

## INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL

### Formulação de modelos de PL

---

**Considere o seguinte problema (retirado do exame da época normal de 2019/2020):**

“Uma equipa de cientistas de uma universidade portuguesa, estudou o quanto (e onde) Portugal tremeu ao longo de várias centenas de anos, mais precisamente entre 1300 e 2014. Com base nesses dados, elaborou um mapa de intensidade sísmica a partir do qual podemos observar que, na região de Coimbra, existem duas zonas bem definidas (A e B) com elevado risco sísmico. Como é impossível prever com exatidão quando e onde ocorrerá uma catástrofe desta natureza, é da maior importância delinear um plano de emergência que permita minimizar os danos. Nesse sentido, a Comunidade Intermunicipal da Região de Coimbra, pretende elaborar um plano para transportar vítimas a hospitais, no caso da ocorrência de um sismo grave. Por questões de simplicidade, assume-se que apenas as duas zonas anteriormente mencionadas, A e B, serão afetadas, e que as vítimas serão transportadas, individualmente, para três hospitais: Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra (1), Hospital dos Covões (2) e Hospital Distrital da Figueira da Foz (3). Numa tal situação, estima-se que haverá **300** vítimas na zona A e **200** na zona B. O tempo de viagem do ponto A aos hospitais 1, 2 e 3, é de **10**, **15** e **35** minutos, respetivamente. Por seu lado, do ponto B, os tempos de transporte são de **20**, **15** e **15** minutos, respetivamente. As capacidades dos três hospitais para estes casos de emergência são de **250**, **170**, **150** vítimas, respetivamente. O plano em elaboração, deverá indicar o esquema de distribuição das vítimas que permitirá minimizar o tempo total despendido no transporte para os hospitais”.

Para ajudar nesta tarefa, **formule o problema descrito em termos de um modelo de programação linear**, indicando o significado das variáveis de decisão e da função objetivo.



## INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL

### Formulação de modelos de PL

**Considere o seguinte problema (retirado do exame da época normal de 2018/2019):**

“O Sr. Faustino herdou, do seu falecido patrão, uma quinta de **100** hectares no interior alentejano e está a estudar uma forma de dividir a sua propriedade nas seguintes atividades produtivas:

**Arrendamento** – destinar certa área a uma empresa agrícola local para plantação de girassóis, a qual se encarrega da atividade e paga **30.000** €/hectare/ano pelo arrendamento da terra;

**Pecuária** – usar outra parte para a criação de gado bovino. A recuperação das pastagens requer adubação (**100** kg/hectare/ano) e irrigação (**100.000** litros de água/hectare/ano). O lucro estimado dessa atividade é de **40.000** €/hectare/ano;

**Plantação de soja** – usar uma terceira parte para a plantação de soja, cujo consumo em Portugal tem vindo a crescer nos últimos anos. Essa cultura requer, em média, **200** kg de adubos/hectare/ano e **200.000** litros de água para irrigação por hectare e por ano. O lucro estimado dessa atividade é de **50.000** €/hectare/ano. Anualmente, a disponibilidade de adubos é de cerca de **15.000** Kg, havendo nesse período **12.750.000** litros de água para consumo pelas atividades referidas.

De forma a respeitar a vontade do antigo proprietário, o Sr. Faustino pretende que a área a arrendar não seja inferior a metade da área a plantar de soja, e que a área destinada à pecuária não seja superior a **25%** da área das outras duas atividades.”

Sabendo que o Sr. Faustino pretende obter o máximo rendimento anual da sua quinta, **formule o problema em termos de um modelo de programação linear**, indicando o significado das variáveis de decisão e da função objetivo.



## INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL

### Formulação de modelos de PL

Considere o seguinte problema (retirado do exame da época normal de 2015/2016)

“A empresa de cosméticos SEMPREJOVEM pretende realizar um programa de televisão para publicitar os seus produtos, dispondo, para tal, de um orçamento de **40000** euros. Esse programa deverá ter a duração de **30** minutos e incluirá a atuação de um mágico e de um grupo de dança. A empresa deseja que pelo menos **4** minutos sejam destinados a anúncios dos seus produtos. Já o canal televisivo exige que o tempo dedicado aos anúncios seja, no máximo, **25%** do tempo atribuído às atuações do mágico e do grupo de dança. Por sua vez, o mágico não está disposto a atuar mais de **15** minutos, sendo que ao grupo de dança e aos anúncios caberá o tempo restante. O custo de atuação do mágico é de **2000** euros por minuto, o do grupo de dança é de **1000** euros por minuto, sendo o custo dos anúncios também de **1000** euros por minuto. Com base em estudos de audiência, estima-se que, por cada minuto em que o mágico atua **2000** telespetadores ligam para o canal televisivo em causa, por cada minuto de atuação do grupo de dança surgem **4000** novos telespetadores e por cada minuto de anúncios **1000** pessoas desligam o televisor ou mudam para outro canal. Para obter o maior sucesso possível em termos de publicitação dos seus produtos, a empresa pretende dispor de um programa televisivo que maximize o número de telespetadores.”



Para auxiliar a SEMPREJOVEM, **formule o problema em termos de um modelo de programação linear**, indicando o significado das variáveis de decisão e da função objetivo.

## INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL

### Formulação de modelos de PL

Considere o seguinte problema (retirado do exame da época normal de 2021/2022):

“Determinada fábrica de engarrafamento de água natural de nascente, situada na região de Coimbra, pretende ajuda na resolução de um problema de planeamento. Nessa fábrica existem duas máquinas de enchimento, que designaremos por A e B, tendo a A sido projetada para garrafas de **0,75** litros e a B para garrafas de **1,5** litros. Não obstante, cada uma delas pode ser usada para ambos os tipos de garrafas, embora com alguma perda de eficiência. Na tabela seguinte encontram-se os dados relativos ao desempenho das duas máquinas no enchimento dos dois tamanhos de garrafas.



Máquina	Garrafas de 0,75 litros	Garrafas de 1,5 litros
A	100/minuto	40/minuto
B	60/minuto	75/minuto

Por outro lado, sabe-se que estas máquinas podem funcionar durante **8** horas por dia, **5** dias por semana. Sabe-se ainda que o lucro do enchimento de cada garrafa de **0,75** litros é de €**0,10** e de cada garrafa de **1,5** litros é de €**0,20**. Além disso, semanalmente a fábrica dispõe de **30000** litros de água para engarrafar, existindo a indicação de que o mercado não consegue absorver mais do que **25000** garrafas de **0,75** litros e **7000** garrafas de **1,5** litros, por semana. Dado o exposto, a fábrica pretende conhecer o plano de engarrafamento semanal que lhe permitirá maximizar o lucro.”

Para a auxiliar nesta questão, formule o problema descrito em termos de um **modelo de programação linear**, indicando o significado das variáveis de decisão e da função objetivo.

## INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL

### Formulação de modelos de PL

Considere o seguinte problema:

“A empresa **Barata&Filhos, Lda**, líder nacional na área de fabrico de plásticos, possui três fábricas, que atualmente se debatem com um problema de excesso de capacidade de produção.

Por essa razão, a empresa pretende produzir um novo produto: contentores de lixo. Este novo produto pode ser fabricado em três tamanhos diferentes - grande (G), médio (M) e pequeno (P) – originando um lucro unitário de **25€**, **15€** e **10€**, respetivamente.

As fábricas 1, 2 e 3 têm capacidade máxima para produzir diariamente **800**, **1000** e **500** contentores, respetivamente, dependendo do tamanho, ou da combinação de tamanhos em causa.

A disponibilidade de espaço de armazenamento impõe uma limitação nas taxas de produção do novo produto. Com efeito, as fábricas 1, 2 e 3 dispõem de **1250**, **1000** e **600** metros quadrados, respetivamente, para armazenamento da produção diária. Por outro lado, cada contentor dos tamanhos G, M e P ocupa **0.9**, **0.6** e **0.4** metros quadrados, respetivamente.

As previsões de vendas indicam que a procura média diária dos tamanhos G, M e P, é de **1100**, **1200** e **900** unidades, respetivamente.

Como resultado, a gestão pretende saber quantos contentores de cada um dos tamanhos G, M e P deve cada fábrica produzir, de forma a maximizar o lucro da empresa.”

Formule o problema em termos de um **modelo de programação linear**.

*Sugestão: Use dois índices para cada variável de decisão ( $x_{ij}$ )*

