

Mestrados

Métodos Quantitativos para DEE

2018/2019

Leonor Santiago Pinto
Gab 506 Quelhas
Telef 213 925 845
Email: 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

| Organization | Area of Application | Section | Annual Savings |
|--|---|----------------|----------------------------|
| 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

| Organization | Area of Application | Section | Annual Savings |
|-----------------------------|---|----------------|----------------------------|
| 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

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

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

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