

# SISTEMAS BASEADOS EM LÓGICA FUZZY

Extração de regras automáticas



Dr. Cristian E. Muñoz Villalobos

[prof.cristian@ica.ele.puc-rio.br](mailto:prof.cristian@ica.ele.puc-rio.br)

# Extração de regras

## Previsão de Séries Temporais

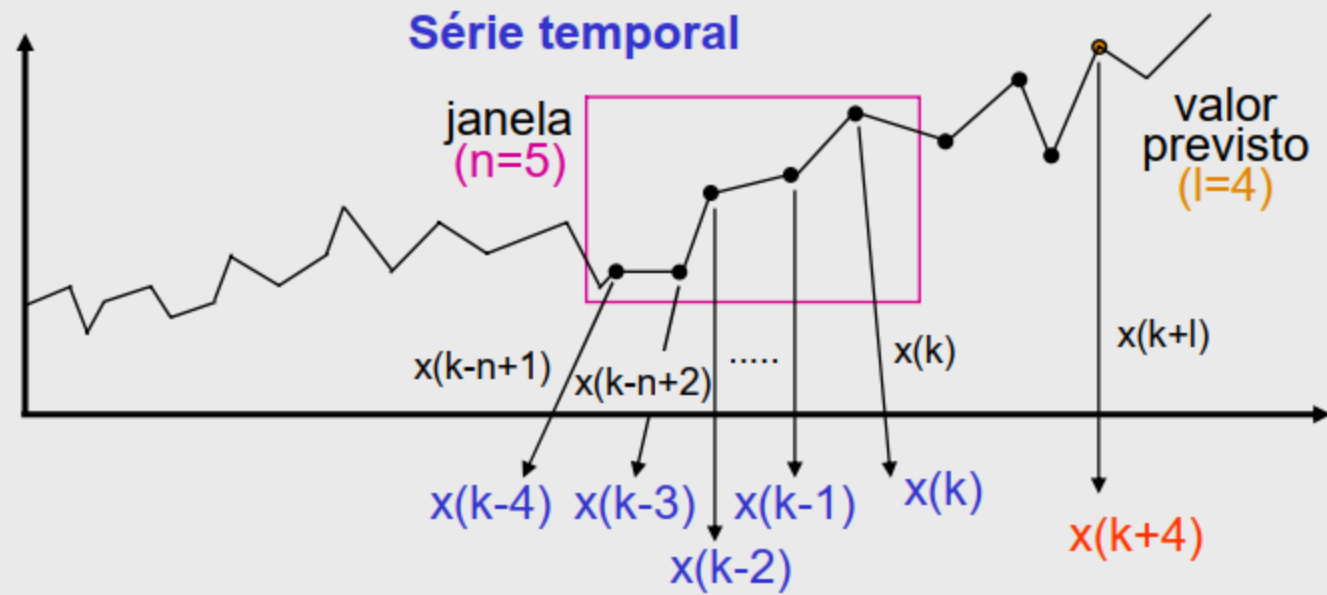
⇒ Seja  $x(k)$ ,  $k = 1, 2, \dots$  uma série temporal

**Objetivo:** dada uma janela de  $n$  medidas de  $x(k)$   
 $x(k-n+1), x(k-n+2), \dots, x(k)$

⇒ determinar  $x(k+1)$   
o valor de  $x$   $l$  pontos à frente

( $n$  e  $l$ : inteiros positivos)

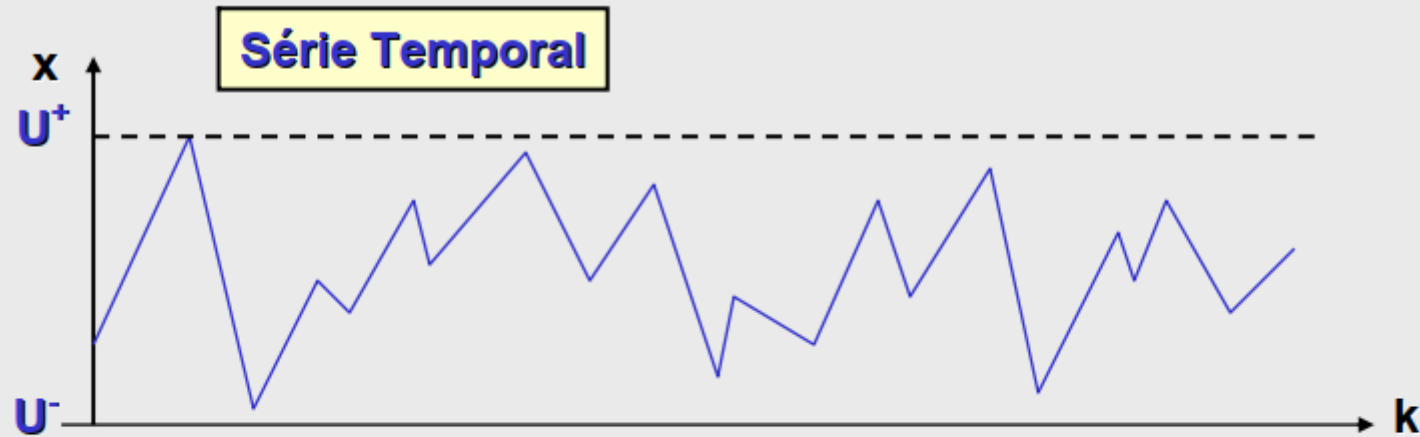
# Extração de regras



# Extração de regras

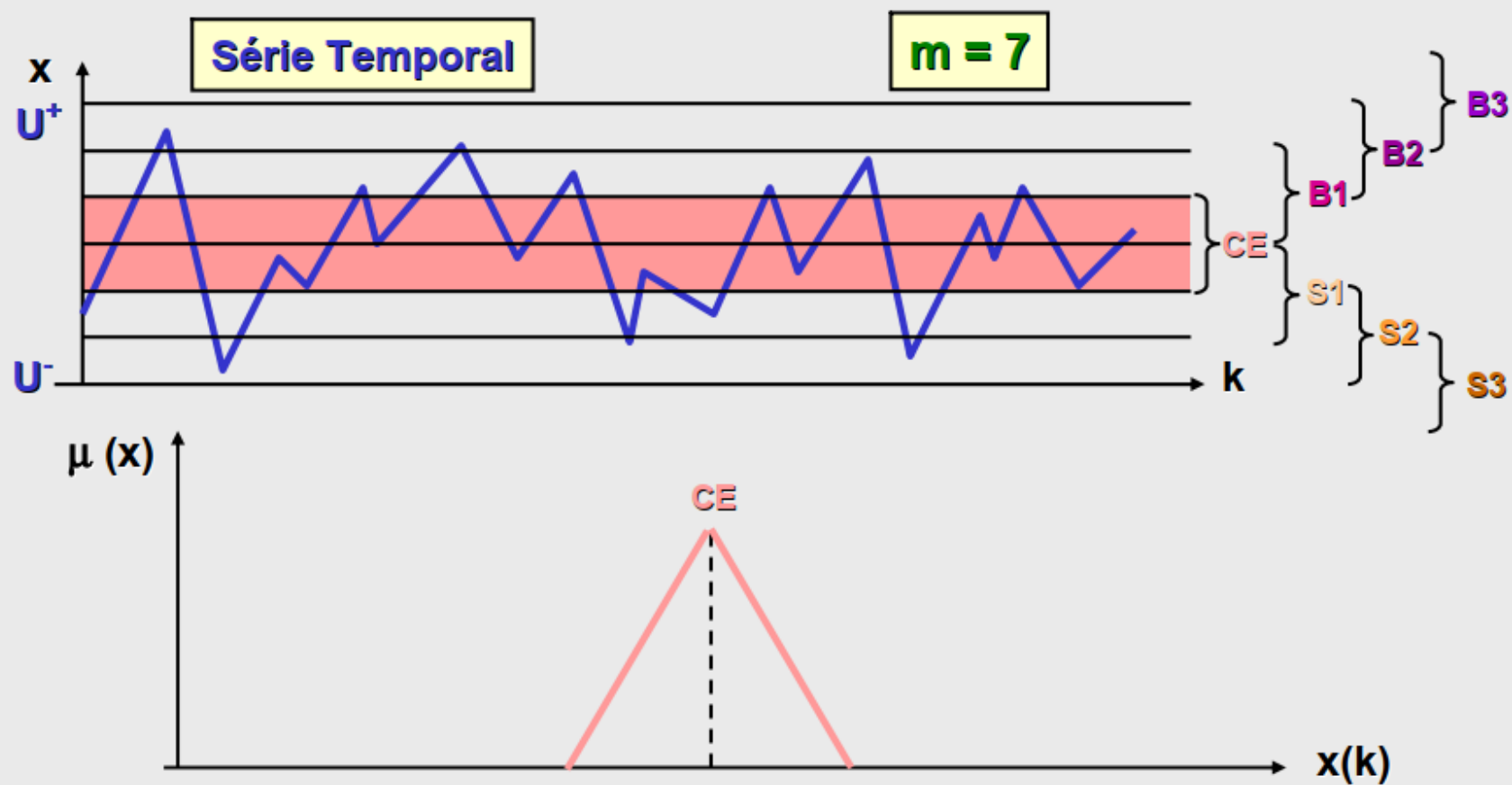
- especificam-se previamente os conjuntos fuzzy e depois associam-se os dados a esses conjuntos
- como o valor a ser previsto depende de  $n$  valores passados de  $x$ , cada regra possui  $n$  antecedentes

# Extração de regras

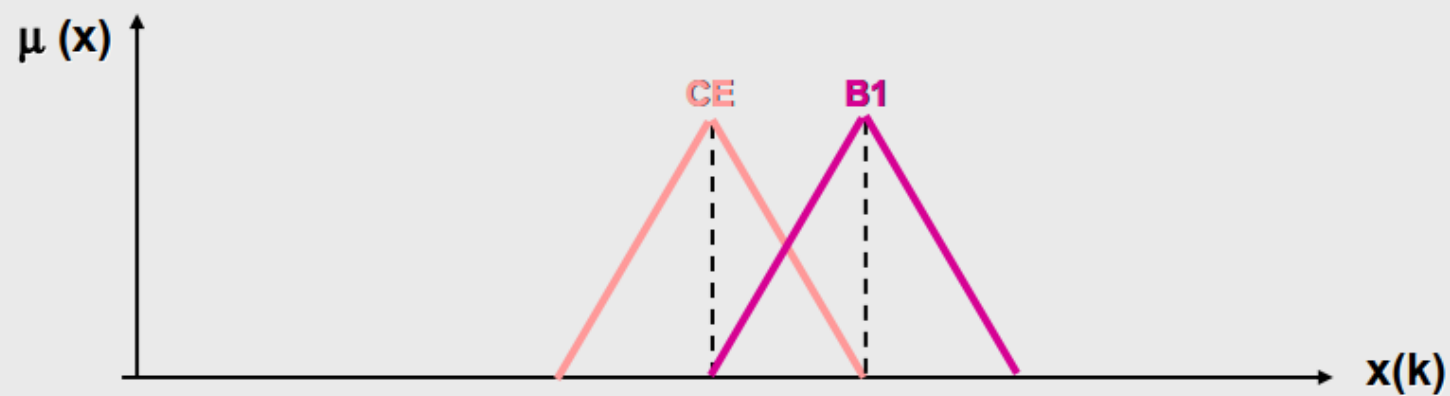
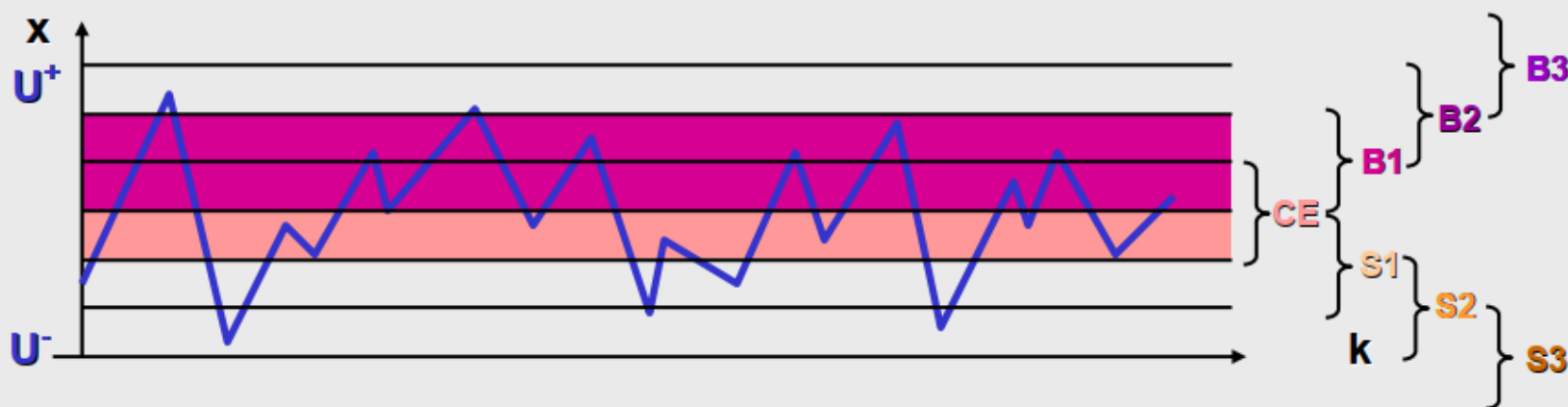


Divide-se a faixa de valores possíveis da série  $[U^-, U^+]$  em  $m$  (ímpar) conjuntos fuzzy

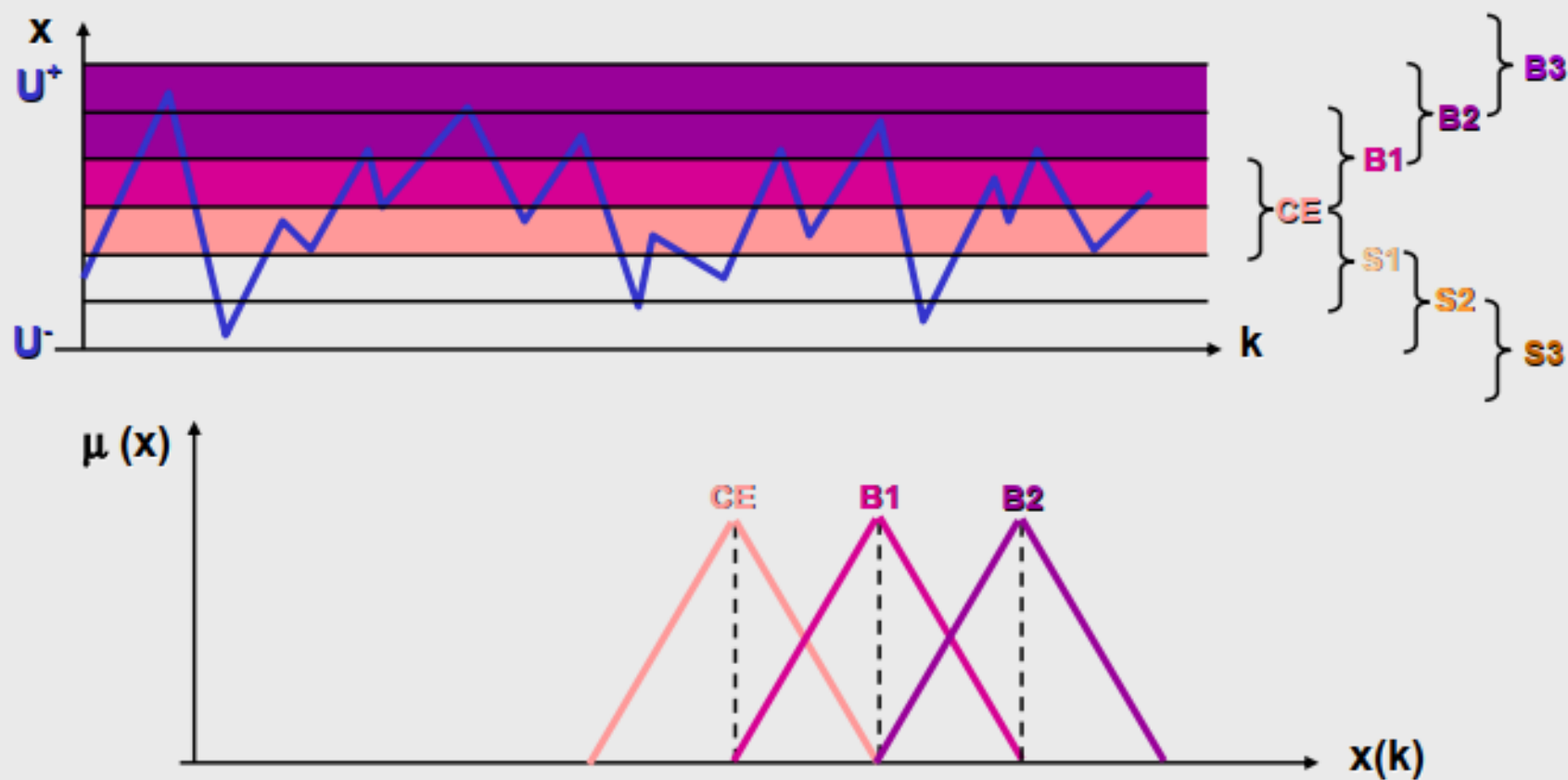
# Extração de regras



# Extração de regras

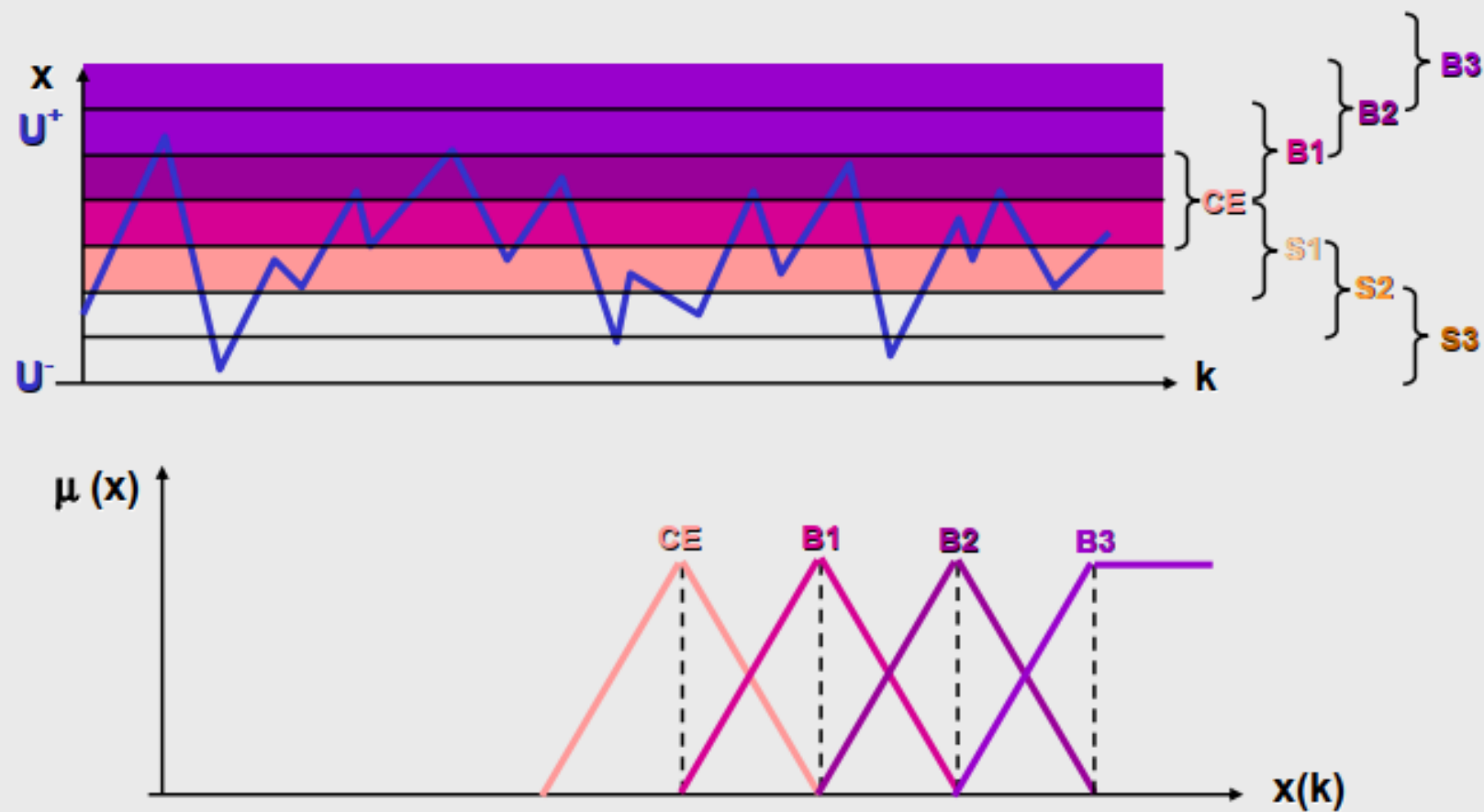


# Extração de regras

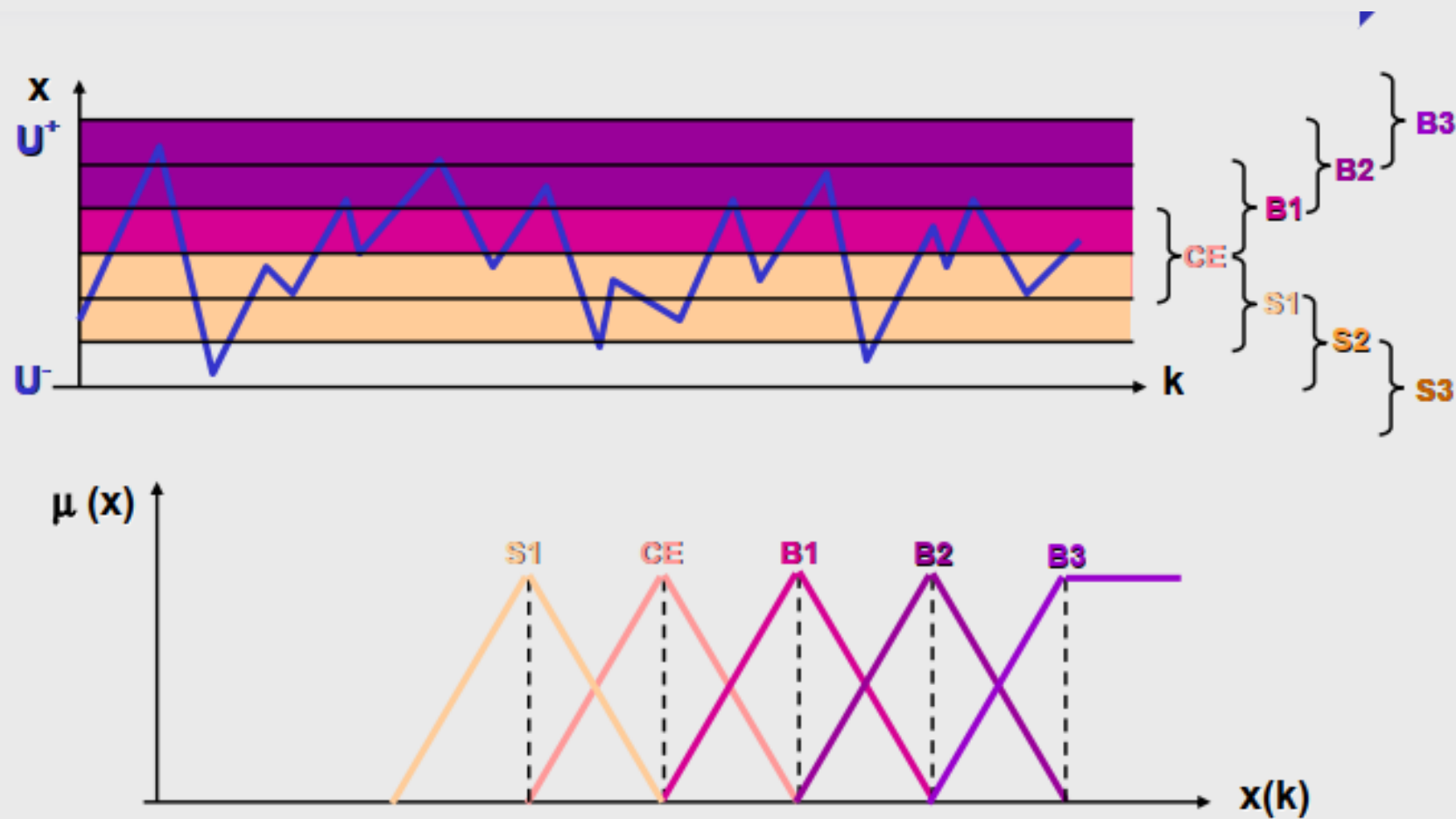




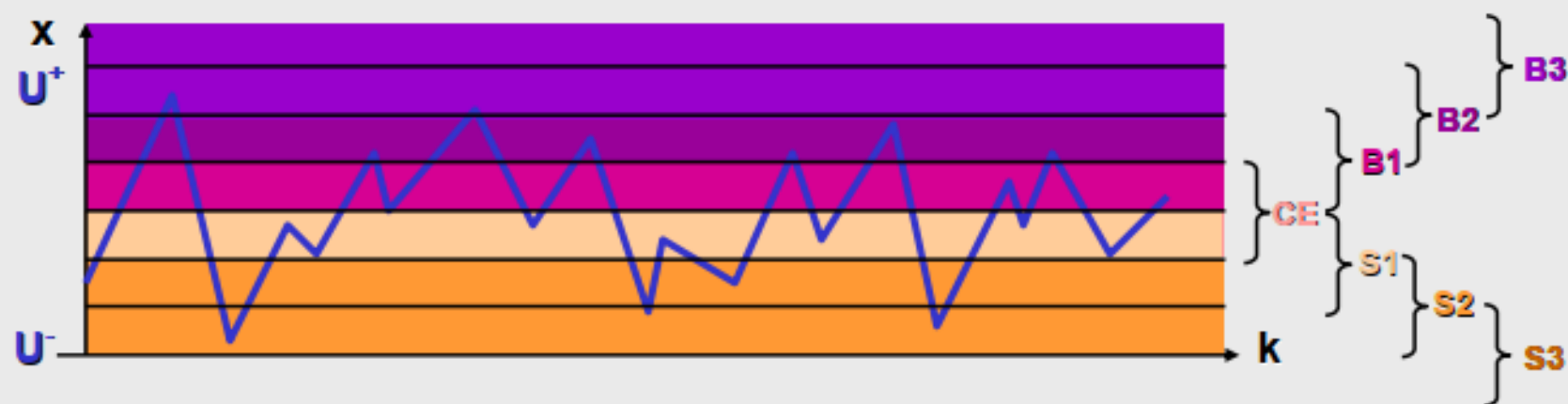
# Extração de regras



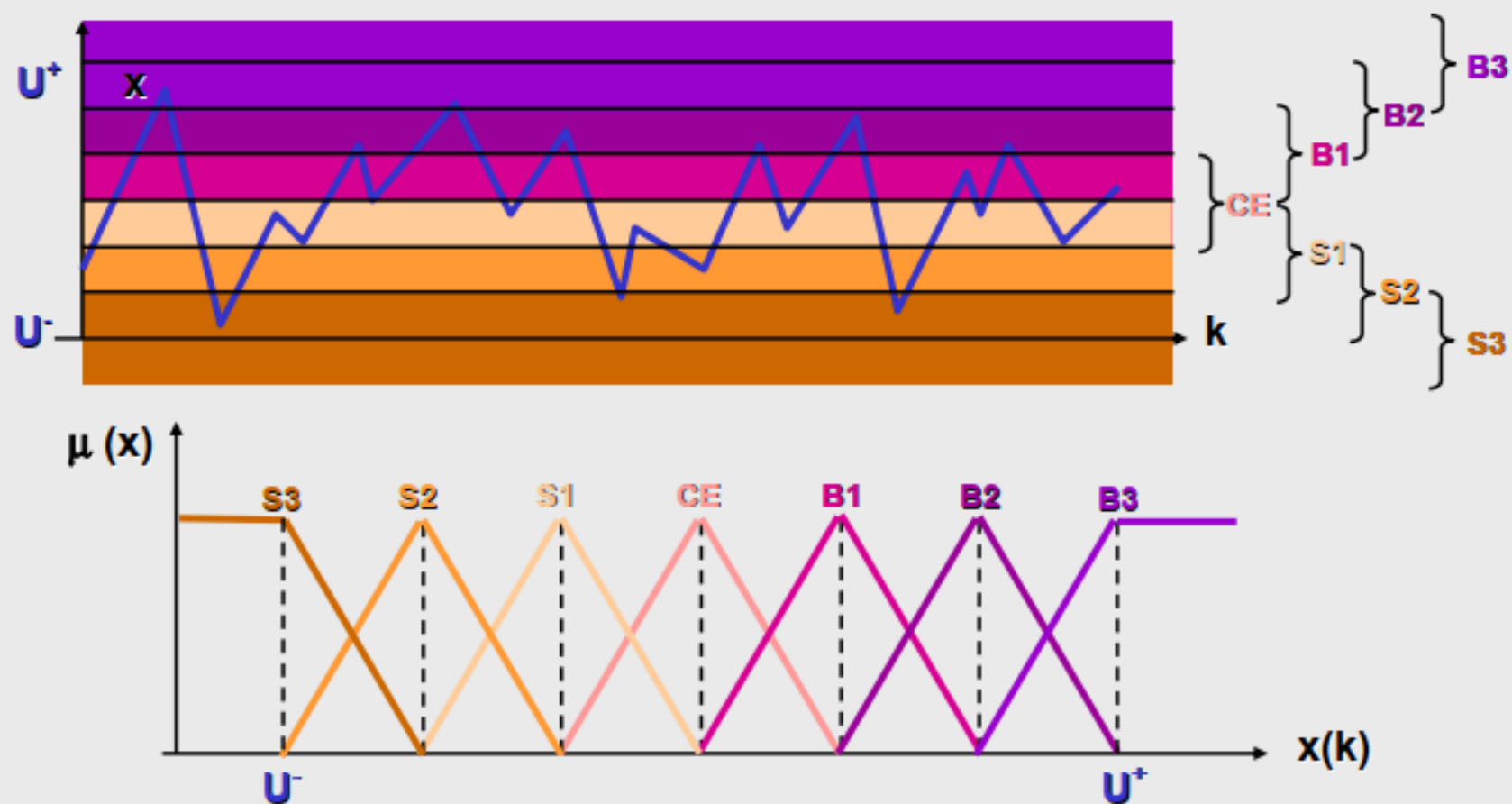
# Extração de regras



# Extração de regras



# Extração de regras



## Geração das regras $\Rightarrow$

- ✓ determina-se o tamanho da janela  $n$
- ✓ determina-se o horizonte de previsão
- ✓ executam-se os 3 passos a seguir, para cada regra  $j$ :
  - determinam-se os **graus de pertinência** dos elementos de  $x^j$
  - atribui-se, a cada variável, o conjunto com o **maior grau**
  - obtém-se uma regra para cada par entrada-saída

# Extração de regras

**Tamanho da janela  $n$**

**Depende da aplicação**



**Analisa-se *quantos* e *quais* valores passados têm mais influência no valor a ser previsto**



***Exemplo:* para uma previsão de carga de 10 em 10 minutos, usa-se uma janela de 6, apresentando a última hora completa.**

# Extração de regras

**Horizonte de previsão !**

**Depende da aplicação**

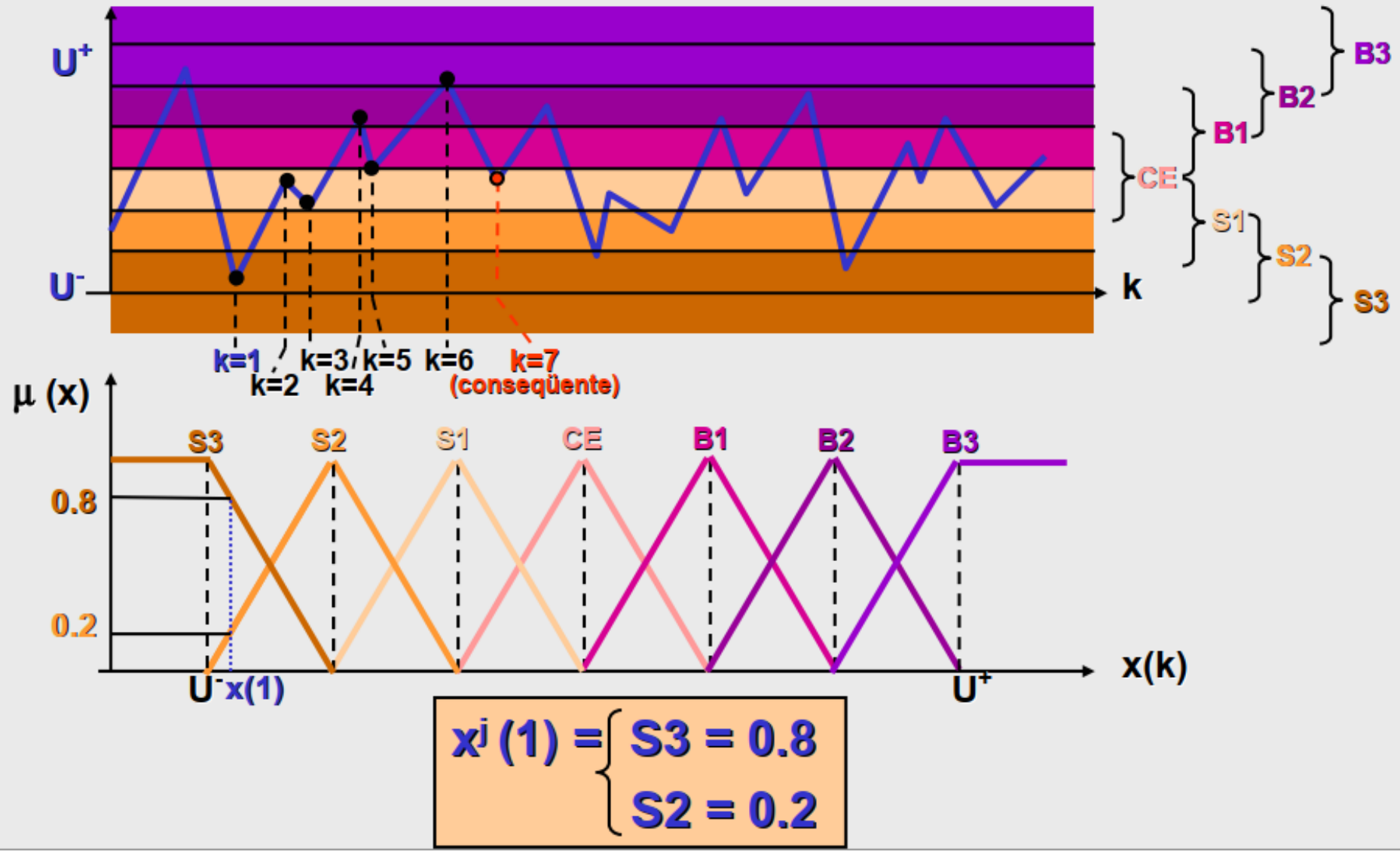


Define-se **!** em função de *quanto* valores *à frente* se deseja fazer a previsão



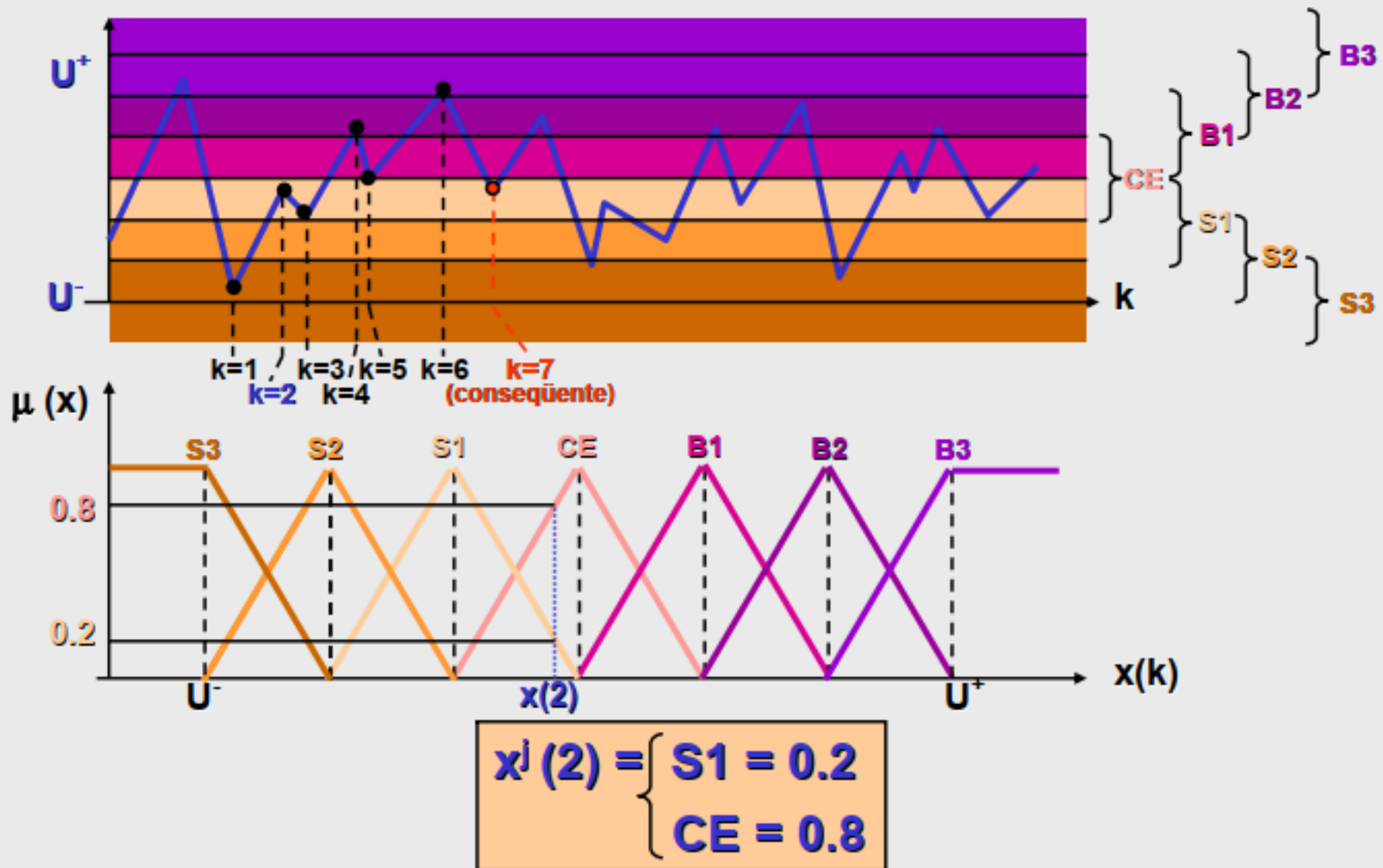
**Exemplo:** para uma previsão de carga de 10 em 10 minutos, deseja-se efetuar a previsão para os próximos 10 minutos  $\Rightarrow ! = 1$

# Extração de regras

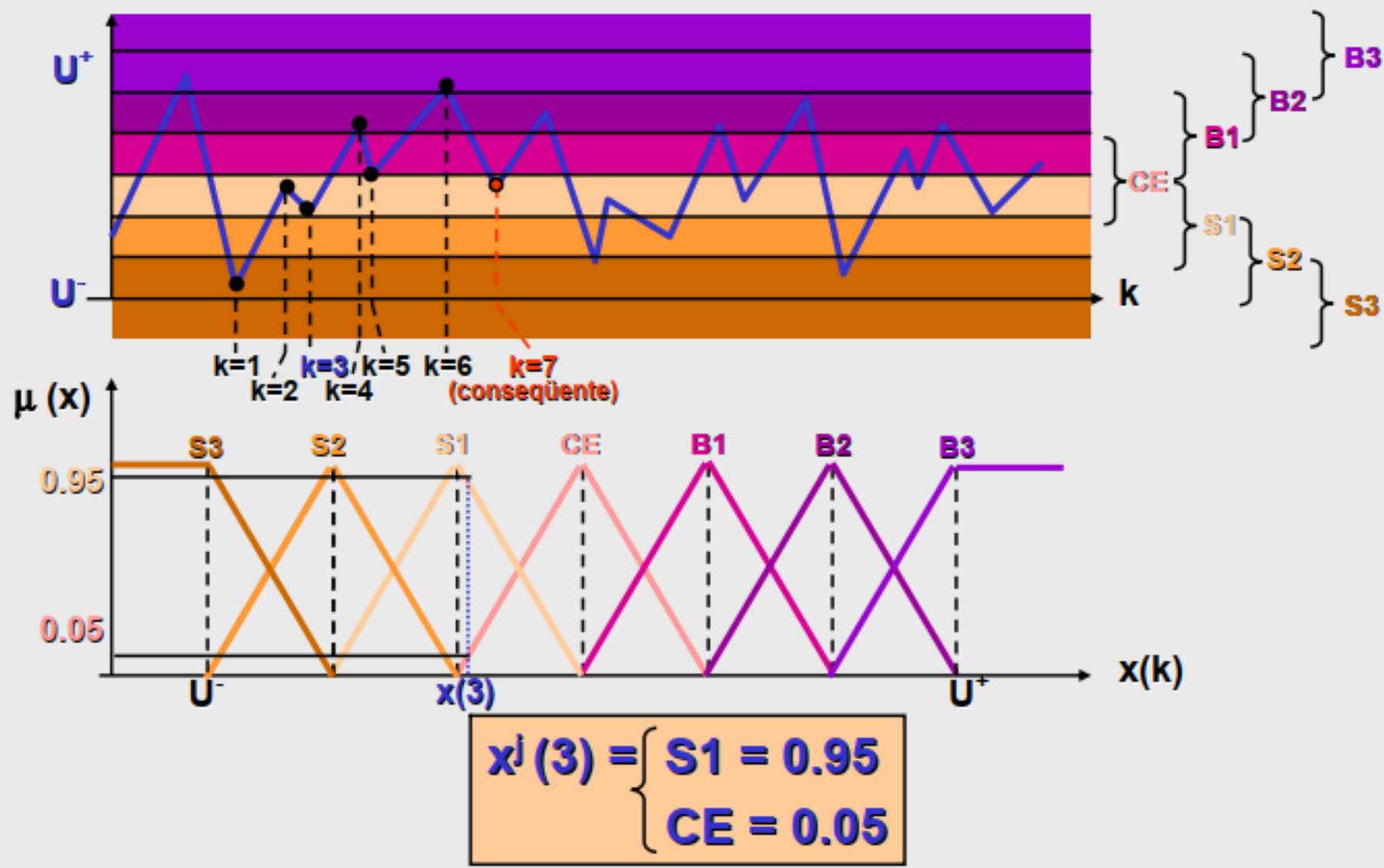




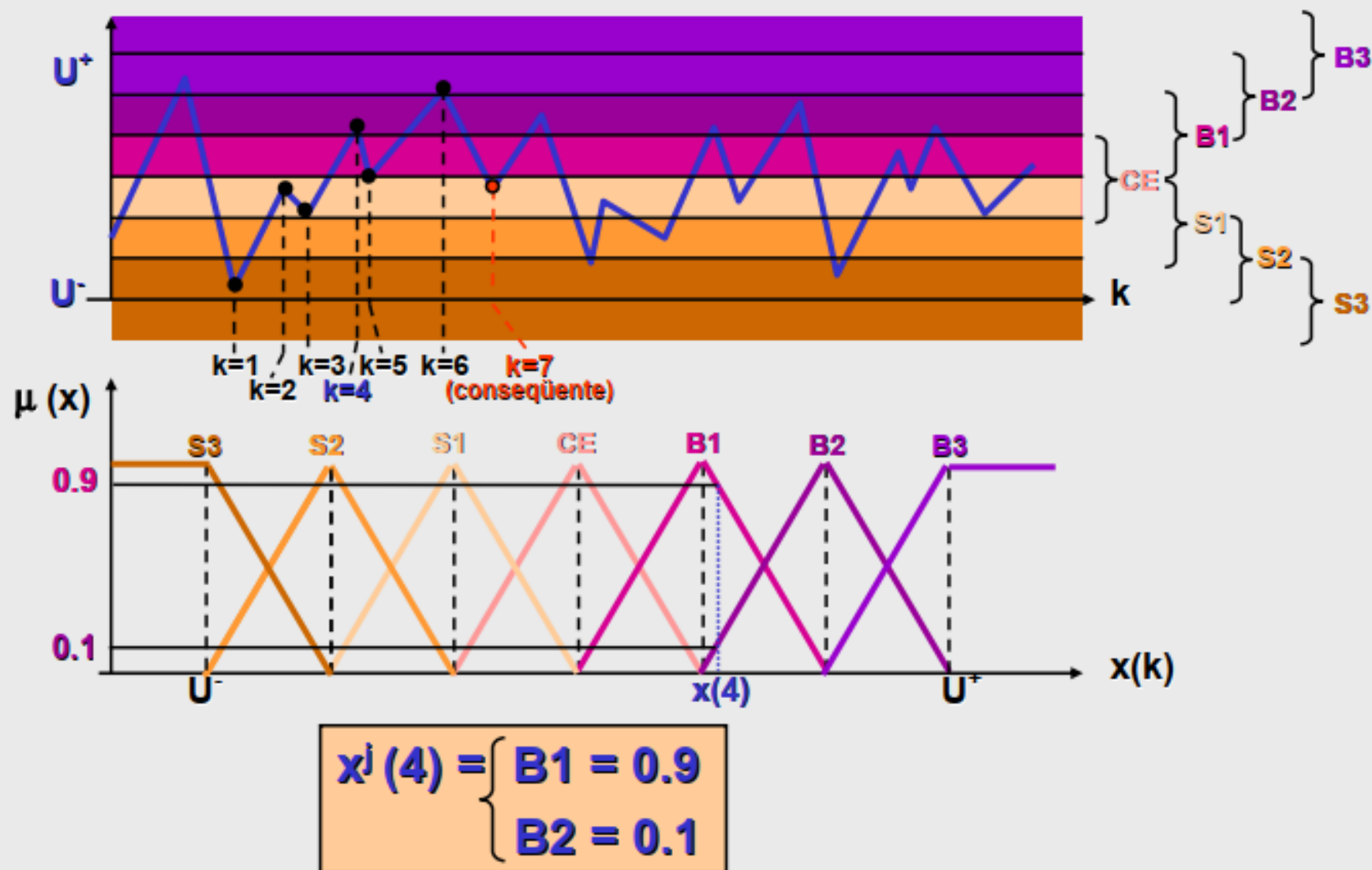
# Extração de regras



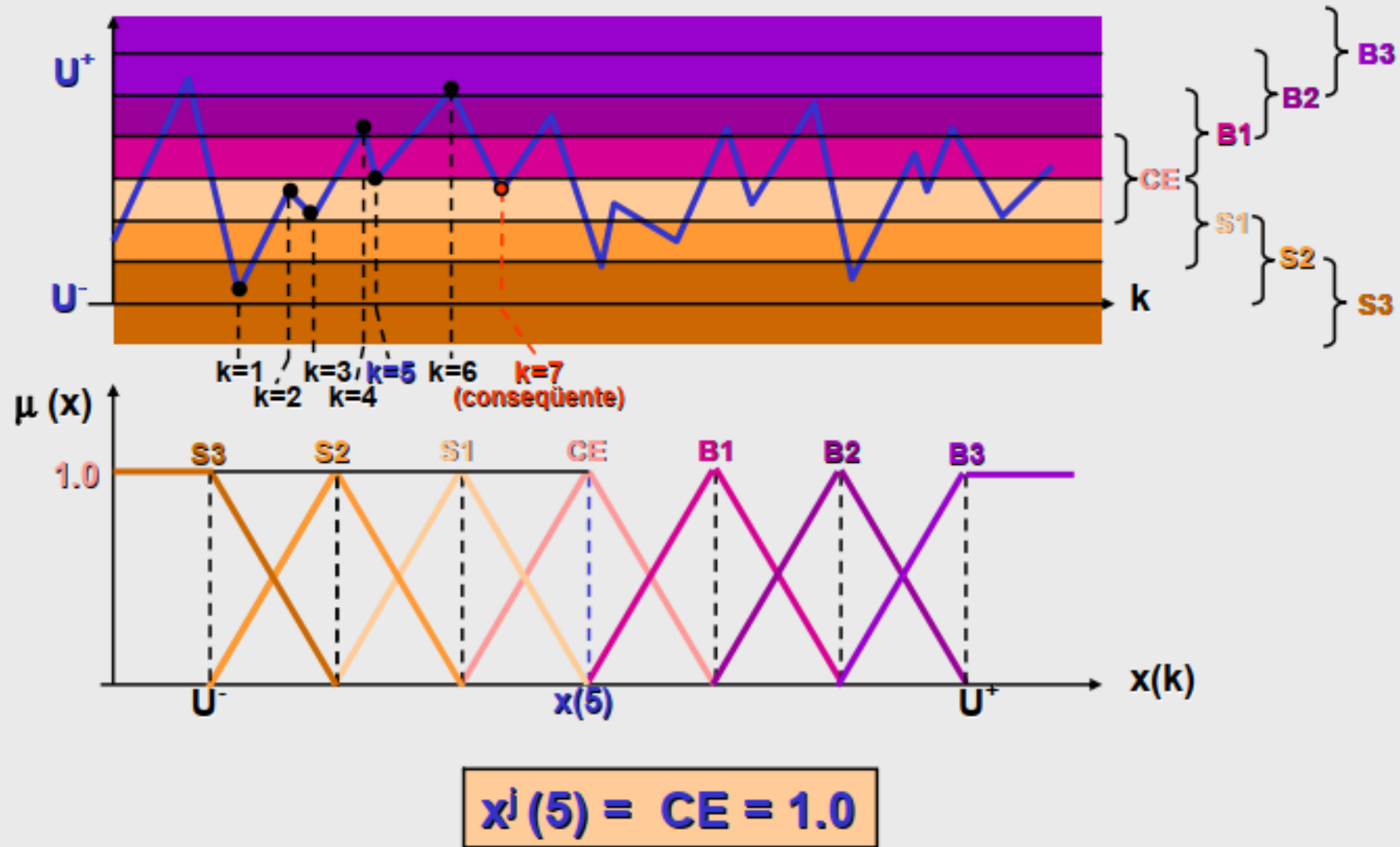
# Extração de regras



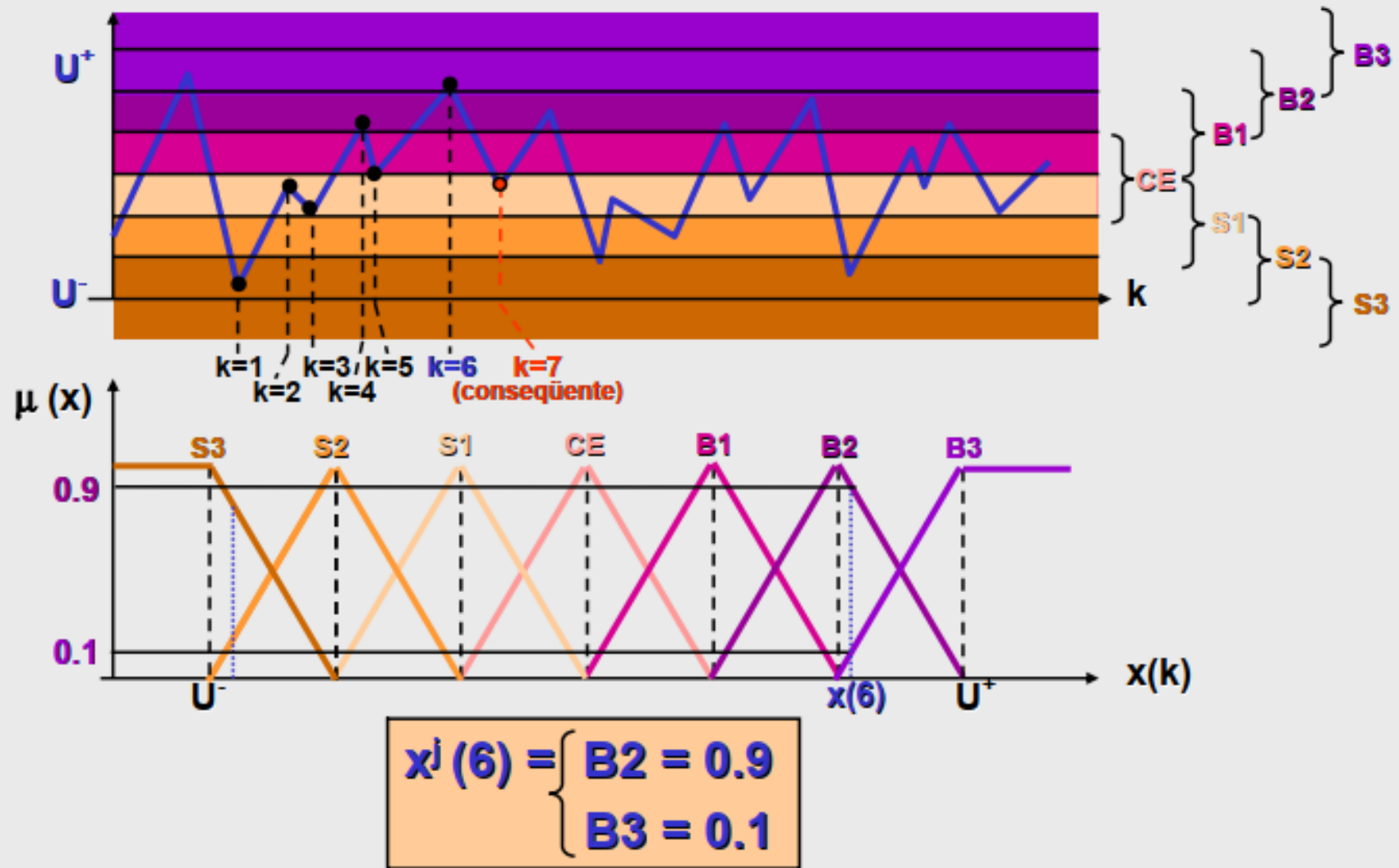
# Extração de regras



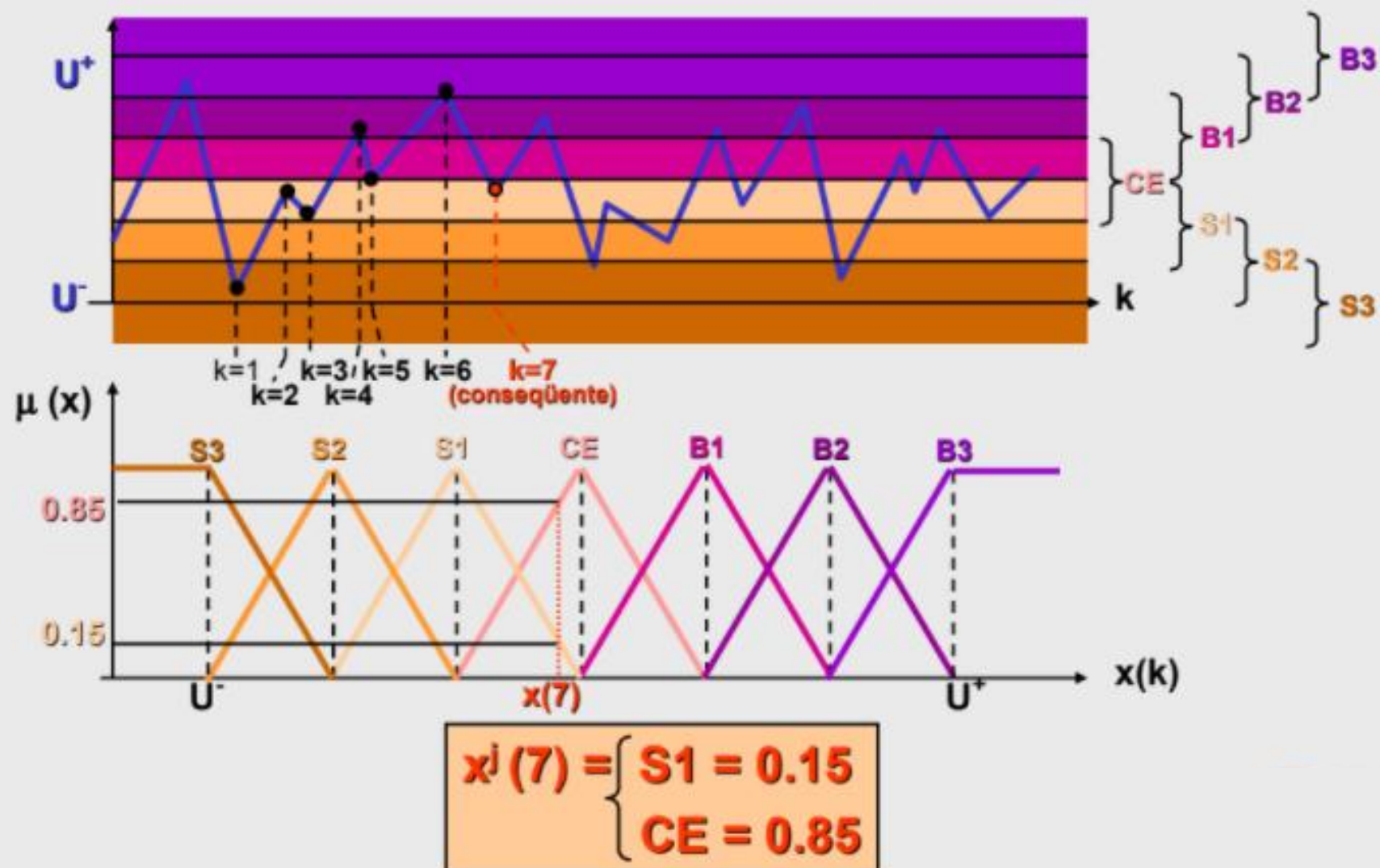
# Extração de regras



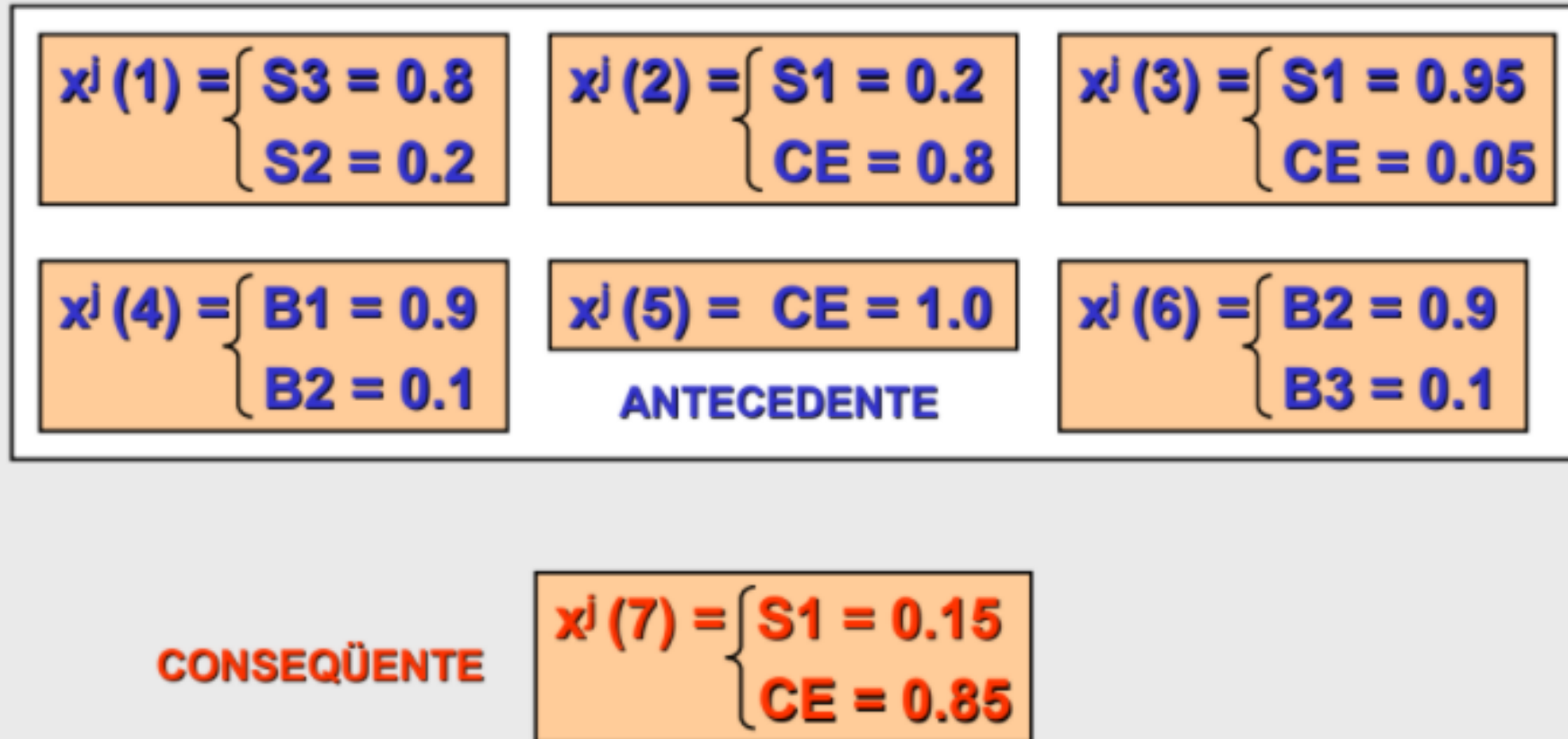
# Extração de regras



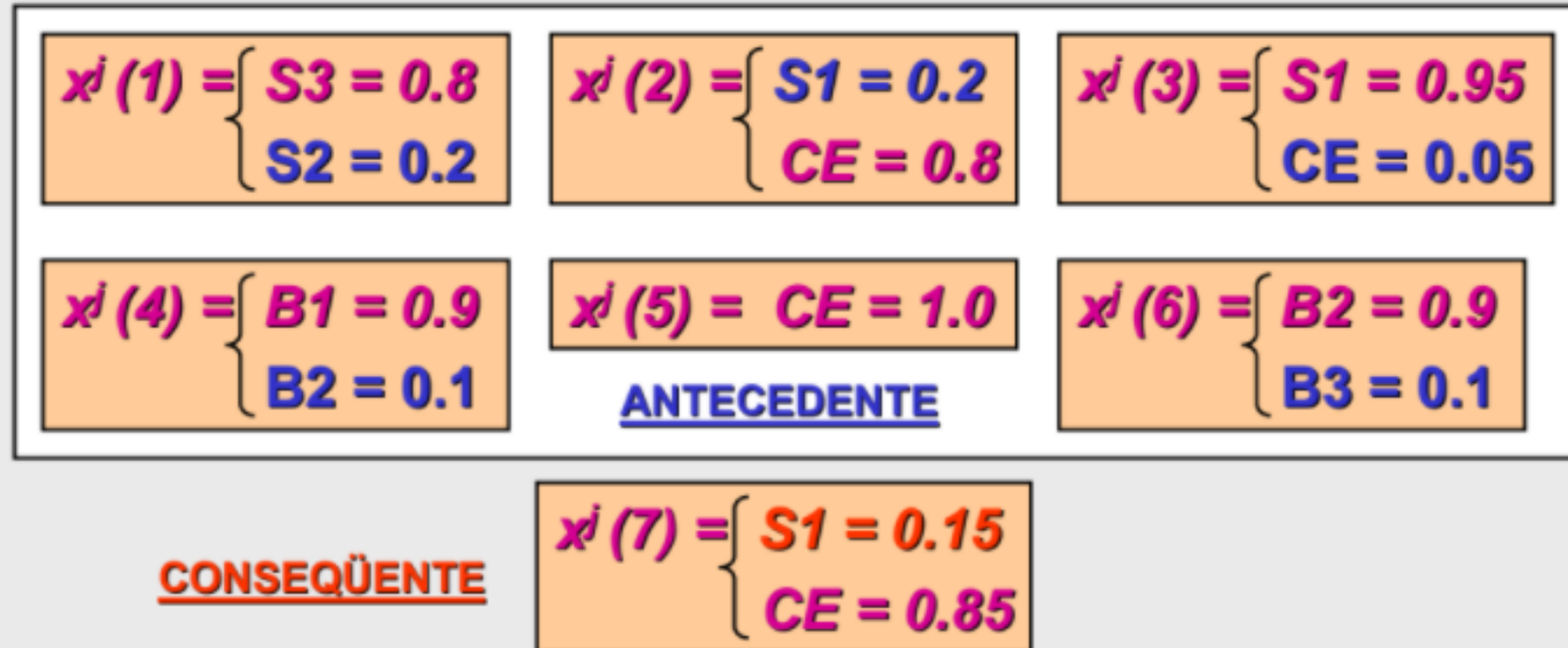
# Extração de regras



# Extração de regras



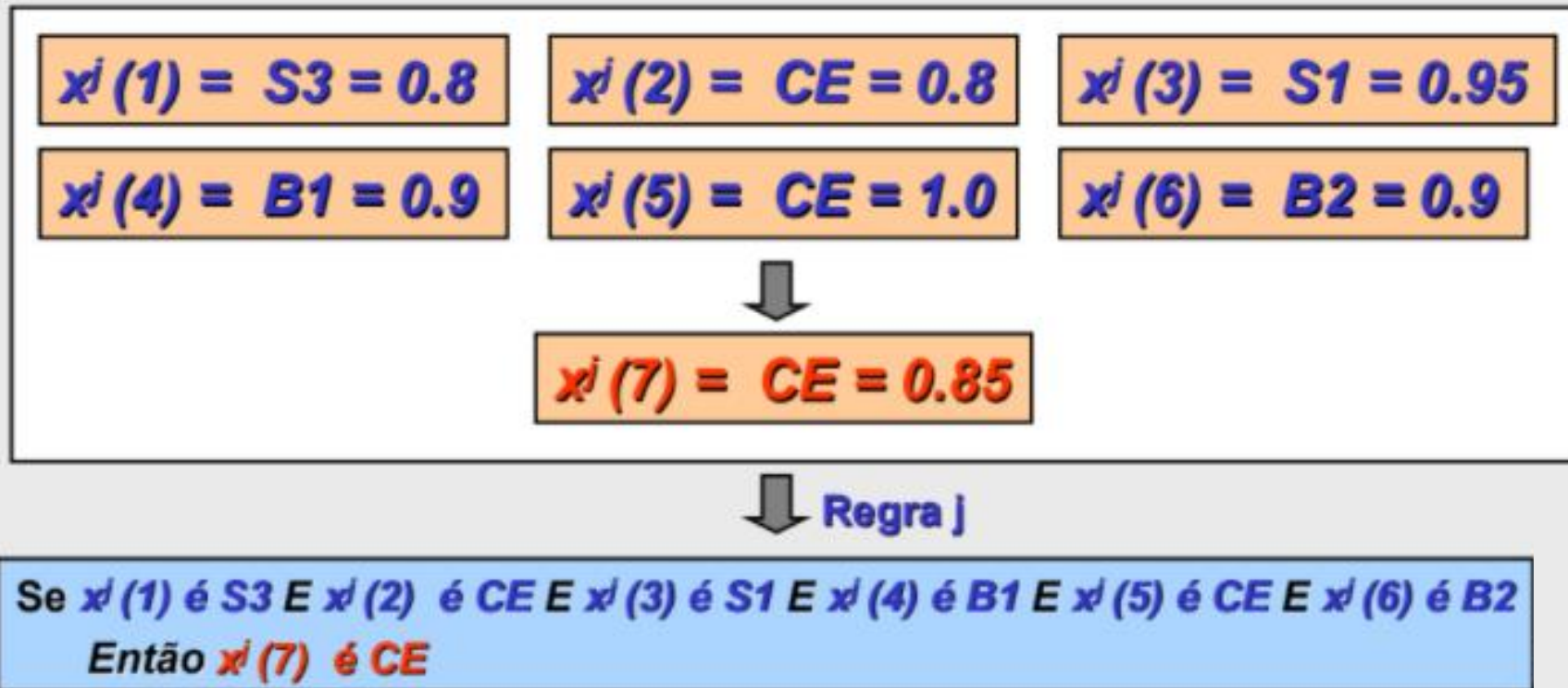
# Extração de regras





# Extração de regras

**Obtenção de uma regra para cada par entrada-saída**



# Extração de regras

Devido a grande quantidade de dados, é possível que se obtenham regras conflitantes, isto é, regras com os mesmos antecedentes mas com conseqüentes diferentes



Associa-se um grau  $D(R^j)$  a cada regra, multiplicando-se o grau de pertinência de cada termo do antecedente e conseqüente; usa-se aquela regra que possui o maior grau entre as de um conjunto conflitante

# Extração de regras

## **Exemplo:** REGRA $R^j$

Se  $x^j(1)$  é S3 E  $x^j(2)$  é CE E  $x^j(3)$  é S1 E  $x^j(4)$  é B1 E  $x^j(5)$  é CE E  $x^j(6)$  é B2  
Então  $x^j(7)$  é CE



$$D(R^j) = \mu [x^j(1)] \cdot \mu [x^j(2)] \cdot \mu [x^j(3)] \cdot \mu [x^j(4)] \cdot \mu [x^j(5)] \cdot \mu [x^j(6)] \cdot \mu [x^j(7)]$$



$$D(R^j) = 0.8 \cdot 0.8 \cdot 0.95 \cdot 0.9 \cdot 1.0 \cdot 0.9 \cdot 0.85 = 0.42$$

Obrigado!