Prova IA - AB2

Questão 3

Thiago Ribeiro da Silva

Enunciado:

3. Mostre uma solução de busca heurística para um provador de teoremas na lógica proposicional. Considere uma base de conhecimento (equivalente a regras e fatos) formada pelas sentenças de 1 a 9. Usando tais sentenças, prove H a partir delas.

S_1. $(A \ \& \ B) \rightarrow C$
S_2. $A \rightarrow D$
S_3. $(C \ \& \ D) \rightarrow E$
S_4. $(B \ \& \ E \ \& \ F) \rightarrow G$
S_5. $(A \ \& \ E) \rightarrow H$
S_6. $(D \ \& \ E \ \& \ H) \rightarrow I$
S_7. A
S_8. B
S_9. F
$H = ?$

Regras:

- Modus Ponnens
- Modus Tollens
- Silogismo Hipotético
- Silogismo Disjuntivo

Estrutura do Problema

- Seguindo o projeto entregue na lista 1 (infero), a estrutura consiste em estados representado por um conjunto de sentenças e de fatos:

```
rules:
A & B -> C
A -> D
C & D -> E
B & E & F -> G
A & E -> H
D & E & H -> I
end

facts:
A
B
F
end
```

Algoritmo

- Partindo de um estado inicial, seus vizinhos são determinados tentando aplicar as regras lógicas sobre todas as sentenças disponíveis
- A escolha do melhor vizinho parte de um cálculo de heurística que envolve determinar a quantidade de símbolos de cada sentença não pertencentes aos fatos do problema, subtraído de um fator de 0.5 para quando o objetivo é derivado da sentença:

$$h(estado) = \sum_{i=1}^{k} = \#simbolos_{S_i} - \#fatos_{S_i} - 0.5 * deriva(objetivo, S_i)$$

- O melhor vizinho, então, segue sendo o de menor custo total

Algoritmo

- Exemplo de cálculo de heurística

```
#simb - #facts - 0.5*derive

   S1: 3 - 2 - 0.5*0 = 1
   S2: 2 - 1 - 0.5*0 = 1
   S3: 3 - 0 - 0.5*0 = 3
   S4: 4 - 2 - 0.5*0 = 2
   S5: 3 - 1 - 0.5*1 = 1.5
   S6: 4 - 0 - 0.5*0 = 4
   ----------------------
   h(n) = 12.5
```

```
S1. (A & B) → C
S2. A → D
S3. (C & D) → E
S4. (B & E & F) → G
S5. (A & E) → H
S6. (D & E & H) → I
```

A	B	C	D	E	F	G	H	I
V	V	-	-	-	V	-	-	-

Algoritmo

- Uma primeira opção seria o uso de um algoritmo guloso, focado somente em $h(n)$

```
FUNC greedy_algorithm(estado_inicial, objetivo) -> solução
    visitados := [] # explorados
    fila_prioritaria := [(estado_inicial, h(estado_inicial))] # borda
    ENQUANTO fila_prioritaria tem elementos:
        estado_atual := fila_prioritaria.pop()
        SE estado_atual.fatos(objetivo):
            RETORNA solução(estado_atual)

        visitados.add(estado_atual)
        PARA CADA vizinho DE estado_atual:
            SE vizinho NÃO está em visitados:
                fila_prioritaria.push((vizinho, h(vizinho)) # f(n) = h(n)
```

Algoritmo

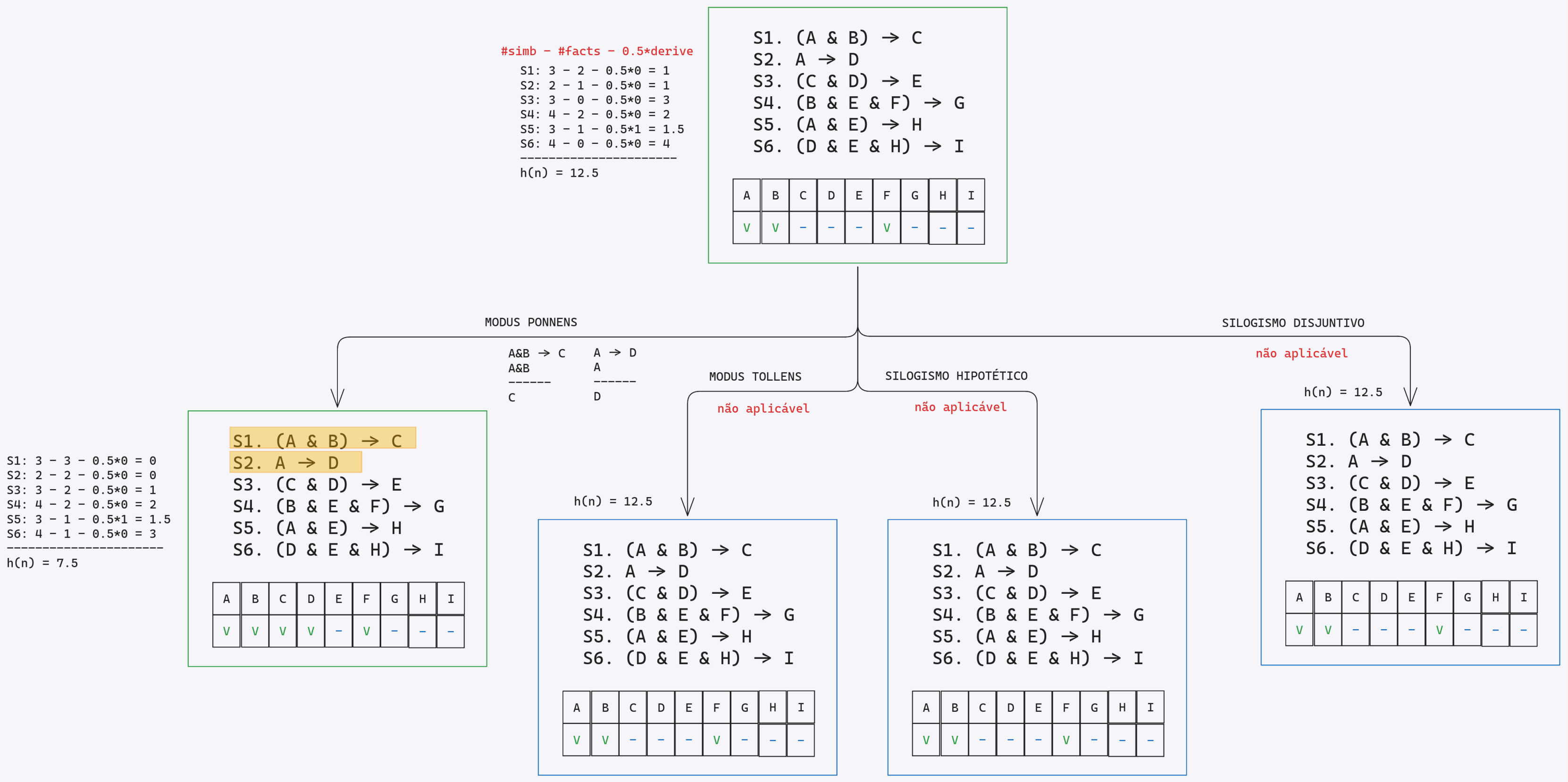
- Uma segunda opção seria o A*, sendo $g(n)$ a quantidade de operações (regras lógicas) aplicadas, o que poderia ajudar na busca da solução ótima, por envolver menos uso de regras

```
FUNC astar(estado_inicial, objetivo) -> solução
    visitados := [] # explorados
    g := {estado_inicial: 0} # g(n)
    fila_prioritaria := [(estado_inicial, h(estado_inicial))] # borda
    ENQUANTO fila_prioritaria tem elementos:
        estado_atual := fila_prioritaria.pop()
        SE estado_atual.fatos(objetivo):
            RETORNA solução(estado_atual)

        visitados.add(estado_atual)
        PARA CADA vizinho DE estado_atual:
            custo_caminho := g[estado_atual] + 1
            SE vizinho NÃO está em g OU custo_caminho < g[vizinho]:
                g[vizinho] = custo_caminho
                SE vizinho NÃO está em visitados:
                    fila_prioritaria.push((vizinho, h(vizinho) + g(vizinho)) # f(n) = h(n) + g(n)
```

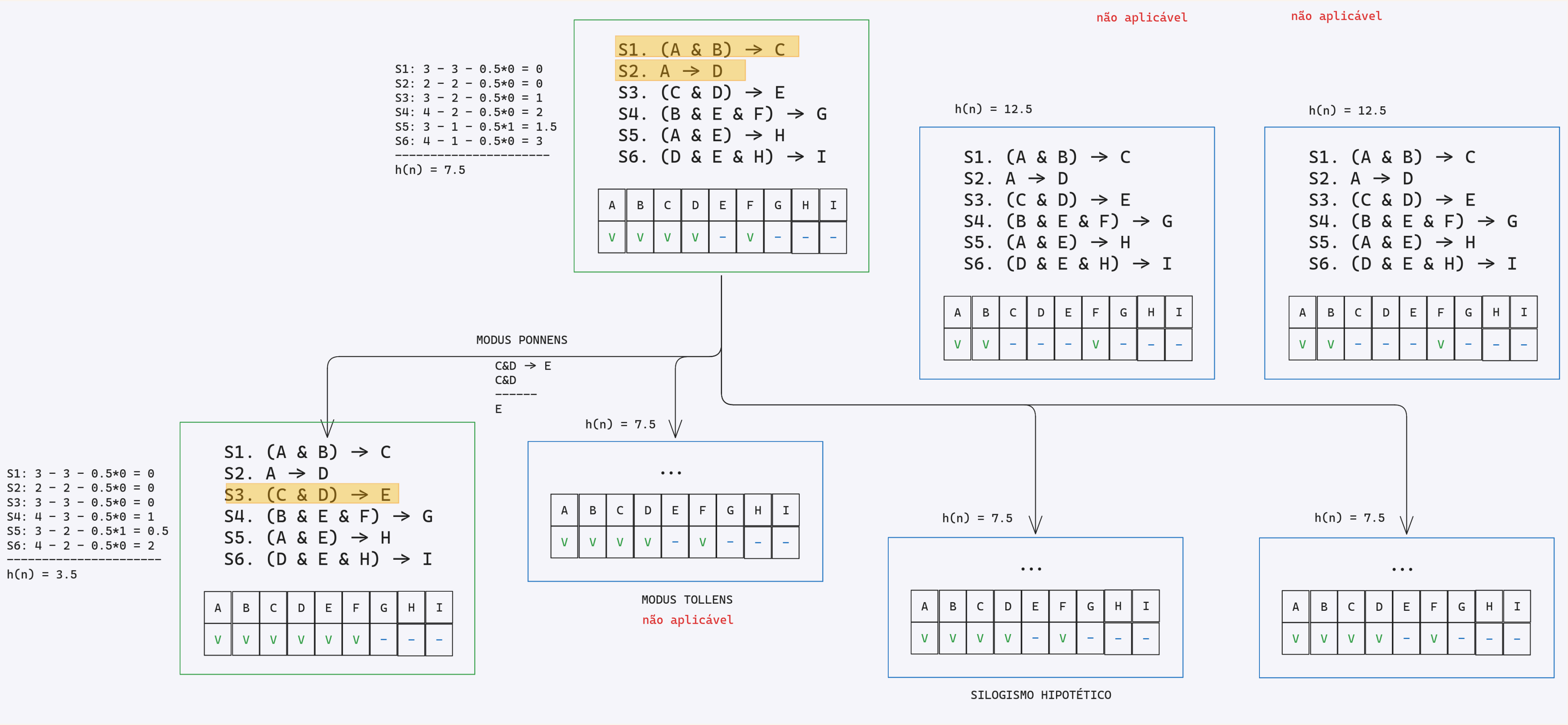
Algoritmo: Passo a Passo

- De início, apenas **Modus Ponens** pode ser aplicado, o que torna a escolha do estado derivado dele a melhor opção:



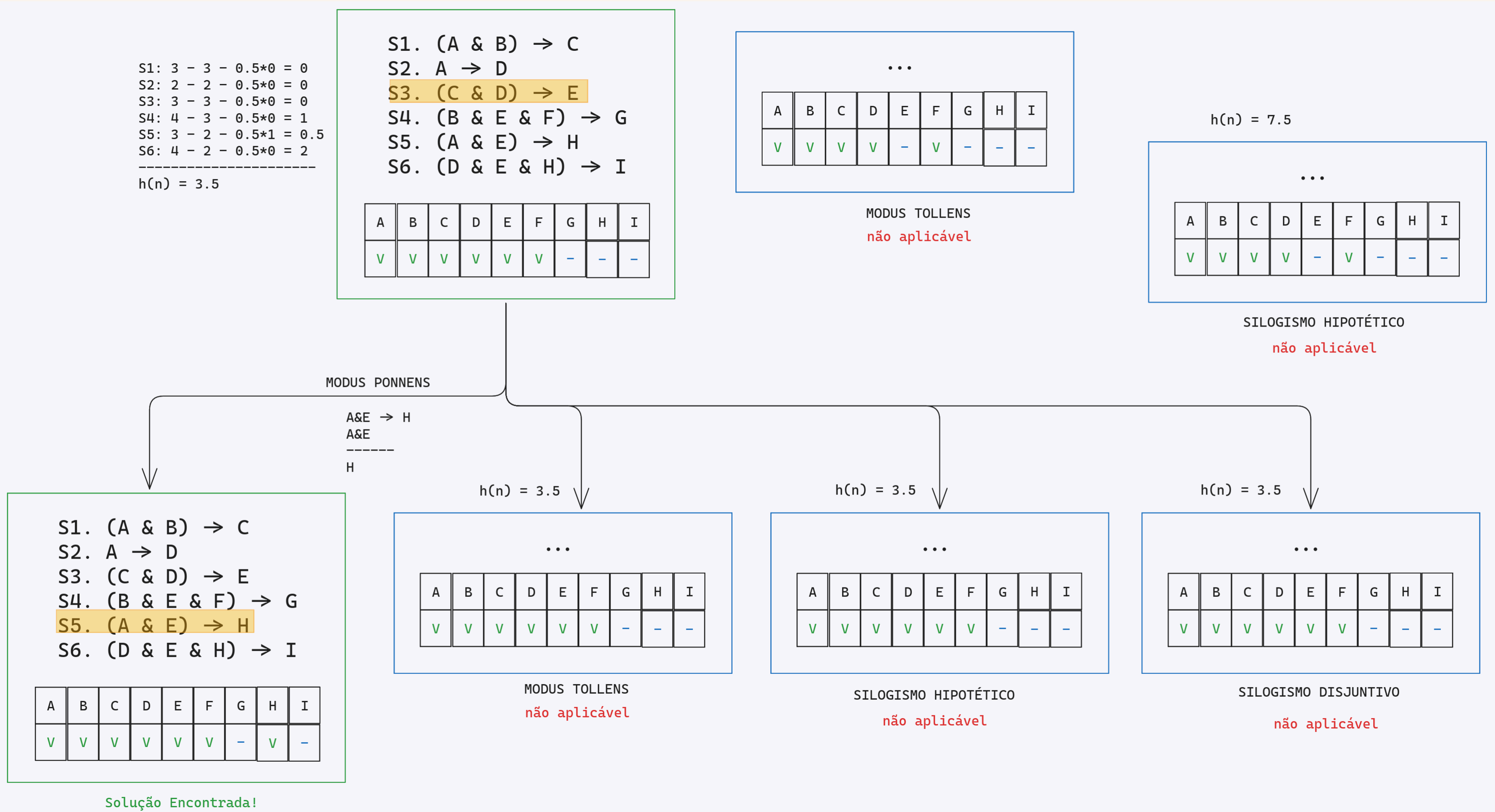
Algoritmo: Passo a Passo

- O mesmo acontece pra próxima expansão



Algoritmo: Passo a Passo

- E consequentemente para a última



Árvore de Estados

```
Modus Ponens
A & B -> C
A & B
-----
C

Modus Ponens
A -> D
A
-----
D

Modus Ponens
C & D -> E
C & D
-----
E

Modus Ponens
A & E -> H
A & E
-----
H

Then H
```