V NÚMEROS FUZZY

V.I NÚMEROS FUZZY – DEFINIÇÃO

V.II NÚMEROS FUZZY TRIANGULARES E OPERAÇÕES BÁSICAS :

- ADIÇÃO
- OPOSTO
- SUBTRAÇÃO
- MULTIPLICAÇÃO
- DIVISÃO

V.1 NÚMEROS FUZZY – DEFINIÇÃO

Nos FUZZY PODEM SER CONSIDERADOS COMO MAPEAMENTOS DA LINHA REAL $\mathbb{R}$ PARA O INTERVALO UNITÁRIO, QUE SATISFAÇAM UMA SÉRIE DE PROPRIEDADES, TAIS COMO: NORMALIDADE, UNIMODALIDADE, CONTINUIDADE E SUPORTE LIMITADO.

ESTES REQUERIMENTOS PODEM SER RELAXADOS, SE NECESSÁRIO.

Nos FUZZY MODELAM QUANTIDADES IMPRECISAS E SÃO UTILIZADOS NA REPRESENTAÇÃO DE SISTEMAS COMPLEXOS.

MODELAM QUANTIDADES APROXIMADAS, TAIS COMO:

QUASE CINCO, ABAIXO DE 100 ...

UM Nº FUZZY É CONSTRUÍDO POR 2 FUNÇÕES DE PERTINÊNCIA, L E R, APLICADAS, RESPECTIVAMENTE, A TODOS OS $x \le m$ E A TODOS OS $x > m$, NA DEFINIÇÃO DE $A(x)$. ASSIM:

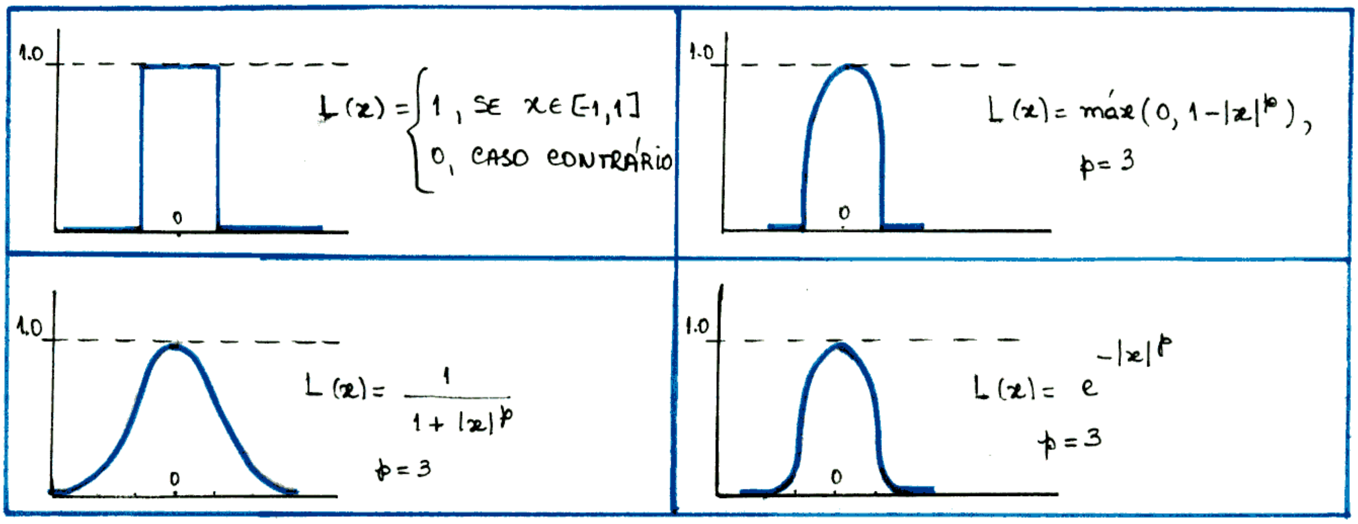
$$A(x) = \begin{cases} L\left(\dfrac{m-x}{\alpha}\right), & \text{SE } x \le m,\ \alpha > 0 \\ R\left(\dfrac{x-m}{\beta}\right), & \text{SE } x > m,\ \beta > 0 \end{cases}$$

A FIGURA ABAIXO APRESENTA UMA FAMÍLIA DE FUNÇÕES L E R, QUE PODEM SER USADAS PARA MODELAR UMA QUANTIDADE IMPRECISA, CONSTITUINDO $A(x)$.

A NOTAÇÃO EXTENDIDA DE $A(x)$ É DA FORMA $A(x;\alpha,m,\beta)$,

ONDE: m = VALOR MODAL DE A;

α E β = O ESPALHAMENTO DO Nº EM TORNO DO VALOR MODAL.

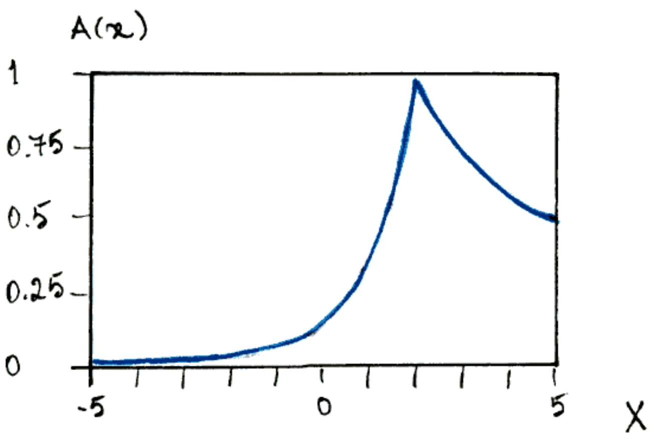


→ AS FUNÇÕES $L(x) = \dfrac{1}{1+|x|^p}$ E $L(x) = e^{-|x|^p}$, $p \geq 0$ SÃO USADAS PARA MODELAR A FUNÇÃO $A(x)$ MOSTRADA NA FIGURA ABAIXO.

→ $$A(x) = \begin{cases} e^{-|(x-m)/\alpha|^p}, & \text{SE } x \leq m \\ \dfrac{1}{1+|(m-x)/\beta|^p}, & \text{SE } x > m \end{cases}$$

→ A FIGURA ILUSTRA O Nº. FUZZY PARA OS PARÂMETROS $m=2$, $\alpha = 1$, $\beta = 2$ E $p=1$, OU SEJA:

$$A(x) = \begin{cases} e^{-|(x-2)/1|^1} = e^{-|x-2|}, & \text{SE } x \leq m \\ \dfrac{1}{1+|(2-x)/2|^1} = \dfrac{1}{1+\left|\frac{2-x}{2}\right|}, & \text{SE } x > m \end{cases}$$



V.2 N^OS FUZZY TRIANGULARES E OPERAÇÕES BÁSICAS

→ OS Nº^OS FUZZY TRIANGULARES CONSTITUEM OS MODELOS MAIS SIMPLES E DIDÁTICOS QUE SÃO UTILIZADOS PARA QUANTIDADES NUMÉRICAS INCERTAS.

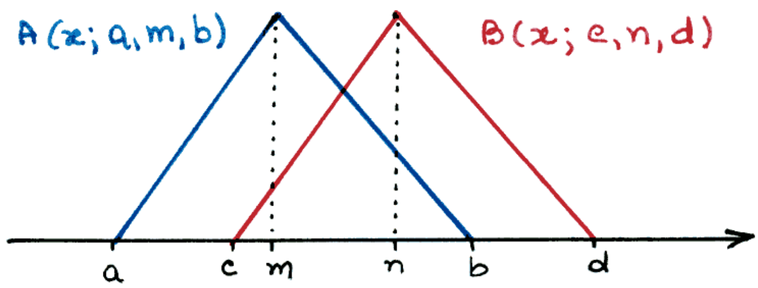
→ O FOCO NOS Nº^OS FUZZY TRIANGULARES PERMITE A VISUALIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES DA ARITMÉTICA FUZZY, COM CLAREZA.

* CONSIDEREMOS DOIS Nº^OS TRIANGULARES $A(x;a,m,b)$ E $B(x;c,n,d)$, DEFINIDOS PELAS SEGUINTES RELAÇÕES LINEARES POR PARTE:

$$A(x;a,m,b)=\begin{cases}\dfrac{x-a}{m-a}, & \text{SE } x\in[a,m)\\[2ex] \dfrac{b-x}{b-m}, & \text{SE } x\in[m,b]\\[2ex] 0, & \text{EM CASO CONTRÁRIO;}\end{cases}$$

$$B(x;c,n,d)=\begin{cases}\dfrac{x-c}{n-c}, & \text{SE } x\in[c,n)\\[2ex] \dfrac{d-x}{d-n}, & \text{SE } x\in[n,d]\\[2ex] 0, & \text{EM CASO CONTRÁRIO.}\end{cases}$$

OS VALORES MODAIS (m E n) IDENTIFICAM UM VALOR TÍPICO (DOMINANTE) DA QUANTIDADE CORRESPONDENTE, ENQUANTO QUE OS LIMITES INFERIORES E SUPERIORES (a OU c E b OU d) REFLETEM O "ESPALHAMENTO" DO CONCEITO.



ANTES DE EXAMINARMOS AS OPERAÇÕES BÁSICAS, CONSIDEREMOS ALGUMAS DEFINIÇÕES:

1. UM Nº FUZZY A É DITO POSITIVO SE SUA FUNÇÃO DE PERTINÊNCIA ASSUME VALORES DE PERTINÊNCIA NÃO NULOS PARA ARGUMENTOS POSITIVOS; $A(x)=0 \;\; \forall \; x<0$.
2. UM Nº FUZZY A É DITO NEGATIVO SE $A(x)=0$ PARA $x>0$.
3. USAREMOS A NOTAÇÃO: $m=(m,\alpha,\beta)_{LR}$ E $n=(n,\gamma,\delta)_{LR}$.

AS FÓRMULAS COMPUTACIONAIS GERAIS PARA Nºs FUZZY CONFORME DEFINIDOS SÃO SUMARIADAS A SEGUIR:

ADIÇÃO

$$(m,\alpha,\beta)_{LR} \oplus (n,\gamma,\delta)_{LR} = (m+n,\ \alpha+\gamma,\ \beta+\delta)_{LR}$$

OPOSTO

$$-(m,\alpha,\beta)_{LR} = (-m,\beta,\alpha)_{RL} \qquad (RL \leftrightarrow LR)$$

SUBTRAÇÃO

$$(m,\alpha,\beta)_{LR} - (n,\gamma,\delta)_{RL} = (m-n,\ \alpha+\delta,\ \beta+\gamma)_{LR}$$

MULTIPLICAÇÃO

AS FÓRMULAS P/ MULTIPLICAÇÃO SÃO APROXIMADAS E FUNCIONAM DESDE QUE O "ESPALHAMENTO" DOS ARGUMENTOS SEJAM PEQUENOS EM COMPARAÇÃO AOS VALORES MODAIS DOS Nºs FUZZY.

SE $m>0,\ n>0$: $(m,\alpha,\beta)_{LR} \otimes (n,\gamma,\delta)_{LR} \approx (mn,\ m\gamma+n\alpha,\ m\delta+n\beta)_{LR}$.

SE $m>0,\ n<0$: $(m,\alpha,\beta)_{RL} \otimes (n,\gamma,\delta)_{RL} \approx (mn,\ m\alpha-n\delta,\ m\beta-n\gamma)_{RL}$.

SE $m<0,\ n>0$: $(m,\alpha,\beta)_{RL} \otimes (n,\gamma,\delta)_{RL} \approx (mn,\ n\alpha-m\delta,\ n\beta-m\gamma)_{RL}$.

SE $m<0,\ n<0$: $(m,\alpha,\beta)_{RL} \otimes (n,\gamma,\delta)_{LR} \approx (mn,\ -n\beta-m\delta,\ -n\alpha-m\gamma)_{RL}$.

DIVISÃO

A FÓRMULA É TAMBÉM APROXIMADA, ASSUMINDO QUE O "ESPALHAMENTO" É PEQUENO EM COMPARAÇÃO COM O VALOR MODAL.

$$(m,\alpha,\beta)_{LR} / (n,\gamma,\delta)_{RL} \approx \left(\frac{m}{n},\ \frac{\delta m+\alpha n}{n^2},\ \frac{\gamma m+\beta n}{n^2}\right)_{LR}$$