



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

Introdução à Inteligência Artificial

2024-2025

Questões Sobre Agentes de Procura

Perguntas Teóricas

Procura Cega

1. Diga o que entende por uma estratégia de procura completa e óptima. Indique, de entre as estudadas, uma que possua as propriedades referidas.
2. Em que situações é a procura em largura um método de procura óptimo?
3. Descreva as vantagens e desvantagens do método de procura **aprofundamento progressivo** relativamente à procura em **profundidade primeiro**. Compare-os do ponto de vista da complexidade espacial, temporal, completude e optimalidade.
4. Descreva um espaço de procura para o qual o algoritmo de **aprofundamento progressivo** é muito pior que o algoritmo de procura em **profundidade primeiro**. Sugestão: pense em termos de factor de ramificação e profundidade da solução.
5. Assumindo que não existem ciclos, que a profundidade máxima da árvore de procura é relativamente baixa, e que não há forma de estimar a distância ao objectivo, que método de procura utilizaria? Justifique.
6. Durante as aulas foram dados diferentes exemplos de problemas que podiam ser modelados por recurso ao paradigma do espaço de procura. Para alguns desses problemas o importante era o **caminho** do estado inicial até ao estado final (*problemas de sequência*) enquanto para outros problemas o importante era apenas o estado final (*problemas de atribuição*). Dê dois exemplos de problemas de cada uma das categorias.
7. Os métodos de procura não informados (ou cegos) possuem duas maneiras fundamentais de organizar a procura. Diga quais, como funcionam e indique as vantagens e inconvenientes de cada uma.
8. Diga o que entende por estratégia de procura **completa**. Dê **exemplos** de dois algoritmos de procura que tenham essa propriedade.
9. Suponha um agente de procura em que o custo de chegar do estado inicial a um estado qualquer é dado pelo comprimento do respectivo caminho. Em que medida pode usar essa informação para tornar o seu algoritmo mais discriminador.
10. Comente as seguintes afirmações:
 - a. “Uma estratégia de procura pode ser completa sem ser óptima.”
 - b. “Os algoritmos de procura não estão adaptados à resolução de problemas de jogos.”

- c. “A procura cega em profundidade primeiro garante sempre que se encontra uma solução caso ela exista. Além disso essa solução é a melhor possível do ponto de vista do número de estados do espaço de procura que foram visitados.”
 - d. “Quando o número de estados distintos de um espaço de procura é finito o algoritmo de procura em profundidade primeiro é sempre preferível ao algoritmo de procura em largura primeiro.”
 - e. “Um agente reactivo com memória infinita é equivalente a um agente de procura.”
 - f. “Se o espaço de procura for finito qualquer agente de procura que use métodos cegos é completo.”
 - g. “A complexidade temporal do algoritmo de aprofundamento progressivo não é muito superior à complexidade do algoritmo de profundidade primeiro.”
11. Nas aulas falámos do algoritmo de aprofundamento progressivo: para um dado nível os estados vão sendo visitados em profundidade primeiro. Inicialmente o nível é zero e vai sendo iterativamente aumentado enquanto a solução não for encontrada. Uma outra possibilidade de procura designa-se por **alargamento progressivo**: para um dado factor de ramificação dos nós são visitados em largura primeiro. O factor de ramificação inicial é 1 e vai sendo iterativamente aumentado. Diga quais as características deste algoritmo (**completo, óptimo, complexidade temporal e espacial**).
12. Imagine um agente de procura que conhece o estado inicial e o estado final do problema que pretende resolver. O seu drama é que não sabe como caminhar do estado inicial para o final. Optou por usar um método bizarro: ora parte do estado onde chegou a partir do estado inicial aplicando os operadores que determinam os sucessores; ora parte do estado onde chegou a partir do estado final aplicando os mesmos operadores mas de modo inverso. Diz-se que este agente usa uma **procura bidireccional**. Discuta as virtudes e defeitos deste método cuidando de explicitar o seu carácter completo, óptimo e a complexidade espacial e temporal.
13. O método de procura dito de aprofundamento progressivo baseia-se na ideia de repetir a procura a partir do estado inicial enquanto não se encontra uma solução. Em cada repetição o nível máximo da procura é incrementado. Determine qualé a sobrecarga temporal deste método quando comparado com o método de procura em profundidade primeiro.

Procura Heurística

1. Que condições devem ser respeitadas para que o IDA* seja completo e discriminador?
2. Descreva as vantagens e desvantagens do método de **procura sôfrega**, relativamente à pesquisa por **custo uniforme**.
3. Suponha que usa a estratégia de procura sôfrega com $h(n) = g(n)$. Que tipo de procura é simulado deste modo? E se $h(n) = d(n)$ com $d(n)$ a profundidade a que se encontra o nó n ? Ou se $h(n) = 1/(1+d(n))$?
4. Que condições são necessárias para que possa utilizar o método de procura A*?
5. Defina **heurística admissível**. Qual a importância da existência de heurísticas admissíveis para a resolução de problemas?
6. Diga o que entende por função heurística **monótona**. Qual a **importância** dessa propriedade.
7. Descreva o algoritmo IDA*.
8. Prove, de modo rigoroso, que o algoritmo A* é completo e discriminador.
9. Comente as seguintes afirmações:
 - a. “Se eu tiver duas heurísticas admissíveis para um dado problema $h_1(n)$ e $h_2(n)$ então a heurística $h(n) = \text{máximo}(h_1(n); h_2(n))$ também é sempre admissível.”
 - b. “O algoritmo A* é sempre melhor do que o trepa colinas qualquer que seja o ponto de vista adoptado.”
 - c. “Se o espaço de procura não possuir máximos locais então um agente de procura que use o algoritmo trepa-colinas encontra sempre a melhor solução.”
 - d. “Uma heurística admissível não garante uma solução óptima.”
 - e. “Um agente de procura tem sempre melhor desempenho quando utiliza um método de procura heurístico.”
 - f. “Mesmo quando a heurística $h(n)$ não é admissível o algoritmo A* é na mesma completo.”
10. O algoritmo de procura em feixe (**beam search**) é um algoritmo de procura heurística que, à semelhança do algoritmo A*, usa como função de avaliação a função $f(n) =$

$g(n) + h(n)$. A sua escolha a cada momento segue o princípio de “o melhor primeiro”. Adicionalmente o algoritmo tem um parâmetro L que determina o número máximo de sucessores de um nó que serão considerados, sendo que os outros são “deitados fora”. Por exemplo, se um nó tiver 5 sucessores e $L = 3$ então apenas serão considerados os três melhores. Compare este algoritmo com o algoritmo A^* , relativamente às questões de completude, discriminação e economia.

11. Suponha que usa uma variante do algoritmo A^* no qual a função $f(n)$ é dada por: $f(n) = g(n) + \text{Random}() \times h(n)$. Admita também que $g(n)$ é a função real de custo de chegar ao nó n e $h(n)$ é uma heurística admissível. $\text{Random}()$ é um gerador de números aleatórios no intervalo real $[0,1]$. Discuta as características do novo algoritmo não se esquecendo de equacionar o problema do carácter óptimo do novo algoritmo.

Procura Estocástica

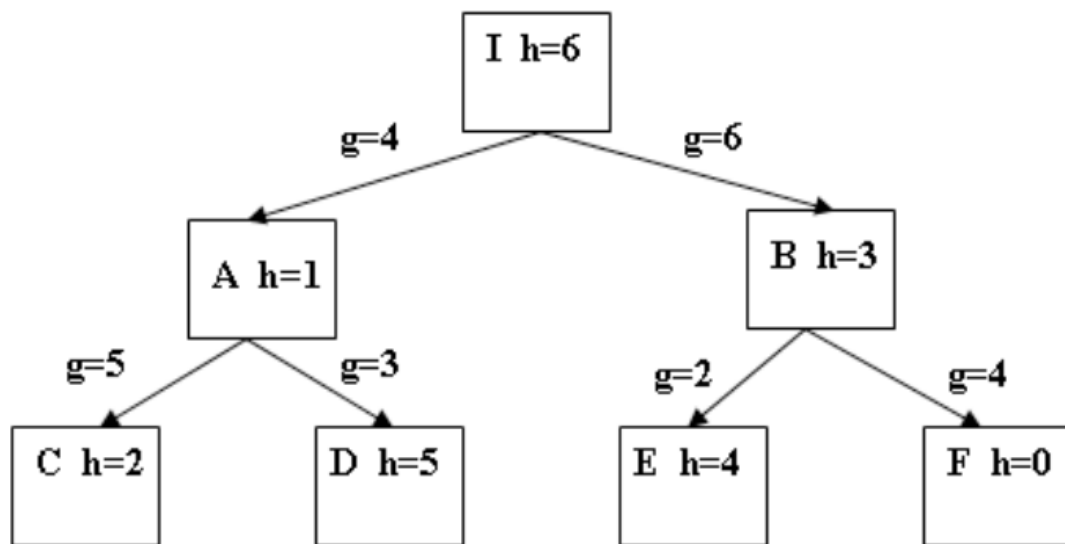
1. Diga o que entende por procura estocástica.
2. Imagine um agente de procura cego em que cada opção é tomada aleatoriamente. Consegue descrever situações em que esse agente tem um desempenho aceitável?
3. Descreva o funcionamento do algoritmo de esfriamento simulado (*simulated annealing*) e indique as suas características de complexidade (espacial, temporal), completude e optimalidade. Qual o problema que esta abordagem tenta resolver relativamente a outros algoritmos de melhoria progressiva?

Perguntas Teórico-Práticas

1. Suponha que quer pôr um computador a resolver problemas do tipo palavras cruzadas. Admita que ele possui para o auxiliar um dicionário com palavras. Formule o problema usando o paradigma do espaço de procura e indique qual o método de procura que lhe parece ser mais adequado.
2. Suponha que tem uma grelha $n \times n$ formada por quadrados de dimensão unitária. Alguns quadrados estão ocupados completamente por obstáculos. Um agente pretende deslocar-se entre dois pontos bem definidos mas não sabe antecipadamente a localização dos obstáculos. Indique uma heurística admissível para este problema.
3. Considere o puzzle das **n - rainhas** dado nas aulas. Admita que **n** é igual a **4** e que o único operador existente é o que coloca uma rainha numa posição qualquer do tabuleiro e tem **custo 1**. Diga se as **heurísticas** abaixo indicadas são ou não **admissíveis**.
 - a. $h(N) = \text{profundidade}(N)$, com $\text{profundidade}(N)$ a profundidade do nó N na árvore de procura. **Nota:** a profundidade da raiz é igual a 0.

- b. $h(N) = 4 - \#rainhas(N)$, com $\#rainhas(N)$ o número de rainhas no "instante" N .
 - c. Mostre a árvore de procura para este problema e simule uma procura em profundidade primeiro. Mostre apenas a árvore até chegar a um ponto em que ou encontrou a solução ou não pode descer mais na árvore. **NOTA:** Use as **simetrias** do problema para mostrar apenas os estados realmente distintos.
 - d. Se pretendesse usar o algoritmo SMA* que características deveria ter para garantir que era completo?
4. O nosso amigo robot HERCOS conseguiu emprego num escritório onde tem por missão entregar encomendas. Para simplificar vamos supor que o mundo do nosso robot é uma grelha a duas dimensões podendo as células da grelha estarem vazias, ter obstáculos (como paredes, portas, etc.) ou conter pacotes. Hercos apenas se pode deslocar para as células vazias ou que contêm pacotes da sua vizinhança (as 8 células à sua volta). Na célula que ocupa pode deixar ou apanhar pacotes. Suponha que lhe foram entregues três pacotes idênticos que deve deixar nas células A, B e C.
 - a. Formule o problema como um problema de procura num espaço estados identificando de forma clara e rigorosa os conceitos de estado (incluindo o inicial e o final), os operadores e a função de custo;
 - b. Indique, caso exista, uma função heurística que seja admissível;
 - c. Supondo que a entrega em A se destina ao patrão de Hercos e deve ter prioridade na entrega, como pode reformular a sua descrição na primeira alínea para ter esse facto em conta?
5. Descreva, usando o paradigma do espaço de procura, os problemas abaixo indicados não se esquecendo de indicar de forma clara o estado inicial, os estados finais e a função de custo.
 - a. Colorir um mapa planar complexo usando apenas 4 cores e garantindo que não existem duas regiões adjacentes com a mesma cor;
 - b. Encontrar uma farmácia numa pequena cidade na qual nos encontramos perdidos, sem mapa e com todos os habitantes fechados em casa a dormir a sesta.
 - c. Qual o método de procura mais apropriado para cada problema.
6. Considere os seguintes problemas:
 - Pretende-se colorir um mapa usando apenas quatro cores por forma a que não existam duas regiões adjacentes com a mesma cor;

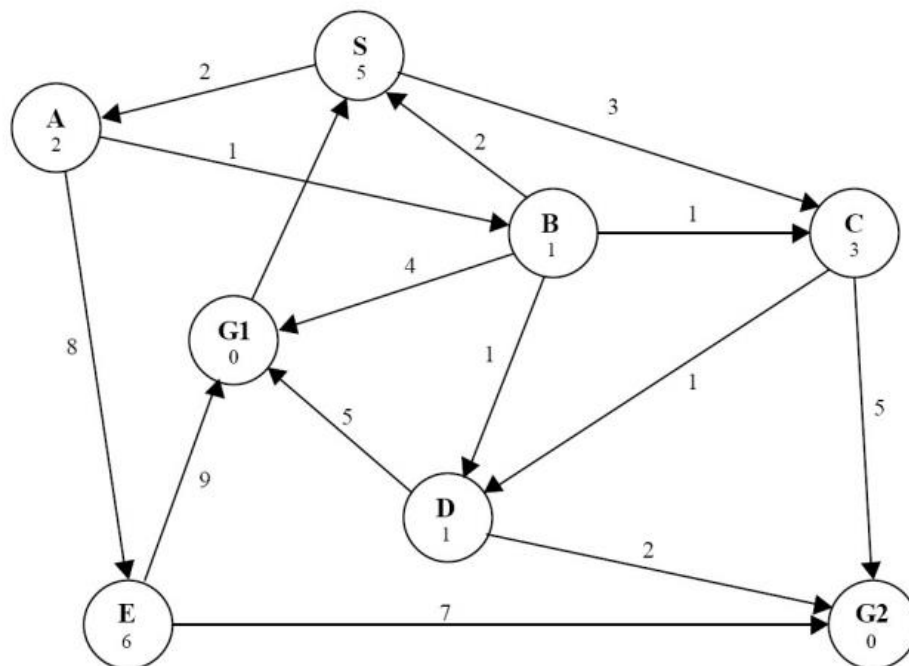
- Um macaco está numa sala com uma mala no tecto estão várias bananas suspensas que ele gostaria de comer;
 - a. **Formule** os dois problemas socorrendo-se do paradigma do espaço de procura;
 - b. Em que medida os dois problemas são **diferentes**?
7. Considere a árvore de procura da figura que se segue. No interior dos nós está indicado o valor da função $h(n)$ e nos arcos o valor da função $g(n)$. Pretende-se chegar, a partir do nó I(nicial) ao nó F(inal). Indique a ordem pela qual os nós são visitados,



quando usa o algoritmo:

- a. Largura Primeiro
- b. Aprofundamento Progressivo
- c. Trepa colinas
- d. A*

8. Considere o espaço de procura da figura que se segue. Onde S é o estado inicial,

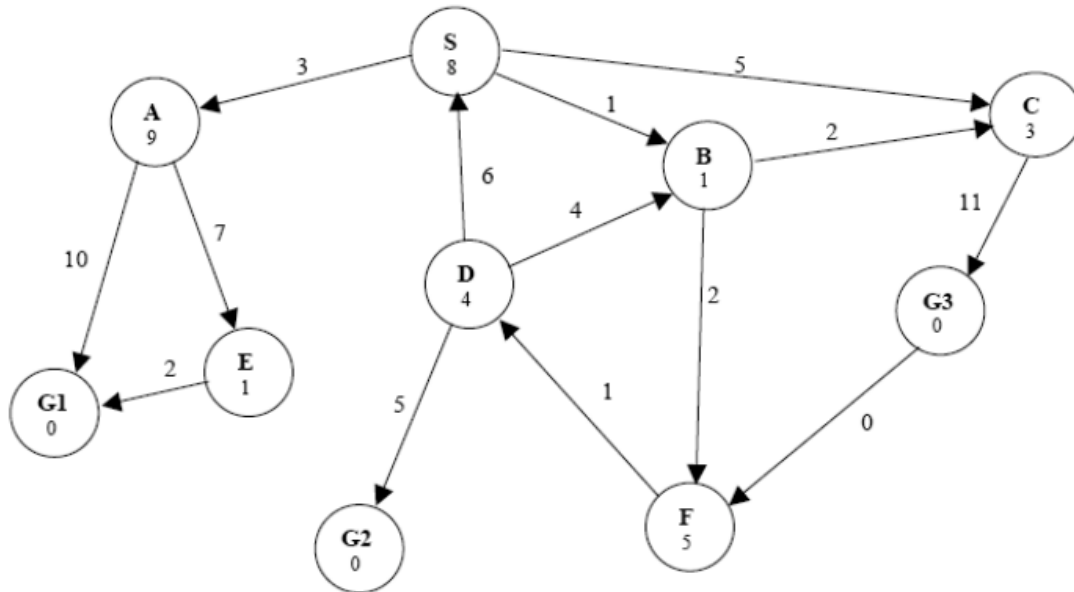


e G1 G2 são dois estados objectivo alternativos. No interior dos nós está indicado custo estimado até um nó objectivo ($h(n)$) e nos arcos o custo associado à transição de estado ($g(n)$). Indique a ordem pela qual os nós são visitados e o caminho encontrado, quando usa o algoritmo:

- Largura Primeiro
- Aprofundamento Progressivo
- Pesquisa Sôfrega
- A*

NOTA: Quando existirem nós nas mesmas condições, assuma uma ordem alfabética.

9. Considere o espaço de procura da figura que se segue. Onde S é o estado inicial,

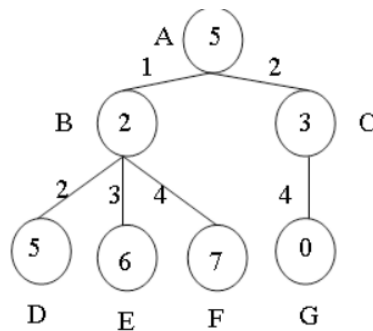


e G1 G2 e G3 são estados objectivo alternativos. No interior dos nós está indicado o custo estimado até um nó objectivo ($h(n)$) e nos arcos o custo associado à transição de estado ($g(n)$). Indique a ordem pela qual os nós são visitados e o caminho encontrado, quando usa o algoritmo:

- Profundidade Primeiro
- Trepa Colinas
- Custo Uniforme
- A*

NOTA: Quando existirem nós nas mesmas condições, assuma uma ordem alfabética.

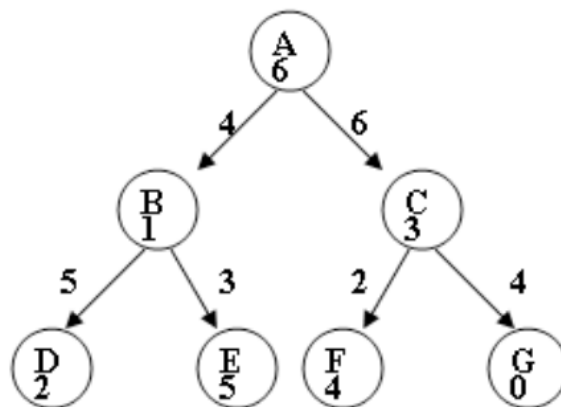
10. Considere a figura que se segue. Admita que os números no interior dos estados



representam o valor estimado da distância à solução (o estado G), enquanto o valor associado aos arcos representa o custo real de nos deslocarmos de um nó para outro. Assim, por exemplo, o estado C tem um custo estimado $h(C)=3$ e um custo real no deslocamento para G de 4.

- Diga, justificando, se a função heurística é admissível;
- Indique por que ordem são visitados os estados numa procura usando o algoritmo de procura sôfrega
- Indique por que ordem são visitados os estados numa procura usando o algoritmo IDA*

11. Considere a figura que se segue.

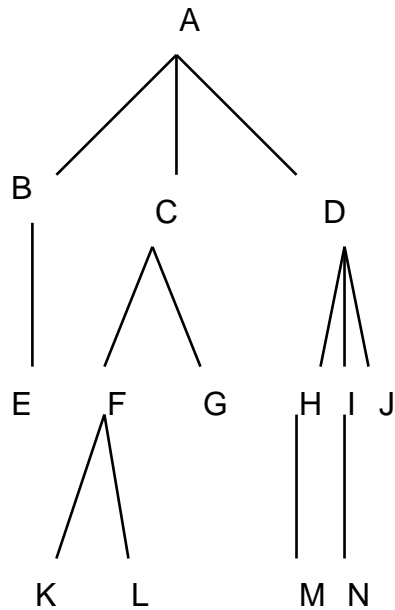


Admita que os números no interior dos estados representam o valor estimado da distância à solução (o estado G), enquanto o valor associado aos arcos representa o custo real de nos deslocarmos de um nó para outro. Assim, por exemplo, o estado C tem um custo estimado $h(C)=3$ e um custo real no deslocamento para G de 4.

- Diga, justificando, se a função heurística é admissível;
- Indique por que ordem são visitados os estados numa procura usando o algoritmo de procura sôfrega

- c. Indique por que ordem são visitados os estados numa procura usando o algoritmo A*.

12. Suponha que tem o seguinte espaço de procura:



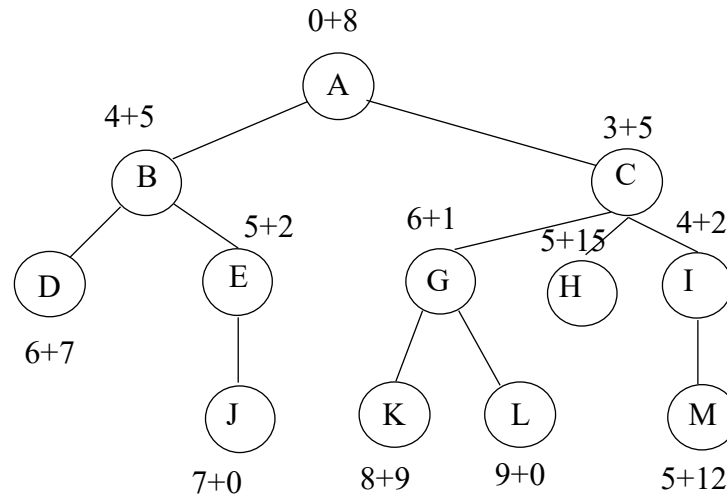
sendo os valores estimados das funções **g** e **h** os da tabela seguinte:

	g	h
A	0	6
B	4	3
C	2	8
D	5	4
E	7	10
F	10	3
G	7	4
H	8	1
I	13	2
J	9	4
K	12	1
L	15	0
M	10	0
N	16	5

Indique por que ordem são visitados os nós usando o método de procura:

- A*.
- SMA*, limitado a 4 nós.

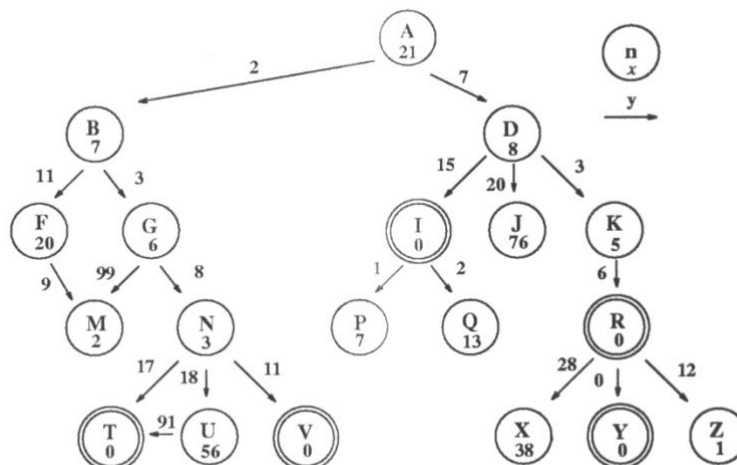
13. Considere a árvore de procura seguinte, na qual o primeiro valor associado a um nó representa o valor da função **g** para esse nó e o segundo valor o de **h**:



Por que **ordem** seriam visitados os nós usando uma estratégia:

- em profundidade primeiro;
- em largura primeiro;
- procura sôfrega;
- IDA*.

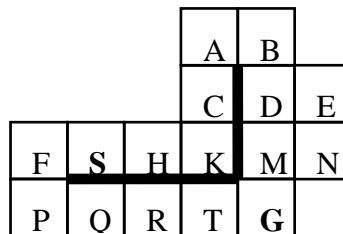
14. Considere o espaço de procura da figura. O estado inicial é **A** e os estados finais estão envolvidos por círculos duplos. O valor dentro do círculo representa o **custo estimado** da distância à solução, i.e. é o valor de **h** para o nó, enquanto o valor associado a um arco representa o **custo real** de atravessar o arco. **Note** que os arcos são dirigidos.



Indique qual o **estado final** alcançado, caso exista, e o **caminho** percorrido para os algoritmos de procura:

- a. em profundidade primeiro;
- b. procura sôfrega;
- c. A*.

15. Considere o **labirinto** seguinte.

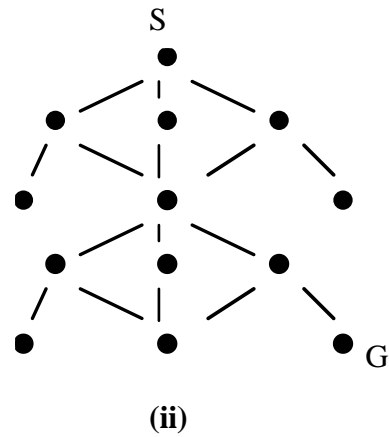
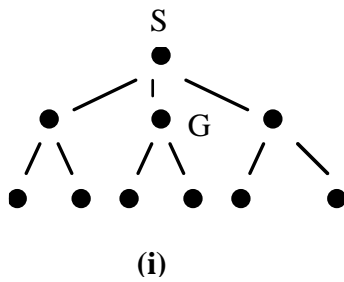


Admita que os **sucessores** de uma célula incluem as células adjacentes nas direcções Norte, Sul, Este e Oeste, excepção feita aos casos de fronteira do labirinto ou quando existe uma barreira (traço a grosso na figura). Por exemplo os **sucessores(M)** = {D,N,G}. Admita também que o **custo** de cada movimento é **1**. O problema consiste em encontrar um caminho da célula **S** para a célula **G**. Suponha também que os sucessores de uma célula são **expandidos** na ordem Este, Sul, Oeste e Norte. Se, por alguma razão, existirem empates será visitado primeiro a célula cuja letra está mais próxima do início do alfabeto.

Indique qual a ordem por que são **visitadas** as células incluindo o objectivo, caso seja alcançado, por cada um dos métodos seguintes:

- a. **Procura em Profundidade Primeiro.** Admita que os ciclos são detectados e evitados nunca sendo expandido uma célula que seja uma repetição no caminho até à raiz.
- b. **Procura sôfrega.** Use como função heurística a função que lhe dá o número de células entre um nó e o nó objectivo assumindo a inexistência de barreiras. Por exemplo $h(K)= 2$ e $h(S)= 4$. Elimine os estados redundantes.
- c. **Trepa-colinas.** Com a mesma função heurística da alínea anterior.

16. Considere os seguintes espaços de procura:



- a. Assumindo que **S** é o estado inicial e **G** o final e que os nós são gerados e visitados da esquerda para a direita, indique para cada um dos espaços qual dos seguintes algoritmos é o **mais eficiente** e o **menos eficiente** (a **eficiência** mede-se pelo número de nós **expandidos**):

Procura por níveis (PNP)

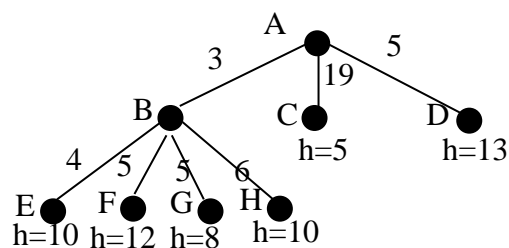
Procura em profundidade (PPP)

Aprofundamento progressivo (AP)

	(i)	(ii)
Mais eficiente		
Menos eficiente		

- b. No caso do algoritmo de Procura em Profundidade Primeiro não considerar estados **repetidos** a solução da alínea a) seria alterada?

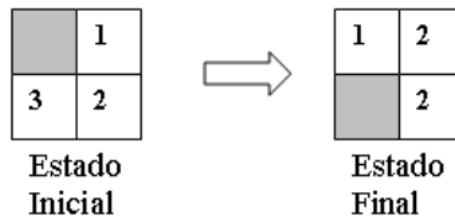
17. A figura seguinte mostra uma **árvore de procura** parcialmente expandida. O valor associado a cada arco denota o custo de usar o operador respectivo (função **g**), enquanto cada folha tem associado o valor da função heurística **h**.



Qual o **próximo nó a ser expandido** por cada um dos algoritmos seguintes?

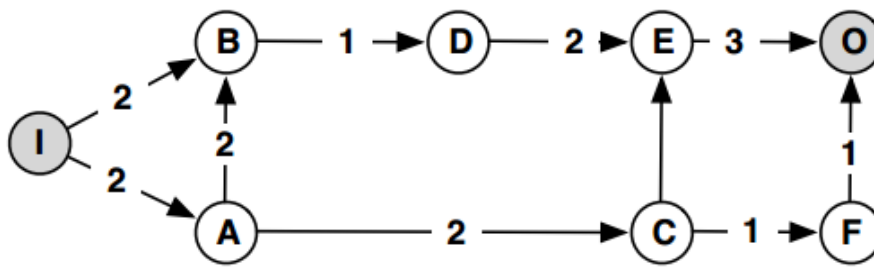
- Procura em largura primeiro;
- Procura em profundidade primeiro;
- Procura sôfrega;
- A*.

18. Considere uma versão miniatura da charada de 15, apresentada nas aulas (ver figura que se segue). Como se recorda, o objectivo é, por deslocamento das peças, passar do estado inicial ao estado final.



Admita que o que movemos é o quadrado vazio e a ordem de preferência é direita, esquerda, para cima e para baixo.

- a. Admitindo que os estados repetidos são eliminados (não são expandidos), mostre o espaço de procura até ao nível de profundidade 4 (o estado inicial ao nível 0).
 - b. Se o seu agente de procura usar como heurística do custo estimado à solução o número de peças fora do sítio, diga, justificando, se a heurística é admissível.
 - c. Supondo que o custo de deslocar o quadrado em branco é unitário, simule a utilização do algoritmo A*. Pode usar a heurística anterior caso ela seja admissível. Se tal não se verificar defina e use uma heurística $h(n)$ que tenha essa propriedade.
19. Considere o espaço de procura em que cada estado (nó) tem associado um número. O estado inicial tem o número 1 e para um estado qualquer n dos seus sucessores são $2 \times n$ e $2 \times n + 1$.
- a. Desenhe o espaço de procura, numerando correctamente os estados, admitindo que tem 15 estados.
 - b. Admitindo que o objectivo é o estado 11 liste a ordem pela qual os estados são visitados quando usa o algoritmo:
 - em largura primeiro
 - em profundidade primeiro mas limitando a profundidade a 2 (a raiz está à profundidade 0).
 - c. Pode usar o algoritmo de procura sôfrega? Se sim indique uma boa heurística $h(n)$.
20. Suponha que está em casa atrasado para uma reunião na sua empresa. Pretende por isso chegar o mais rápido possível ao seu emprego. A situação é descrita pela figura seguinte, sendo que os números indicados é a distância entre pontos de referência. Notar que todas as estradas são de sentido único e que a transição de C para E tem o custo de 0 (não tem um valor de custo na aresta).



Admita que tem uma heurística $h(n)$ que lhe dá estimativa da distância à solução de acordo com a tabela seguinte.

Nó	$h(\text{Nó})$
I	5
A	3
B	2
C	3
D	2
E	1
F	3
O	0

- Diga, justificando se a heurística apresentada é, ou não, admissível.
- Indique por que ordem seriam visitados os nós entre I e O para cada um dos algoritmos indicados (em casos de situações não discriminantes a opção é feita pela ordem alfabética dos nós):
 - Largura primeiro
 - Aprofundamento Progressivo
 - A*
- Suponha agora que existem semáforos nos pontos A, B e C. A passagem pelos semáforos custa-lhe 1 unidade (e.g. $B \rightarrow D = g + 1$). Se tiver que rodar à esquerda tem um custo de 2 unidades (e.g. $A \rightarrow B = g + 2$). Usando o A* de novo qual seria a ordem pela qual os nós seriam visitados?

21. Considere um conjunto de estados identificados pelos nomes:

{MAR; LER; SEI; LEI; V ER; DAR; SER; LAR; DOR}

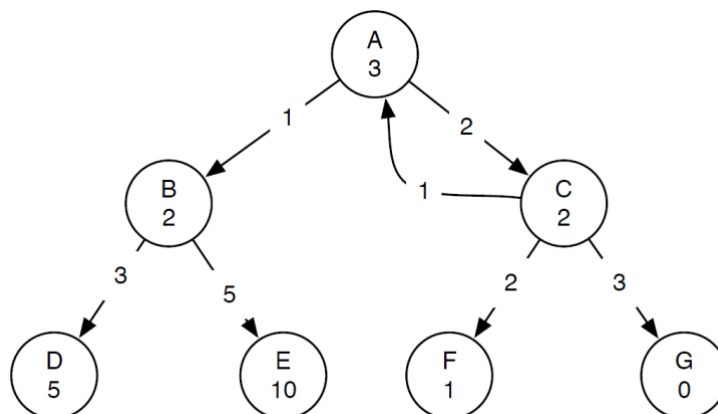
LEI é o estado inicial e MAR o estado final. A transição entre estados é feita entre aqueles que diferem apenas numa letra. O objectivo do nosso agente de procura é encontrar o caminho do estado inicial até ao estado final.

- Desenhe o espaço de estados em que o agente terá que procurar e proponha uma heurística admissível, caso exista, para este problema.
- Indique a ordem pela qual os estados serão visitados, até alcançarem o estado final, caso use o algoritmo A*. Admita que o custo da transição entre quaisquer dois estados é unitário.

22. Suponha que quer colocar num tabuleiro 3x3, os números de 1 a 9 de modo que a soma por linhas, colunas e diagonais seja a mesma (ver figura que se segue). Estude o problema do ponto de vista de um agente de procura, identificando as suas diversas componentes e justificando o método de procura que utilizaria.

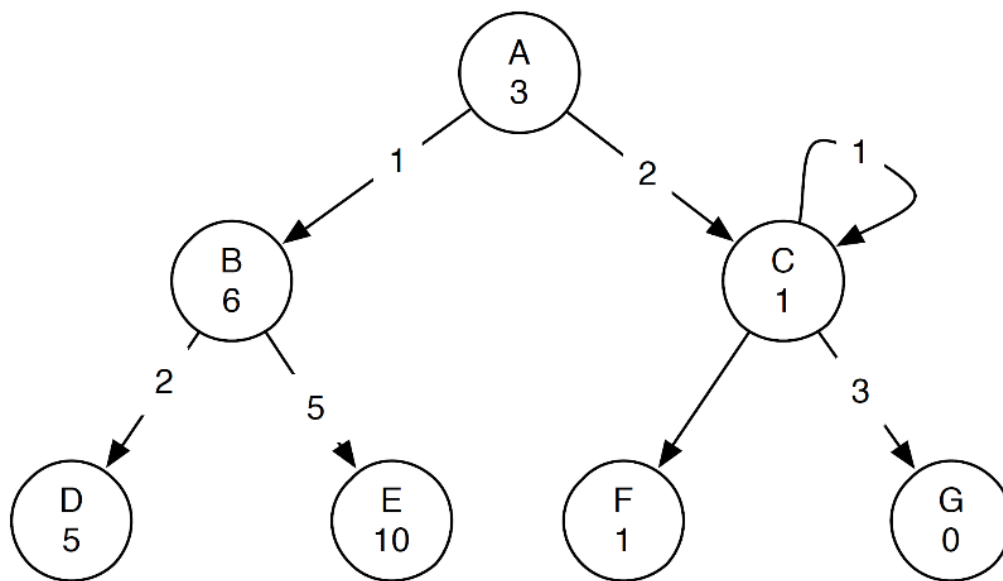
8	3	4
1	5	9
6	7	2

23. Considere o espaço de procura apresentado na figura onde **A** é o nó inicial e **G** o nó objectivo. O valor associado a cada aresta indica o custo real de fazer essa transição, enquanto que valor associado a cada nó representa uma estimativa do custo de ir do nó ao objectivo. Indique os nós visitados e o caminho encontrado usando os seguintes algoritmos de procura (em caso de empate use a ordem alfabética):
- Largura
 - Pesquisa em profundidade limitada, com limite 2.
 - A*



24. Considere o espaço de procura da figura que se segue, onde **A** é o estado inicial e **F** o estado final. O valor associado a cada aresta indica o valor real da transição entre os dois estados. O valor no interior dos nós indica a estimativa do custo de transitar de esse nó ao estado final. Indique a ordem pela qual os nós são **visitados** e o **caminho** encontrado usando os seguintes algoritmos (em caso de empate use a ordem alfabética):

- Profundidade
- Largura
- Aprofundamento progressivo
- Custo uniforme
- A*



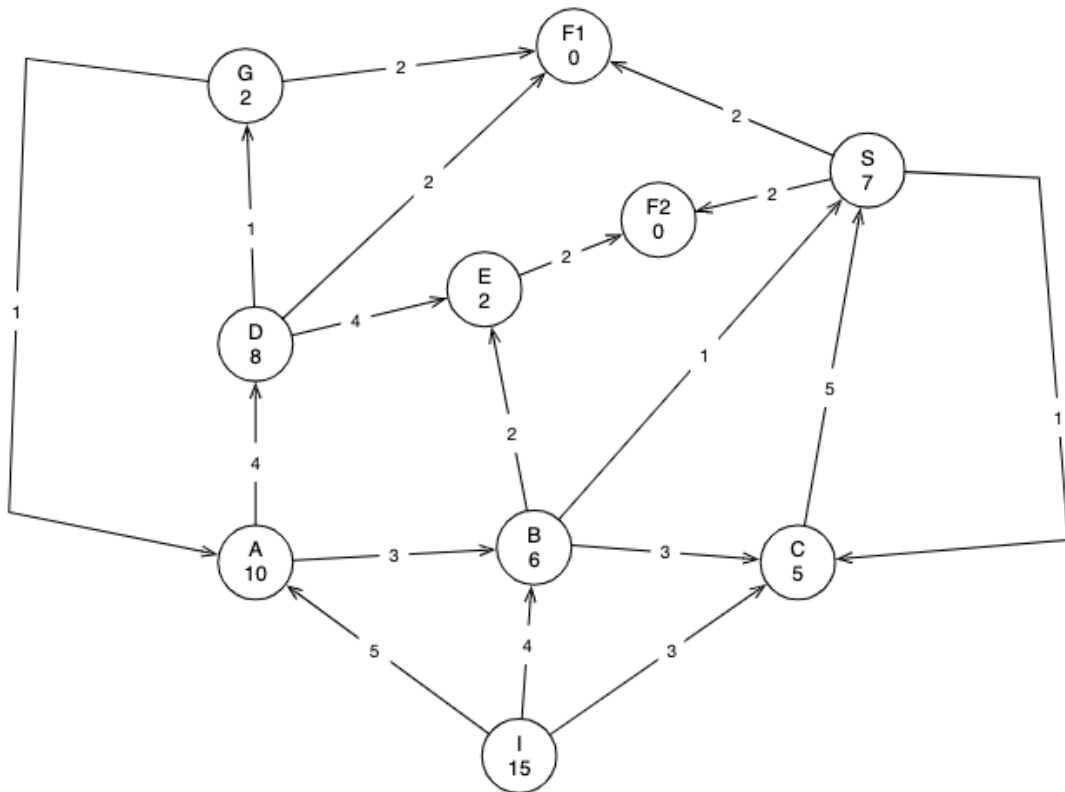
25. Considere que tem um agente num mundo 2D como apresentado na figura abaixo. O agente encontra-se na posição S e o objectivo é chegar ao ponto T. Com este objectivo em mente, iremos aplicar algoritmos de procura para encontrar o caminho de S até T. O agente pode deslocar-se para uma posição livre (espaço em branco) efetuando um movimento numa dada direção: **N** - movimento para Norte; **O** - movimento para Oeste; **S** - movimento para Sul; e **E** - movimento para Este. A ordem de expansão dos nós é igual à ordem pela qual os movimentos foram descritos. A figura usa letras para se referir a cada linha e números para cada coluna de cada nó. Porém, dado que se trata de um mundo 2D, cada posição na figura tem uma correspondência em termos de posição (x, y) onde: “a1” corresponde à posição (0, 0). Por exemplo, S está em “a2” que corresponde à posição (1, 0). Considere que o custo estimado para ir de um dado estado **k** para o estado final **T** é dado por: $|x_T - x_k| + |y_T - y_k|$ e que qualquer movimento do agente tem o custo de 1. Indique a ordem pela qual os nós são visitados e o caminho encontrado usando os seguintes algoritmos:

- Pesquisa em profundidade
- A*

	1	2	3	4	5
a		S			
b					
c					
d					
e				T	
f					

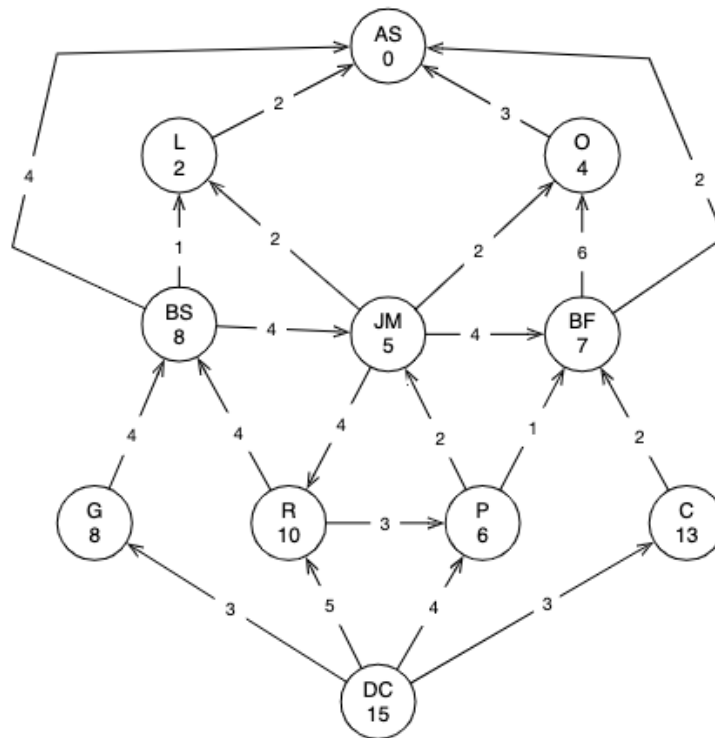
26. A época futebolística terminou, e o Cristiano Ronaldo iniciou as suas merecidas férias mas, como é uma vedeta intergaláctica, está com alguma dificuldade em isolar-se dos *paparazzi*. Antes de partir de viagem, ele criou um mapa com vários pontos, e precisa de ajuda a decidir qual o caminho que deve seguir. Como o Cristiano está ocupado a fazer publicidade para uma famosa marca de gel, e sabendo que os alunos de FIA/IIA são especialistas em algoritmos de procura, enviou-lhe o problema para você resolver. Considere o espaço de procura definido na figura que se segue. No interior de cada nó está o valor de $h(n)$, enquanto em cada um dos arcos se indica o valor da função de $g(n)$. O nó inicial é o **I** e existem 2 nós finais alternativos **F1** e **F2**. Deverá assumir que os desempates e a expansão dos nós são feitos por ordem alfabética. Assuma que os nós são expandidos por ordem alfabética. Indique o **caminho** encontrado e os nós **visitados** usando os seguintes algoritmos: a) pesquisa em profundidade; b) trepa colinas; c) pesquisa sôfrega; d) A*.

26.2 Comente a seguinte afirmação: “O Aprofundamento Progressivo é uma boa alternativa quando existem restrições de memória”.



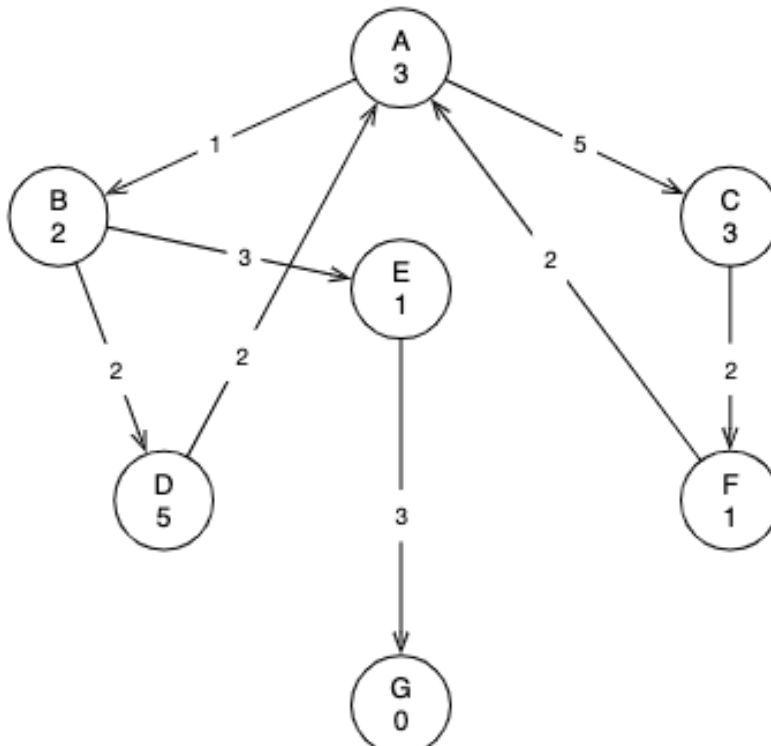
27. O Cristiano Ronaldo foi convocado para a seleção mas a idade não perdoa, e no jogo contra a Espanha teve de se sentar no banco. Como ele não está habituado a estar nesta situação o Eng. Fernando Santos teve de arranjar algo para o manter ocupado. O Engenheiro sabe que a Inteligência Artificial está na moda, decidiu pedir ao Cristiano que estudasse algoritmos de procura para ele tentar perceber qual é o caminho mais curto para o golo. Como o Cristiano teve de ir comprar gel para o cabelo, não teve tempo para estudar. No entanto, teve a brilhante ideia de enviar o problema que o Engenheiro lhe deu aos alunos de FIA/IIA. Considere o espaço de procura definido na figura seguinte. No interior de cada nós está o valor de $h(n)$, enquanto em cada um dos arcos se indica o valor da função de $g(n)$. O nó inicial é o DC e o final é o AS. Assuma que os nós são expandidos por ordem alfabética. Indique o **caminho** encontrado e os nós **visitados** usando os seguintes algoritmos: a) pesquisa em profundidade; b) trepa colinas; c) pesquisa sôfrega; d) A*.

27.2 O conjunto de jogadas (caminho) encontrado pelo Cristiano Ronaldo com o A* é ótimo? Justifique

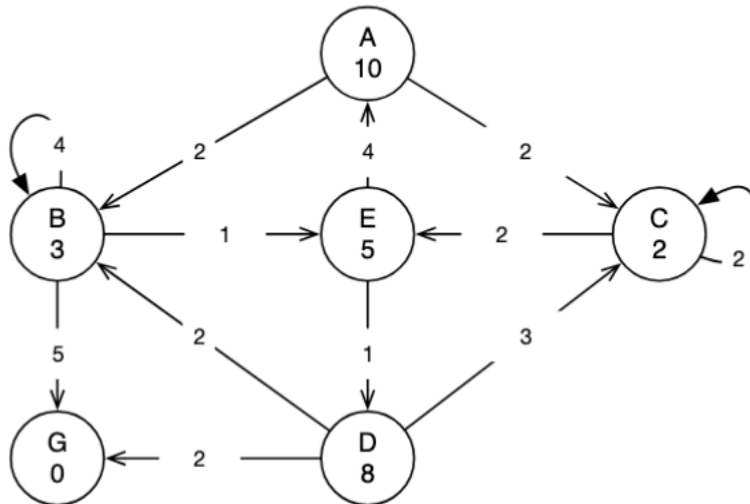


28. Considere o espaço de procura da figura, onde A é o estado inicial e G o estado final. O valor associado a cada aresta indica o custo real da transição entre os dois estados. O valor no interior dos nós indica a estimativa do custo de transitar de esse nó ate ao estado final. Deverá assumir que os desempates e a expansão dos nós são feitos por ordem alfabética. Indique a ordem pela qual os nós são visitados e o caminho encontrado usando os seguintes algoritmos: a) pesquisa em largura; b)apofundamento progressivo; c) custo uniforme; d) A*.

28.b. Comente a seguinte afirmação: “O Algoritmo de Trepa Colinas é sempre uma boa opção quando temos restrições temporais.”



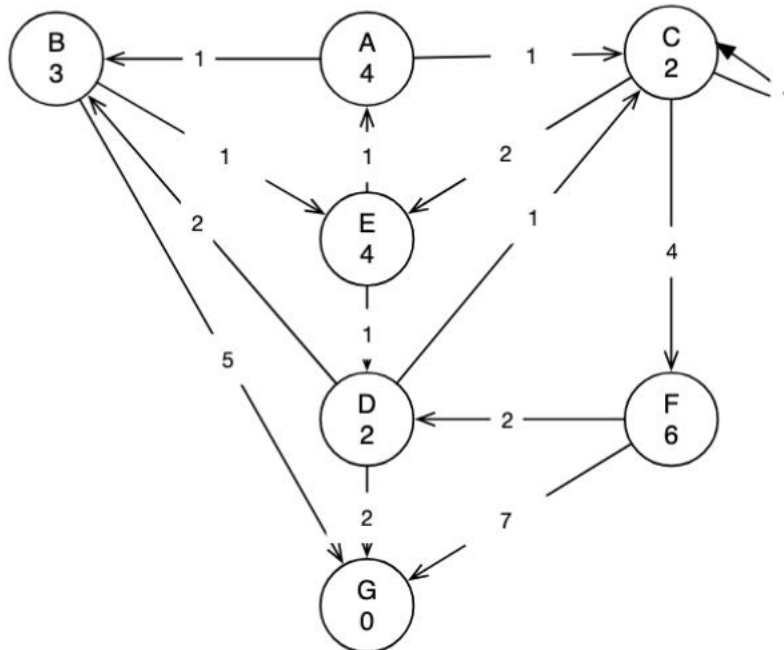
29. Considere o espaço de procura da figura, onde A é o estado inicial e G o final. O valor associado a cada aresta indica o custo real da transição entre os dois estados. O valor no interior dos nós indica a estimativa do custo de transitar de esse nó ate ao estado final. **Assuma que os desempates são feitos por ordem alfabética e que os nós são adicionados à fila ou pilha um a um**, por exemplo, o primeiro descendente de A é B e o segundo C



Classifique como verdadeira ou falsas as seguintes afirmações, para o caso apresentado.

Afirmação	Verd.	Falso
O algoritmo de pesquisa em profundidade não entra em ciclo.		
O algoritmo de pesquisa em largura encontra um caminho com custo 7.		
O algoritmo A* encontra o caminho ABG.		
A heurística é admissível.		
Dos algoritmos estudados, apenas a pesquisa por custo uniforme encontra o melhor caminho.		

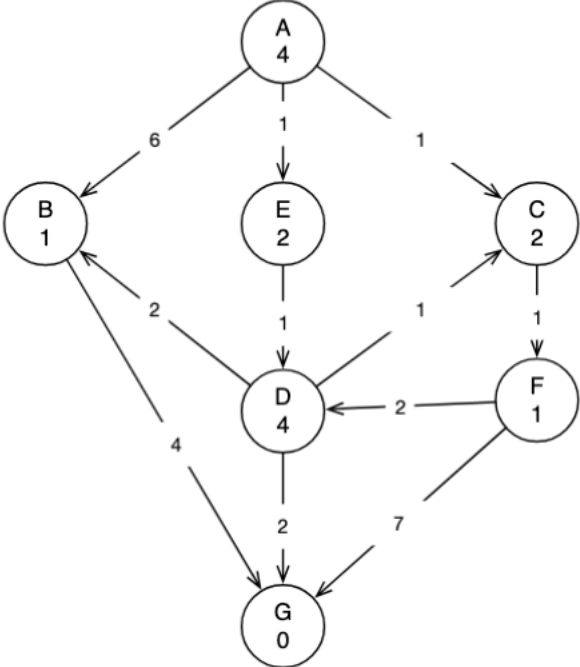
30. Considere o espaço de procura da figura, onde A é o estado inicial e G o final. O valor associado a cada aresta indica o custo real da transição entre os dois estados. O valor no interior dos nós indica a estimativa do custo de transitar de esse nó até ao estado final. **Assuma que os desempates são feitos por ordem alfabética e que os nós são adicionados à fila ou pilha um a um**, por exemplo, o primeiro descendente de A é B e o segundo C



Classifique como verdadeira ou falsas as seguintes afirmações, para o caso apresentado.

Afirmação	Verd.	Falso
O algoritmo de pesquisa em profundidade entra em ciclo		
O algoritmo de pesquisa em largura encontra um caminho com custo 6		
O algoritmo A* encontra o mesmo caminho que o de pesquisa em largura		
O algoritmo A* visita mais nós que o de pesquisa em largura.		
O algoritmo de custo uniforme encontra um caminho de custo 5.		
O algoritmo de pesquisa sôfrega entra em ciclo.		
A heurística não é admissível.		

31. Considere o espaço de procura da figura, onde A é o estado inicial e G o final. O valor associado a cada aresta indica o custo real da transição entre os dois estados. O valor no interior dos nós indica a estimativa do custo de transitar de esse nó ate ao estado final. **Assuma que os desempates são feitos por ordem alfabética e que os nós são adicionados à fila ou pilha um a um.** Por exemplo o primeiro descendente de A é B, o segundo C, o terceiro E.



Faça corresponder a cada algoritmo da tabela a lista indicativa da ordem pela qual os nós são visitados. Note que podem existir dois algoritmos a visitar os nós pela mesma ordem.

Algoritmo	Resposta
Pesquisa em largura	
Apro. progressivo	
Pesquisa Sôfrega	
Custo Uniforme	
A*	

	Nós visitados por ordem
a)	A,C,E,F,D,G
b)	A,B,G
d)	A,C,E,F,D,C,D,B,G
e)	A,B,C,E,G
f)	A,A,E,C,B,A,E,D,C,F,B,G
g)	Nenhuma das anteriores