



**Questão 1 (2,5 pontos).** Uma empresa deseja planejar sua produção e distribuição de  $n$  itens para  $m$  clientes ao longo de um horizonte de  $T$  períodos. O custo unitário de produção do item  $i$  é  $c_i$ , o custo unitário de estoque na fábrica é  $h_{i0}$ , e o custo fixo de produção é  $f_{i0}$ . O tempo gasto para produzir uma unidade do item  $i$  é  $b_i$  e a capacidade de produção em horas de máquinas em cada período  $t$  é  $C_t$ . Cada cliente  $j$  tem uma demanda conhecida  $d_{ijt}$  do item  $i$  no período  $t$ , o custo unitário de estoque do item  $i$  no cliente  $j$  é  $h_{ij}$ , e pode estocar no máximo  $S_{ij}$  unidades do item  $i$ . Um custo fixo  $f_{ij}$  é incorrido quando o cliente  $j$  recebe uma quantidade do item  $i$  no período  $t$ . A empresa deseja determinar a produção e a quantidade a ser enviada do item  $i$  para o cliente  $j$  em cada período  $t$  de modo a satisfazer a demanda sem atraso e minimizar a soma dos custos ao longo do horizonte de  $T$  períodos. Proponha um modelo de programação inteira para este problema.

**Questão 2 (2,5 pontos).** Considere  $n$  possíveis locais onde facilidades devem ser instaladas para atender  $m$  clientes. Cada cliente  $j$  tem uma demanda  $d_j$  que deve ser atendida a partir de uma **única** facilidade. Seja  $C_i$  a capacidade da facilidade instalada em  $i$ ,  $f_i$  o custo fixo de instalação da facilidade em  $i$  e  $c_{ij}$  o custo de transporte da demanda do cliente  $j$  a partir da facilidade instalada em  $i$ . Formule o problema de programação inteira que minimize os custos de instalação e transporte, de forma que a demanda dos clientes seja satisfeita e a capacidade das facilidades não seja excedida.

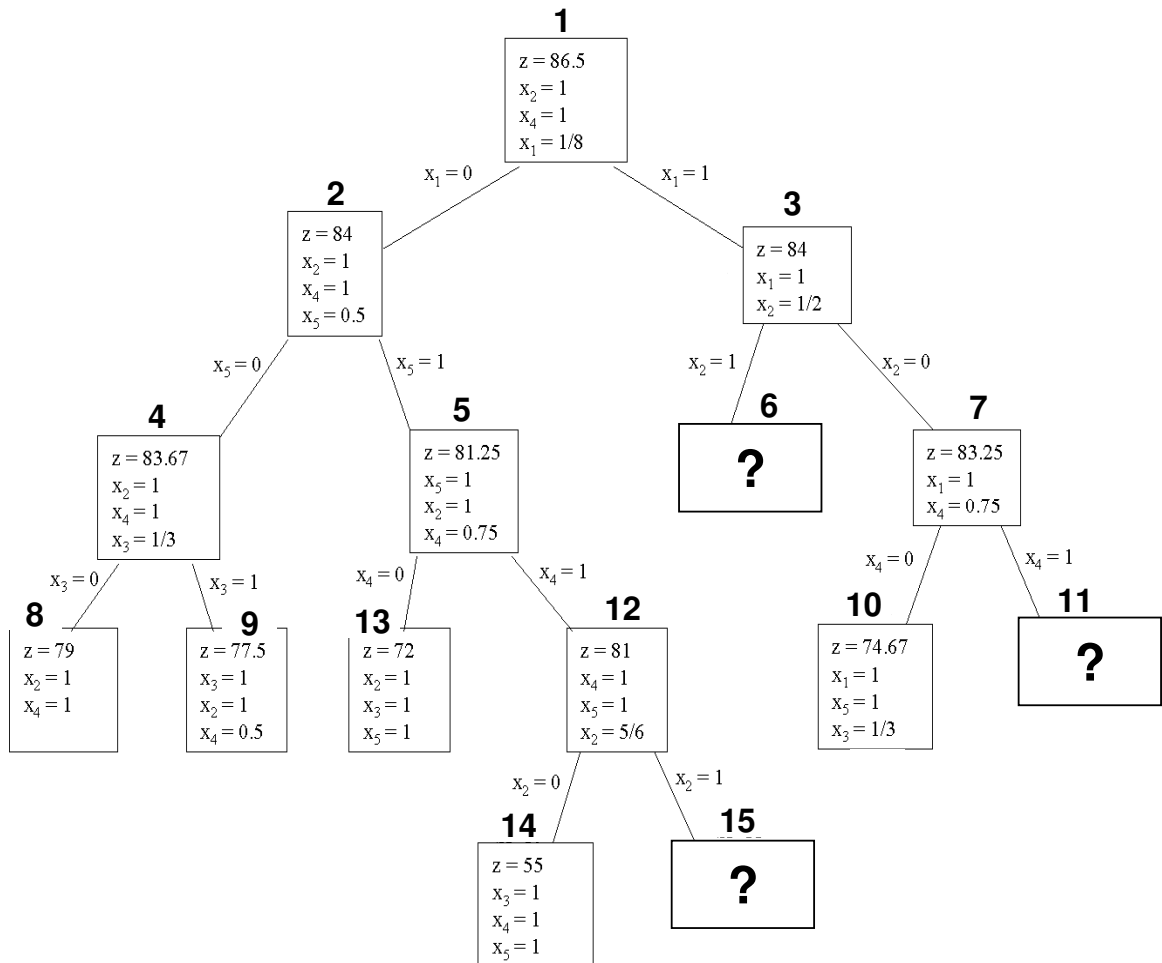
**Questão 3 (2,5 pontos).** Um vendedor encontra-se na cidade B no domingo e deve estar na cidade I na próxima quinta-feira. Na segunda, terça e quarta-feira ele pode vender produtos nas cidades B, C e I. De sua experiência passada, ele acredita que pode ganhar \$ 16 por dia na cidade B, 17 por dia na cidade C e \$ 12 por dia na cidade I. Os custos de viagem são mostrados na tabela abaixo. Use programação dinâmica para decidir em quais cidades o vendedor deve passar os próximos três dias para maximizar seu lucro.

Para

De	I	B	C
I	-	5	2
B	5	-	7
C	2	7	-

**Questão 4 (2,5 pontos).** O seguinte problema de programação inteira foi resolvido pelo método *branch-and-bound*:

$$\begin{aligned} \max z &= 60x_1 + 48x_2 + 14x_3 + 31x_4 + 10x_5 \\ \text{s.a } 800x_1 + 600x_2 + 300x_3 + 400x_4 + 200x_5 &\leq 1100 \\ x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 &\in \{0, 1\} \end{aligned}$$



- (0,5 ponto).** Os números acima dos nós indicam a sequência em que foram gerados. Qual a política desta sequência?
- (0,5 ponto).** O que se pode afirmar sobre os nós 6, 11 e 15?
- (0,5 ponto).** Descreva a sequência de atualização do limitante inferior do problema, desde o nó 1 até o nó 15. Indique cada nó em que o limitante foi atualizado. Explícite a solução ótima.
- (0,5 ponto).** Porque o nó 9 não foi ramificado?
- (0,5 ponto).** Porque o nó 12 foi ramificado?