

Duração: 1h30 + 15 min  
Sem consulta

## Investigação Operacional

### Problema 1

O Coronel Longbottom, ao estreiar-se no comando de uma nova esquadra, decidiu nomear os elementos da sua equipa para as diferentes posições com base na sua experiência prévia. A lista das posições a serem alocadas aos oficiais são as seguintes: Imediato, Oficial de Investigação, Oficial de Operações, Oficial de Abastecimento e Oficial de Instrução. Ele dispõe de cinco homens para ocupar estas cinco posições. Na tabela abaixo, estão os anos de experiência de cada oficial em cada uma das posições.

	Imediato	Investigação	Operações	Abastecimento	Instrução
<b>Major Muggle</b>	3	5	6	2	2
<b>Major Potter</b>	2	3	5	3	2
<b>Capitão Hagrid</b>	3	-	4	2	2
<b>Capitão Delacour</b>	3	-	3	2	2
<b>Tenente Hedwig</b>	-	3	-	1	-
<i>Krum</i>	4	5	3	3	3

- (i) Quem, baseado nos anos de experiência, deverá ser alocado a cada posição, por forma a maximizar o total de experiência em todas as posições? Justifique a sua resposta.
- (ii) O Coronel Longbottom considera a contratação de um novo elemento para reforçar a sua equipa e até já tem um nome em mente. O Tenente Vitor Krum será o escolhido, com longa experiência em algumas áreas: 4 anos como imediato, 5 anos como Oficial de Investigação, 3 anos como Oficial de Operações, 3 anos como Oficial de Abastecimento, e 3 anos como Oficial de Instrução.

Analisando a experiência da sua equipa nos diferentes cargos, o Coronel Longbottom concluiu que apenas a posição de Abastecimento ou a de Instrução necessitariam de apoio. Além disso, o Coronel pretende agora garantir que a experiência mínima seja a mais alta possível.

Formule o novo problema, considerando os novos requisitos, e verifique se a solução seguinte é ótima. Justifique a sua resposta e comente a ideia do Coronel Longbottom.

*WTF*

Solução proposta

Posição	Imediato	Investigação	Operações	Abastecimento	Instrução
Staff	Capitão Delacour	Tenente Vitor Krum	Major Muggle	Major Potter	Capitão Hagrid
				Tenente Hedwig	



## Problema 2

A Maria tem um capital disponível de 14 M€ e pretende fazer um investimento no setor imobiliário no distrito do Porto. Existem quatro opções em localizações atrativas para o intencionado fim de alojamento local. Cada uma das opções conta com um custo de investimento (compra do prédio e obras necessárias) e com um potencial retorno que depende principalmente da valorização do imóvel. Esta informação está disponível na tabela abaixo.

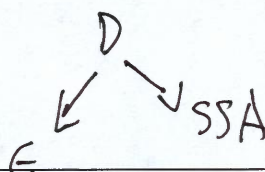
Terreno	1	2	3	4
Investimento (M€)	5	7	4	3
Potencial retorno	16	22	12	8

Uma vez que se trata de um investimento considerável, a Maria recorreu a uma consultora imobiliária para a aconselhar. A consultora utilizou o método *Branch-and-Bound* para resolver o problema de maximização do retorno esperado. O problema tem quatro variáveis binárias que tomam o valor 1 se o investimento for feito e 0 no caso contrário. A consultora, não sabendo se o resultado ótimo já tinha sido obtido, partilhou as várias soluções encontradas que estão representadas na tabela abaixo.

Variável	$x_1$ A	$x_2$ (B)	$x_3$ C	$x_4$ D	$x_5$ (E)	$x_6$ F	$x_7$ (G)	$x_8$ H	$x_9$ I
X1	1	1		0.6	0	1	1	1	1
X2	1	1		1	1	0.71	0	0.86	1
X3	0	0		1	1	1	1	0	0.50
X4	0.67	0		1	1	0	1	1	0
F	43.3	38.0	SSA	43.6	42	43.7	36	42.9	44

De forma a ajudar a Maria a fazer o melhor investimento, responda às seguintes questões:

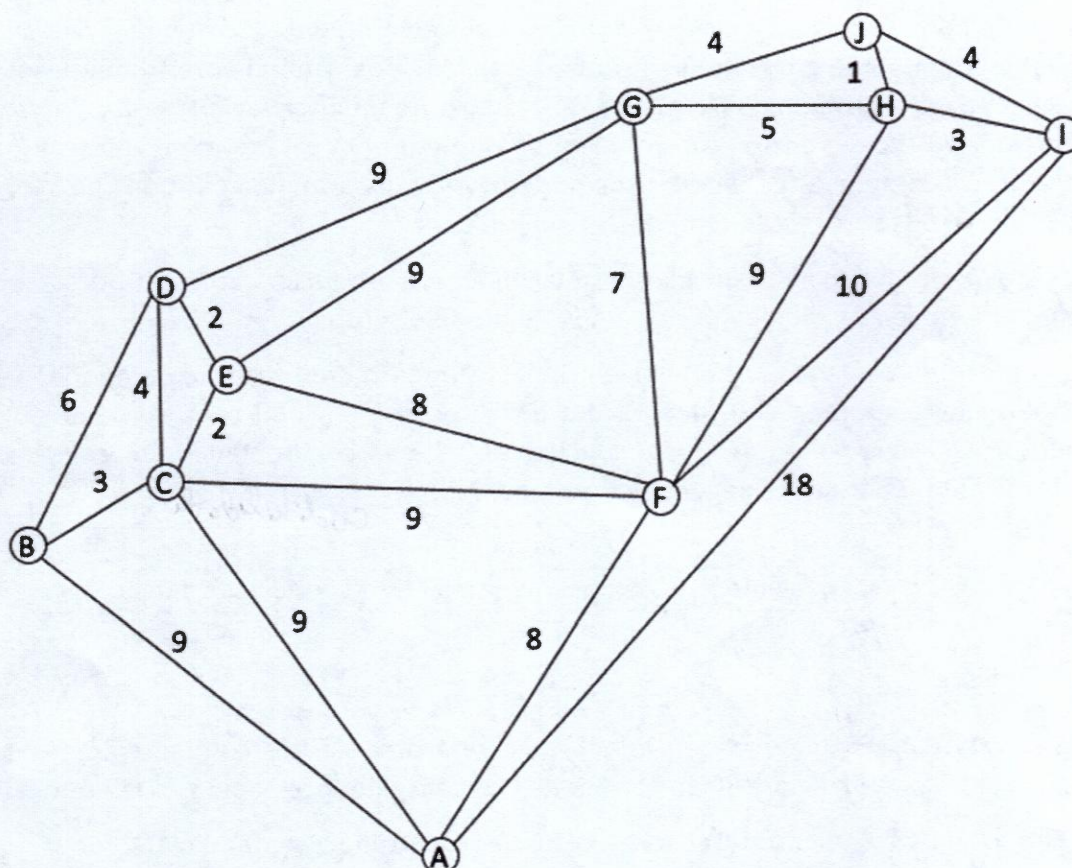
- Reconstrua a árvore de *Branch-and-Bound* com base na informação dos subproblemas resolvidos.
- Tendo em conta a informação disponível, acha que já foi encontrado o plano ótimo de investimento? Em caso negativo, qual seria a próxima ramificação? Justifique a sua resposta.
- Caso se tivesse terminado a pesquisa no nó D, qual seria o máximo de potencial retorno que a Maria poderia perder? Quanto capital ainda teria a Maria para investir?
- Sabendo que a empresa utilizou a estratégia do nó mais promissor, numere os nós de forma a representar a sequência de soluções obtidas e indique os limites em cada nó.





### Problema 3

O agrupamento Campo Belo é um projeto de integração social na margem sul do Tejo. O bairro é composto por dez alojamentos cujo término de construção se prevê para dezembro de 2020. Abaixo encontra-se o plano para o abastecimento de água entre o fornecedor A e as casas do projeto (B a J), acompanhado pelas distâncias (em m) entre cada um destes pontos.



- Sabendo que todas as casas devem ser abastecidas e que a companhia pretende minimizar a tubagem gasta, qual a rede que devem usar?
- Considere que a água se desloca a uma velocidade constante de 1m/s. Quanto tempo demora a água a chegar do ponto A a J com a rede determinada na alínea a)? Usando tubagem adicional, seria possível melhorar este tempo? Justifique a sua resposta.
- Imagine agora que um técnico da companhia de água pretende visitar todas as habitações para verificar o correto abastecimento da água. De que problema se trata?



#### Problema 4

O diretor de produção da empresa *ABC Instruments* está preocupado com a alta taxa de defeitos de um determinado produto. Este produto é um componente do sistema de navegação de aviões, e é vendido exclusivamente pela ABC por 250€ por unidade. A produção deste componente custa apenas 150€ por unidade, mas a ABC vende-o com uma elevada margem de lucro dado que o componente foi desenvolvido e patenteado pela empresa. De acordo com os termos do contrato entre a ABC e os seus clientes, a ABC terá de pagar uma multa de 50€ por cada componente defeituoso que o cliente identifique (admita que o cliente identifica a totalidade dos componentes defeituosos que recebe, dada a elevada qualidade do seu sistema de monitorização da qualidade). Além disso, a ABC deverá fornecer um componente em bom estado para substituir o defeituoso. Os componentes defeituosos podem ser transformados em bons por um custo adicional de reprocessamento de 20€ por unidade.

Apesar dos esforços para controlar a qualidade da produção, 25% do total de componentes vendidos são devolvidos à ABC como defeituosos.

Um dos engenheiros da ABC desenvolveu um instrumento para testar o componente com resultados aparentemente bons. Num teste recente em que o instrumento foi aplicado a 100 componentes bons conhecidos e 100 componentes defeituosos conhecidos, foram obtidos os seguintes resultados:

*Casualidade de de*

Leitura do instrumento de teste:		
Qualidade real do componente:	"Considerado bom"	"Considerado defeituoso"
Bom	70%	30%
Defeituoso	20%	80%

Concluiu-se que o instrumento deu a leitura correta para 70 dos componentes cujo estado se sabia ser Bom e para 80 dos componentes cujo estado se sabia ser Defeituoso.

Foi sugerido ao diretor de produção que o teste fosse adotado, permitindo que todos os componentes fossem testados antes da entrega. Estimou-se que o teste acrescentaria cerca de 10€ ao custo unitário do componente. Todos os componentes identificados como "bons" pelo teste seriam enviados ao cliente como habitualmente. Todos os componentes identificados como "defeituosos" seriam reprocessados. O reprocessamento custa 20€ por unidade, mas os componentes retrabalhados seriam definitivamente bons.

- Apresente uma árvore de decisão que represente a informação deste problema e indique se o diretor de produção deverá autorizar o uso deste instrumento. Justifique a sua resposta.
- Qual o valor máximo que a ABC deveria estar disposta a pagar pelo uso deste teste? Justifique a sua resposta.
- Qual o valor da informação perfeita relativamente ao estado do componente? Justifique a sua resposta.