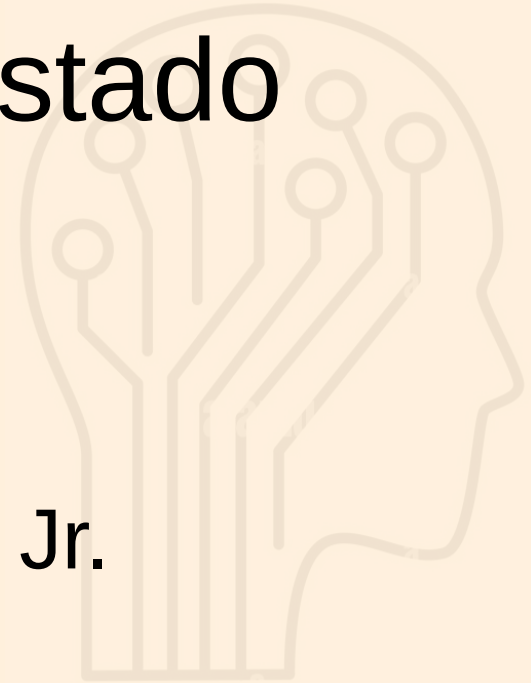


Busca em espaços de estado

Prof. Dr. Waldemar Bonventi Jr.

2014



Problemas determinísticos

- Para um conjunto de dados de entrada, a saída é reprodutível
 - Resolver eq. de 2º grau $ax^2+bx+c=0$
 - Entradas: a, b, c
 - Saídas: x_1 e x_2
 - Calcular dias entre datas
 - Colocar uma lista em ordem alfabética crescente
 - Calcular a aceleração em um corpo livre
 - Obter etanol combustível
 - ...

Problemas não determinísticos

- Ao contrário, um conjunto de dados de entrada pode gerar resultados diferentes a cada execução da solução.
 - O problema do isomorfismo de grafos: determinar se dois grafos podem ser desenhados de forma idêntica.
 - O problema do caixeiro viajante, onde queremos saber se existe uma rota de qualquer comprimento que passe através de todos os nodos de uma certa rede.
 - O Problema de Roteamento de Veículos, onde queremos alocar uma frota veicular para o atendimento de um conjunto de consumidores. É semelhante ao problema do caixeiro viajante, mas possui mais de um veículo para entregas e coletas de mercadorias.

Outros exemplos

- O problema das jarras
- Jogos
- Desafios
- Problemas associados à Pesquisa Operacional
- Colorir um mapa
- Layout de VLSI: posicionamento de componentes e conexões em um chip
- Horário de professores X turmas X cursos
- ...



O problema das jarras

- De 3 e 5 litros
- Inicialmente vazias
- Pode encher ou esvaziar a qualquer momento, ou transferir de uma à outra
- Não há marcação de medidas: enche ou esvazia totalmente, ou transfere até um destes casos ocorrer
- Qual a sequência das ações acima que deixa 4 litros na jarra maior?



Espaços de estados



- Um estado corresponde a uma determinada configuração em que um sistema se encontra em um dado momento
- Cada modificação do conteúdo das jarras gera um novo estado.
 - Um estado pode ser gerado a partir de sequências de operações diferentes
- O espaço dos estados define-se pela combinação das diferentes configurações
 - É percorrido pela execução das operações que modificam os estados do sistema

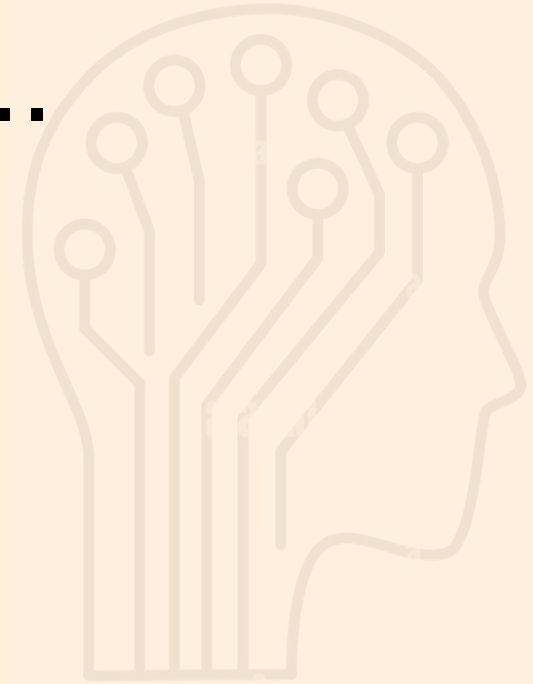
Elementos para a busca



- Estado inicial do sistema
- Estado final (meta que se quer atingir)
- Regras ou restrições (do sistema, do jogo, ...)
 - Que permite definir as operações a serem executadas
 - E que são “algorítmicas”, i.é, sequência de ações concretas e bem definidas
- Representação do sistema
 - Para fins “computacionais”

No caso das jarras...

- Representação $(x\ y)$ onde $0 \leq x \leq 3$ e $0 \leq y \leq 5$
- Estado inicial $(0\ 0)$
- Estado final $(x\ 4)$
- Operações (derivadas das regras):
 1. Encher a jarra da esquerda
 2. Encher a jarra da direita
 3. Esvaziar a jarra da esquerda
 4. Esvaziar a jarra da direita
 5. Transferir da jarra da esquerda para a da direita
 6. Transferir da jarra da direita para a da esquerda



Buscas “cegas” ou não informadas

- Nenhum estado é escolhido preferencialmente na progressão da busca
- Busca sistemática: percorre as operações ciclicamente
- A ordem da aplicação das operações definidas não importa
 - Se soubéssemos qual a ordem das operações que resolve o problema de forma mais eficiente, então não haveria a necessidade da busca
 - Mas, uma vez escolhida esta ordem, deve ser sistematicamente mantida
 - “O computador é burro”

Tipos de buscas não informadas

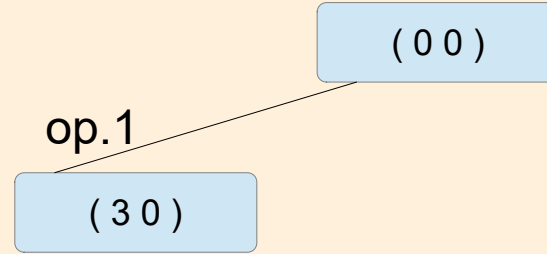
- Em largura ou nível (*breadth-first search*)
- Em profundidade (*depth-first search*)
 - Em profundidade limitada
 - Iterativa com aprofundamento (“mix” das duas)
- Bidirecional

Busca em largura no problema das jarras

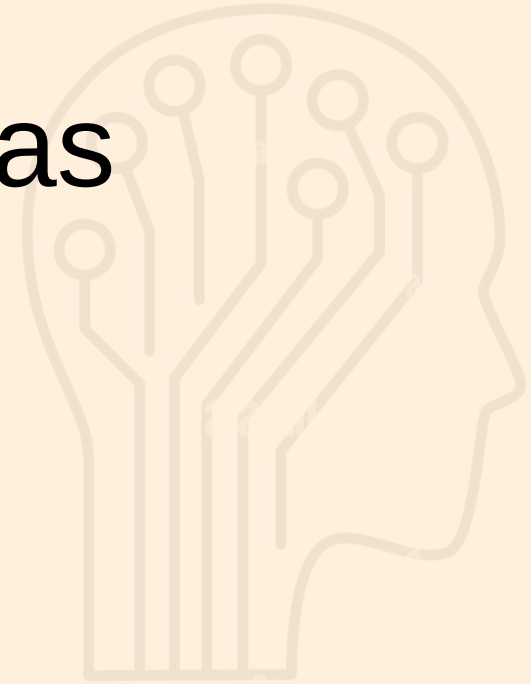
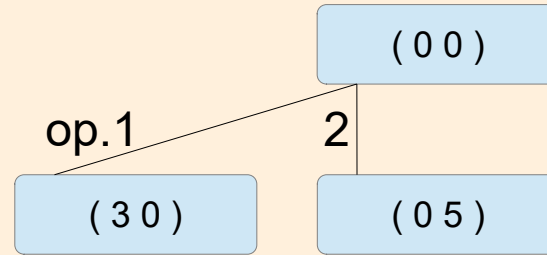
(0 0)



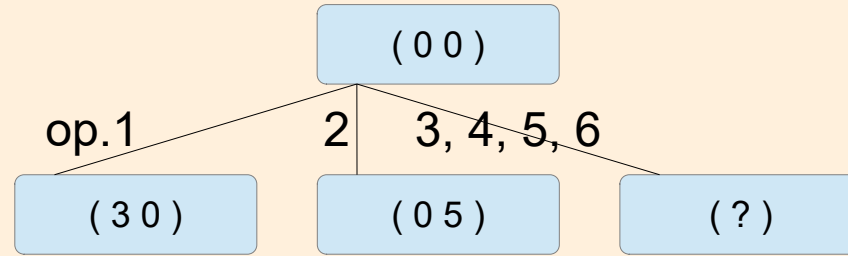
Busca em largura no problema das jarras



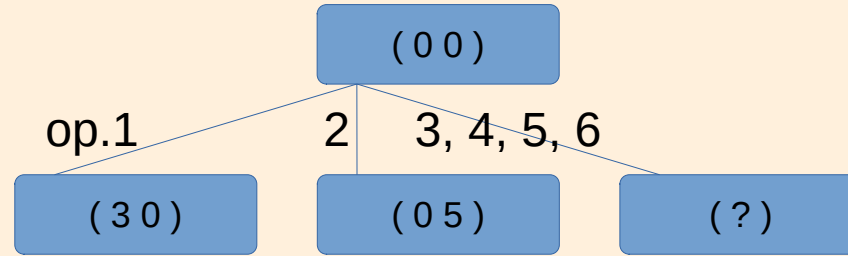
Busca em largura no problema das jarras



Busca em largura no problema das jarras



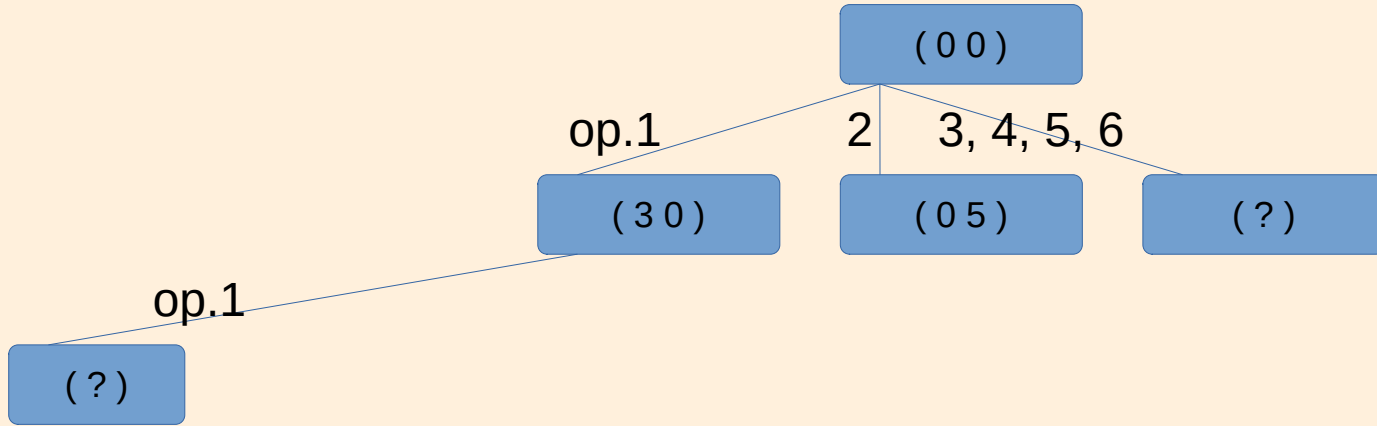
Busca em largura no problema das jarras



Nível 0 - início

Nível 1

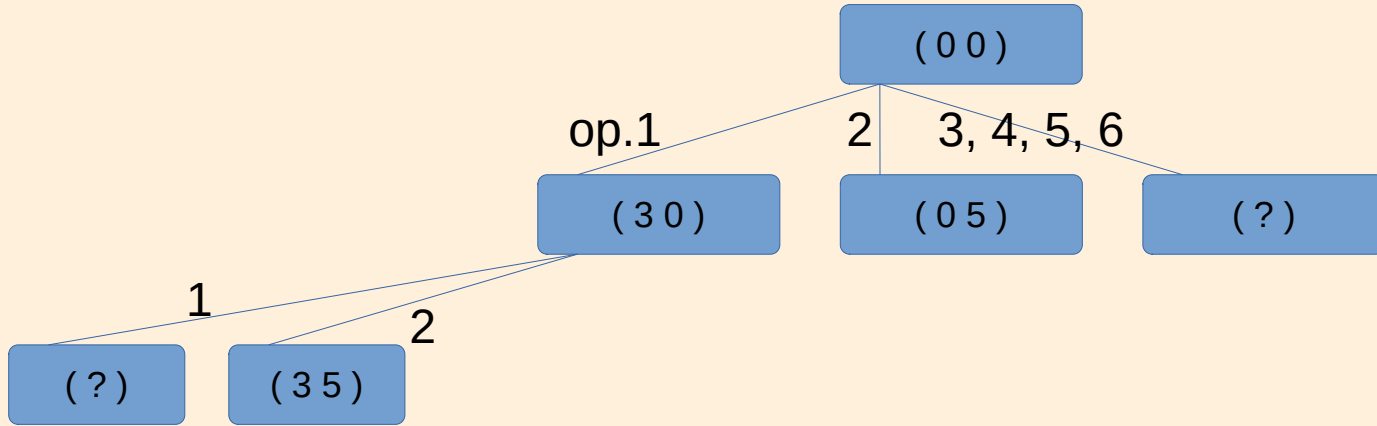
Busca em largura no problema das jarras



Nível 0 - início

Nível 1

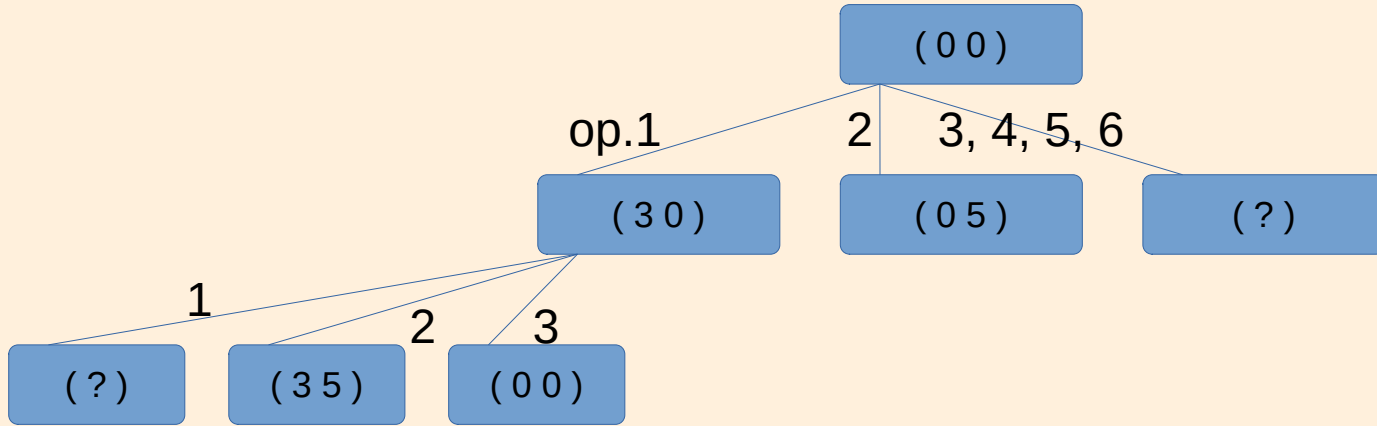
Busca em largura no problema das jarras



Nível 0 - início

Nível 1

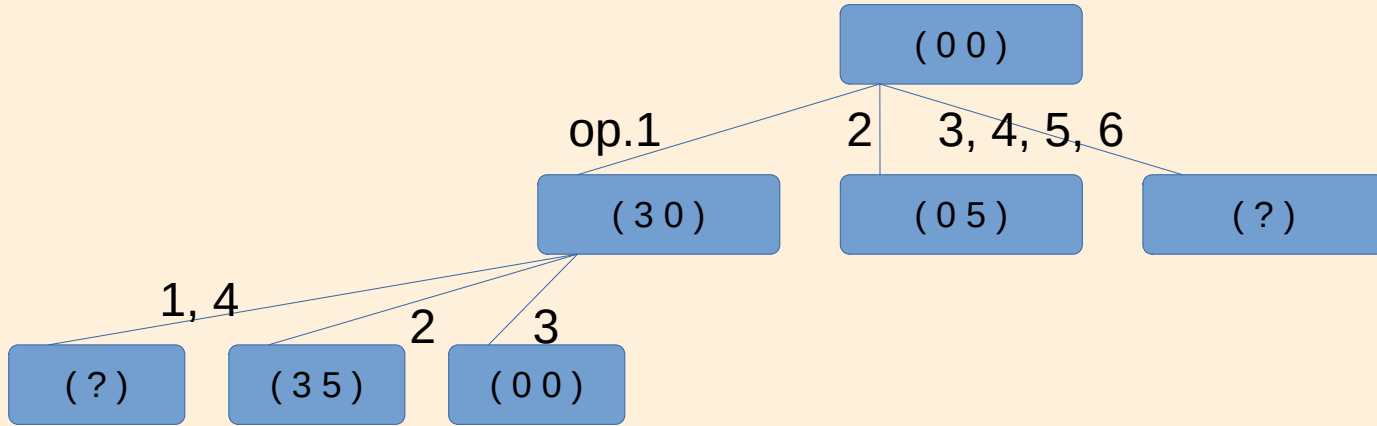
Busca em largura no problema das jarras



Nível 0 - início

Nível 1

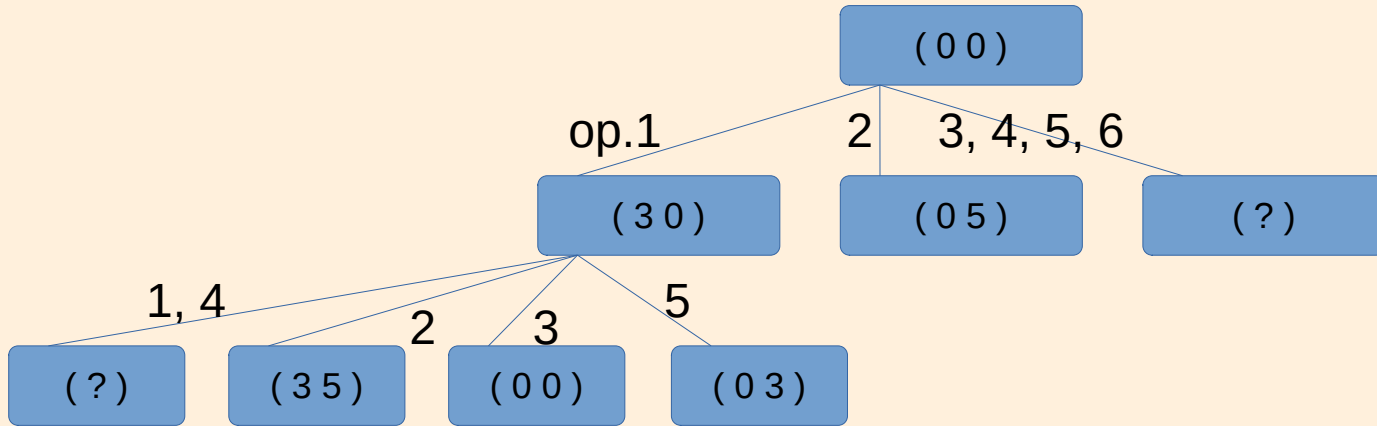
Busca em largura no problema das jarras



Nível 0 - início

Nível 1

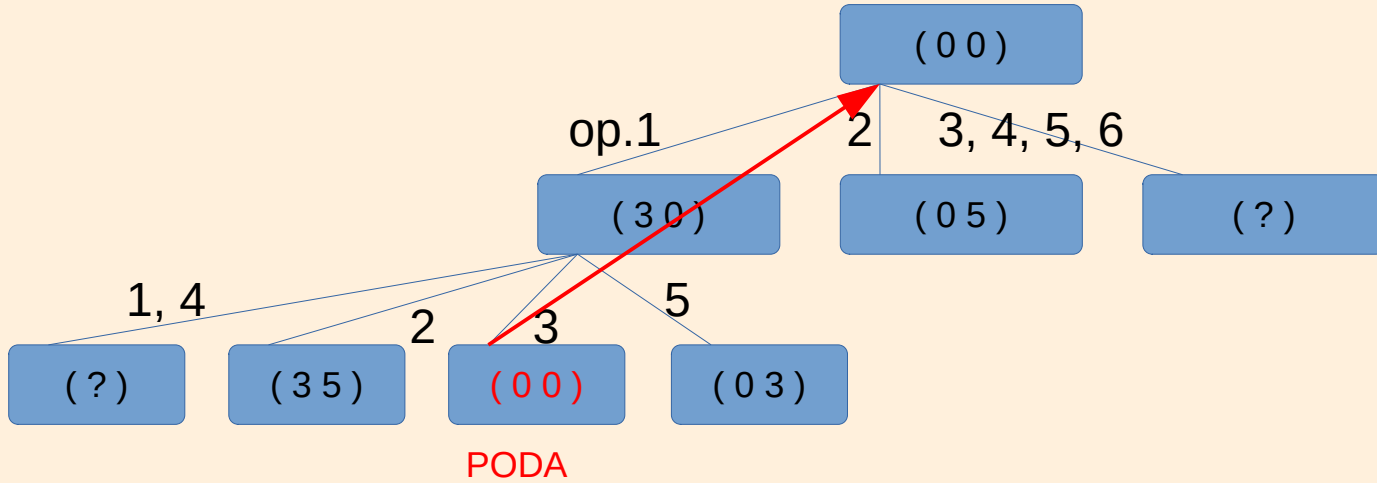
Busca em largura no problema das jarras



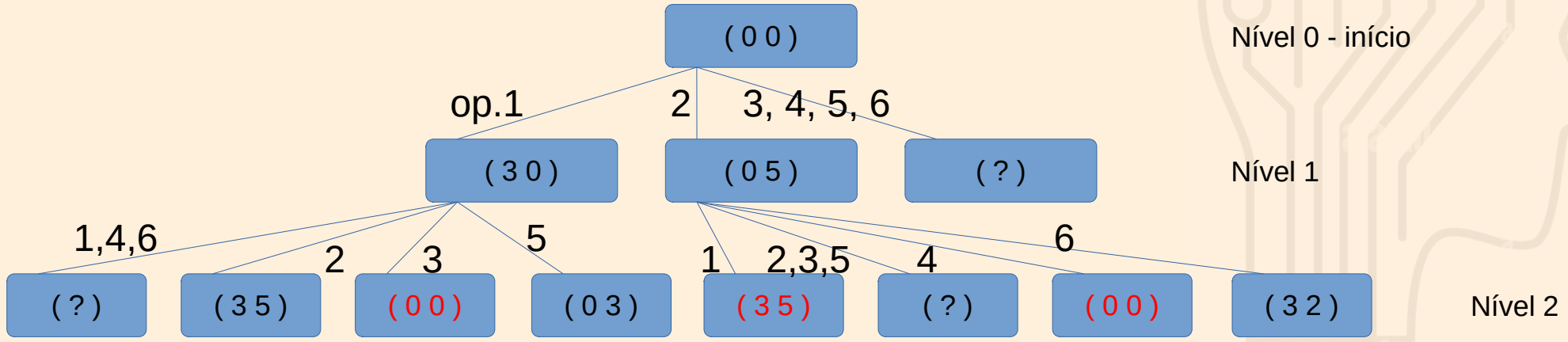
Nível 0 - início

Nível 1

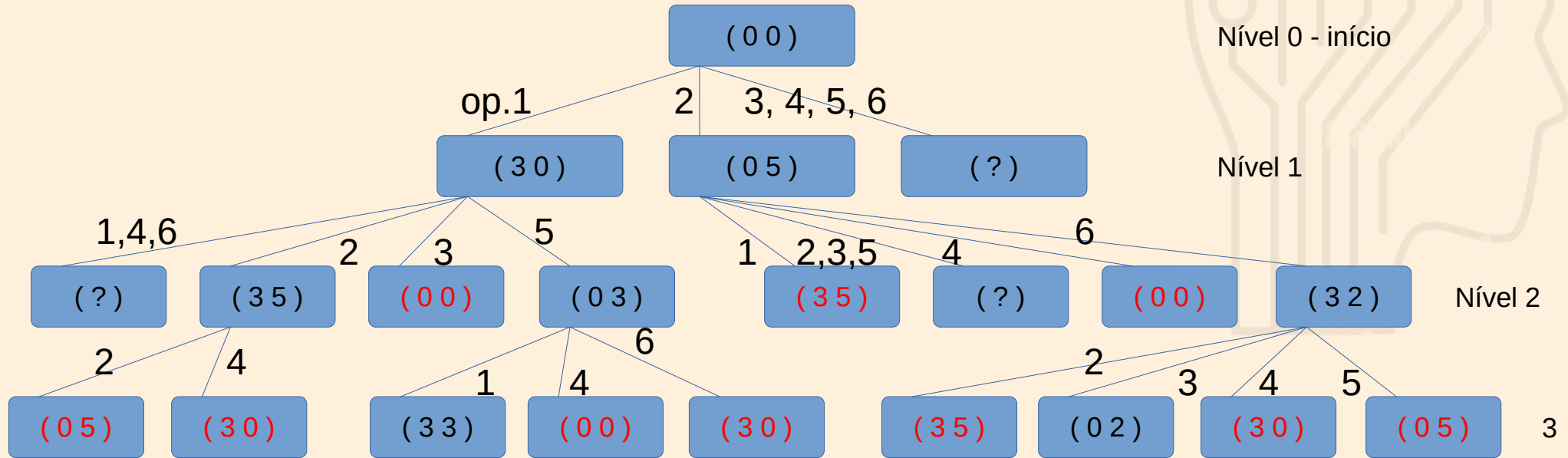
Busca em largura no problema das jarras



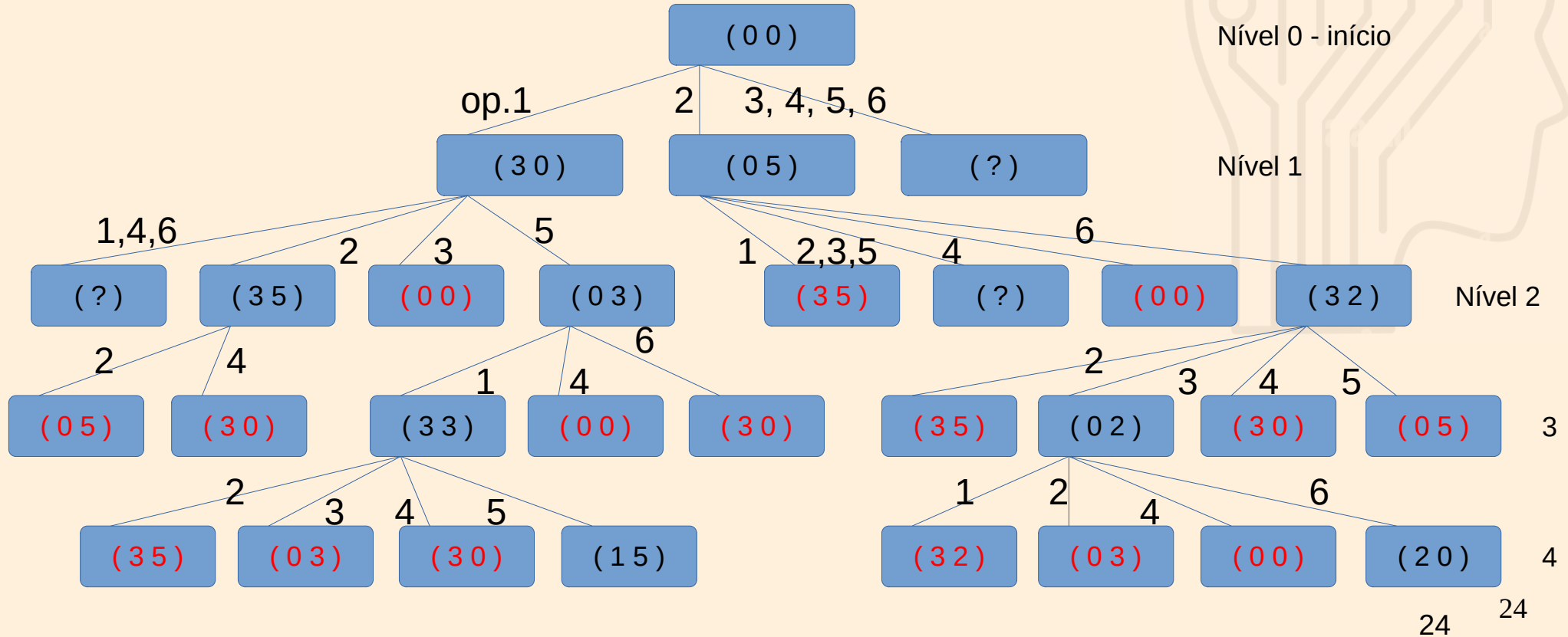
Busca em largura no problema das jarras



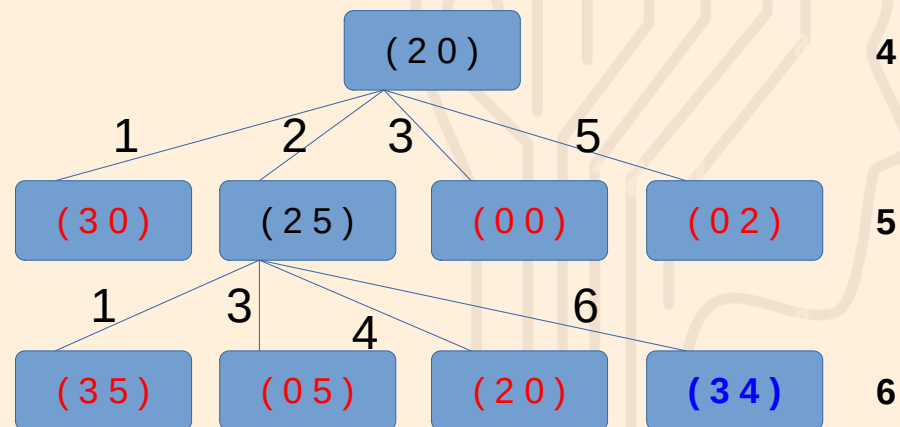
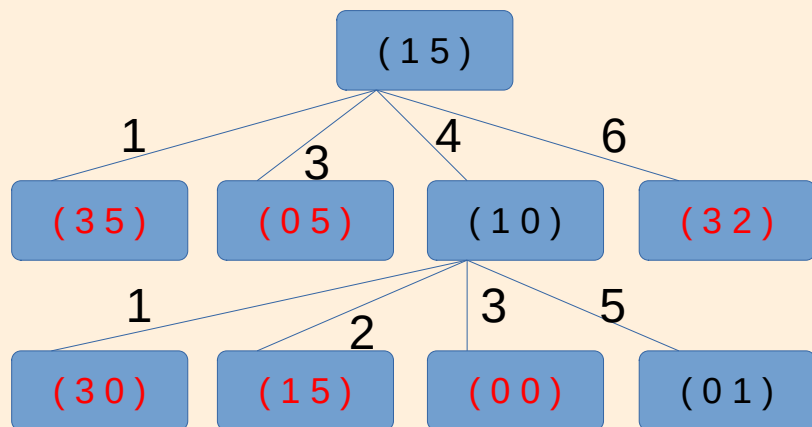
Busca em largura no problema das jarras



Busca em largura no problema das jarras

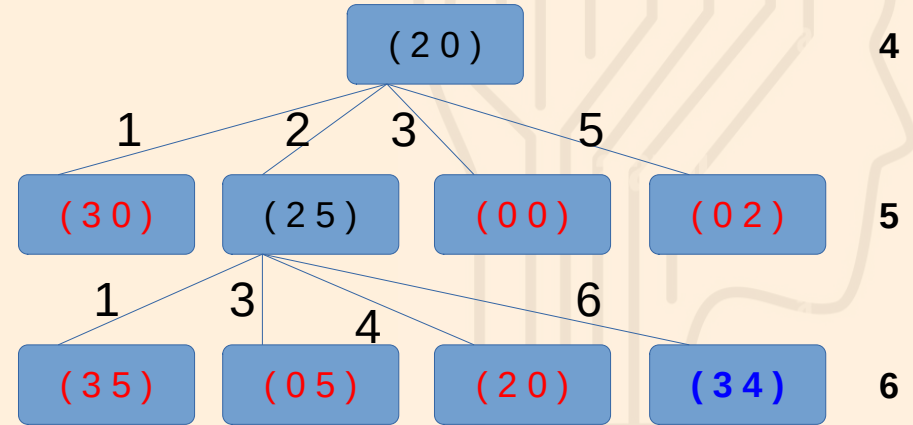
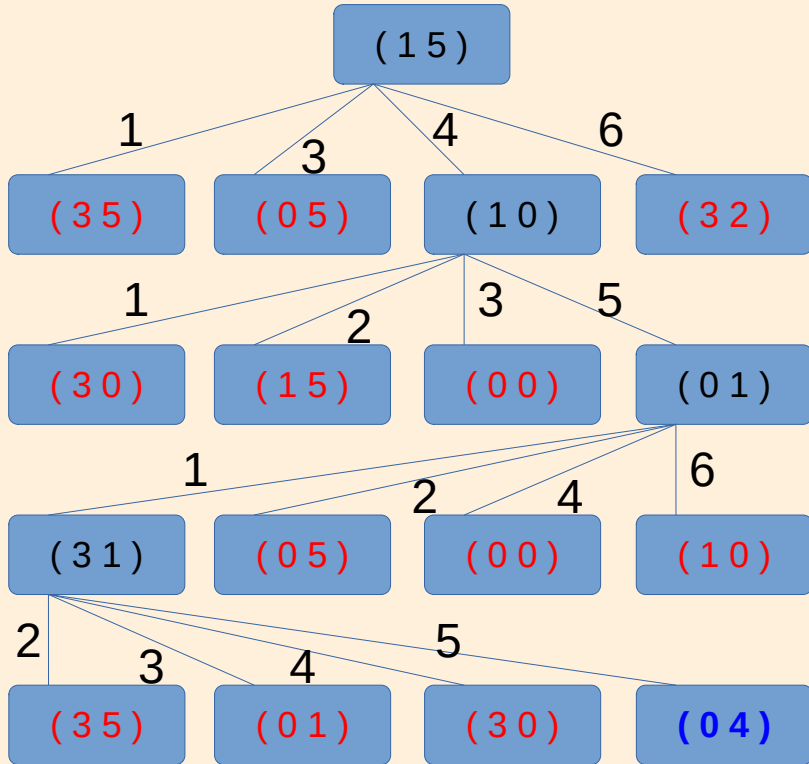


Busca em largura no problema das jarras



- Busca ótima: encontra a solução no nível “mais raso” possível
- Como o problema é não determinístico, pode-se continuar a busca, para obter outro caminho

Busca em largura no problema das jarras



- Existe outra possibilidade para o estado meta (x 4) ?

Soluções devolvidas pelo sistema especialista

- Atingidos os estados-meta (com a opção de bastar o 1º ou continuar e obter outros),
 - É executado um “retrocesso”, rastreando o caminho de volta ao estado inicial
 - Para registrar a(s) sequência(s) - invertida(s) - da(s) solução(ões) do problema
- Solução 1: operações 2, 6, 3, 6, 2, 6
- Solução 2: operações 1, 5, 1, 5, 4, 5, 1, 5
- Que podem ser explicitadas ao usuário, conforme “slide”
8

Busca em largura: esquema geral

