

# 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 4

Utilização do *Solver/Excel* na resolução de problemas

STFA:

b) – e) do protótipo 1 e protótipo 2  
solver. Lembrar leitura de aplicações.



## 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



# PL – resolução no Solver

Dados

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2			soldados	comboios			disponibilidades	
3		horas ac. verniz	2	0	0	≤	100	
4		horas ac. tinta	0	1	0	≤	40	
5		horas carpintaria	2	4	0	≤	200	
6		lucro	3	2	0			
7		nº de	0	0				
8								

Valores Iniciais

	E
2	
3	=SUMPRODUCT(C3:D3;\$C\$7:\$D\$7)
4	=SUMPRODUCT(C4:D4;\$C\$7:\$D\$7)
5	=SUMPRODUCT(C5:D5;\$C\$7:\$D\$7)
6	=SUMPRODUCT(C6:D6;\$C\$7:\$D\$7)
7	



# PL – resolução no Solver

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2			soldados	comboios			disponibilidades	
3		horas ac. verniz	2	0	0	≤	100	
4		horas ac. tinta	0	1	0	≤	40	
5		horas carpintaria	2	4	0	≤	200	
6		lucro	3	2	0			
7		nº de	0	0				
8								

**Solver Parameters**

Set Objective:

To:  Max  Min  Value Of:

By Changing Variable Cells:

Subject to the Constraints:

\$E\$3 <= \$G\$3  
\$E\$4 <= \$G\$4  
\$E\$5 <= \$G\$5

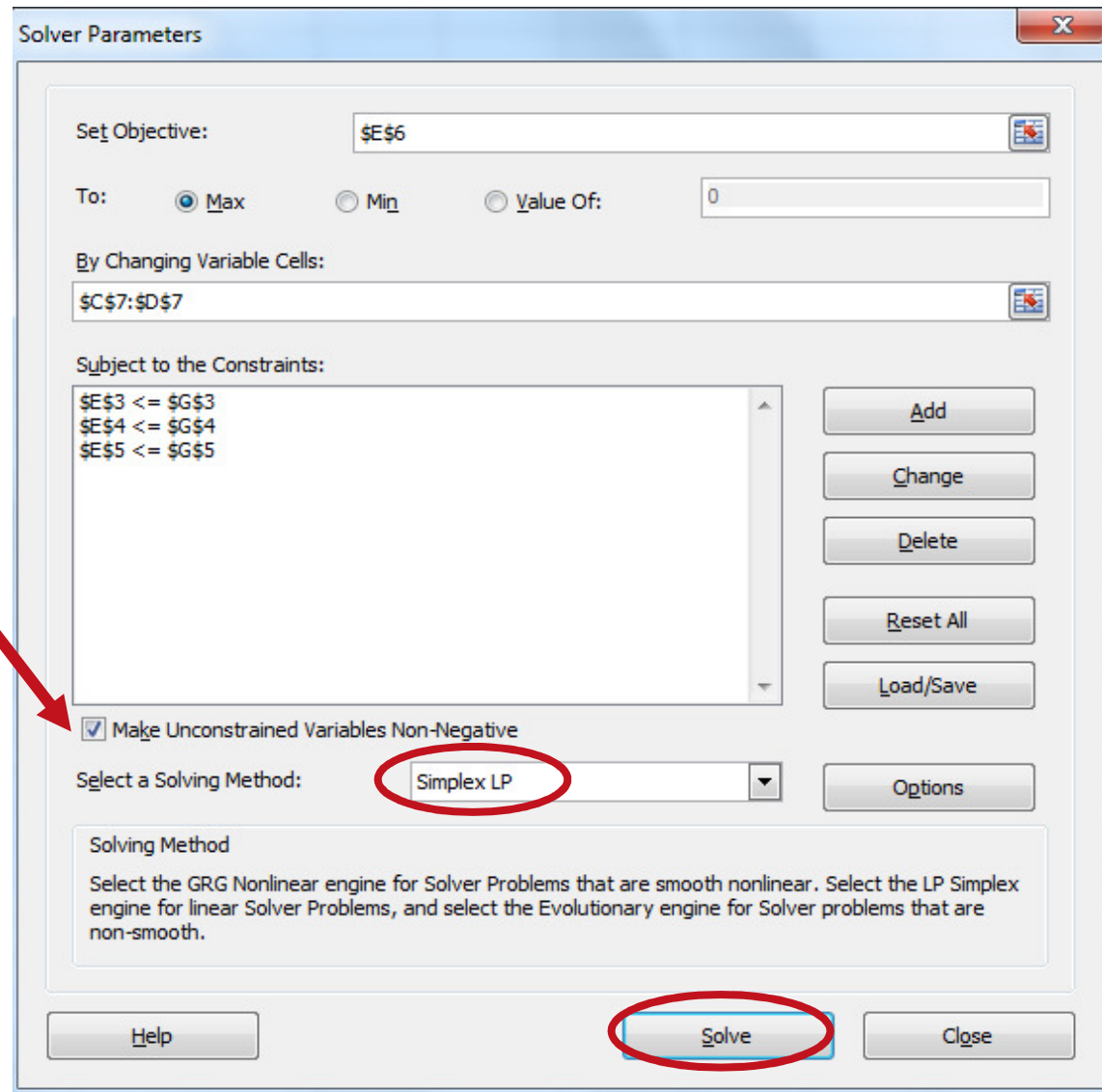
**Add** **Change** **Delete**

**Add Constraint**

Cell Reference:  Constraint:

**OK** **Add** **Cancel**

# PL – Resolução no Solver





# PL – resolução no Solver

	soldados	comboios		disponibilidades
horas ac. verniz	2	0	100	≤ 100
horas ac. tinta	0	1	25	≤ 40
horas carpintaria	2	4	200	≤ 200
lucro	3	2	200	
nº de	50	25		

**Solver Results**

Solver found a solution. All Constraints and optimality conditions are satisfied.

Keep Solver Solution  
 Restore Original Values

Return to Solver Parameters Dialog  
 Outline Reports

**Solver found a solution. All Constraints and optimality conditions are satisfied.**  
 When the GRG engine is used, Solver has found at least a local optimal solution. When Simplex LP is used, this means Solver has found a global optimal solution.



# PL – resolução no Solver

Microsoft Excel 14.0 Answer Report

Worksheet: [Book1]Sheet1

Report Created: 25-09-2015 19:03:39

Result: Solver found a solution. All Constraints and optimality conditions are satisfied.

## Solver Engine

Engine: Simplex LP

Solution Time: 0,015 Seconds.

Iterations: 2 Subproblems: 0

## Solver Options

Max Time Unlimited, Iterations Unlimited, Precision 0,000001, Use Automatic Scaling

Max Subproblems Unlimited, Max Integer Sols Unlimited, Integer Tolerance 1%, Assume NonNegative

## Objective Cell (Max)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$E\$6	lucro	200	200

## Variable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value	Integer
\$C\$7	nº de soldados	50	50	Contín
\$D\$7	nº de comboios	25	25	Contín

## Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$E\$3	horas ac. verniz	100	\$E\$3<=\$G\$3	Binding	0
\$E\$4	horas ac. tinta	25	\$E\$4<=\$G\$4	Not Binding	15
\$E\$5	horas carpintaria	200	\$E\$5<=\$G\$5	Binding	0





# PL – resolução no Solver

Microsoft Excel 14.0 Sensitivity Report

Worksheet: [Book1]Sheet1

Report Created: 25-09-2015 19:03:39

## Variable Cells

Cell	Name	Final Value	Reduced Cost	Objective Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$C\$7	nº de soldados	50	0	3	1E+30	2
\$D\$7	nº de comboios	25	0	2	4	2

## Constraints

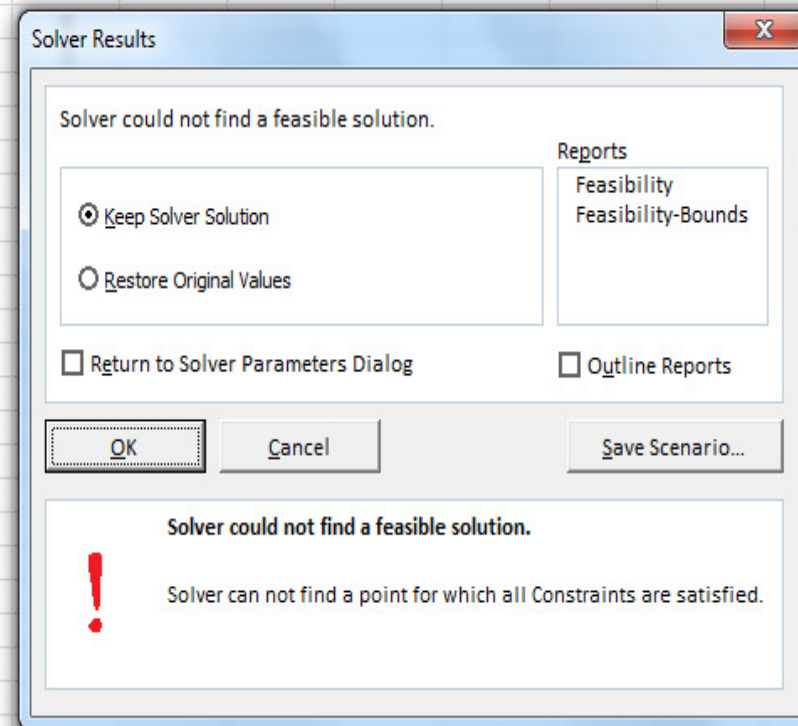
Cell	Name	Final Value	Shadow Price	Constraint R.H. Side	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$E\$3	horas ac. verniz	100	1	100	100	60
\$E\$4	horas ac. tinta	25	0	40	1E+30	15
\$E\$5	horas carpintaria	200	0,5	200	60	100

impossível

	x1	x2		
R1	1	-2	3	≥
R2	1	1	3	≤
FO	3	4	9	
	3	0		

$$\text{Max } z = 3x_1 + 4x_2$$

$$\text{s. a } \begin{cases} x_1 - 2x_2 \geq 4 \\ x_1 + x_2 \leq 3 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$




Solver Results

Solver could not find a feasible solution.

Keep Solver Solution  
 Restore Original Values

Return to Solver Parameters Dialog  
 Outline Reports

OK Cancel Save Scenario...

 Solver could not find a feasible solution.  
 Solver can not find a point for which all Constraints are satisfied.

## ótimo ilimitado

	x1	x2			
R1	1	-1	2	≤	2
R2	1	-1	2	≥	0
FO	1	1	2		
	2	0			

$$\begin{aligned} \text{Max } z &= x_1 + x_2 \\ \text{s. a } \begin{cases} x_1 - x_2 \leq 2 \\ x_1 - x_2 \geq 0 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

**Solver Results**

The Objective Cell values do not converge.

Keep Solver Solution

Restore Original Values

Return to Solver Parameters Dialog

Reports

Outline Reports

OK    Cancel    Save Scenario...

---

**The Objective Cell values do not converge.**

**!** Solver can make the Objective Cell as large (or small when minimizing) as it wants.

## **GLP-Tool: uma ferramenta gráfica, dinâmica e interativa para introdução à Programação Linear**

A GLP-Tool é uma ferramenta didática pensada como facilitador do processo de ensino e aprendizagem em PL, numa abordagem de metodologias ativas.

As representações e resoluções gráficas de problemas de PL a duas variáveis permitem introduzir de forma intuitiva todos os conceitos de programação linear.

A representação gráfica é de facto muito útil, mas não chega... Por exemplo, sem uma ferramenta dinâmica não é fácil mostrar/perceber o que se passa quando se alteram coeficientes das restrições ou da função objetivo.

A GLP-Tool é uma aplicação gráfica, interativa e dinâmica onde as informações gráficas e numéricas são atualizadas em tempo real.

A ferramenta GLP-Tool encontra-se disponível para download em [https://www.researchgate.net/publication/299559103\\_GLP-Tool\\_cdf\\_file](https://www.researchgate.net/publication/299559103_GLP-Tool_cdf_file).

Para abrir a aplicação é necessário primeiro instalar o CDFplayer da Wolfram|Alpha disponível em <https://www.wolfram.com/cdf-player/>.