

1) De modo a estabelecer a relação entre cores de uma fruta e os seus níveis de maturidade, definem-se a variável lingüística *cor*, em um universo  $X$ , caracterizada pelos termos lingüísticos *verde*, *amarela* e *vermelha*, e a variável lingüística *nível de maturidade*, em um universo  $Y$ , compreendendo os termos *verde* (de significado diferente daquele do *verde* associado a *cor*), *semi-madura* e *madura*. Ou seja:

$$X=\{\textit{verde}, \textit{amarela}, \textit{vermelha}\} \quad Y=\{\textit{verde}, \textit{semi-madura}, \textit{madura}\}$$

Estes termos lingüísticos são descritos por intermédio de conjuntos *fuzzy*, representados por funções de pertinência. Os graus de associação entre os possíveis níveis de maturidade e as cores da fruta são dados na tabela abaixo:

	<i>verde</i>	<i>semi-madura</i>	<i>madura</i>
<i>verde</i>	1	0,5	0
<i>amarela</i>	0,3	1	0,4
<i>vermelha</i>	0	0,2	1

De forma semelhante, a tabela a seguir mostra os graus de associação entre os *níveis de maturidade* e o *sabor* da fruta. À variável *sabor*, definida em um universo  $Z$ , são associados os termos lingüísticos *amargo*, *sem gosto* e *doce*, também descritos por conjuntos *fuzzy*, ou seja:

$$Z=\{\textit{amargo}, \textit{sem gosto}, \textit{doce}\}$$

	<i>amargo</i>	<i>sem gosto</i>	<i>doce</i>
<i>verde</i>	1	0,2	0
<i>semi-madura</i>	0,7	1	0,4
<i>madura</i>	0,2	0,7	1

- Considere que a *cor* de uma determinada fruta é perfeitamente *verde*, isto é, os graus de pertinência aos conjuntos *fuzzy* associados aos termos *verde*, *amarela* e *vermelha* são 1, 0 e 0, respectivamente. Com base nos dados acima, estabeleça os graus de pertinência aos conjuntos *fuzzy* associados ao *nível de maturidade*. Analise a coerência (ou incoerência) do resultado.
- Considere agora que a *cor* da fruta é aproximadamente *laranja*, representada pelos graus de pertinência 0, 0,5 e 0,5 aos conjuntos *verde*, *amarela* e *vermelha*, respectivamente. Estabeleça, para esta situação, os graus de pertinência aos conjuntos em  $Y$ .
- A partir das relações definidas em  $X \times Y$  e  $Y \times Z$  acima, estabeleça os graus de associação entre a cor da fruta e o seu sabor.

2) Considere os conjuntos *fuzzy*  $A$  e  $B$  definidos em universos  $X$  e  $Y$ , respectivamente:

$$A = \{\mu_A(x)/x\} = \{0,1/x_1; 0,3/x_2; 0,7/x_3; 1,0/x_4; 0,7/x_5; 0,3/x_6\}$$

$$B = \{\mu_B(y)/y\} = \{0,2/y_1; 0,8/y_2; 1,0/y_3; 0,8/y_4; 0,2/y_5\}$$

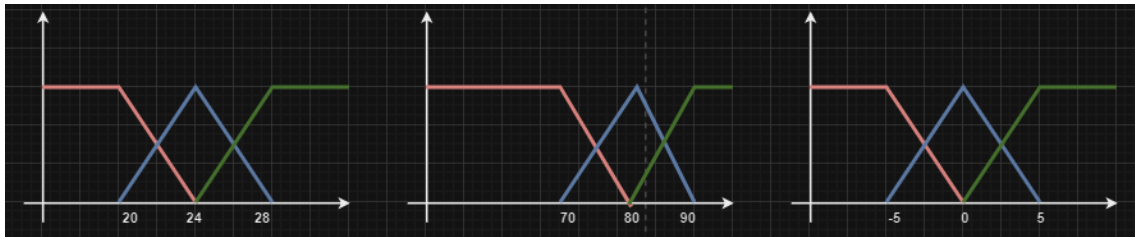
a) Obtenha  $R = \{\mu_R(x,y)\} = 1 - \min[\mu_A, \mu_B]$

b) Considere agora o conjunto antecedente  $A'$ :

$$A' = \{\mu_{A'}(x)/x\} = \{0/x_1; 0,3/x_2; 0,7/x_3; 1,0/x_4; 0,6/x_5; 0,3/x_6\}$$

Obtenha o conseqüente  $B' = A' \circ R$  através da composição de relações *max-produto*.

3) Considere um Sistema de Inferência Fuzzy para o controle de um ar condicionado contendo duas variáveis linguísticas de entrada (Temperatura e Umidade) e uma variável linguística de saída (Ação), com os conjuntos fuzzy definidos abaixo.



Considere também a seguinte base de regras:

Se Temperatura é baixa e umidade é alta, então Ação é aumenta.

Se Temperatura é boa, então Ação é nula.

Se Temperatura é boa e Umidade é umidade é baixa, então Ação é aumenta.

Se Temperatura é alta, então Ação é diminui.

a) Dadas as seguintes entradas precisas nos seguintes instantes de tempo:

$t = 5 \text{ m} \rightarrow \text{Temperatura} = 25^\circ\text{C}$  e  $\text{Umidade} = 75\%$

$t = 6 \text{ m} \rightarrow \text{Temperatura} = 28^\circ\text{C}$  e  $\text{Umidade} = 70\%$

Indique, de forma gráfica, qual é a saída do modelo de Sistema de Inferência Fuzzy. Escolha livremente os operadores e use o método do Centróide para defuzzificação.

b) Considere um outro caso, em que as entradas do sistema não ativam regra alguma. Qual é o resultado esperado do sistema? Qual é a influência da ausência total de regras sobre o comportamento do sistema?