



## Lista – 5: Aritmética com Números *Fuzzy*

**Exercício 1.** Efetue as seguintes operações aritméticas intervalares:

- |                         |                                |                             |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| (a) $[2, 5] + [1, 3]$   | (e) $[0, 1] + [-6, 5]$         | (i) $[3, 4] \cdot [1, 2]$   |
| (b) $[2, 5] - [1, 3]$   | (f) $[0, 1] - [-6, 5]$         | (j) $[4, 10]/[1, 2]$        |
| (c) $[-1, 2] + [1, 3]$  | (g) $[-1, 1] \cdot [-2, -0.5]$ | (k) $[-3, 4] \cdot [-3, 4]$ |
| (d) $[-2, 4] - [-3, 6]$ | (h) $[-1, 1]/[-2, -0.5]$       | (l) $[-4, 6] \cdot [1, 2]$  |

**Exercício 2.** Considere intervalos fechados  $A = [a_I, a_S]$ ,  $B = [b_I, b_S]$ ,  $C = [c_I, c_S]$ ,  $0 = [0, 0]$  e  $1 = [1, 1]$ . Mostre que:

- (a)  $A + B = B + A$  e  $A \cdot B = B \cdot A$ . (comutatividade)
- (b)  $(A + B) + C = A + (B + C)$  e  $(A \cdot B) \cdot C = A \cdot (B \cdot C)$ . (associatividade)
- (c)  $A = 0 + A = A + 0$  e  $A = 1 \cdot A = A \cdot 1$ . (identidade)
- (d)  $A \cdot (B + C) \subseteq A \cdot B + A \cdot C$ . (subdistributividade)
- (e) Se  $bc \geq 0$  para todo  $b \in B$  e  $c \in C$ , então  $A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C$ . (distributividade)
- (f)  $0 \in A - A$  e  $1 \in A/A$ .

**Exercício 3.** Considere intervalos fechados  $A, B, E$  e  $F$  tais que  $A \subseteq E$  e  $B \subseteq F$ . Mostre que

- |                               |                                       |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| (a) $A + B \subseteq E + F$ . | (c) $A \cdot B \subseteq E \cdot F$ . |
| (b) $A - B \subseteq E - F$ . | (d) $A/B \subseteq E/F$ .             |

**Exercício 4.** Considere os números *fuzzy*  $A, B \in \mathbb{R}_F$  dados por

$$A(x) = \begin{cases} \frac{x+2}{2}, & -2 < x \leq 0, \\ \frac{2-x}{2}, & 0 < x \leq 2, \\ 0, & \text{caso contrário.} \end{cases} \quad \text{e} \quad B(x) = \begin{cases} \frac{x-2}{2}, & 2 < x \leq 4, \\ \frac{6-x}{2}, & 4 < x \leq 6, \\ 0, & \text{caso contrário.} \end{cases}$$

Determine  $A + B$ ,  $A - B$ ,  $B - A$ ,  $A \cdot B$  e  $A/B$ .

**Exercício 5.** Sejam  $A(x; 2, 5, 6, 7)$  e  $B(x; 1, 4, 5)$  um número *fuzzy* trapezoidal e um número *fuzzy* triangular, respectivamente. Determine  $A + B$ ,  $A - B$ ,  $-2A + B$ ,  $-2B + B$  e  $A \cdot B$ .

**Exercício 6.** Encontre uma expressão para a soma de dois números *fuzzy* triangulares  $A(x; a_1, m, a_2)$  e  $B(x; b_1, n, b_2)$ . A soma  $A + B$  é também um número *fuzzy* triangular?

**Exercício 7.** Encontre uma expressão para o produto de dois números *fuzzy* triangulares  $A(x; a_1, m, a_2)$  e  $B(x; b_1, n, b_2)$  com  $a_1 \geq 0$  e  $b_1 \geq 0$ . O produto  $A \cdot B$  é também um número *fuzzy* triangular?

**Exercício 8.** Encontre uma expressão para o produto de dois números *fuzzy* em forma de sino dados pelas Gaussianas limitadas  $A(x; m_a, \sigma_a, \delta)$  e  $B(x; m_b, \sigma_b, \delta)$ . O produto  $A \cdot B$  é também um número *fuzzy* em forma de sino dado por uma Guassiana limitada?