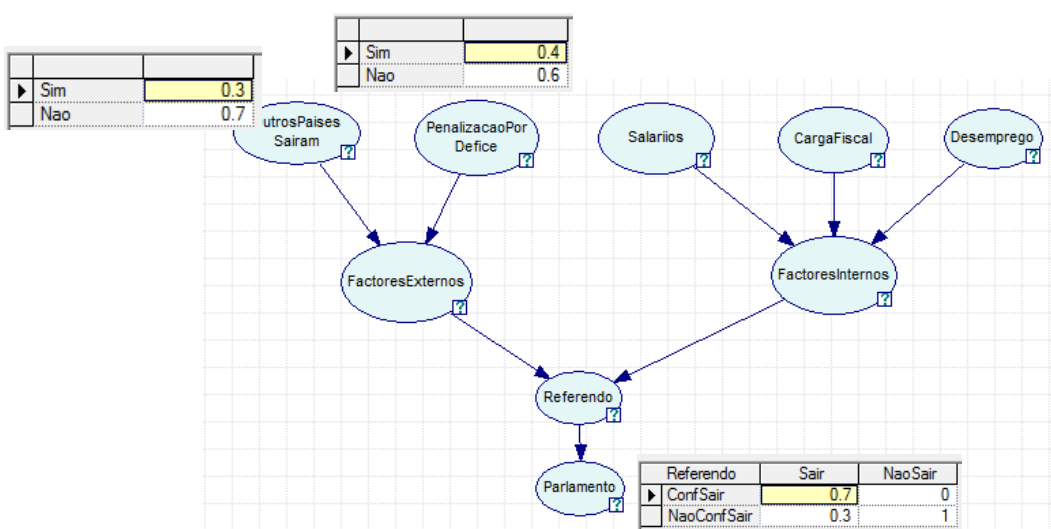


Núm. \_\_\_\_\_ Nome \_\_\_\_\_

O país P realizou um referendo para determinar se deve ou não sair da UE. O resultado do referendo,  $R=Sair$  ou  $R=NãoSair$ , é determinado por factores internos (FI) e factores externos (FE). Por sua vez, estes factores são determinados por situações internas e externas, conforme representado na rede Bayesiana seguinte. Uma vez conhecido o resultado do referendo, o Parlamento **P** tem de discutir o resultado, nas seguintes condições: se  $R=Sair$ , o Parlamento pode decidir sair (probabilidade=0.7) ou permanecer; se  $R=NãoSair$ , o Parlamento só pode decidir permanecer.

1. a) (0.5) Complete o diagrama da rede Bayesiana acrescentando os nós e ligações em falta. Junto do nó que representa a decisão do Parlamento, desenhe a tabela de probabilidades.



- b) (1.25) Calcule a probabilidade (conjunta) de “OutrosPaísesSaíram=Verdadeiro” (OPS) **E** “PenalizaçãoPorDéfice=Falso” (/PD) **E** “FactoresExternos=relevantes” (FE), sabendo que a tabela de probabilidades condicionadas no nó FE é:

OutrosPaísesSaíram	Sim	Nao
PenalizacaoPorDefice		
Relevantes	0.9	0.5
NaoRelevantes	0.1	0.5

$$p(x_1 | x_2 \dots x_n) = \frac{p(x_1, x_2 \dots x_n)}{p(x_2 \dots x_n)}$$

$$P(x_1, x_2 \dots x_n) = \prod_{i=1}^n P(x_i | Parents(X_i))$$

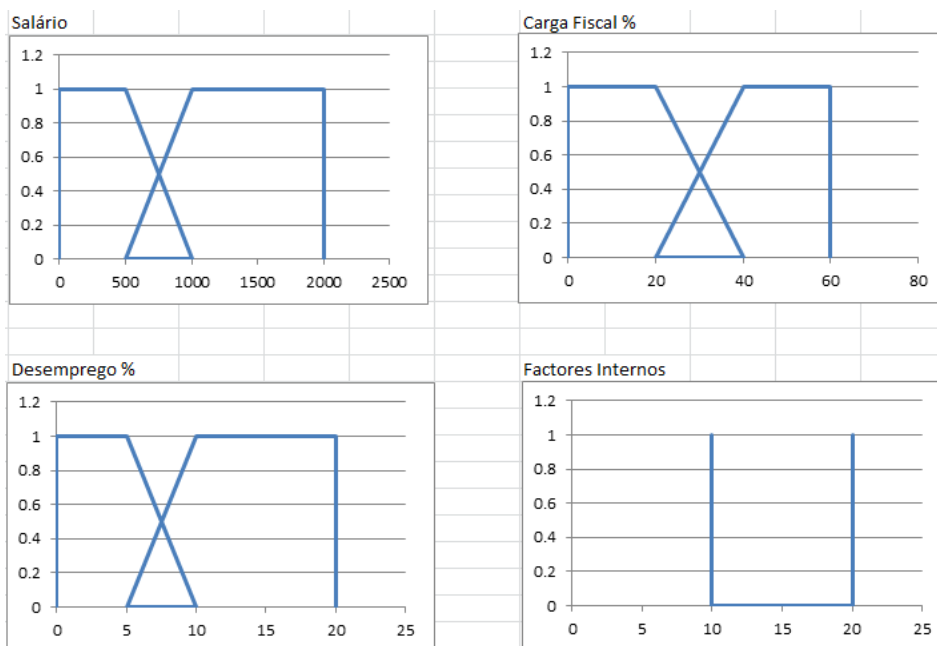
$$P(x_1, x_2 \dots x_n) = p(OPS, / PD, FE) = p(FE | / PD, OPS) \times p(/ PD) \times p(OPS) = 0.5 \times 0.6 \times 0.3 = 0.09$$

Núm. \_\_\_\_\_ Nome \_\_\_\_\_

2. Para o mesmo objectivo, implementou-se um sistema de inferência difusa. Para Salários (médios) foram definidos os termos  $B=(0,500,0,500)$  e  $A=(1000,2000,500,0)$ ; para CargaFiscal, os termos  $B=(0,20,0,20)$  e  $A=(40,60,20,0)$  em percentagem; para Desemprego, os termos  $B=(0,5,0,5)$  e  $A=(10,20,5,0)$  também em percentagem. Todos estes termos se encontram na notação LR. Para factores internos (FI) consideraram-se apenas os termos Relevantes e NãoRelevantes (não difusos). Com base na inferência de Mamdani e nas seguintes regras, infira se o país P, com salários (médios) de 750 euros, carga fiscal 30% e desemprego 10%, tem ou não factores internos (FI) relevantes para abandonar a UE. Siga os passos indicados em seguida.

1. Se salário=B => FI=relevantes
2. Se salário=A => FI=não relevantes
3. Se carga fiscal=A => FI=relevantes
4. Se carga fiscal=B => FI=não relevantes
5. Se desemprego=A => FI=relevantes
6. Se desemprego=B => FI=não relevantes

a) (0.5) Desenhe as funções de pertença dos termos linguísticos referidos no enunciado e necessários para a resolução do problema (preencha apenas os gráficos que considerar necessários e identifique cada um pelo nome da variável linguística)



NOTA: a codificação dos factores internos pode usar valores quaisquer, p.e. 0 e 1, ou 20, 50... é arbitrado. Quando COA for calculado interessará apenas de que valor ele se aproximará mais. Aqui arbitrámos Relevantes=>10 e NãoRelevantes=>20

b) (0.5) Fuzifique os factos referidos no enunciado apresentando os valores de  $\mu$  para cada um deles

	Salário Médio	Carga Fiscal %	Desemprego %
Valor de $\mu$	=B $\mu=0.5$	=B $\mu=0.5$	=A $\mu=1$
Valor de $\mu$	=A $\mu=0.5$	=A $\mu=0.5$	

Núm. \_\_\_\_\_ Nome \_\_\_\_\_

c) (0.75) Realize a inferência, indicando os valores de  $\mu$  de cada conclusão.

	FI=Relevantes	FI=NãoRelevantes
$\mu$ Regra 1	0.5	-
$\mu$ Regra 2	-	0.5
$\mu$ Regra 3	0.5	-
$\mu$ Regra 4	-	0.5
$\mu$ Regra 5	1	-
$\mu$ Regra 6	Não dispara	Não dispara

d) (0.5) i) Há necessidade de agregação? **SIM** NÃO (escolher uma: resposta errada desconta).  
Se sim, execute-a.

$\text{Max}(\text{relevantes}) = 1$

$\text{Max}(\text{NãoRelevantes}) = 0.5$

e) (0.5) i) O valor de FI é: **relevantes não relevantes** (escolher uma: resposta errada, desconta)

(0.5) ii) Justifique (apresentando cálculos se achar necessário)

Porque  $\mu$  de Relevantes = 1, superior a  $\mu$  de Nãorelevantes = 0.5

Pode também ver-se por COA:

$\text{COA} = (10 \times 1 + 20 \times 0.5) / (1 + 0.5) = 13.33$  mais próximo de 10 do que de 20, logo os Factores internos consideram-se Relevantes

3. Para o modelo inicial, descrito no início do exame, implementou-se também uma rede neuronal:

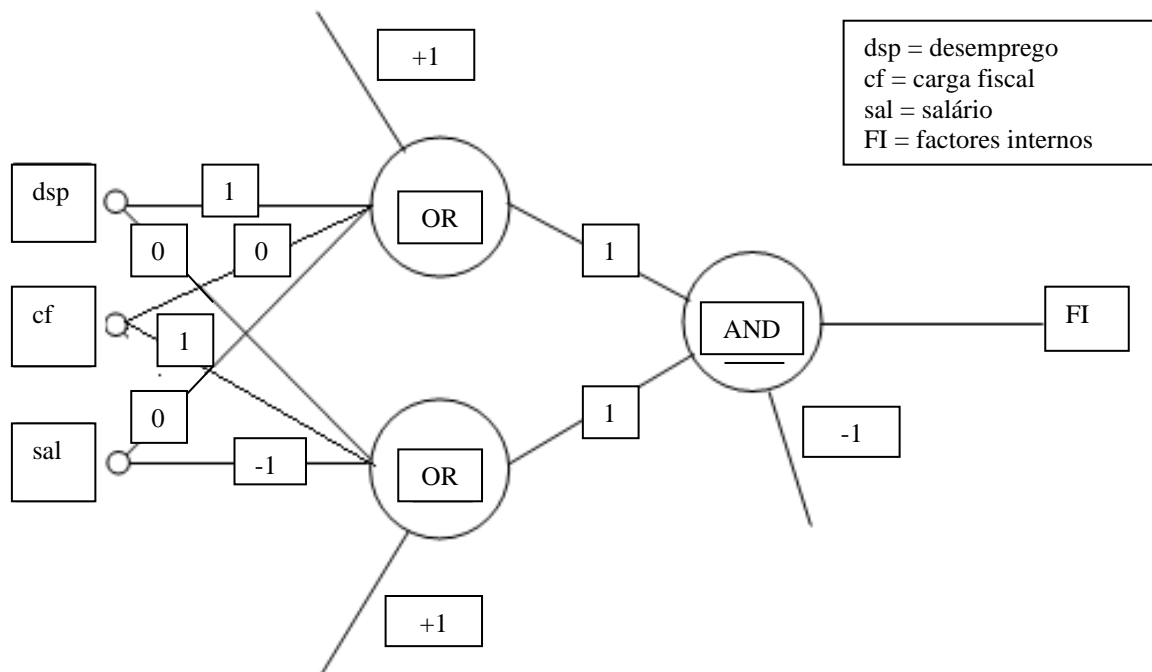
a) (0.25) Quantas entradas deveria ter a rede? **5** E quantas saídas? **1 (ou 2 no máximo)**

b) (1.25) Considere a seguinte regra:

**Se desemprego=A & (carga\_fiscal=A || salário=B) => FI = relevantes**

Na seguinte rede neuronal coloque sobre cada ligação o valor do coeficiente sináptico respetivo, de modo a que a rede possa realizar esta inferência. Em cada unidade escreva a função lógica pretendida (AND, OR ou NOT). Considere que todas as entradas são normalizadas em  $[-1, 1]$  e que **A**(lto) e **B**(aixo) são representados por valores respectivamente "1" e "-1".

Núm. \_\_\_\_\_ Nome \_\_\_\_\_



4. Considere as seguintes regras:

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| 1. $\Rightarrow FI=0$             | 4. Se $dsp=B \Rightarrow FI=FI-3$             |
| 2. Se $dsp=A \Rightarrow FI=FI+5$ | 5. Se $sal=A \Rightarrow FI=FI-3$             |
| 3. Se $sal=B \Rightarrow FI=FI+5$ | 6. Se $cf=B \Rightarrow FI=FI-3$              |
| 4. Se $cf=A \Rightarrow FI=FI+5$  | 7. Se $FI \geq 0 \Rightarrow FI=relevantes$   |
|                                   | 8. Se $FI < 0 \Rightarrow FI=não\_relevantes$ |

a) Escolha uma de entre as respostas possíveis (errado, desconta)

- |  |                      |                   |
|--|----------------------|-------------------|
| i) (0.25) Pode realizar a inferência em forward chaining ? | <b><u>SIM</u></b>    | NÃO               |
| ii) (0.25) A regra 1 deve ter prioridade:                  | <b><u>Máxima</u></b> | Mínima            |
| iii) (0.25) Seria adequado usar Factores de Certeza?       | SIM                  | <b><u>NÃO</u></b> |

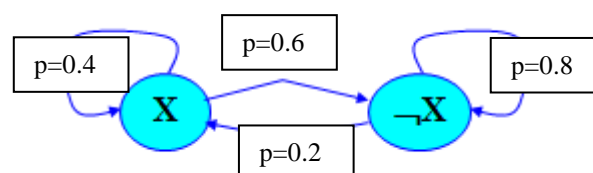
Núm. \_\_\_\_\_ Nome \_\_\_\_\_

**b)** (1.25) Considerando apenas os atributos desemprego, carga fiscal e salário, e a solução FI (factores internos), preencha as linhas necessárias na tabela seguinte de modo a que ela constitua uma Case Library, com o número mínimo de casos de um possível sistema CBR apenas para as soluções do tipo **FI=Relevantes**. Use o símbolo “X” para indicar situações em que o valor de um dado atributo (já) não interessa.

Atributos			Solução
dsp	sal	cf	FI
A	B	X	Relevantes
A	X	C	Relevantes
X	B	C	Relevantes

**5.** **a)** (0.75) Apresente a **matriz de transição** e o **diagrama de estados** de uma cadeia de Markov destinada a representar a evolução futura das intenções de voto. Assuma que a probabilidade de pretender sair e se manter neste estado é 0.4, e de pretender não sair e permanecer neste estado, 0.8.

	Futuro Sair	Futuro NãoSair
Presente Sair	0.4	0.6
Presente NãoSair	0.2	0.8



**b)** (0.75) Sabendo que actualmente a intenção de “sair” é de 30%, diga se no futuro é possível que a tendência se inverta. Apresente apenas as equações iniciais, o resultado final numérico e a resposta SIM ou NÃO, significando: SIM = a tendência inverter-se-á; NÃO = a tendência não se inverterá.