

**1. Pesquisa de Soluções (5.0 Val)**

Um puzzle consiste em três peças vermelhas (“V”), três peças brancas (“B”) e um espaço vazio (“x”). O objetivo final consiste em trocar a posição das peças vermelhas e brancas (i.e. as peças vermelhas ficam na direita e as brancas na esquerda). O estado inicial típico do puzzle e o estado final desejado são apresentados em seguida:

**Estado Inicial**

1	2	3	4	5	6	7
V	V	V	x	B	B	B

**Estado Objetivo**

1	2	3	4	5	6	7
B	B	B	x	V	V	V

Existem três métodos legais de movimentar uma peça, cada um com um custo associado, ou seja:

- m1) Movimentar uma peça para uma casa livre adjacente, custo 1;
- m2) Saltar sobre uma peça (de qualquer cor) para uma casa livre, custo 2;
- m3) Saltar sobre duas peças (de quaisquer cores) para uma casa livre, custo 2.

As peças vermelhas só se podem movimentar da esquerda para a direita e as peças brancas no sentido oposto (i.e. da direita para a esquerda). Pretende-se encontrar a solução com menor custo.

- 1.1) Formule o problema como um problema de pesquisa, indicando o modo de representação do estado, estado inicial, teste objetivo, operadores (nome, pré-condições e efeitos) e função de custo.
- 1.2) Indique se as seguintes heurísticas para o algoritmo A\* são admissíveis, justificando devidamente:  $h1=0$ ;  $h2=5$ ;  $h3$ = soma do número de Bs nas células 5, 6 e 7 com o número de Vs nas células 1, 2 e 3.
- 1.3) Defina, justificando, uma heurística melhor (mais adequada do que as da alínea anterior) que lhe permita aplicar o Algoritmo A\* de modo eficiente à resolução do problema e indique o seu modo de cálculo a partir da representação definida em 1.1), apresentando o respetivo pseudo-código.
- 1.4) Supondo o seguinte estado inicial [B B V B V V x] apresente a sequência de nós gerados nas árvores de pesquisa criadas, até encontrar a solução do problema, utilizando:

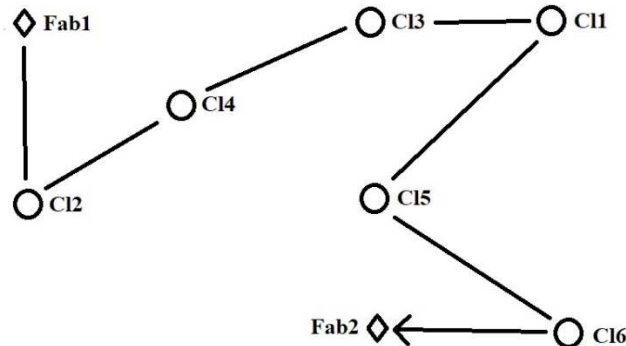
a) Pesquisa em Profundidade

b) Pesquisa em Largura

Nota: Suponha que, na expansão de um nó, são gerados primeiro os movimentos m3 (saltos duplos), depois m2 (saltos) e finalmente m1. Dentro de cada tipo de movimento, suponha que são gerados, primeiro, os movimentos das peças V e depois das B. Em caso de empate suponha que são expandidos, primeiro, os nós mais próximos da raiz da árvore e em caso ainda de empate, os nós mais à esquerda.

## 2. Otimização (5.0 Val)

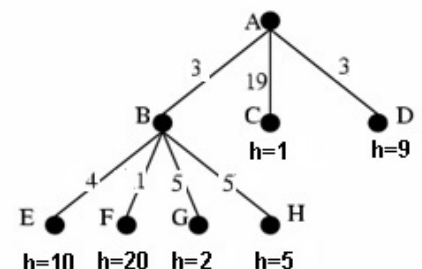
Suponha o seguinte problema de otimização em que o objetivo é definir a melhor rota para visitar todos os clientes uma única vez, saindo da Fábrica 1 e concluindo o trajeto na Fábrica 2. Como simplificação suponha que é possível viajar em linha reta entre dois pontos no mapa.



- 2.1) Formule este problema como um problema de otimização, definindo uma representação para a definição do problema (posições das fábricas e clientes), para a solução do problema e definindo a função de avaliação a utilizar e respetivo pseudo-código.
- 2.2) Defina uma função de vizinhança simples que lhe permita aplicar o algoritmo Hill-Climbing na resolução deste problema e apresente o respetivo pseudo-código.
- 2.3) Apresente o código completo necessário para a aplicação do Hill-climbing na resolução deste problema, em pseudo-código ou numa linguagem de programação à sua escolha. Pode usar a variação que considerar melhor do algoritmo mas deve indicar qual a versão do hill-climbing utilizada. O código deve gerar uma solução inicial aleatória e utilizar como critério de paragem, 100 iterações seguidas sem melhoria da solução.
- 2.4) Utilize o código construído para resolver o problema para as seguintes instâncias, em que são indicadas as posições (x,y) das duas fábricas e dos seis clientes, indicando para cada uma qual a solução final obtida e o custo respetivo.
  - Problema 1) Fabricas: (1,1), (10,10) ; Clientes: (8,8), (4,4), (3,3), (7,7), (2,2), (9,9)
  - Problema 2) Fabricas: (1,1), (10,10) ; Clientes: (2,2), (2,8), (6,6), (1,6), (10,5), (5,8)
  - Problema 3) Fabricas: (1,1), (5,2) ; Clientes: (2,8), (1,4), (6,6), (6,1), (1,6), (5,8)

## 3. Inteligência Artificial (10.0 Val)

- 3.1) Acha possível criar um agente simples reflexo (agente reativo simples) para jogar o jogo do galo com garantia que este agente nunca perde neste jogo? Justifique explicando como implementaria o agente simples reflexo para este problema.
- 3.2) Considerando um espaço de estados em que todas as soluções têm custos diferentes, a estratégia de pesquisa do custo uniforme encontra sempre a mesma solução encontrada pelo A\* usando uma heurística admissível? Justifique adequadamente.
- 3.3) Supondo a seguinte árvore de pesquisa em que cada arco apresenta o custo do operador correspondente, indique justificando, qual o nó expandido em seguida utilizando cada um dos seguintes métodos:



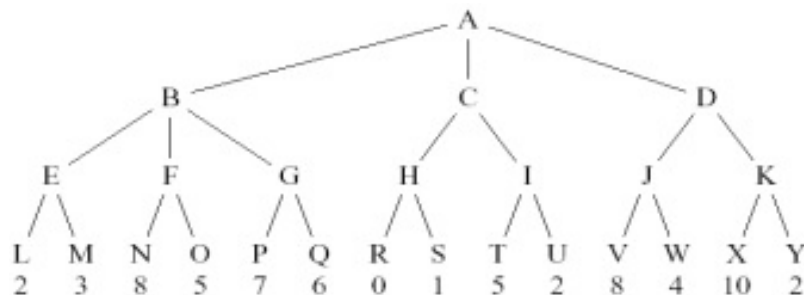
a) Pesquisa Largura; b) Pesquisa em Profundidade; c) Pesquisa de Custo Uniforme; d) Pesquisa Gulosa ; e) Pesquisa A\*

3.4) Na aplicação do algoritmo minimax com cortes alfa-beta, explique que papel pode ter a ordenação dos nós gerados e avaliados pela função de avaliação.

3.5) Aplique o algoritmo minimax com cortes alfa-beta à seguinte árvore, supondo que joga primeiro MAX, depois MIN e novamente MAX, indicando:

a) Qual o valor final dos Nós A, B, C e D (Nota: dado que são usados cortes alfa-beta o valor pode ser um número, ex: 8 ou uma condição ex:  $\geq 20$  ou  $\leq 8$ )?

b) Quais os nós folha (de entre L a Y) que não chegam a ser avaliados pelo algoritmo minimax com cortes alfa-beta?



3.6) A determinada altura, na aplicação do algoritmo de otimização “Arrefecimento Simulado”, a função de avaliação indica que o estado atual vale 20. Gerou-se um estado sucessor com função de avaliação de valor 18. A temperatura atual é de 0.9. Calcule a probabilidade de o estado gerado ser aceite nos seguintes casos: a) O problema a resolver é um problema de maximização da função de avaliação. b) O problema a resolver é um problema de minimização da função de avaliação. Justifique.

3.7) Caracterize o conceito de overfitting e indique que cuidados devem ser tidos em conta na aplicação de redes neurais de modo a evitar este problema.

3.8) Explique em que consistem e para que servem os métodos Holdout e Cross-Validation, distinguindo-os devidamente. Identifique um exemplo em que seja mais indicado utilizar Holdout e outro em que seja mais indicado utilizar Cross-Validation.

3.9) Considere a seguinte matriz de confusão que traduz os resultados de uma marca de teste de gravidez.

Resultado do Teste	Teste Positivo	Teste Negativo
Estado		
Grávida	45	5
Não grávida	20	30

Identifique os valores dos Verdadeiros Positivos (VP); Falsos Negativos (FN); Falsos Positivos (FP) e Verdadeiros Negativos (VN).

Calcule a taxa de acerto; a precisão; a sensibilidade e a medida F.

3.10) Construa uma DCG que permita validar sintática e semanticamente frases do tipo [X, subiu/desceu, de, N1, valor(es) para, N2, valor(es)]. Por exemplo, a frase “Ana subiu de 14 valores para 12 valores” possui erro semântico, e a frase “Rui desceu de 5 valor para 1 valores” possui erro sintático.