



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:\...fce\64\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\DCF\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		
<i>Sem Suplementos Relacionados a Documento</i>		
Suplemento:	PDFMaker.OfficeAddin	
Editor:	Adobe Inc.	
Compatibilidade:	Nenhuma informação de compatibilidade disponível	
Local:	C:\Program Files\Adobe\Acrobat DC\PDFMaker\Office\64\PDFMOfficeAddin.	
Descrição:		
Gerenciar:	Suplementos do Excel	

Suplementos

Suplementos disponíveis:

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

Solver
Ferramenta para otimização e solução de equações

OK Cancelar Procurar... Automação...

Solver

The image displays the Microsoft Excel interface, specifically the 'Dados' (Data) tab on the ribbon. The 'Solver' button is highlighted with a red box. The ribbon includes the following tabs: Arquivo, Página Inicial, Inserir, Layout da Página, Fórmulas, Dados, Revisão, Exibir, Acrobat, Diga-me..., Entrar, and Compartilhar. The 'Dados' tab contains the following groups and options:

- Obter e Transformar:** Obter Dados Externos, Nova Consulta.
- Conexões:** Atualizar Tudo, Conexões, Propriedades, Editar Links.
- Classificar e Filtrar:** Classificar, Filtro, Limpar, Reaplicar, Avançado.
- Ferramentas de Dados:** Texto para Colunas.
- Previsão:** Teste de Hipóteses, Planilha de Previsão.
- Estrutura de Tópicos:** Estrutura de Tópicos.
- Análise:** Solver.

The spreadsheet area below the ribbon shows columns A through O and rows 1 through 10. The active cell is H11.



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				Maximizar	$Z = 600x_1 + 500x_2 + 350x_3 + 400x_4$					
2	Solução								sujeito a:	$6x_1 + 5x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 300$					
3	Coeficiente	600	500	350	400					$3x_1 + 2x_2 + 1x_3 + 1x_4 \leq 120$					
4										$2x_1 + 2x_2 + 1x_3 + 3x_4 \leq 160$					
5	Restrição 1	6	5	4	4		<=	300		$x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$					
6	Restrição 2	3	2	1	1		<=	120							
7	Restrição 3	2	2	1	3		<=	160							
8															
9															

Solver

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1		X1	X2	X3	X4										
2	Solução														
3	Coefficiente	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:

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

	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		<=	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

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

	A	B	C	D	E	F		N	O
1		x1	x2	x3	x4				
2	Solução	SX1	SX2	SX3	SX4				
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

=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	Coefficiente	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

Definir Objetivo:

Para: ☐ Máx. ☒ Min. ☐ Valor de:

Alterando Células Variáveis:

Sujeito às Restrições:

☒ Tornar Variáveis Irrestritas Não Negativas

Selecionar um Método de Solução:

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.

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	<=		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:

<=

☒ 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.

Solver

Parâmetros do Solver



Definir Objetivo:

\$F\$2

Para:

☒ Máx.

☐ Mín.

☐ Valor de:

0

Alterando Células Variáveis:

\$B\$2:\$E\$2

Sujeito às Restrições:

\$F\$5:\$F\$7 <= \$H\$5:\$H\$7

Adicionar

Alterar

Excluir

Redefinir Tudo

Carregar/Salvar

☒ Tornar Variáveis Irrestritas Não Negativas

Selecionar um
Método de
Solução:

LP Simplex

Opções

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

Fechar

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	<=	300
6	Restrição 2	3	2	1	1	120	<=	120
7	Restrição 3	2	2	1	3	150	<=	160
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								

Resultados do Solver

O Solver encontrou uma solução. Todas as Restrições e condições de adequação foram satisfeitas.

- ☒ Manter Solução do Solver
☐ Restaurar Valores Originais

☐ Retornar à Caixa de Diálogo Parâmetros do Solver

Relatórios

Resposta
Sensibilidade
Limites

☐ Relatórios de Estrutura de Tópicos

OK

Cancelar

Salvar Cenário...

O Solver encontrou uma solução. Todas as Restrições e condições de adequação foram satisfeitas.

Quando o mecanismo GRG foi usado, o Solver encontrou pelo menos uma solução ideal local.
Quando LP Simplex é usado, significa que o Solver encontrou uma solução ideal global.



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

		Final	Reduzido	Objetivo	Permitido	Permitido
Célula	Nome	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

		Final	Sombra	Restrição	Permitido	Permitido
Célula	Nome	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		
Célula	Nome	Valor
\$B\$2	Solução >	30
\$C\$2	Solução >	0
\$D\$2	Solução >	0
\$E\$2	Solução >	30

Inferior	Objetivo
Limite	Resultado
0	12000
0	30000
0	30000
0	18000

Superior	Objetivo
Limite	Resultado
30	30000
0	30000
0	30000
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 - 8ª 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).