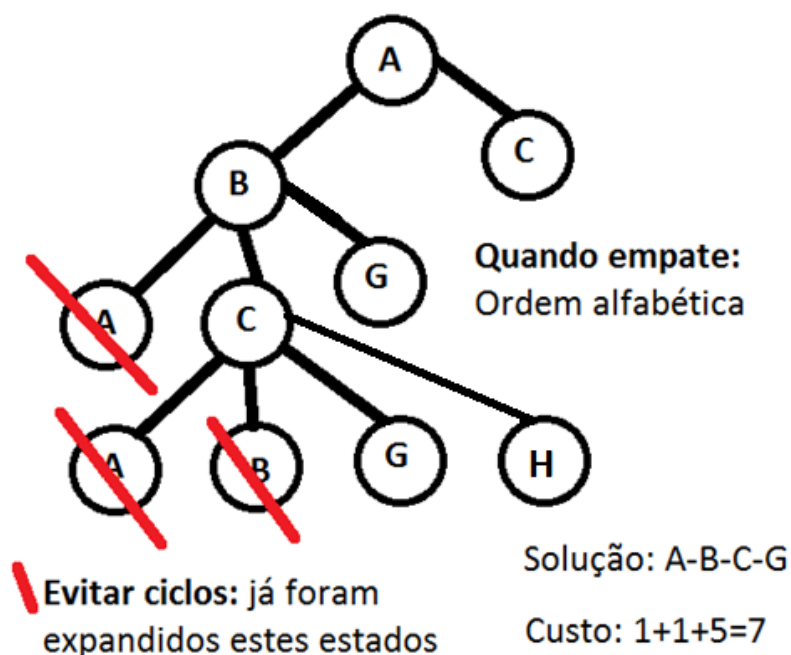


# Introdução à Inteligência Artificial

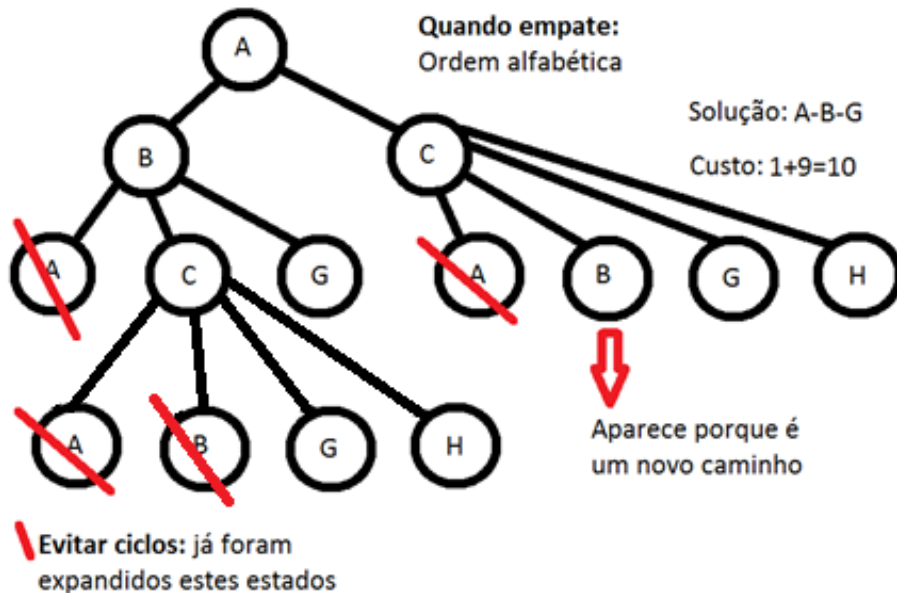
– Pesquisa no espaço de estados –

- São vários os métodos de pesquisa que se usam na área da inteligência artificial. Os que serão abordados nas aulas práticas podem ser divididos em dois grupos:
  1. Os não informados ou cegos:
    - i. Profundidade;
    - ii. Largura.
  2. Informados:
    - i. Sôfrega;
    - ii. Uniforme;
    - iii. A\*.
- Apresentar o conceito de árvore, de ramos da árvore e de níveis da árvore;
- Para qualquer dos métodos, a criação da árvore de pesquisa é feita da seguinte forma:
  1. Selecionar o nó origem;
  2. Perguntar se esse nó é o nó destino. Se for, terminar o processo. Se não for, expandir o nó selecionado;
  3. Todos os nós que no mesmo caminho sejam repetidos (isto é, criem um ciclo) devem ser ignorados;
  4. Aplicar o método de pesquisa para selecionar o próximo nó a considerar;
  5. Volta-se ao passo 2.
- Método de pesquisa em profundidade
  1. A partir do nó origem, a árvore é expandida por ramos. O ramo que se encontra mais à esquerda é o primeiro. Os nós que se encontram no ramo N são expandidos antes dos que se encontram no ramo N+1. A seleção dos nós para expandir é feita da esquerda para a direita, se não for dito nada. Quando chega ao final de cada ramo, sem encontrar solução, avança-se para o ramo seguinte;
  2. Fazer o exercício 1.a) da secção “Aplicação de métodos de pesquisa”:

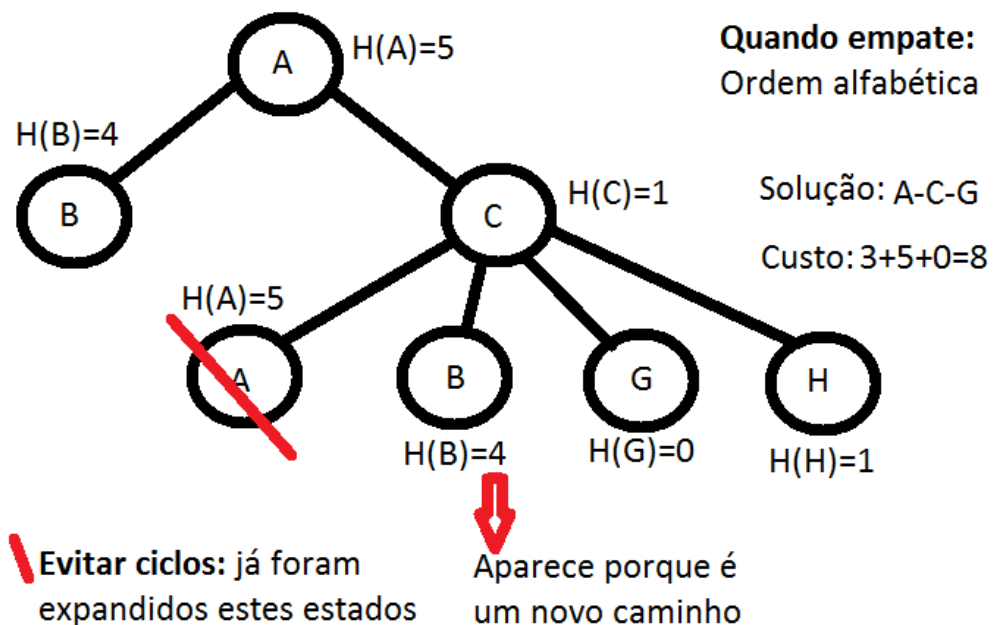


- Método de pesquisa em largura

1. A partir do nó origem, a árvore é expandida por níveis. O nível do nó origem é o primeiro. Os nós que se encontram no nível N são expandidos antes dos que se encontram no nível N+1. A seleção dos nós para expandir é feita da esquerda para a direita, se não for dito nada. Quando chega ao final de cada nível, sem encontrar solução, avança-se para o nível seguinte;
2. Fazer o exercício 1.b) da secção “Aplicação de métodos de pesquisa”:

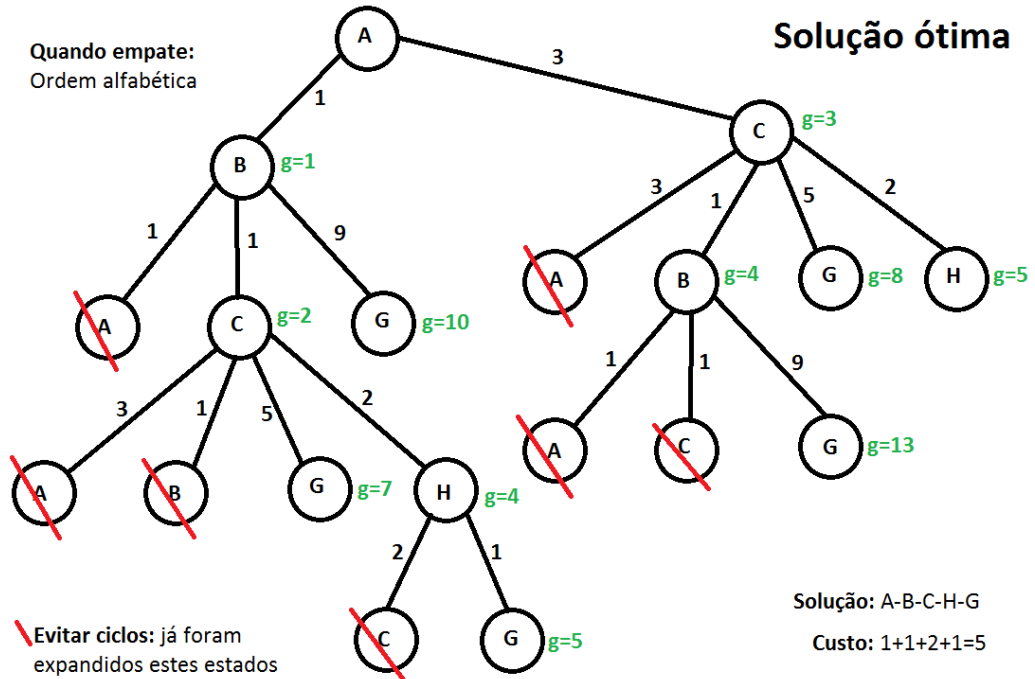


- Nos métodos informados existe um conceito muito importante, o da fronteira de expansão, que contém todos os nós que foram abertos, mas não expandidos;
- Método de pesquisa sôfrega
  1. A partir do nó origem, seleciona-se para expandir sempre o nó da fronteira de expansão que tenha o menor valor para a heurística estimada (função h, que mede o que se acha que falta desde o nó em que se está até ao final);
  2. Fazer o exercício 1.c) da secção “Aplicação de métodos de pesquisa”:



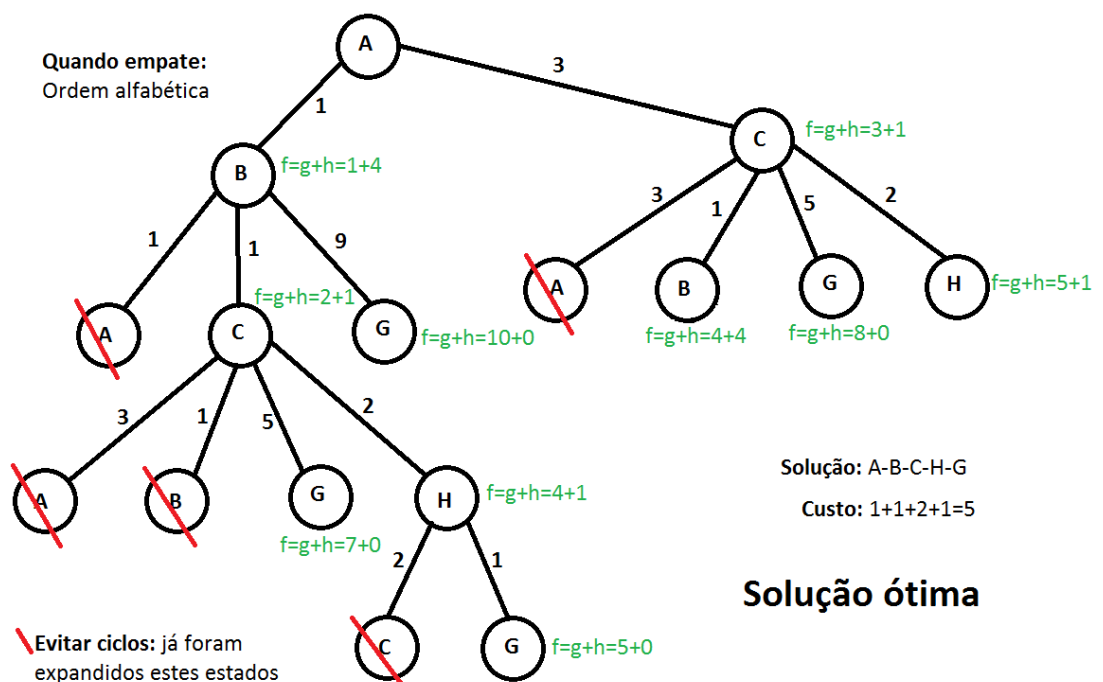
- Método de pesquisa uniforme

1. A partir do nó origem, seleciona-se para expandir sempre o nó da fronteira de expansão que tenha o menor valor para o custo acumulado (função  $g$ , que mede o custo desde o nó origem até ao nó em que se está – somatório dos custos de cada percurso percorrido);
2. Fazer o exercício 1.d) da secção “Aplicação de métodos de pesquisa”:



- Método de pesquisa A\*

1. A partir do nó origem, seleciona-se para expandir sempre o nó da fronteira de expansão que tenha o menor valor da soma entre o custo acumulado (função  $g$ ) e a heurística estimada (função  $h$ );
2. Fazer o exercício 1.e) da secção “Aplicação de métodos de pesquisa”:



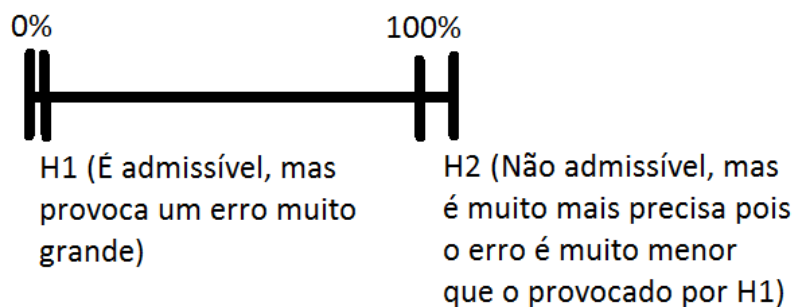
- Comparação entre métodos de pesquisa

1. Uma das maneiras de comparar os métodos de pesquisa será o de contar o número de nós expandidos. Quanto maior for o número desses nós, maior é a necessidade de recursos computacionais a usar e maior será a complexidade do método;
2. Fazer o exercício 1.f) da secção “Aplicação de métodos de pesquisa”:  
 Profundidade – 3 nós expandidos;  
 Largura – 4 nós expandidos;  
 Sôfrega – 2 nós expandidos;  
 Uniforme – 6 nós expandidos;  
 A\* – 5 nós expandidos.

- Heurística

1. Considera-se que uma heurística é admissível quando é menor ou igual ao menor custo do caminho desde o nó origem até ao nó destino. Neste exercício 1, por exemplo, para ir do nó A até ao nó G pode-se ter os seguintes custos:
  - i. A – B – G (custo 10);
  - ii. A – B – C – G (custo 7);
  - iii. A – B – C – H – G (custo 5);
  - iv. A – C – B – G (custo 13);
  - v. A – C – G (custo 8);
  - vi. A – C – H – G (custo 6).

Logo o menor custo para ir do nó A até ao nó G é de 5 unidades e, por isso, uma heurística será admissível se estiver entre 0 e 5;
2. Para valores da heurística perto do menor custo do caminho desde o nó origem até ao nó destino tem-se a certeza de que o método A\* obtém sempre a solução ótima. No entanto, por vezes, é possível obter soluções com menor erro com uma heurística não admissível do que com uma heurística admissível, conforme se pode constatar na figura seguinte:

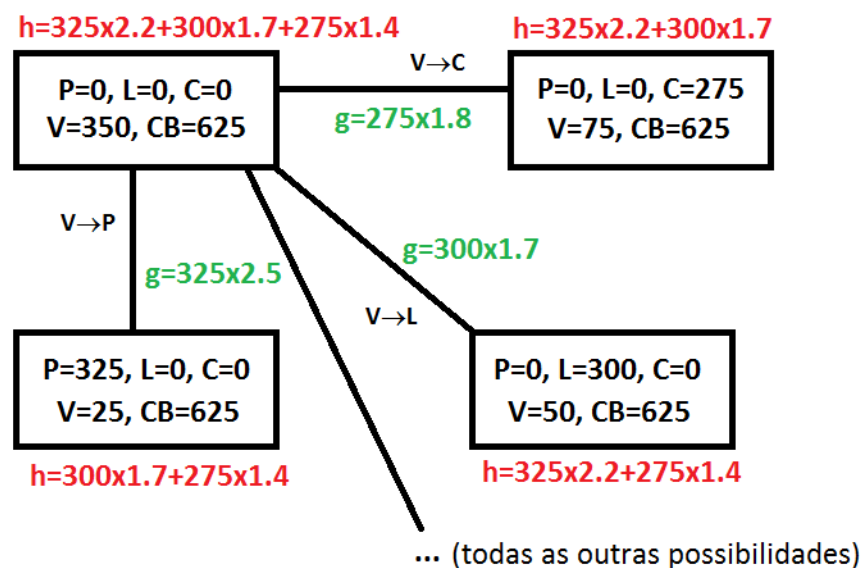


Assim, não é sempre bom escolher valores para a heurísticas perto de zero;

3. Resolver o exercício 1.g) da secção “Aplicação de métodos de pesquisa”, alterando apenas o valor da heurística de H para 4. Neste caso, a solução seria A-B-C-G, com um custo de 7.
- Fazer o exercício 2 da secção “Aplicação de métodos de pesquisa”:
    1. Profundidade – Solução: A-B-F – Custo: 1+4=5;
    2. Largura – Solução: A-B-F – Custo: 1+4=5;
    3. Sôfrega – Solução: A-D-F – Custo: 2+2=4;
    4. Uniforme – Solução: A-C-E-F – Custo: 1+1+1=3;
    5. A\* – Solução: A-C-E-F – Custo: 1+1+1=3.



- Fazer o exercício 1 da secção “Definição de heurísticas”:
  - Estado inicial:
    - Porto – 0 bicicletas, Lisboa – 0 bicicletas e Coimbra – 0 bicicletas;
    - Viseu – 350 bicicletas e Castelo Branco – 625 bicicletas.
  - Estado final:
    - Porto – 325 bicicletas, Lisboa – 300 bicicletas e Coimbra – 275 bicicletas;
    - Não interessa quantas bicicletas ficam em Viseu e Castelo Branco.
  - Operadores:
    - Deslocar bicicletas de fábrica para loja.
  - Custo:
    - Número de bicicletas envolvidas no transporte x custo unitário.
  - Heurística:
    - Número de bicicletas que faltam no Porto para atingir o estado final x 2.2 (custo mínimo de transporte para o Porto) + Número de bicicletas que faltam em Lisboa para atingir o estado final x 1.7 (custo mínimo de transporte para Lisboa) + Número de bicicletas que faltam em Coimbra para atingir o estado final x 1.4 (custo mínimo de transporte para Coimbra);
    - O uso do custo mínimo de transporte é porque a heurística é sempre menor ou igual ao custo. Poderíamos usar, para simplificar, sempre o valor 1.
  - Exemplo de uma parte da árvore:



- Fazer o exercício 2 da secção “Definição de heurísticas”:
  - Custo:
    - Cada deslocamento custa uma unidade.
  - Heurística:
    - Número de deslocamentos feitos pelo A + Número de deslocamentos feitos pelo B + Número de deslocamentos feitos pelo C + Número de deslocamentos feitos pelo D.
- Para o exercício 1 da secção “Resolução do problema Puzzle-8”:
  - Apresentar o site <http://tristanpenman.com/demos/n-puzzle/>