

# Mestrados

Métodos Quantitativos para DEE

2018/2019

Leonor Santiago Pinto  
Gab 506 Quelhas  
Telef 213 925 845  
Email: [lpinto@iseg.ulisboa.pt](mailto:lpinto@iseg.ulisboa.pt)

## Aula 1

Apresentação e organização da disciplina

Formação de grupos de trabalho.



## 1. Tópicos de Investigação Operacional

### 1. O Modelo de Programação Linear

1. Introdução
2. Formulação e resolução gráfica
3. Hipóteses e propriedades
4. Utilização do *Solver/Excel* na resolução de problemas

### 2. Dualidade e Análise de Sensibilidade

1. Introdução
2. Dualidade
3. Interpretação económica, preços sombra e relações primal-dual
4. Análise de sensibilidade
  1. Segundos membros das restrições
  2. Coeficientes da função objetivo

### 3. Problemas de Transportes e Afetação

1. Introdução
2. O problema de transportes
3. O problema da afetação
4. Utilização do *Solver/Excel* na resolução de problemas

### 4. Programação Linear Inteira

1. Formulação de problemas com recurso a variáveis binárias e inteiras
2. Utilização do *Solver/Excel* na resolução de problemas



## 2. Teoria de Jogos

1. Formulação de jogos de duas pessoas com soma nula
2. Jogos com estratégias mistas
3. Resolução gráfica
4. Resolução pela programação linear

## 3. Programação Multiobjetivo

1. Introdução
2. Programação por metas
3. Otimização vetorial

## 4. Programação não Linear

1. Formulação de problemas
2. Condições de Karush-Khun-Tucker
3. Resolução gráfica e pelo *Solver/Excel*.



- F.S. Hillier, G.J. Lieberman, Introduction to Operations Research, 10th edition, McGraw-Hill, International Edition, New York, 2015
- W.L. Winston, Operations Research, 4th edition, Brooks/Cole, International Student Edition, 2004
- M.C. Mourão, L. Santiago Pinto, O. Simões, J. Valente, M.V. Pato, Investigação Operacional: Exercícios e Aplicações, 1ª edição, Verlag Dashöfer, Lisboa, 2011
- C.H. Antunes, M.J. Alves, J. Clímaco, Tomada de Decisão em Ambiente Multiobjectivo (capítulo 16), in Manual de Computação Evolutiva e Metaheurística, Imprensa da Universidade de Coimbra, 2012.
- R.E. Steuer, Multiple Criteria Optimization, John Wiley & Sons, New York, 1986



- Na época Normal (EN) os alunos podem decidir fazer avaliação ao longo do semestre ou exame final.
- Caso optem por avaliação ao longo do semestre os elementos de avaliação são:
  - Um trabalho sobre a primeira parte da matéria, com apresentação na aula e discussão com um peso de 45% na nota final.
  - Uma prova escrita sobre a segunda parte da matéria efetuada na data do exame da época de Normal (EN), com um peso de 50%.
  - A assiduidade e participação nas aulas terão uma ponderação de 5%.
- Os alunos que não obtiverem uma classificação superior ou igual a 9.5 na avaliação ao longo do semestre ou no exame da EN serão submetidos ao exame da época de Recurso.
- Nas provas escritas não é permitido o uso de máquina de calcular e podem ser usadas duas folhas A4 de consulta.
- Os alunos que obtiverem uma classificação superior ou igual a 17.5 e pretendam ter nota final superior a 17 poderão ser chamados a uma prova oral.
- Em tudo o que não está especificado segue-se o exposto no “Regime Geral de Avaliação de Conhecimentos”.

# Organização do curso



## Trabalho:

Descrição de aplicação “original” de PL, com pequeno exemplo resolvido pelo *solver/Excel* e análise de relatórios.

Grupos de 2/3 elementos (alunos que nunca tiveram IO todos nos mesmos grupos)

## Apresentações de trabalhos

## Previsão:

1ª sessão 5 Novembro (aula 13)

2ª sessão 12 Novembro (aula 16)



- Investigação Operacional (OR) é o nome tradicional da disciplina que utiliza uma abordagem científica aos problemas de gestão que envolvem características quantitativas
- Baseia-se na matemática, nas ciências da computação e nas ciências sociais (economia e gestão)
- Objetivo: apoio à decisão em gestão
- O nome deve-se às equipas de cientistas que durante a II Guerra Mundial faziam Investigação para gerir operações militares e que começaram a usar estes métodos e técnicas.
- Recentemente esta designação tem sido combinada com Management Science (OR/MS)



■ **TABLE 1.1** Applications of operations research to be described in application vignettes

<b>Organization</b>	<b>Area of Application</b>	<b>Section</b>	<b>Annual Savings</b>
Federal Express	Logistical planning of shipments	1.3	Not estimated
Continental Airlines	Reassign crews to flights when schedule disruptions occur	2.2	\$40 million
Swift & Company	Improve sales and manufacturing performance	3.1	\$12 million
Memorial Sloan-Kettering Cancer Center	Design of radiation therapy	3.4	\$459 million
United Airlines	Plan employee work schedules at airports and reservations offices	3.4	\$6 million
Welch's	Optimize use and movement of raw materials	3.3	\$150,000
Samsung Electronics	Reduce manufacturing times and inventory levels	4.3	\$200 million more revenue
Pacific Lumber Company	Long-term forest ecosystem management	6.7	\$398 million NPV
Procter & Gamble	Redesign the production and distribution system	8.1	\$200 million
Canadian Pacific Railway	Plan routing of rail freight	9.3	\$100 million
United Airlines	Reassign airplanes to flights when disruptions occur	9.6	Not estimated
U.S. Military	Logistical planning of Operations Desert Storm	10.3	Not estimated
Air New Zealand	Airline crew scheduling	11.2	\$6.7 million
Taco Bell	Plan employee work schedules at restaurants	11.5	\$13 million
Waste Management	Develop a route-management system for trash collection and disposal	11.7	\$100 million

■ **TABLE 1.1** Applications of operations research to be described in application vignettes

<b>Organization</b>	<b>Area of Application</b>	<b>Section</b>	<b>Annual Savings</b>
Bank Hapoalim Group	Develop a decision-support system for investment advisors	12.1	\$31 million more revenue
Sears	Vehicle routing and scheduling for home services and deliveries	13.2	\$42 million
Conoco-Phillips	Evaluate petroleum exploration projects	15.2	Not estimated
Workers' Compensation Board	Manage high-risk disability claims and rehabilitation	15.3	\$4 million
Westinghouse	Evaluate research-and-development projects	15.4	Not estimated
Merrill Lynch	Manage liquidity risk for revolving credit lines	16.2	\$4 billion more liquidity
PSA Peugeot Citroën	Guide the design process for efficient car assembly plants	16.8	\$130 million more profit
KeyCorp	Improve efficiency of bank teller service	17.6	\$20 million
General Motors	Improve efficiency of production lines	17.9	\$90 million
Deere & Company	Management of inventories throughout a supply chain	18.5	\$1 billion less inventory
Time Inc.	Management of distribution channels for magazines	18.7	\$3.5 million more profit
Bank One Corporation	Management of credit lines and interest rates for credit cards	19.2	\$75 million more profit
Merrill Lynch	Pricing analysis for providing financial services	20.2	\$50 million more revenue
AT&T	Design and operation of call centers	20.5	\$750 million more profit

# O Modelo de PL: introdução



Programação --- planeamento

Linear --- todas as funções envolvidas são funções lineares

Em 1947, George Dantzig, que trabalhava então no Pentágono, apresentou à comunidade científica um algoritmo exato (**algoritmo do simplex**) que permitia resolver os problemas de PL.

Os modelos de PL permitem resolver problemas de afetação de recursos limitados a diferentes atividades competitivas

Ex:

- Produção de diferentes produtos em fábricas com capacidade limitada
- Plantação
- Dieta/alimentação
- Investimento
- Mistura
- Selecionar uma equipa de futebol
- ...



## Protótipo 1. Problema da Giapetto.

A Giapetto é uma empresa que produz vários brinquedos em madeira e vai iniciar a produção de dois novos brinquedos: soldados e comboios.

Semanalmente, é possível adquirir toda a matéria-prima necessária para os brinquedos, mas só estão disponíveis 100 horas para acabamentos em verniz, 40 horas para acabamentos em tinta acrílica e 200 horas de carpintaria.

Um soldado necessita de 2 horas de acabamento em verniz e 2 de carpintaria, dando um lucro de **3**.

Cada comboio requer 1 hora de acabamento em tinta acrílica e 4 de carpintaria, sendo **2** o seu lucro.

Toda a produção tem venda assegurada.

A Giapetto pretende maximizar o lucro semanal obtido com a produção destes brinquedos.

a) Formalize o problema em PL e resolva-o graficamente.

## Problema da Giapetto – Resolução gráfica

$x_1$  número de soldados a produzir semanalmente pela empresa Giapetto

$x_2$  número de comboios a produzir semanalmente pela empresa Giapetto

$$\text{Max } z = 3x_1 + 2x_2$$

$$\begin{cases} 2x_1 & \leq 100 \\ & x_2 \leq 40 \\ 2x_1 + 4x_2 & \leq 200 \\ x_1, x_2 & \geq 0 \end{cases}$$

$$(x_1^*, x_2^*) = (50, 25); z^* = 200$$