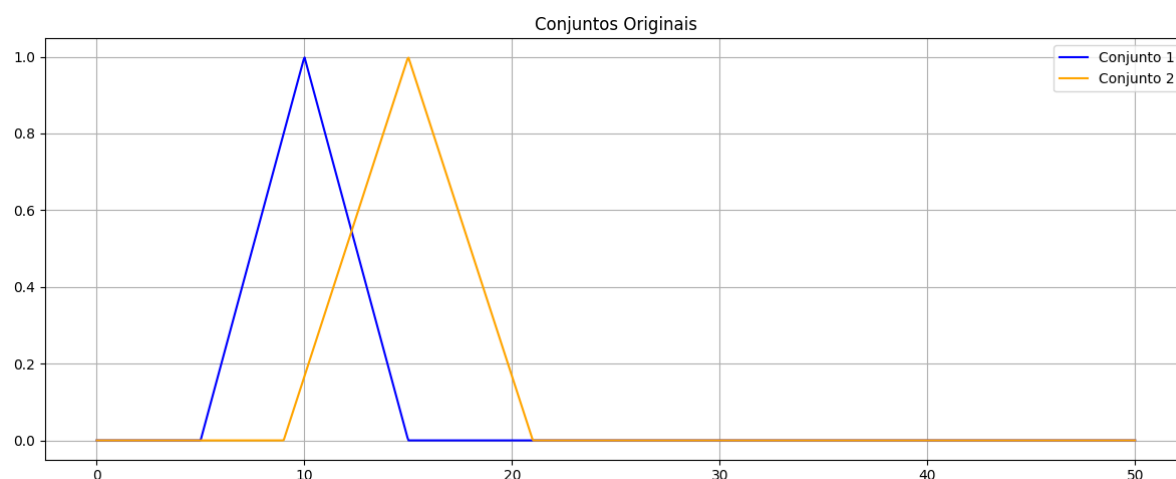


Figura 12: Conjuntos originais

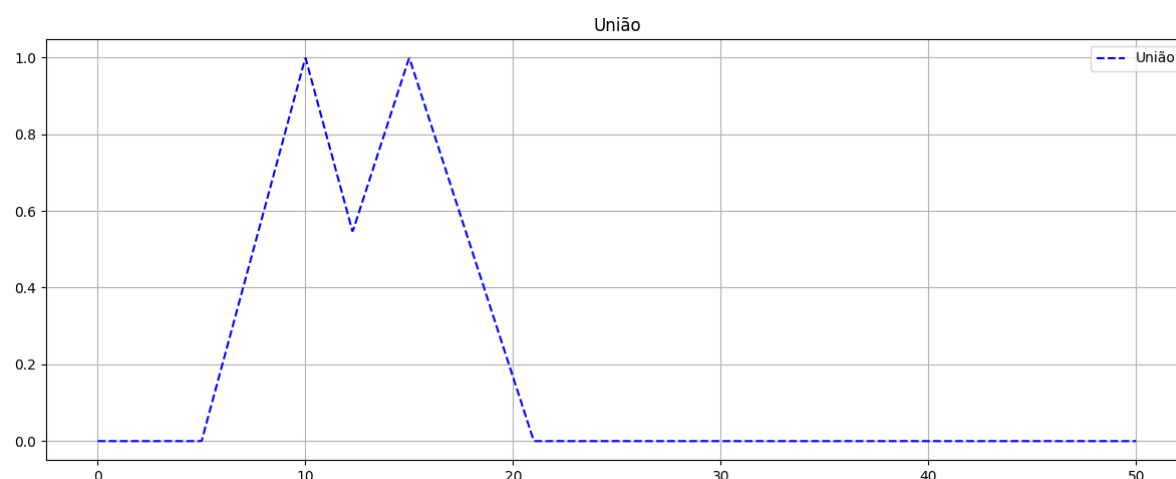


Figura 13: União

valores de pertinência mais altos ficam onde os conjuntos tem valores significativos, entre 9 e 15. Como o produto tende a reduzir os valores, a intensidade da cor é menor do que a obtida com T-norma mínima, na figura 23.

A matriz de calor da figura 25 destaca a zona onde a soma dos valores de pertinência é maior que 1, criando uma área de intensidade intermediária entre 9 e 15. As bordas tem menos intensidade, visto que o operador limita os valores fora das regiões de alta sobreposição.

O operador T-norma de produto drástico retorna 0, exceto quando um dos valores de pertinência é 1, caso contrário, retorna o mínimo. Sendo assim, como o produto das pertinências dos conjuntos passados

---

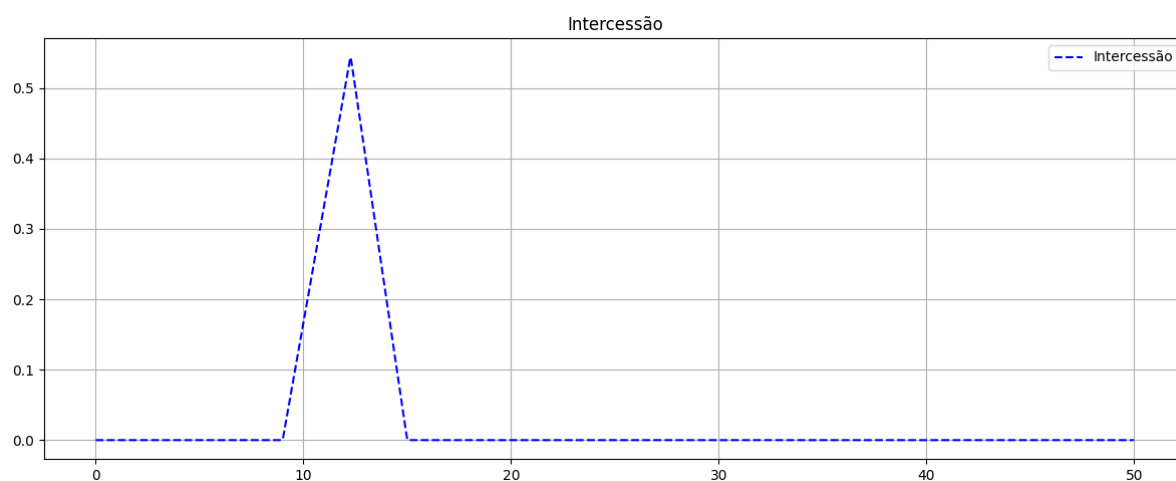


Figura 14: Intercessão

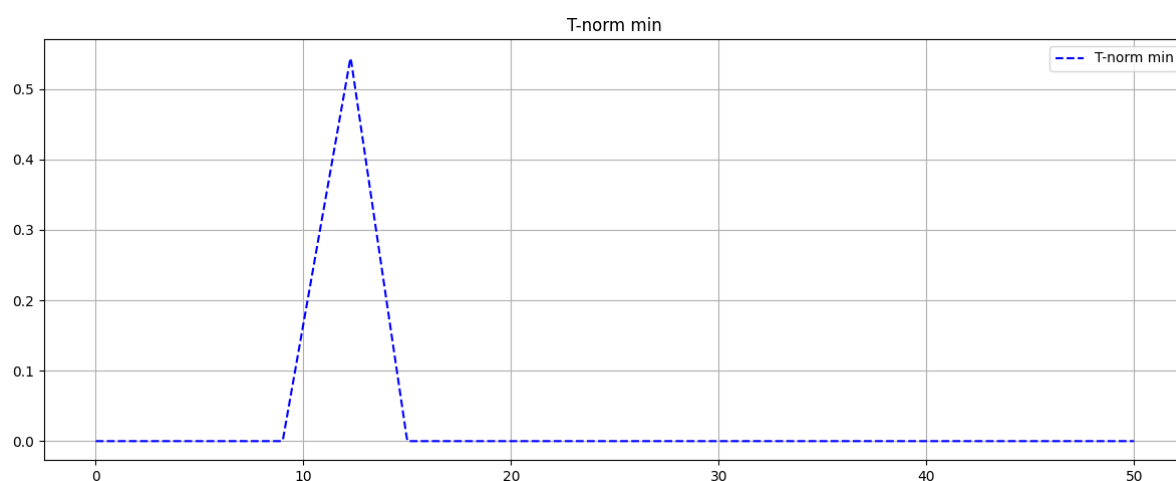


Figura 15: T-norma mínima

será sempre menor que 1 nesse caso em específico, a matriz de calor da figura 26 será toda de zeros.

## 4 Questão 5 - Funções de composição

Considerando um universo que inicia em 0 e termina em 50, foi usado para a visualização dos conjuntos dessa questão duas funções triangulares, a primeira com ponto inicial em 5, ponto médio em 10 e ponto final em 15, e a segunda com ponto inicial em 9, ponto médio em 15 e ponto final em 21.

---

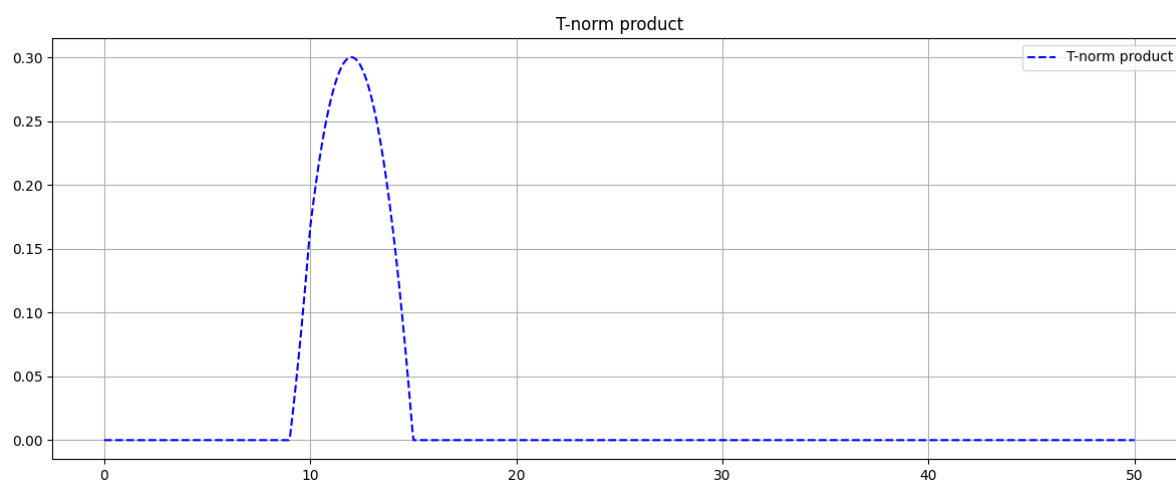


Figura 16: T-norma produto

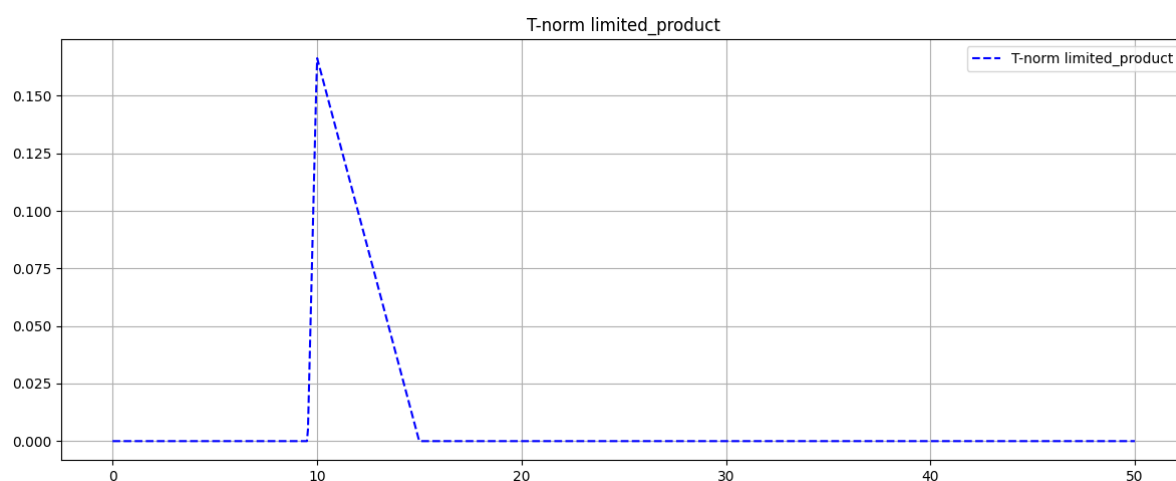


Figura 17: T-norma produto limitado

A matriz de calor da figura 27 representa o cálculo do máximo dos mínimos para cada ponto da matriz 50x50 referente ao conjuntos descritos anteriormente.

A matriz de calor da figura 28 representa o cálculo do mínimo dos máximos para cada ponto da matriz 50x50 referente ao conjuntos descritos anteriormente.

A matriz de calor da figura 29 representa o cálculo do máximo dos produtos para cada ponto da matriz 50x50 referente ao conjuntos descritos anteriormente.

---



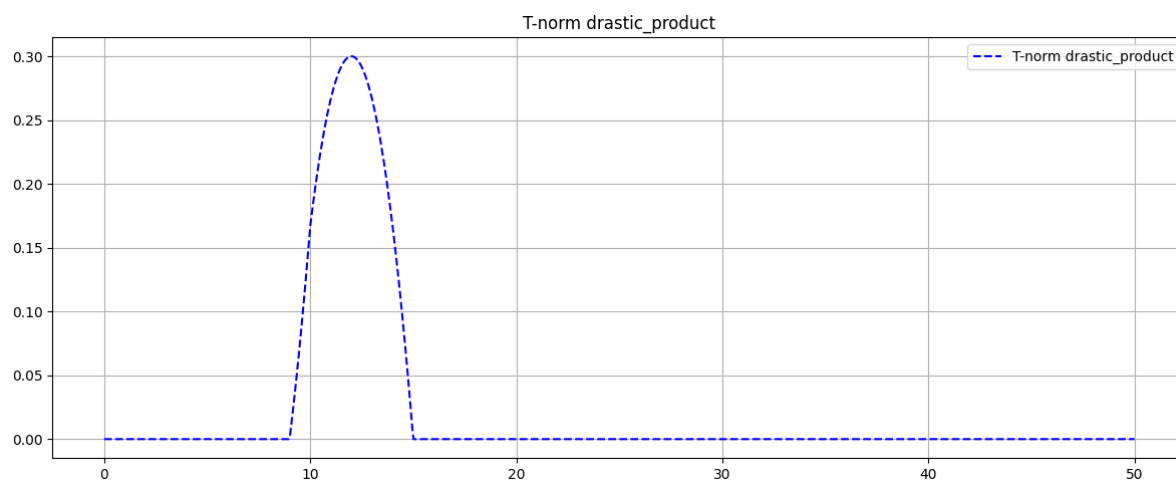


Figura 18: T-norma produto drástico

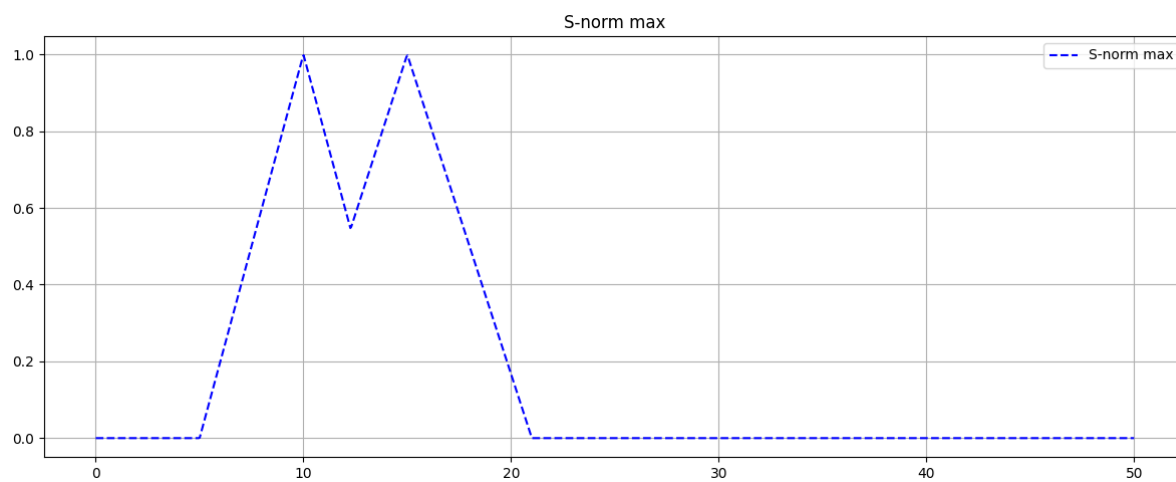


Figura 19: S-norma máxima

---

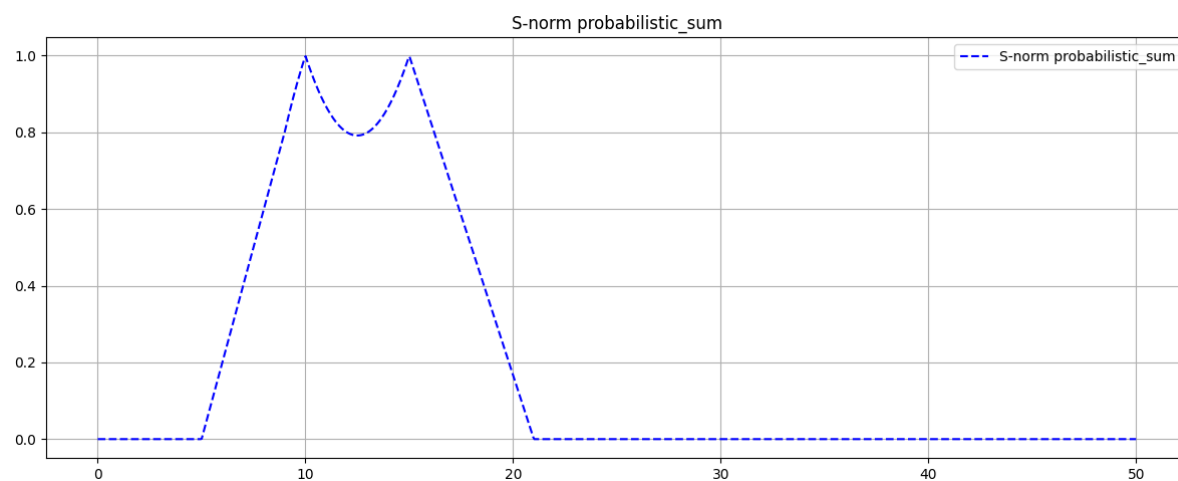


Figura 20: S-norma soma probabilística

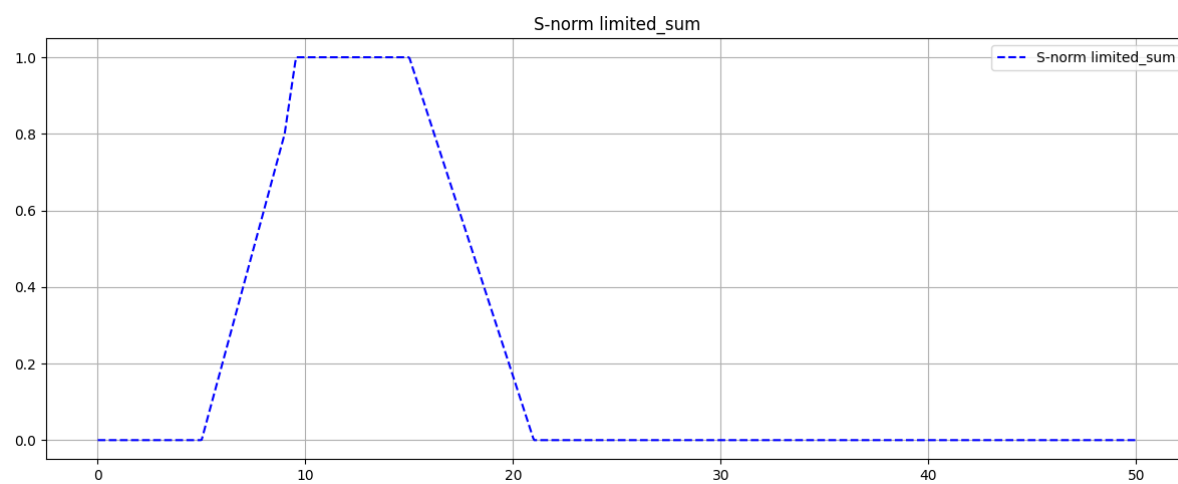


Figura 21: S-norma soma limitada

---

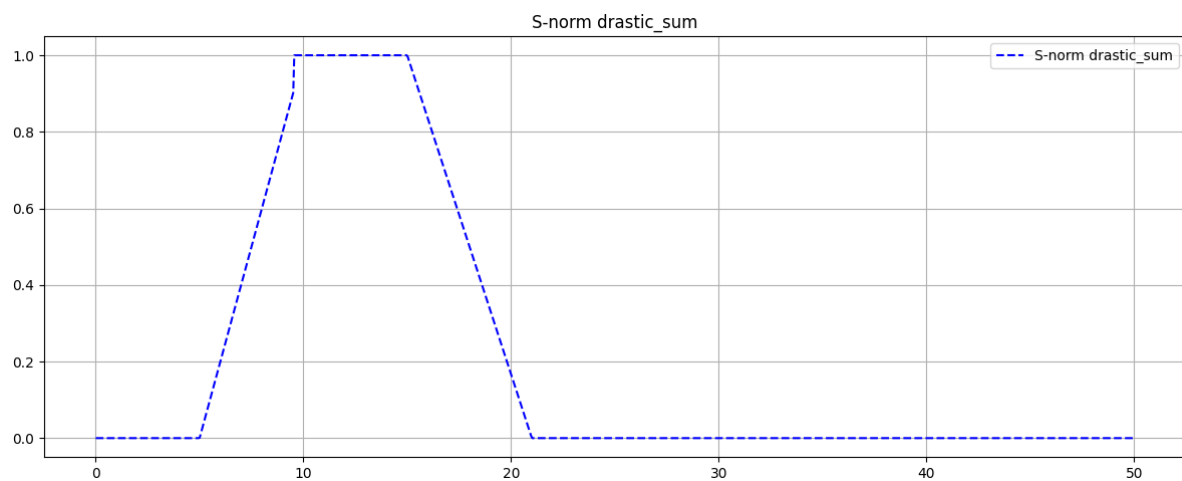


Figura 22: S-norma soma drástica

---

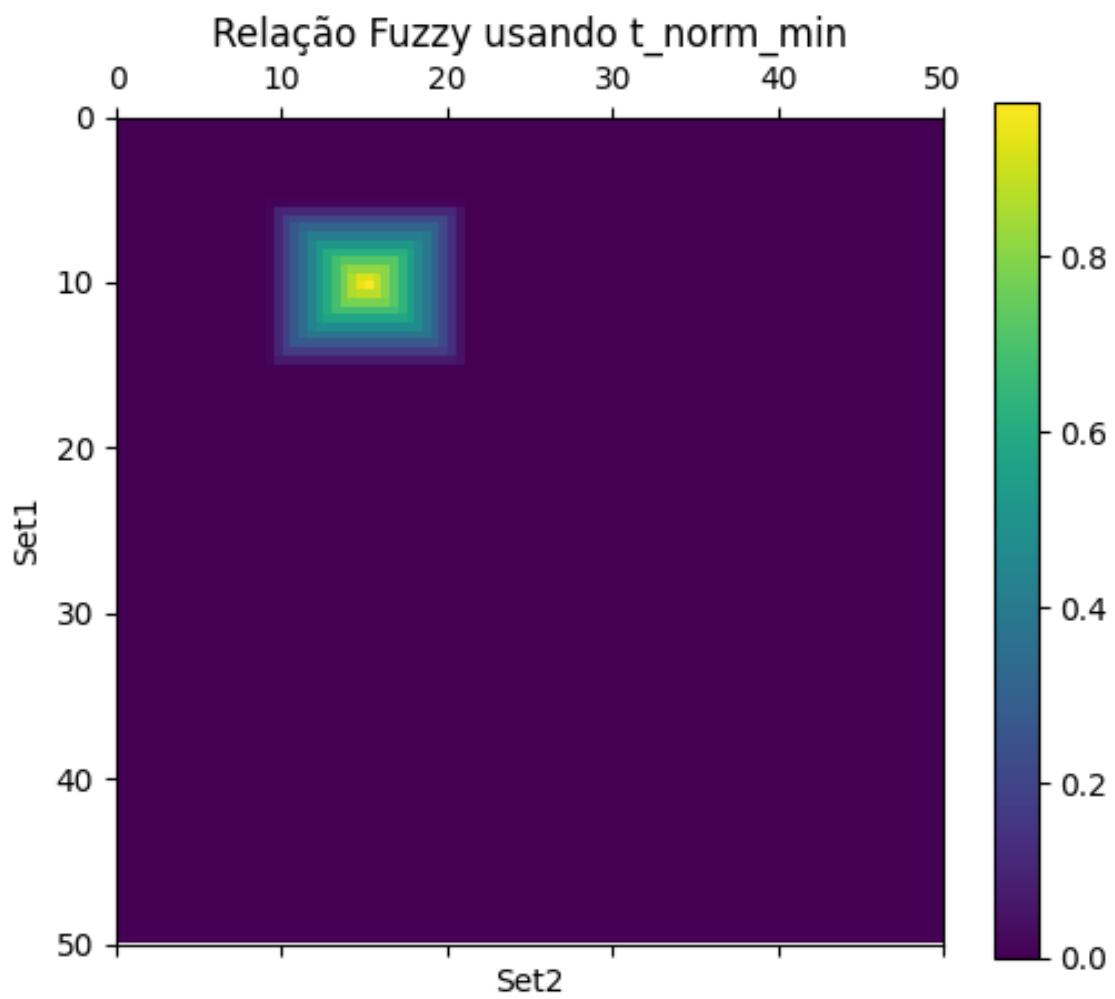


Figura 23: Relação T-norma mínima

---

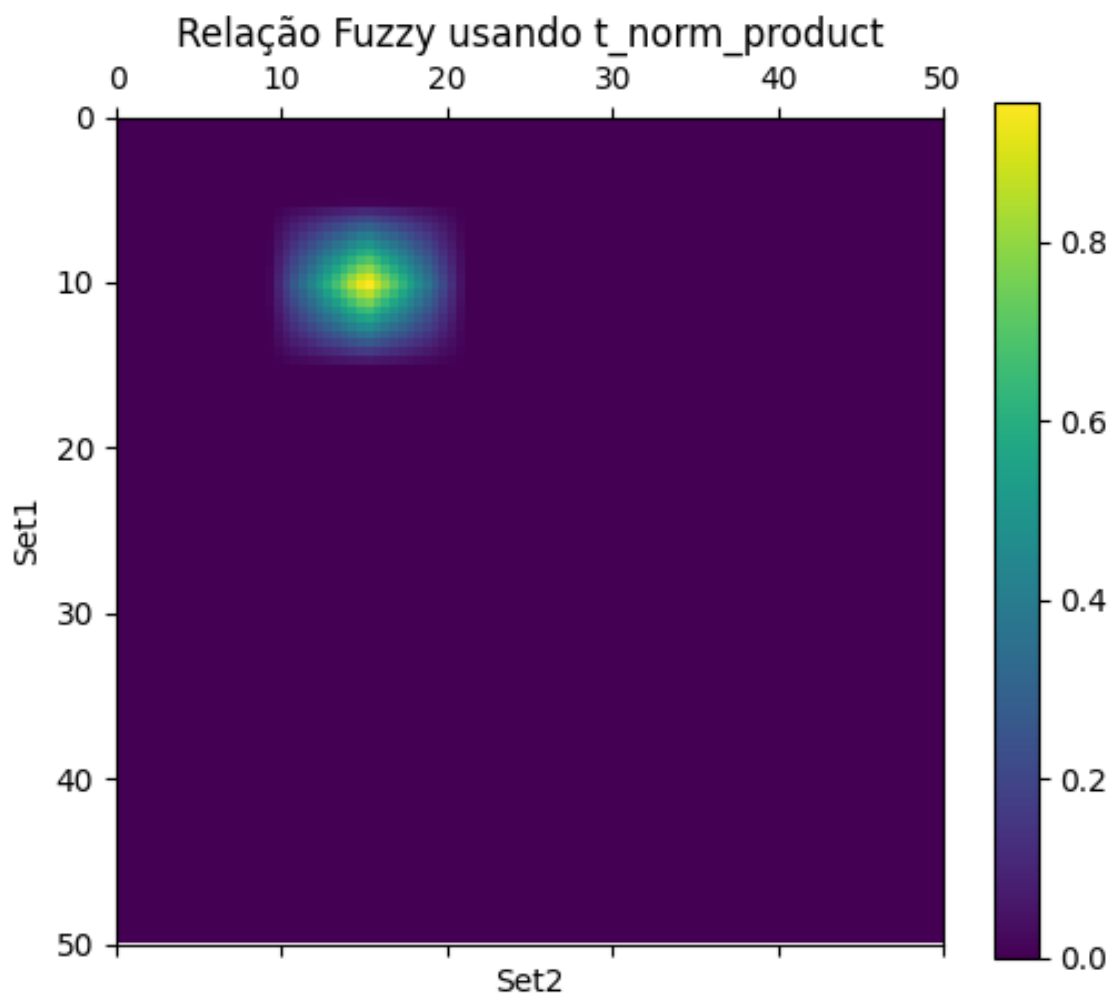


Figura 24: Relação T-norma produto

---

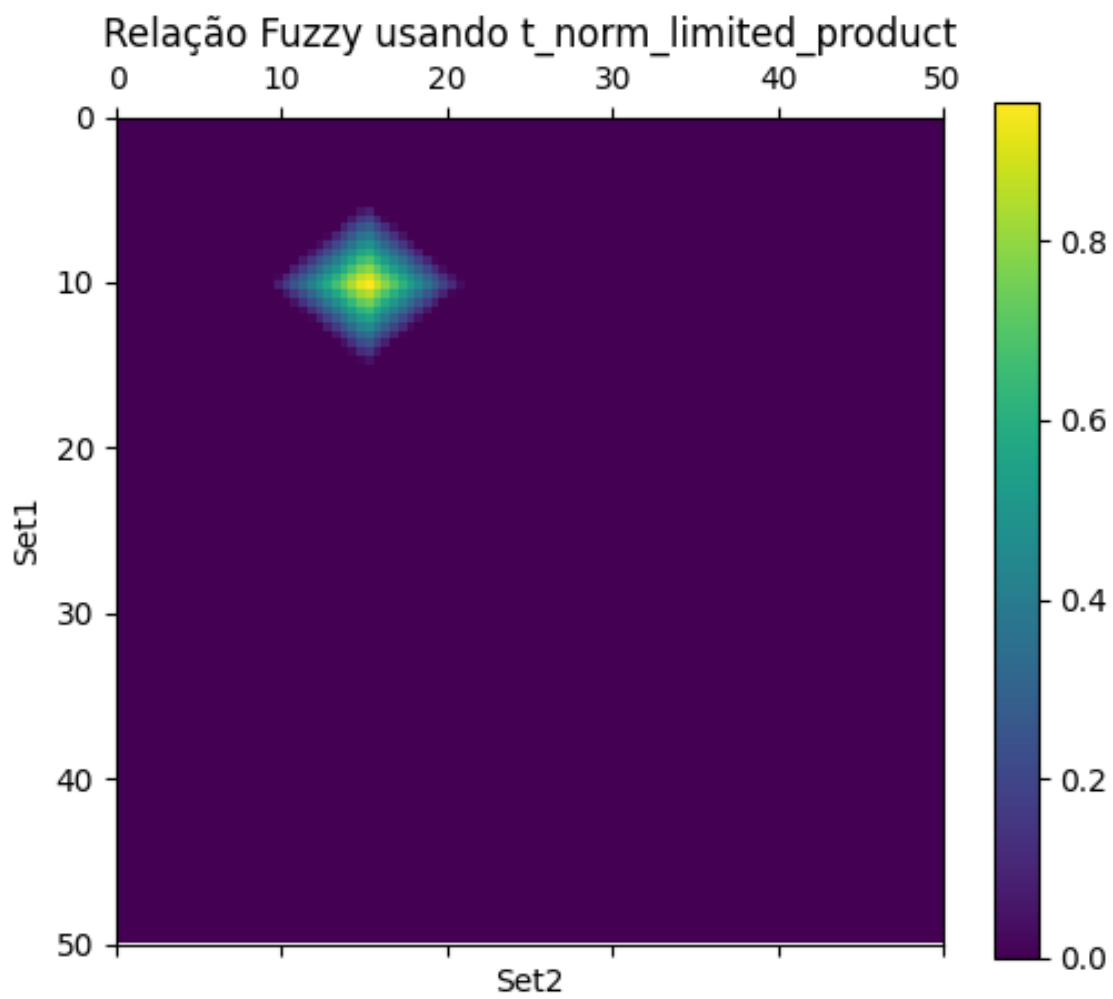


Figura 25: Relação T-norma produto limitado

---

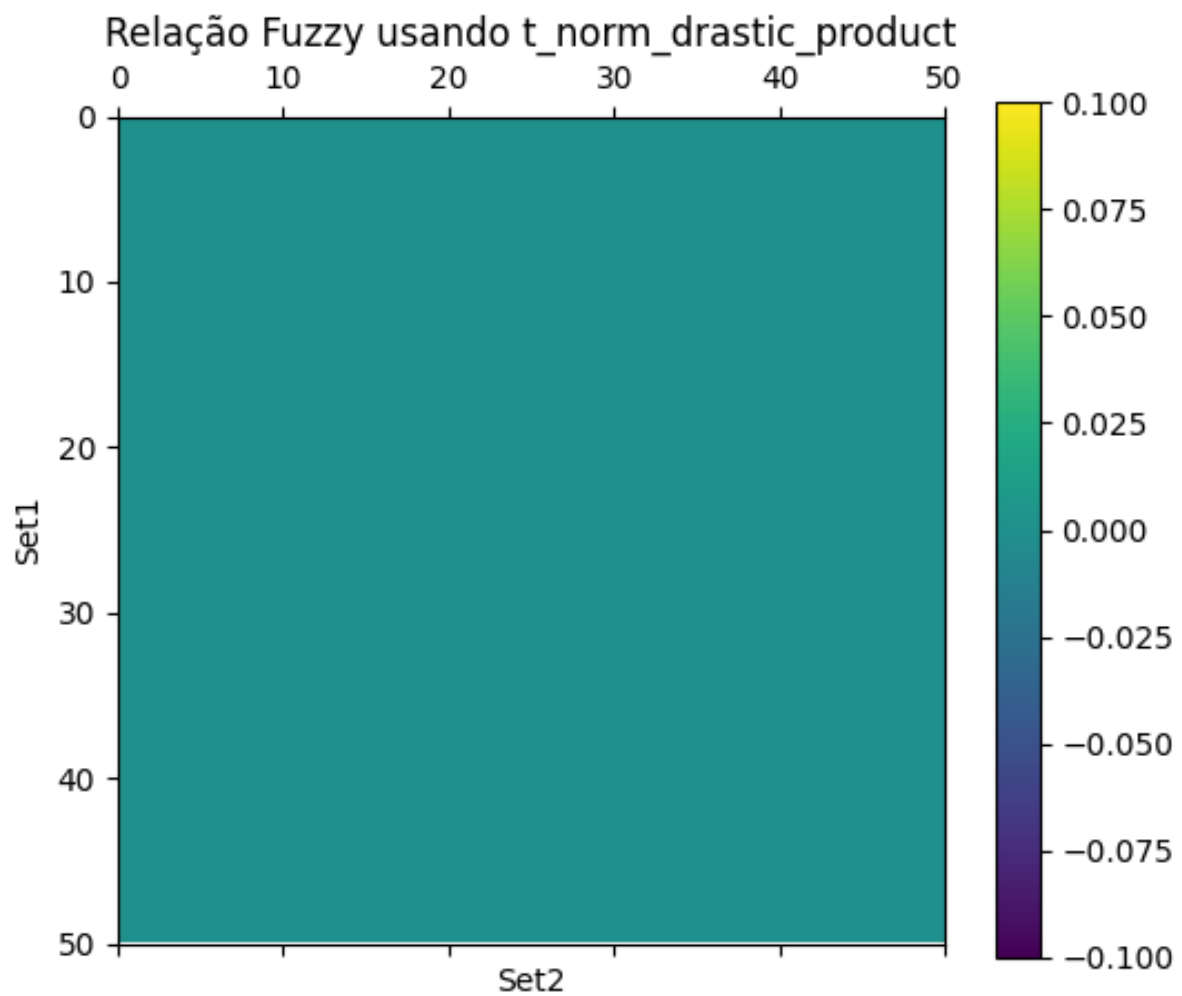


Figura 26: Relação T-norma produto drástico

---

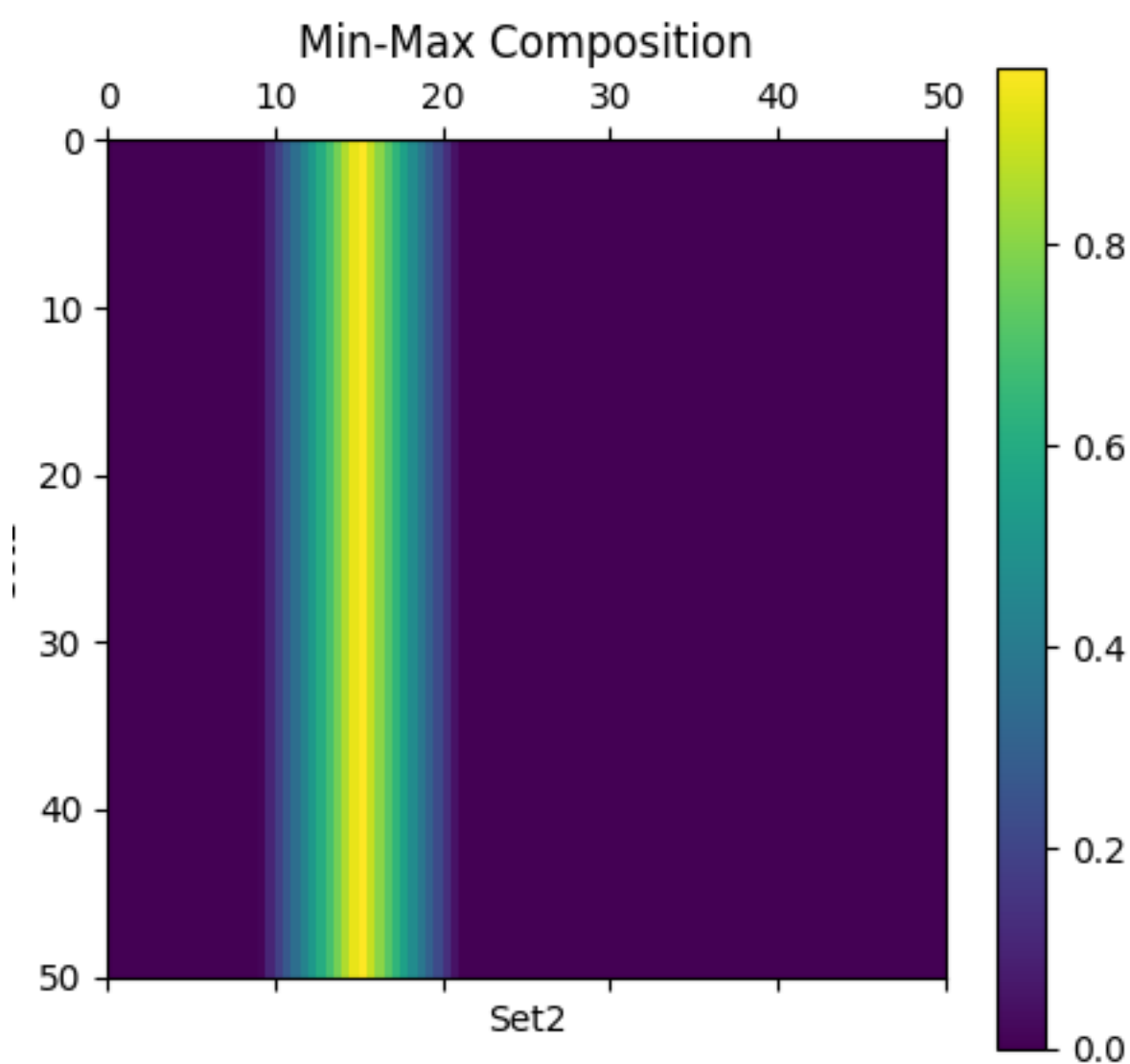


Figura 27: Composição Min-Max

---



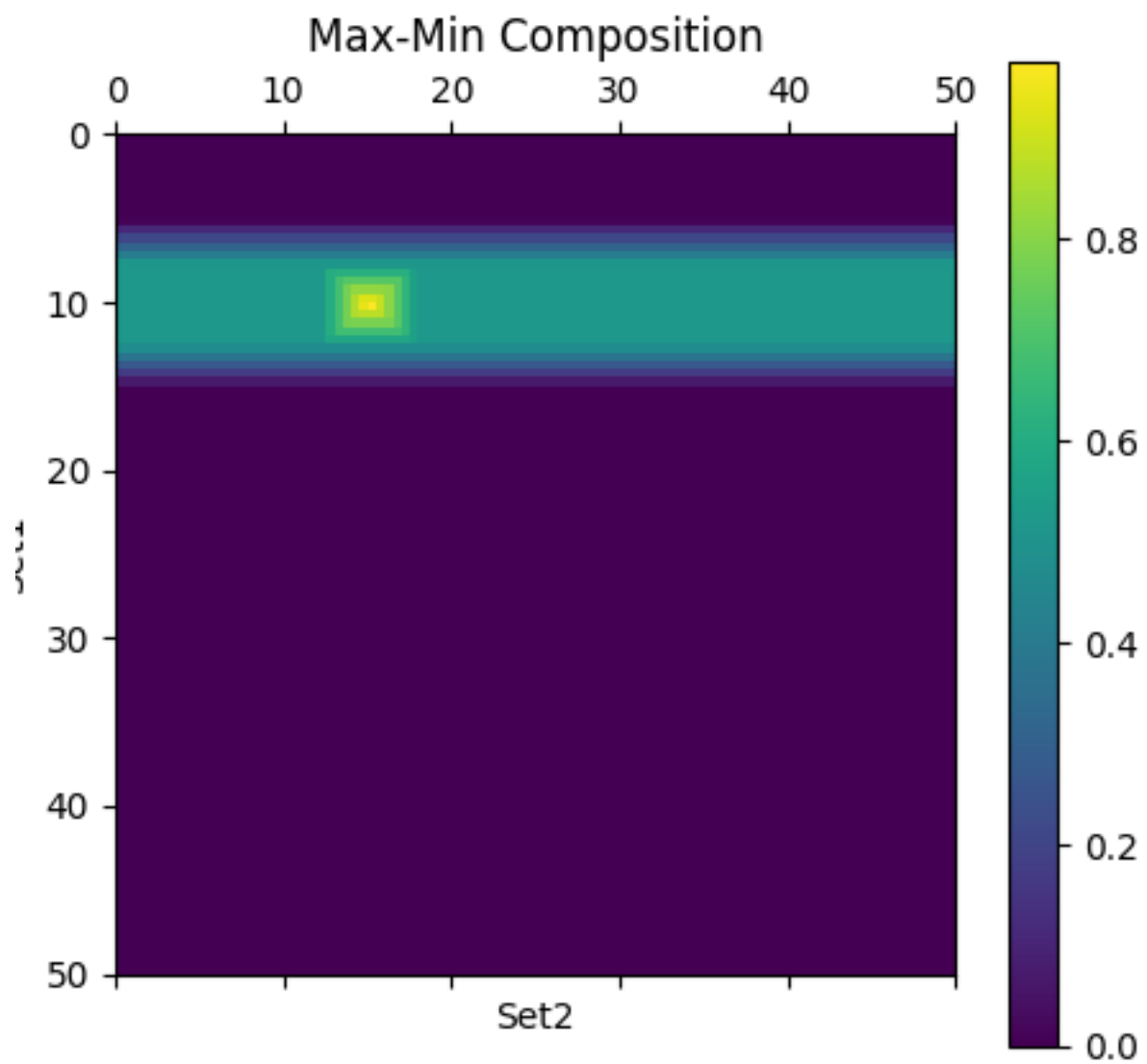


Figura 28: Composição Max-Min

---

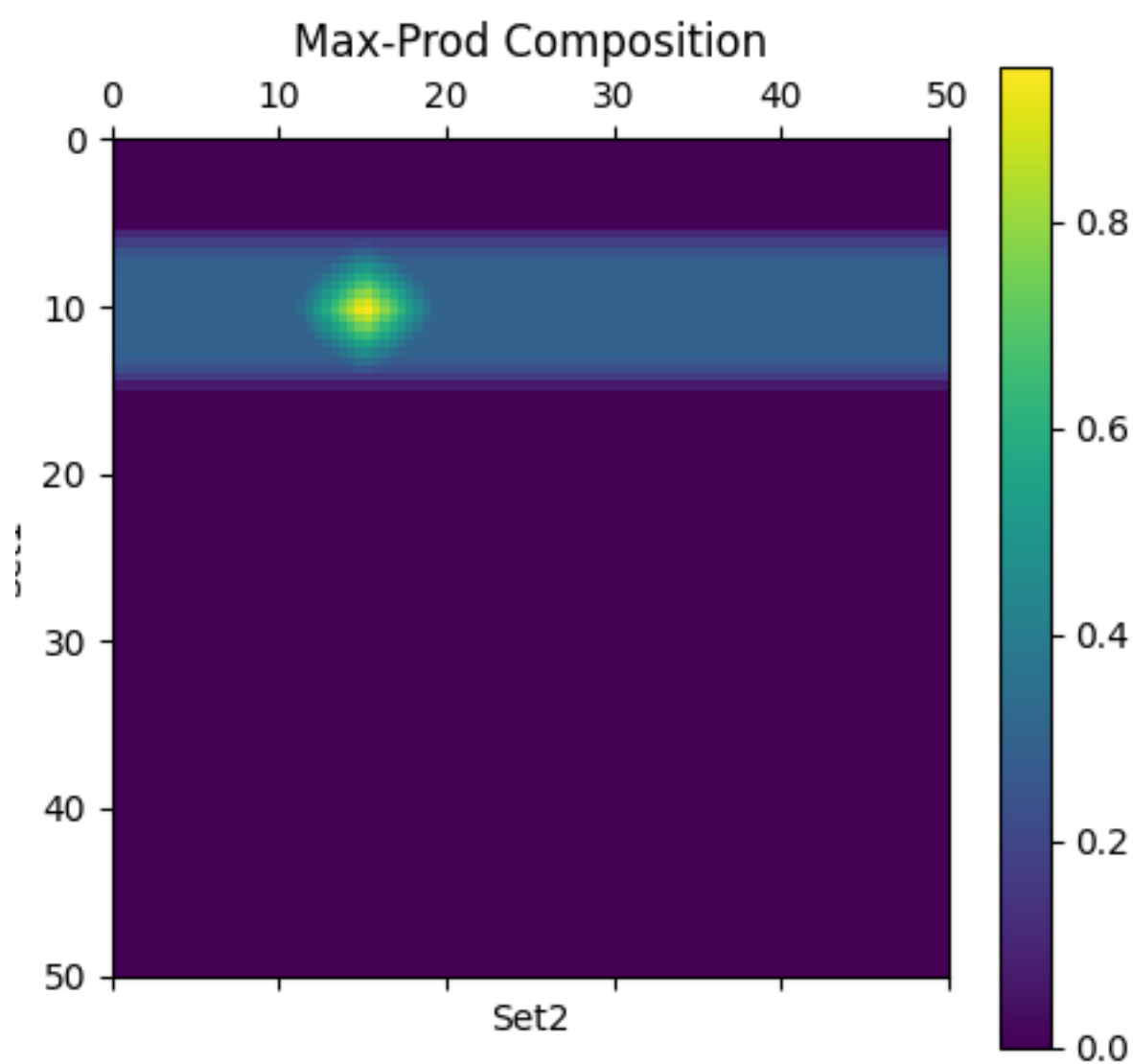


Figura 29: Composição Max-Prod

---