
Aula 11-13 Solver

Prof. Herysson R. Figueiredo

Solver Excel



Habilitando Solver

Opções do Excel

Geral
Fórmulas
Revisão de Texto
Salvar
Idioma
Avançado
Personalizar Faixa de Opções
Barra de Ferramentas de Acesso Rápido
Suplementos
Central de Confiabilidade

Exiba e gerencie Suplementos do Microsoft Office.

Suplementos

Nome	Local	Tipo
Suplementos de Aplicativo Ativos		
PDFMaker.OfficeAddin	C:\...ice\x64\PDFMOfficeAddin.dll	Suplemento
Solver	C:\...Library\SOLVER\SOLVER.XLAM	Suplemento
Suplementos de Aplicativo Inativos		
Data (XML)	C:\... shared\Smart Tag\MOFL.DLL	Ação
Ferramentas de Análise	C:\...ibrary\Analysis\ANALYS32.XLL	Suplemento
Ferramentas de Análise - VBA	C:\...ary\Analysis\ATPVBAEN.XLAM	Suplemento
Ferramentas para o Euro	C:\...e16\Library\EUROTOOL.XLAM	Suplemento
Inquire	C:\...Office16\DCP\NativeShim.dll	Suplemento
Microsoft Actions Pane 3		Pacote de Ex
Microsoft Power Map for Excel	C:\...d-in\EXCELPLUGINSHELL.DLL	Suplemento
Microsoft Power Pivot for Excel	C:\...owerPivotExcelClientAddIn.dll	Suplemento
Microsoft Power View for Excel	C:\...AdHocReportingExcelClient.dll	Suplemento
Suplementos Relacionados a Documento		
Sem Suplementos Relacionados a Documento		
Suplemento:	PDFMaker.OfficeAddin	
Editor:	Adobe Inc.	
Compatibilidade:	Nenhuma informação de compatibilidade disponível	
Local:	C:\Program Files\Adobe\Acrobat DC\PDFMaker\Office\x64\PDFMOfficeAddin.	
Descrição:		
Gerenciar:	Suplementos do Excel	[...]

? X

?

X

Suplementos

Suplementos disponíveis:

- Ferramentas de Análise
- Ferramentas de Análise - VBA
- Ferramentas para o Euro
- Solver

OK Cancelar Procurar... Automação...

Solver

Ferramenta para otimização e solução de equações

?

X

OK Cancelar

Solver

The screenshot shows the Microsoft Excel ribbon with the 'Dados' tab selected. The 'Análise' group on the ribbon is highlighted with a red box around the 'Solver' button. The 'Solver' button is located in the 'Análise' group, which also includes 'Obter Dados Externos', 'Nova Consulta', 'Atualizar Tudo', 'Conexões', 'Propriedades', 'Editar Links', 'Classificar', 'Filtro', 'Avançado', 'Limpar', 'Reaplicar', 'Teste de Hipóteses', 'Planilha de Previsão', 'Estrutura de Tópicos', and 'Previsão'. The Excel interface also shows a worksheet with columns A through O and rows 1 through 10, with cell H11 currently selected.

Exemplo

A cervejaria "Mestre Malte" produz quatro tipos de cerveja artesanal: IPA, Stout, Pilsen e Weiss. O lucro líquido por lote de 1000 litros é de R\$ 600 (IPA), R\$ 500 (Stout), R\$ 350 (Pilsen) e R\$ 400 (Weiss).

O processo de produção é limitado por três recursos principais:

1. Capacidade de Fermentação: A cervejaria possui tanques de fermentação que totalizam 300 horas-tanque disponíveis por semana.
2. Estoque de Lúpulo Especial: O lúpulo de alta qualidade (usado em diferentes quantidades) é limitado a 120 kg por semana.
3. Mão de Obra (Envase): A linha de envase e rotulagem pode operar por no máximo 160 horas por semana.

Recurso	IPA (por lote)	Stout (por lote)	Pilsen (por lote)	Weiss (por lote)	Total Disponível
Fermentação	6 horas	5 horas	4 horas	4 horas	300 horas
Lúpulo	3kg	2kg	1kg	1kg	120kg
Mão de Obra	2 horas	2 horas	1 horas	3 horas	160 horas

Exemplo

Maximizar $Z = 600x_1 + 500x_2 + 350x_3 + 400x_4$

sujeito a: $6x_1 + 5x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 300$ (capacidade de fermentação)

$3x_1 + 2x_2 + 1x_3 + 1x_4 \leq 120$ (lúpulo especial)

$2x_1 + 2x_2 + 1x_3 + 3x_4 \leq 160$ (mão de obra – envase)

$x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$ (não negatividade)

Solver

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1		X1	X2	X3	X4										
2	Solução														
3	Coeficiente	600	500	350	400										
4															
5	Restrição 1	6	5	4	4			≤	300						
6	Restrição 2	3	2	1	1			≤	120						
7	Restrição 3	2	2	1	3			≤	160						
8															
9															

Maximizar $Z = 600x_1 + 500x_2 + 350x_3 + 400x_4$

sujeito a: $6x_1 + 5x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 300$

$3x_1 + 2x_2 + 1x_3 + 1x_4 \leq 120$

$2x_1 + 2x_2 + 1x_3 + 3x_4 \leq 160$

$x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$

Solver

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1		X1	X2	X3	X4										
2	Solução														
3	Coeficiente	600	500	350	400										
4															
5	Restrição 1	6	5	4	4			≤	300						
6	Restrição 2	3	2	1	1			≤	120						
7	Restrição 3	2	2	1	3			≤	160						
8															
9															

Maximizar $Z = 60x_1 + 500x_2 + 350x_3 + 400x_4$

sujeito a: $6x_1 + 5x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 300$

$$3x_1 + 2x_2 + 1x_3 + 1x_4 \leq 120$$

$$2x_1 + 2x_2 + 1x_3 + 3x_4 \leq 160$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$$

Solver

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1		X1	X2	X3	X4										
2	Solução														
3	Coeficiente	600	500	350	400										
4															
5	Restrição 1	6	5	4	4			≤	300						
6	Restrição 2	3	2	1	1			≤	120						
7	Restrição 3	2	2	1	3			≤	160						
8															
9															

Maximizar $Z = 600x_1 + 500x_2 + 350x_3 + 400x_4$

sujeito a: $6x_1 + 5x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 300$

$3x_1 + 2x_2 + 1x_3 + 1x_4 \leq 120$

$2x_1 + 2x_2 + 1x_3 + 3x_4 \leq 160$

$x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$

Solver

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1		X1	X2	X3	X4										
2	Solução														
3	Coeficiente	600	500	350	400										
4															
5	Restrição 1	6	5	4	4		<=	300							
6	Restrição 2	3	2	1	1		<=	120							
7	Restrição 3	2	2	1	3		<=	160							
8															
9															

Maximizar $Z = 600x_1 + 500x_2 + 350x_3 + 400x_4$

sujeito a: $6x_1 + 5x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 300$

$$3x_1 + 2x_2 + 1x_3 + 1x_4 \leq 120$$

$$2x_1 + 2x_2 + 1x_3 + 3x_4 \leq 160$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$$

Solver

A	B	C	D	E	F	N	O
1		x_1	x_2	x_3	x_4		
2	Solução	$SX1$	$+ SX2$	$+ SX3$	$+ SX4$		
3	Coeficiente	600	500	350	400		
4							
5	Restrição 1	6	5	4	4	\leq	300
6	Restrição 2	3	2	1	1	\leq	120
7	Restrição 3	2	2	1	3	\leq	160
8							
9							

$= SX1*600 + SX2*500 + SX3*350 + 400*SX4$
na planilha
 $=\text{SOMARPRODUTO}(B2:E2;B3:E3)$

Maximizar $Z = 600x_1 + 500x_2 + 350x_3 + 400x_4$

sujeito a: $6x_1 + 5x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 300$

$$3x_1 + 2x_2 + 1x_3 + 1x_4 \leq 120$$

$$2x_1 + 2x_2 + 1x_3 + 3x_4 \leq 160$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$$

Solver

=SOMARPRODUTO(B5:E5;\$B\$2:\$E\$2)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1		X1	X2	X3	X4										
2	Solução														
3	Coeficiente	600	500	350	400										
4															
5	Restrição 1	6	5	4	4				≤	300					
6	Restrição 2	3	2	1	1				≤	120					
7	Restrição 3	2	2	1	3				≤	160					
8															
9															

Maximizar $Z = 600x_1 + 500x_2 + 350x_3 + 400x_4$

sujeito a:

$$6x_1 + 5x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 300$$
$$3x_1 + 2x_2 + 1x_3 + 1x_4 \leq 120$$
$$2x_1 + 2x_2 + 1x_3 + 3x_4 \leq 160$$
$$x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$$

Solver

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		X1	X2	X3	X4			
2	Solução							
3	Coeficiente	600	500	350	400			
4								
5	Restrição 1	6	5	4	4		\leq	300
6	Restrição 2	3	2	1	1		\leq	120
7	Restrição 3	2	2	1	3		\leq	160
8								
9								

Parâmetros do Solver

Definir Objetivo:

Para: Máx. Min. Valor de: 0

Alterando Células Variáveis:

Sujeito às Restrições:

Tornar Variáveis Irrestritas Não Negativas

Selecionar um Método de Solução: LP Simplex

Método de Solução:
Selecione o mecanismo GRG Não Linear para Problemas do Solver suaves e não lineares.
Selecione o mecanismo LP Simplex para Problemas do Solver lineares. Selecione o mecanismo Evolutionary para problemas do Solver não suaves.

Ajuda Resolver Fazer

Solver

	A	B	C	D	E	X1	X2	X3	X4	
1										
2	Solução									
3	Coeficiente	600	500	350	400					
4										
5	Restrição 1	6	5	4	4					≤ 300
6	Restrição 2	3	2	1	1					≤ 120
7	Restrição 3	2	2	1	3					≤ 160
8										
9										

Parâmetros do Solver

Adicionar Restrição

Referência de Célula: Restrição: Valor de:

OK Adicionar Cancelar

Tornar Variáveis Irrestritas Não Negativas

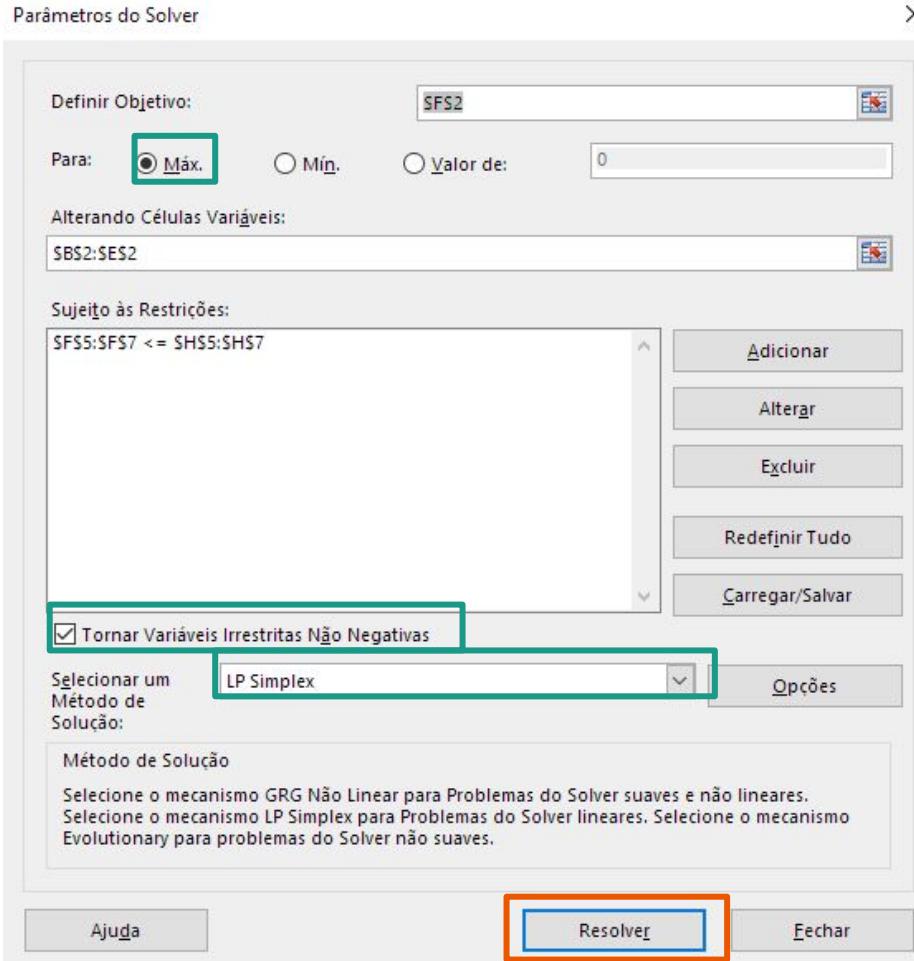
Selecionar um Método de Solução: LP Simplex

Método de Solução: Selecionar o mecanismo GRG Não Linear para Problemas do Solver suaves e não lineares. Selecionar o mecanismo LP Simplex para Problemas do Solver lineares. Selecionar o mecanismo Evolutionary para problemas do Solver não suaves.

Ajuda Resolver Fazer

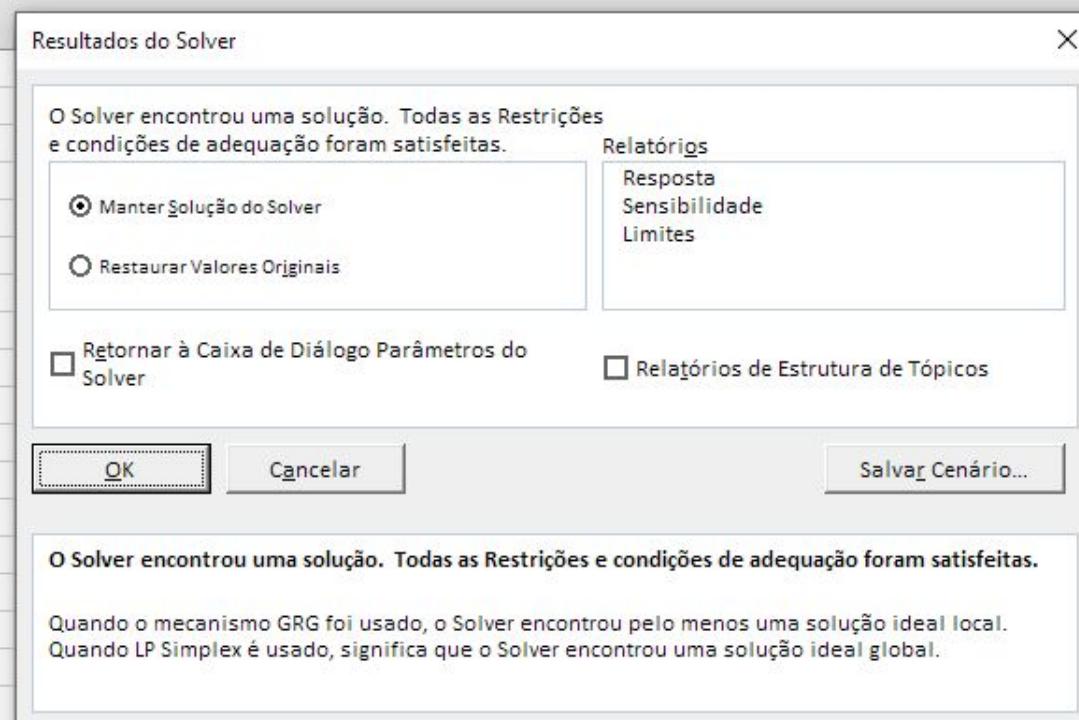
Adicionar Alterar Excluir Redefinir Tudo Carregar/Salvar

Solver



Solver

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	MAX	X1	X2	X3	X4			
2	Solução	30	0	0	30	30000		
3	Coeficiente	600	500	350	400			
4								
5	Restrição 1	6	5	4	4	300	\leq	300
6	Restrição 2	3	2	1	1	120	\leq	120
7	Restrição 3	2	2	1	3	150	\leq	160
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								



Solver

Célula do Objetivo (Máx.)

Célula	Nome	Valor Original	Valor Final
\$F\$2	Solução	30000	30000

Células Variáveis

Célula	Nome	Valor Original	Valor Final	Número Inteiro
\$B\$2	Solução X1	30	30	Conting.
\$C\$2	Solução X2	0	0	Conting.
\$D\$2	Solução X3	0	0	Conting.
\$E\$2	Solução X4	30	30	Conting.

Restrições

Célula	Nome	Valor da Célula	Fórmula	Status	Margem de Atraso
\$F\$5	Restrição 1	300	\$F\$5<=\$H\$5	Associação	0
\$F\$6	Restrição 2	120	\$F\$6<=\$H\$6	Associação	0
\$F\$7	Restrição 3	150	\$F\$7<=\$H\$7	Não-associação	10

Solver

Células Variáveis

Célula	Nome	Final	Reducido	Objetivo	Permitido	Permitido
		Valor	Custo	Coeficiente	Aumentar	Reduzir
\$B\$2	Solução X1	30	0	600	600	0
\$C\$2	Solução X2	0	0	500	0	1E+30
\$D\$2	Solução X3	0	-50	350	50	1E+30
\$E\$2	Solução X4	30	0	400	0	0

Restrições

Célula	Nome	Final	Sombra	Restrição	Permitido	Permitido
		Valor	Preço	Lateral R.H.	Aumentar	Reduzir
\$F\$5	Restrição 1	300	100	300	8,571428571	60
\$F\$6	Restrição 2	120	0	120	30	6
\$F\$7	Restrição 3	150	0	160	1E+30	10



Solver

Objetivo		
Célula	Nome	Valor
\$F\$2	Solução	30000

Variável			Inferior	Objetivo	Superior	Objetivo
Célula	Nome	Valor	Límite	Resultado	Límite	Resultado
\$B\$2	Solução	30	0	12000	30	30000
\$C\$2	Solução	0	0	30000	0	30000
\$D\$2	Solução	0	0	30000	0	30000
\$E\$2	Solução	30	0	18000	30	30000

Exercícios

A refinaria de petróleo Replano destila óleo cru proveniente de duas fontes, Arábia e Venezuela e produz três produtos: gasolina, querosene e lubrificante. Os óleos têm diferentes composições químicas e fornecem diferentes quantidades de destilados por barril processado. Cada barril de óleo cru da Arábia gera 0,3 barril de gasolina, 0,4 de querosene e 0,2 de lubrificante. Para a Venezuela estas quantidades são respectivamente: 0,4, 0,2 e 0,3. Sendo 10% de resíduos para os dois tipos. Os óleos diferem também em custo e disponibilidade. A Replano pode comprar até 9000 barris da Arábia a \$20 cada barril e até 6000 barris da Venezuela a \$15 o barril. Contratos da Replano com distribuidores exigem que ela produza pelo menos 2000 barris por dia de gasolina, 1500 de querosene e 500 de lubrificantes. Como cumprir os contratos gastando o mínimo? Qual a mistura ideal de compra/refino dos óleos?



Exercícios

Uma gestora de fundos de investimento, a "Capital Seguro", precisa alocar um total de R\$ 5.000.000 de um novo cliente em diferentes classes de ativos. Os ativos disponíveis para este portfólio são: Ações de Crescimento, Títulos de Renda Fixa e Fundos de Investimento Imobiliário (FIIs).

Cada classe de ativo possui um retorno anual esperado e um índice de risco (volatilidade) associado, medido numa escala de 1 a 10. As Ações de Crescimento têm um retorno esperado de 12% ao ano e um índice de risco 8. Os Títulos de Renda Fixa têm um retorno de 6% e risco 2. Os FIIs geram um retorno esperado de 8% com risco 4.

A política de investimento do cliente e da gestora impõe regras estritas sobre a alocação para garantir a diversificação e o controle de perdas. O cliente exige que:

1. Pelo menos R\$ 1.000.000 sejam investidos em Títulos de Renda Fixa para garantir liquidez.
2. O investimento em Ações de Crescimento, por ser de maior risco, não pode ultrapassar R\$ 2.000.000.
3. O montante investido em FIIs deve ser de, no mínimo, R\$ 500.000 para aproveitar oportunidades do setor imobiliário.
4. O índice de risco médio ponderado do portfólio total não pode ser superior a 5. (O risco ponderado é calculado como: $(\text{Valor em Ações} * 8 + \text{Valor em Títulos} * 2 + \text{Valor em FIIs} * 4) / 5.000.000$).

Como a gestora "Capital Seguro" deve alocar os R\$ 5.000.000 entre as três classes de ativos para maximizar o retorno anual total esperado, sem violar nenhuma das restrições do cliente? Qual a alocação ideal para cada ativo?



Exercícios

Desenvolver exercícios da Aula 9-10.

Referências

GOLDBARG, Marco Cesar; LUNA, Henrique Pacca L. Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2005. 518 p.

ANDRADE, Eduardo Leopoldino de. Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para a análise de decisão. 4. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2009. xvi, 204 p. Taha, Hamdy A.. Pesquisa Operacional - 8^a edição, 2007.

ACKOFF, Russell Lincoln; SASIENI, Maurice W. Pesquisa operacional. Rio de Janeiro, RJ: Livros Técnicos e Científicos, 1971. 523 p.

BANZHAF, Wolfgang. Genetic Programming: an introduction. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, c1998. 470 p.

LACHTERMACHER, Gerson. Pesquisa operacional: na tomada de decisões [RECURSO ELETRÔNICO]. São Paulo, SP: Pearson, 2009. 1 CD.

KORTE, Bernhard; VYGEN, Jens. Combinatorial optimization: theory and algorithms. Berlim: Springer, 2000. 530 p. (Algorithms and combinatorics; 21).