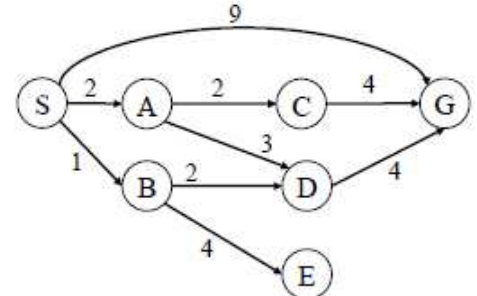


**Nota: Responder a cada questão (1, 2, 3 e 4) em folhas de exame separadas.**

1. [4 valores] O espaço de estados de um problema de pesquisa está representado no grafo da figura. Pretende-se obter um caminho para ir do nó S até ao nó G. Cada ligação tem o custo indicado na figura. Foi definida a função heurística representada na tabela.



S	A	B	C	D	E	G
6	0	6	4	1	10	0

- Identifique o caminho solução encontrado pela estratégia de pesquisa **primeiro em largura**.
- Identifique os 4 primeiros nós a serem expandidos pela estratégia de pesquisa do **custo uniforme**. Justifique, apresentando os custos respetivos.
- Apresente a árvore de pesquisa obtida pela estratégia de pesquisa A\*, usando a função heurística indicada. Junto a cada nó da árvore, indique o valor dos componentes da função de custo ( $f=g+h$ ). Identifique a solução encontrada.
- A função heurística utilizada é admissível e consistente? Porquê?

2. [4 valores] Num estudo de mercado imobiliário, foi usado um sistema baseado em conhecimento para a determinação da probabilidade de arrendamento de apartamentos. Foram construídas as seguintes regras:

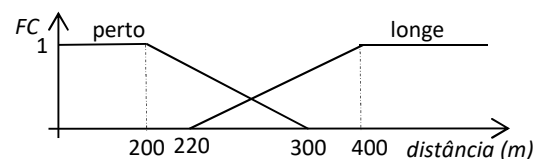
R1: Se centro da cidade Então localização boa (FC=0,9)

R2: Se metro perto E hospital na freguesia Então localização boa (FC=0,7)

R3: Se localização boa E andar > 3 Então probabilidade de arrendamento alta (FC=0,8)

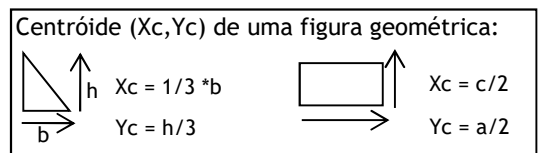
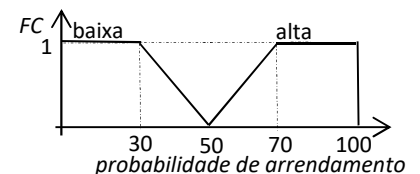
R4: Se andar ≤ 3 Ou sem segurança Então probabilidade de arrendamento baixa (FC=0,6)

O conceito difuso “perto” é representado pela função de pertença ilustrada na figura.



O apartamento **Ap** situa-se no 4º andar de um prédio no centro da cidade do Porto (FC=0,8). Está a 220m de uma estação de metro. Existe um hospital na freguesia. O prédio não possui segurança (FC=0,7).

- Pelo conjunto de regras apresentado, quais os fatores de certeza associados às probabilidades alta/baixa de o apartamento **Ap** ser arrendado? Apresente todos os cálculos que efetuar.
- A figura ao lado apresenta a função de pertinência do conjunto difuso “probabilidade de arrendamento”. Qual o valor da probabilidade de arrendamento do apartamento **Ap**? Apresente todos os cálculos que efetuar.
- Sabe-se que o sistema implementado efetua inferência de regras por encadeamento inverso. Explique em que consiste este mecanismo de inferência.



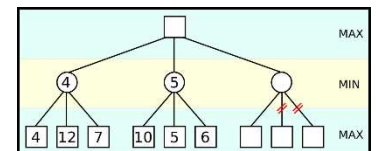
3. [4 valores] Pretende-se resolver o conhecido problema do caixeiro-viajante, usando **arrefecimento simulado** e considerando como estado inicial o percurso **A-B-C-D-A**. O caixeiro-viajante tem de partir da cidade A e pretende visitar as cidades B, C e D, regressando depois à cidade A. As distâncias entre as cidades estão indicadas na tabela ao lado, e pretende-se encontrar o percurso mais curto.

	A	B	C	D
A	0	30	40	35
B	30	0	35	25
C	40	35	0	20
D	35	25	20	0

- Proponha uma função de avaliação e uma função de vizinhança para o problema (descrição textual). Calcule o valor da função de avaliação do estado inicial.
- Considere que o parâmetro temperatura (T) se inicia no valor 50 e é decrementado de 10 valores em cada iteração. Apresente a lista dos 4 primeiros estados gerados e respetiva decisão. Quando e se for necessário gerar números aleatórios para a decisão de aceitação, considere os valores: 0,82; 0,6; 0,4; 0,75. Explique bem o seu raciocínio.
- Qual a razão da inclusão de algum grau de aleatoriedade no arrefecimento simulado? Descreva o funcionamento do algoritmo quando o grau de aleatoriedade é nulo ou extremamente elevado (infinito).

4. [8 valores] Responda a seis (6) das seguintes sete (7) questões (cada uma em 5-10 linhas).

- Explique duas vantagens do método “Monte Carlo Tree Search” relativamente ao Minimax.
- Nos algoritmos de otimização, a adoção de um estado vizinho pode ser determinística ou probabilística. Explique esta afirmação.
- No algoritmo C4.5, explique para que serve a *informação de separação*.
- Para a figura ao lado, indique que gamas de valores podem ter os nós em branco, quando apenas se conseguem aplicar os cortes alfa-beta indicados.
- Nas redes neuronais artificiais, distinga *função de combinação* e *função de transferência*.
- Explique o conceito de aprendizagem supervisionada.



- Suponha um SBC no qual introduzimos dados de acordo com as evidências que vão chegando (E1=“céu limpo”, E2=“seco”, E3=“nuvens no horizonte”, E4=“foto satélite”) e que trata o conhecimento incerto usando o modelo **Dempster-Shafer**. Calcule o intervalo de confiança em “não vai chover” (arredonde para 2 casas decimais), sabendo que:
  - E1 → “não vai chover” (0.7)
  - E2 → “não vai chover” (0.6)
  - E3 → “vai chover” (0.3)
  - E4 → “vai chover” (0.2)