

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**



## **A Student Class Scheduling**

João Carlos Fonseca Pina de Lemos

UP201000660

Trabalho Realizado no  
Mestrado Integrado em Engenharia Informática e de Computação  
Investigação Operacional

31 de Maio 2020

© João Lemos, 2020

# Resumo

- Este Documento apresenta a resolução do Problema CASE STUDY: A Student Class Scheduling adaptado de Case Article - Class Scheduling with Linear Programming, by Janice K. Winch and Jack Yurkiecz. Publicada por Informs, pp. 143-147. Sept 25, 2014, por Ana Camanho e Jorge Freire de Sousa realizado pelo aluno do MIEIC João Carlos Fonseca Pina de Lemos, nº up201000660 usando a ferramenta de solver e outras funções do programa Microsoft Excel para encontrar soluções para o programa de Programação Linear com restrições.

# Índice

Resumo .....	iii
Índice.....	iv
Capítulo 1 Horário Ótimo .....	1
1.1 - Tabela de dados.....	1
1	
1.2 - Tabela Boleana .....	2
2	
1.3 - Restrições .....	2
Capítulo 2 Aula Online.....	4
.....	5
Capítulo 3 Três dias por semana.....	6
Anexos: .....	7

# Capítulo 1 Horário Ótimo

No Primeiro exercício é-nos pedido para encontrarmos o horário que maximize a pontuação dada pela aluna tendo em conta as suas preferências. Para a realização do exercício foram seguidos os seguintes paços:

1. Organização da informação dada numa tabela dentro do excel
2. Criação de uma tabela de bools que, quando usando a função SOMARPRODUTO com a tabela anterior representa as aulas que foram escolhidas pela função
3. Identificação das restrições necessárias e inserção das mesmas no problema
4. Resolução para maximizar a soma do produto da multiplicação da matriz de pontuação (Ponto 1) com a matriz booleana de decisão (Ponto 2)

## 1.1 - Tabela de dados

CLASSES RATING		COURSES							
		1	2	3	4	5	6	7	8
TIMES	1 Monday 6-8:45	4,3					3,6		3
	2 Tuesday 6-8:54	3,8			3,7	3		3,2	
	3 Wednesday 6-8:45	3,5							3,5
	4 Wednesday 2:30-5:15			4,4	3,5				
	5 Thursday 6-8h45		3,5						
	6 Thursday 2:30-5:15			3,1					
	7 Friday 6-8:45	3,5							
	Monday 1:25-2:20 & 8 Wednesday 1:25-3:15	4,6				3,9	3,7		
	Tuesday 1:25-3:15 & 9 Thursday-1:25-2:20	2,7	3,3					3,4	

Como podemos observar os dados com a pontuação dados pela aluna encontram-se inseridos de forma a uma multiplicação fácil com a tabela booleana.

## 1.2 - Tabela Booleana

Classes Taken		COURSES							
		1	2	3	4	5	6	7	8
TIMES	1 Monday 6-8:45	BS	IF	IC	WDNPO	DAF	RM	OFS	FIM
	2 Tuesday 6-8:54	0	0	0	0	1	0	0	0
	3 Wednesday 6-8:45	0	0	0	0	0	0	0	0
	4 Wednesday 2:30-5:15	0	0	0	1	0	0	0	0
	5 Thursday 6-8h45	0	1	0	0	0	0	0	0
	6 Thursday 2:30-5:15	0	0	0	0	0	0	0	0
	7 Friday 6-8:45	0	0	0	0	0	0	0	0
	8 Monday 1:25-2:20 & Wednesday 1:25-3:15	0	0	0	0	0	1	0	0
	9 Tuesday 1:25-3:15 & Thursday 1:25-2:20	0	0	0	0	0	0	0	0

A tabela Booleana tem as mesmas dimensões que a Tabela de dados inicial, isto vai permitir uma multiplicação simples das células das mesmas. O facto de ser booleana deve-se ao facto de permitir uma representação e computação fácil do problema. Por exemplo estado selecionada a célula 1-1 significa que a escolha que maximiza a pontuação é a aula de segunda das 6h até às 8h45 para a cadeira BS.

Com esta representação podemos concluir que a nossa função de maximização será dada por:

$$\max \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^8 p_i x_j,$$

Na qual p representa os pontos das aulas dados na tabela 1 e x representa os valores 1 e 0 da tabela 2.

## 1.3 - Restrições

Para obtermos uma solução correta para o problema temos agora que encontrar e inserir na formulação as restrições do problema. Para o problema apresentados foram encontradas as seguintes restrições:

- As cadeiras BS e IF têm obrigatoriamente que ser escolhidas;
- Apenas pode ser escolhida uma aula por bloco horário em cada dia
- Apenas podemos escolher uma aula para cada cadeira
- Apenas podemos escolher 5 cadeiras

Estas restrições foram colocadas na segunda tabela, ficando assim apresentada:

Classes Taken		COURSES								Slot Constraints	
		1	2	3	4	5	6	7	8		
		BS	IF	IC	WDNPO	DAF	RM	OFS	FIM	Slots Taken	Required
TIMES	1 Monday 6-8:45	1	0	0	0	0	0	0	0	1 <=	1
	2 Tuesday 6-8:54	0	0	0	1	0	0	0	0	1 <=	1
	3 Wednesday 6-8:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0 <=	1
	4 Wednesday 2:30-5:15	0	0	1	0	0	0	0	0	1 <=	1
	5 Thursday 6-8h45	0	1	0	0	0	0	0	0	1 <=	1
	6 Thursday 2:30-5:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0 <=	1
	7 Friday 6-8:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0 <=	1
	8 Monday 1:25-2:20 & Wednesday 1:25-3:15	0	0	0	0	1	0	0	0	1 <=	1
	9 Tuesday 1:25-3:15 & Thursday 1:25-2:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0 <=	1
Course Constraints		Taken	1	1	1	1	1	0	0	0	5
		Required	1	1	1	1	1	1	1	1	5

Com todos os dados apresentados e restrições colocadas no solver do excel , podemos proceder para a computação do problema tentando maximizar a célula com a função =SOMARPRODUTO([matriz1];[matriz2])

A resolução para este problema pode ser encontrada na primeira aba do documento excel enviada em conjunto com este documento.

## Capítulo 2 Aula Online

A resolução do segundo problema é exatamente igual à resolução do primeiro excepto que com a inserção da aula online à cadeira BS com 5 pontos, aula essa que, sendo online não padece da restrição de apenas se poder escolher uma nesse horário (uma vez que na realidade não tem horário definido).

Assim a tabela de rating das aulas fica:

CLASSES RATING		COURSES							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		BS	IF	IC	WDNPO	DAF	RM	OFS	FIM
TIMES	1 Monday 6-8:45	4,3					3,6		3
	2 Tuesday 6-8:54	3,8			3,7	3		3,2	
	3 Wednesday 6-8:45	3,5							3,5
	4 Wednesday 2:30-5:15			4,4	3,5				
	5 Thursday 6-8h45		3,5						
	6 Thursday 2:30-5:15			3,1					
	7 Friday 6-8:45	3,5							
	8 Monday 1:25-2:20 & Wednesday 1:25-3:15	4,6				3,9	3,7		
	9 Tuesday 1:25-3:15 & Thursday 1:25-2:19	2,7	3,3					3,4	
	10 Online	5							

E a tabela booleana de decisão com restrições fica:



		COURSES										Slot Constraints	
		1	2	3	4	5	6	7	8				
Classes Taken		BS	IF	IC	WDNPO	DAF	RM	OFS	FIM			Slots Taken	Required
	1 Monday 6-8:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 <=	1
	2 Tuesday 6-8:54	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1 <=	1
	3 Wednesday 6-8:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 <=	1
	4 Wednesday 2:30-5:15	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1 <=	1
	5 Thursday 6-8h45	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1 <=	1
	6 Thursday 2:30-5:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 <=	1
	7 Friday 6-8:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 <=	1
	8 Monday 1:25-2:20 & Wednesday 1:25-3:15	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1 <=	1
	9 Tuesday 1:25-3:15 & Thursday 1:25-2:19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 <=	0
	10 Online	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 <=	No Limit
TIMES		1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5	
Course Constraints		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	

Tendo ambas as tabelas e as restrições aplicadas, avançamos com a mesma função de maximização do primeiro problema, atualizando as células das matrizes para o novo valor.

Novamente a resolução para este problema pode ser encontrada na segunda aba do ficheiro de excel enviado em conjunto com este relatório.

## Capítulo 3 Três dias por semana

A resolução para este problema passa pela criação de uma nova tabela que faça a contagem do número de dias de aulas e restrinja esse número a 3, a tabela usada neste caso foi a seguinte:

SCHOOL DAYS TABLE			
Days	Is School Day?	Number Of Classes	
Monday	0	0	
Tuesday	0	0	
Wednesday	0	0	
Thursday	0	0	
Friday	0	0	
Total	0		
	<=		
Required	3		

Nesta tabela a coluna Number of Classes conta, para cada dia o número de aulas presentes no horário da aluna, e a coluna Is School Day utiliza a função SE para escrever um 1 ou um 0 se a célula adjacente contiver algum valor superior a 0 sendo escrita como  
=SE(CELULA\_ADJACENTE >= 1; 1; 0)

Inserindo a nova restrição na qual o total da soma dos dias de aulas não pode ser superior a 3 ao problema chegamos à solução, no entanto na resolução realizada verificamos que o computador não consegue encontrar solução para o problema apresentado quer utilizando como base as tabelas do problema1 ou as tabelas do problema2.

Novamente esta resolução pode ser encontrada na terceira aba do ficheiro de excel enviada em conjunto com este relatório

## Anexos:

Folha 1:

DATA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Folha 2:

DATA													
CLASSES RATING		COURSES										Needs to tak BS, IF Likes IC, WDNPO Considers DAF, RM, OF	
		1	2	3	4	5	6	7	8				
		BS	IF	IC	WDNPO	DAF	RM	OFS	FIM				
TIMES	1 Monday 6-8:45	4,3					3,6		3				
	2 Tuesday 6-8:54	3,8				3,7	3		3,2			Avoid morning classes	
	3 Wednesday 6-8:45	3,5								3,5			
	4 Wednesday 2:30-5:15				4,4	3,5							
	5 Thursday 6-8h45			3,5								1 Content of th	
	6 Thursday 2:30-5:15				3,1							2 reputation of	
	7 Friday 6-8:45	3,5										3 Timing	
	8 Monday 1:25-2:20 & Wendsday 1:25-3:15	4,6					3,9	3,7					
	9 Tuesday 1:25-3:15 & Thursday 1:25-2:19	2,7	3,3						3,4				
	10 Online	5											
Classes Taken		COURSES										Slot Constraints	
		1	2	3	4	5	6	7	8				
		BS	IF	IC	WDNPO	DAF	RM	OFS	FIM	Slots Taken	Required		
TIMES	1 Monday 6-8:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 <=	1
	2 Tuesday 6-8:54	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1 <=	1	1
	3 Wednesday 6-8:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 <=	1	1
	4 Wednesday 2:30-5:15	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1 <=	1	1
	5 Thursday 6-8h45	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1 <=	1	1
	6 Thursday 2:30-5:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 <=	1	1
	7 Friday 6-8:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 <=	1	1
	8 Monday 1:25-2:20 & Wendsday 1:25-3:15	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1 <=	1	1
	9 Tuesday 1:25-3:15 & Thursday 1:25-2:19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 <=	0	0
	10 Online	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1 <=	No Limit	
Course Constraints		Taken	1	1	1	1	1	0	0	0	5		
		Required	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	
Total Rating		20,5											

## Folha 3

DATA																				
CLASSES RATING		COURSES								Needs to tak BS, IF										
		1 BS	2 IF	3 IC	4 WDNPO	5 DAF	6 RM	7 OFS	8 FIM	Likes	IC, WDNPO									
TIMES	Monday 6-1 8:45	4,3					3,6	3												
	Tuesday 6-2 8:54	3,8			3,7	3		3,2		Avoid morning classes										
	Wednesday 6-3 8:45	3,5							3,5											
	Wednesday 4 2:30-5:15			4,4	3,5															
	Thursday 6-5 8h45		3,5							1 Content of th										
	Thursday 6 2:30-5:15			3,1						2 reputation of										
	Friday 6-7 8:45	3,5								3 Timing										
	Monday 1:25-2:20 & Wednesday 8 1:25-3:15	4,6				3,9	3,7													
	Tuesday 1:25-3:15 & Thursday-9 1:25-2:19	2,7	3,3					3,4												
	Online 10	5																		

  

Classes Taken		COURSES								Slot Constraints		
		1 BS	2 IF	3 IC	4 WDNPO	5 DAF	6 RM	7 OFS	8 FIM	Slots Taken	Required	
TIMES	Monday 6-1 8:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 <=	1
	Tuesday 6-2 8:54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 <=	1
	Wednesday 6-3 8:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 <=	1
	Wednesday 4 2:30-5:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 <=	1
	Thursday 6-5 8h45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 <=	1
	Thursday 6 2:30-5:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 <=	1
	Friday 6-7 8:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 <=	1
	Monday 1:25-2:20 & Wednesday 8 1:25-3:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 <=	1
	Tuesday 1:25-3:15 & Thursday-9 1:25-2:19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 <=	0
	Online 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 <=	No Limit
Taken		0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Course Constraints Required		1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	
Total Rating		0										

  

SCHOOL DAYS TABLE		
Days	Is School Day?	Number Of Classes
Monday	0	0
Tuesday	0	0
Wednesday	0	0
Thursday	0	0
Friday	0	0
Total	0	
<=		
Required		3