

Resolvendo Problemas de Programação Linear com o MS Solver

Alexandre Rojas

Departamento de Informática e Ciência da Computação-UERJ

Mestrando PET/COPPE/UFRJ

rojas@ime.uerj.br

Abstract

O uso de programas computacionais para solução de Problemas de Programação Linear – PPL, vem sendo largamente empregado pelas empresas. Alguns destes softwares, de uso mais limitado, são disponibilizados na Internet como forma de alavancar as vendas da versão “full”. Um exemplo de software encontrado na Internet e bastante utilizado é o What’sBest que é implementado como macro do MS Excel e que vem se apresentando como uma alternativa de fácil uso a baixo custo. Entretanto, restrições deste software com as versões do Sistema Operacional Windows em Português limitam sua aplicabilidade.

O MS Solver, é um suplemento (add in) do Excel, sendo fornecido junto com o pacote Office e é pouco conhecido dos usuários de Pesquisa Operacional, porém apresenta boa performance na solução dos problemas sem acréscimos de custo (para os usuários do Excel) ou incompatibilidade com o Sistema Operacional Windows em Português.

O presente artigo, baseado no Manual do MS Excel, tem por objetivo apresentar o MS Solver como uma ferramenta prática e de fácil utilização servindo como alternativa ao ensino da Programação Linear e utilização nas empresas de pequeno e médio porte que objetivem resolver aspectos de otimização etc. utilizando uma ferramenta computacional.

Introdução

Este artigo apresenta informações sobre o uso do Solver do Microsoft Excel para solução de Problemas de Programação Linear, descrevendo como:

- Definir e resolver um problema
- Criar um relatório sobre a solução
- Controlar o processo de solução
- Salvar e carregar especificações de problemas

Definindo um problema

Para definir um problema usando o Solver, você cria primeiro um modelo de planilha, exatamente como faria com o Microsoft Excel. Em seguida, você escolhe Solver no menu Ferramentas e especifica as células e restrições do problema na caixa de diálogo Parâmetros do Solver, mostrada na Figura 1, a seguir.

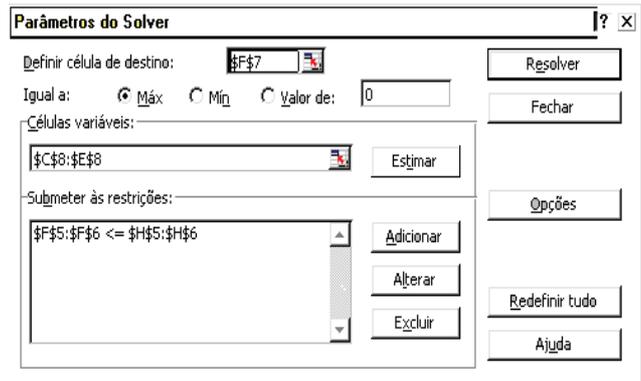


Figura 1

Obs: A disposição das células no exemplo abaixo foram colocadas com objetivo didático, não representado obrigatoriedade do programa.

Exemplo:

O exemplo utilizado a seguir será empregado para explicar a utilização dos recursos do Solver:

Considere o seguinte PPL:

$$\text{Max } Z = 4x_1 + 3x_2 + 6x_3 \text{ s.a.}$$

$$R1 \quad 3x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 30$$

$$R2 \quad 2x_1 + 2x_2 + 3x_3 \leq 40$$

- Primeiramente construa uma Planilha da seguinte forma:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Modelo de PPL								
2									
3									
4			x1	x2	x3	Totais	restrições		
5		r1	3	1	3	0	<=	30	
6		r2	2	2	3	0	<=	40	
7		z	4	3	6	0			
8		solução							

Figura 2

Onde:

As células C5,C6,C7,D5,D6,D7,E5,E6,E7,H5 e H6 contém os parâmetros das equações de solução do PPL;

As células C8,D8,E8 e F8 conterão a solução do PPL;

As células F5,F6 e F7 contem, respectivamente, as fórmulas:

=SOMARPRODUTO(C5:E5;C8:E8),
 =SOMARPRODUTO(C6:E6;C8:E8),
 =SOMARPRODUTO(C7:E7;C8:E8)

correspondentes ao produto dos coeficientes da equação pelo valor da função objetivo

- **Para definir um problema:**

No menu Ferramentas escolha Solver.

Obs: Se o comando Solver não aparecer no menu Ferramentas execute a opção Suplementos para instalar.

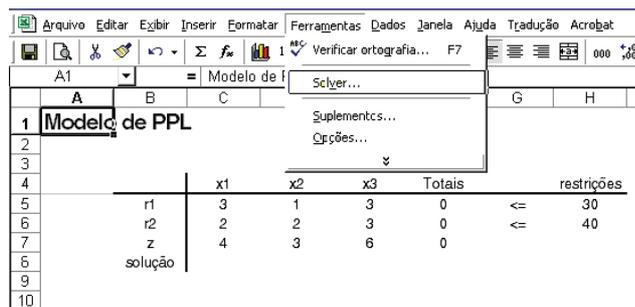


Figura 3

- **Especificar a Célula de Destino**

Na caixa "Definir célula de destino" da Figura 1, especifique a célula cujo valor você deseja que atinja um determinado valor ou cujo valor você deseja maximizar ou minimizar. Deve ser o valor da Função Objetivo.

A célula de destino (ou célula meta) **deve conter uma fórmula**. Usualmente, adota-se a função =SOMARPRODUTO(MATRIZ 1; MATRIZ 2). Seu valor depende, direta ou indiretamente, de uma ou mais células alteráveis que você especifica na caixa "Células Variáveis". Se a célula de destino não contiver uma fórmula, ele também pode conter uma célula variável, caso contrário, o Solver não terá condições de alterar o seu valor.

- **Especificar o tipo de Otimização**

Se você quiser que o valor da célula de destino seja o maior ou o mais positivo possível, selecione o botão de opção "Max".

Se você deseja que o valor da célula de destino seja o menor ou o mais negativo possível, selecione o botão de opção "Min".

Se você deseja que a célula de destino assuma um determinado valor, selecione o botão de opção "Valor de" e, em seguida, digite o valor na caixa ao lado.

Observação Se você selecionar o botão de opção "Min", verifique se a célula contida na caixa "célula de destino" assume um valor negativo. Se isso acontecer, e um valor como esse não for significativo para seu problema, adicione uma restrição especificando que a célula deve ser maior ou igual a zero.

- **Especificar as Células Variáveis** - Na caixa "Células variáveis" da Figura 1, insira uma referência as células que podem ser modificadas pelo Solver até que as restrições contidas no problema sejam satisfeitas e a célula meta atinja seu objetivo.

Para inserir a referência, você pode digitá-la ou pode selecionar a célula ou intervalo de células na planilha.

Para selecionar intervalos de células não-adjacentes mantenha pressionada a tecla Ctrl enquanto seleciona as células ou intervalos de célula.

Se você deseja que o Solver proponha as células ajustáveis com base na célula-meta escolha o botão "Estimar"

As células variáveis (ou células ajustáveis) são algumas vezes chamadas de variáveis de decisão ou incógnitas. Elas são células que normalmente contêm os parâmetros-chave de seu modelo, como por exemplo, um preço de produto ou uma taxa de juros. No exemplo acima são representadas pelas células C10,D10 E10 e, usualmente não contêm fórmulas.

Se você deseja que o Solver proponha as células variáveis com base na célula de destino, escolha o botão "Estimar". Se você usar o botão "Estimar", deverá primeiro especificar uma célula de destino, caso contrário, o Microsoft Excel exibirá uma mensagem de erro.

A caixa "Células Variáveis" normalmente contém uma referência a um intervalo de célula ou uma seleção não-adjacente de célula que o Solver pode variar para encontrar uma solução. Você pode especificar até 300 células ajustáveis. Quanto mais células envolvidas no problema, maior será o tempo gasto para achar uma solução.

- **Especificar as restrições do problema**

Na caixa Parâmetros do Solver (Figura 1) e item "Submeter as restrições" escolha a ação desejada usando os botões "Adicionar", "Alterar" e "Excluir" para especificar as restrições do problema. Uma restrição é uma célula ou intervalo de células, contendo normalmente uma fórmula que depende de uma ou mais células ajustáveis, cujos valores são necessários para ficar dentro de certos limites ou satirize metas como parte da especificação do problema Usualmente, na célula que conterá a restrição, coloca-se a função

=SOMARPRODUTO(MATRIZ1; MATRIZ 2).

Uma restrição consiste de uma referência de célula à esquerda: um número, fórmula ou referência de célula à direita e uma relação entre elas no meio, como mostra a tabela abaixo.

Referência de Célula + operador +Restrição	Significado
\$C\$13<=800	Valor contido na célula C13 deve ser menor ou igual a 800

Referência de Célula + operador +Restrição	Significado
$\$C\$13 \geq \$D\13	O valor contido na célula C13 deve ser maior ou igual ao valor contido na célula D13.
$\$C\$13 \leq \$D\$13 + \$E\13	O valor contido na célula C13 deve ser menor ou igual à soma dos valores contidos nas células D13 e E13.
$\$C\$13:\$C\$17 \geq 0$	Os valores contidos nas células C13, C 14, C15, C16 e C17 devem ser maiores que ou iguais a zero.
$\$C\$13:\$C\$17 \geq \$D\$13:\$D\17	o valor contido na célula C13 deve ser maior ou igual ao valor contido na célula D13; a célula C14 deve ser maior ou igual a célula D14, e assim por diante.
$\$C\$10:\$E\10 numero	A solução do problema deve ser um número inteiro. Somente as células variáveis podem ser do tipo número
$\$C\$10:\$E\10 bin	A solução do problema deve ser binária. Somente as células variáveis podem ser do tipo bin

No exemplo acima, a célula F7 contém a fórmula =SOMARPRODUTO(C7:E7;C10:E10), ou seja o produto dos coeficientes da equação com a restrição vezes os valores obtidos após a resolução do PPL(células variáveis) : $C7 * C10 + D7 * D10 + E7 * E10$.

O número ou fórmula à direita age como uma meta exata, um limite superior ou um limite inferior para a célula de restrição (a célula à esquerda), dependendo da relação especificada. As restrições podem incluir os limites inferiores e superiores para qualquer célula em seu modelo, incluindo a célula meta e as células ajustáveis. Somente as células ajustáveis podem ser restringidas a um valor inteiro. A célula à esquerda de cada restrição normalmente contém uma fórmula que depende, direta ou indiretamente, de uma ou mais células ajustáveis. No caso mais simples, a célula referida é uma célula ajustável. Isto significa que você está colocando um limite superior, limite inferior ou restrição a um número inteiro, no valor que a célula alterável pode assumir.

Observação: A inserção de uma célula na caixa "Definir célula" é opcional; se você não especificar uma célula o Solver procurará uma solução (valores para as células ajustáveis) que satisfaça todas as restrições.

Adicione, altere ou exclua restrições conforme necessário.

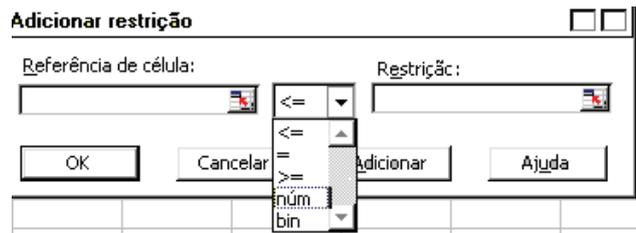


Figura 4

Na caixa "Referência da célula", digite a referência nome da célula ou intervalo de células cujo valor você deseja restringir.

Você pode digitar a referência ou nome, selecionar a célula ou intervalo das células na planilha.

Na caixa entre a caixa "Referência da célula" e a caixa "Restrição", selecione a relação (=, <=, >=, num ou bin) que você deseja entre a célula referida e a restrição que você inserirá na caixa "Restrição".

Se você não selecionar relação, <=(menor ou igual a) será usada. Se você selecionar num, "numero" (equivalente a Inteiro nas versões anteriores do Excel) aparecerá na caixa "Submeter às Restrições"

Na caixa "Restrição", digite um número, uma referência de célula, um nome, ou uma fórmula.

Se você inserir uma referência de célula, poderá digitar a referência ou selecionar a célula ou intervalo de célula na planilha.

Somente células ajustáveis podem ser selecionadas com número ou bin.

- **Programação Inteira** - Caso deseje que a solução seja um número inteiro:

Você deve acrescentar mais uma restrição indicando que a restrição para as células variáveis deve ser do tipo num.

- **Programação Binária** Proceda de forma semelhante caso as respostas sejam binárias.

Inclua mais uma restrição indicando que as células variáveis são do tipo Bin.

- **Limite superior ou inferior** Você pode estabelecer um limite superior ou inferior para a solução do problema acrescentando mais uma restrição.

Quando você estiver terminando de definir o problema, pode fazer com que o Microsoft Excel resolva o problema, ou pode salvar a definição do problema.

- **Observação** Quando você seleciona o botão de opção "Valor de", o Solver procura valores para as células ajustáveis que façam com que o valor da célula contida na caixa "Células variáveis" torne-se o mais próximo possível desta meta. Você pode obter mesmo

resultado adicionando uma restrição que especifica que a célula deve ser igual ao valor.

Durante o processo de solução, o Solver coloca valores numéricos nas células variáveis e recalcula a planilha. Estes números substituem o valor anterior da célula ou fórmula.

Se você inseriu um intervalo de células na caixa "Referência da célula", deverá digitar um número ou um intervalo de células do mesmo tamanho na caixa "Restrição".

Para aceitar a restrição e adicionar outra, escolha o botão "Adicionar".

Para aceitar a restrição e voltar à caixa de diálogo Parâmetros do Solver, escolha o botão "OK".

Se você decidir que não deseja a restrição, escolha o botão "Cancelar".

Quando você escolhe o botão "OK", todas as restrições que você especificou aparecem na caixa "Sujeito às restrições" na caixa de diálogo Parâmetros do Solver em ordem de referência de célula.

Para alterar uma restrição

Na caixa Parâmetros do Solver, item Sujeito às Restrições, você pode alterar a referência de célula, a relação entre as células e a restrição, ou a restrição.

Primeiro selecione a restrição a ser alterada. Em seguida selecione Alterar e deverá aparecer a caixa Figura 5, abaixo:



Figura 5

Para alterar a referência de célula, digite a nova referência ou selecione a nova célula ou intervalo de células na planilha.

Para modificar a relação entre as células e a restrição, selecione a nova relação contida na caixa entre a caixa "Referência de célula" e a caixa "Restrição".

Para modificar a restrição, digite um número referência ou nome de célula, ou fórmula na caixa "Restrição".

Escolha o botão "OK" e suas restrições serão refletidas na caixa de diálogo Parâmetros do Solver. Se você escolher o botão "Cancelar", a restrição permanece inalterada e a caixa de diálogo Parâmetros do Solver reaparecerá.

Para excluir uma restrição

Cuidado As exclusões não podem ser canceladas ou desfeitas. Se você cometer um erro, simplesmente escolha o botão "Incluir" e re digite a restrição.

1. Na caixa "Parâmetros do Solver", item "Sujeito às restrições" (Figura 1), selecione a restrição que você deseja excluir.

2. Escolha o botão "Excluir".

Resolvendo um problema

O processo de solução do Solver do Microsoft Excel envolve sucessivas tentativas ou interações. Durante cada iteração um novo conjunto de valores das células ajustáveis é usado para recalcular a planilha, e as restrições e valores ideais de células são examinados. O processo termina quando uma solução é encontrada com precisão aceitável, quando não há possibilidade de prosseguir, ou quando o tempo máximo permitido ou o número máximo de iterações forem atingidos.

O botão "Resolver", na caixa de diálogo Parâmetros do Solver, inicia o processo de solução do problema. Ao escolher o botão "Resolver" você deve ter definido anteriormente um problema especificando, uma célula na caixa "Células variáveis", uma ou mais restrições, ou ambas. Na primeira vez que você definir um determinado problema, siga as orientações descritas em "Definindo um problema", anteriormente. Após ter definido o problema uma vez, você pode salvá-lo e carregá-lo da próxima vez que quiser usá-lo.

Quando você escolhe o botão "Resolver", é exibida uma mensagem na barra de status, informando que o Microsoft Excel está definindo o problema. Em seguida, uma mensagem é exibida na barra de status informando quantas tentativas de solução foram exploradas até o momento.

Você pode interromper o processo de solução a qualquer momento. Quando o processo de solução está terminado ou você o interrompe, aparece uma caixa de diálogo contendo uma das possíveis mensagens de finalização do Solver do Microsoft Excel. Você pode conservar os novos valores para as células ajustáveis que são exibidas em sua planilha, ou restabelecer os valores originais. Você pode criar relatórios resumidos sobre o processo de solução. É também possível salvar os valores contidos nas células ajustáveis como cenários que você pode exibir mais tarde usando o Gerenciador de Cenário.

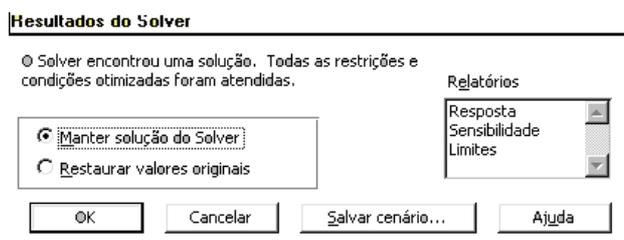


Figura 6

Para interromper o processo de solução

1. Pressione ESC.

Aparece a caixa de diálogo Mostrar Tentativa de Solução e a planilha é recalculada com os últimos valores encontrados até o momento para as células ajustáveis.

2. Para continuar o processo de solução, escolha o botão "Continuar".

Para interromper o processo de solução, escolha o botão "Parar". Aparece a caixa de diálogo de finalização do Solver.

Para conservar a solução

1. Na caixa de diálogo de finalização, selecione 'botão de opção "Manter a solução do Solver".

2. Escolha o botão "OK".

Para restaurar os dados originais

1. Na caixa de diálogo de finalização, selecione o botão de opção "Restaurar os valores originais".

2. Escolha o botão "OK".

Para salvar valores de células ajustáveis como um cenário

1. Na caixa de diálogo de finalização, escolha o botão "Salvar cenário" . Aparece a caixa de diálogo Salvar Cenário.

2. Na caixa "Nome do cenário", digite um nome para o cenário.

3. Escolha o botão "OK".

Microsoft Excel salva os valores para as células ajustáveis como um cenário nomeado.

Observação Você não precisa salvar a solução encontrada pelo Solver para salvar as células ajustáveis como um cenário. Se você deseja criar um cenário mas não quer exibir os resultados em sua planilha, escolha o botão de opção "Restaurar os valores originais", na caixa de diálogo de finalização, após ter salvado o cenário e, em seguida, escolha o botão "OK".

Controlando o processo de solução

Você usa a caixa de diálogo Opções do Solver para controlar recursos avançados do processo de solução e para carregar ou salvar as especificações (como, por exemplo, seleções de células e restrições) para um determinado problema na planilha. Para exibir a caixa de diálogo contendo as opções do Solver, escolha o botão "Opções", na caixa de diálogo Parâmetros do Solver.

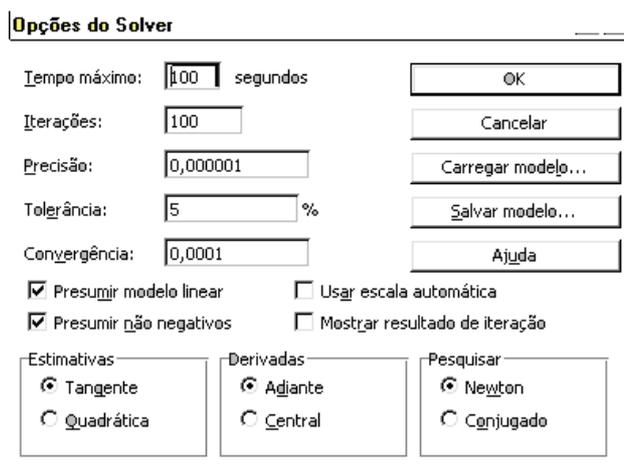


Figura 7

Cada uma das opções contidas na caixa de diálogo Opções do Solver tem uma configuração padrão apropriada para a maioria dos problemas, de modo que você não precisa alterar a configuração, exceto em situações especiais. Usando a caixa de diálogo Opções do Solver, você pode definir as opções abaixo.

- Tempo de solução e número de iterações - Tempo de solução do problema

depende do número de células ajustáveis, o tamanho e a complexidade da planilha (que deve ser recalculada muitas vezes), e da dificuldade intrínseca do problema. Você pode usar a caixa "Tempo máximo", a caixa "Iterações" ou ambas, para limitar o tempo do processo de solução.

Você pode definir o limite máximo de tempo na caixa "Tempo máximo" e o número máximo de iterações na caixa "Iterações". O valor correspondente a cada uma destas deve ser um número positivo inteiro. O valor padrão 100 para cada opção é adequado à solução da maioria dos pequenos problemas; somente um programa muito complexo exigiria mais do que 1.000 iterações.

- Precisão das restrições -Você controla a precisão das respostas encontradas pelo

Solver com a caixa "Precisão". O número que você insere na caixa "Precisão" é usado para determinar se o valor contido em unia célula de restrição atende uma meta ou satisfaz um limite inferior ou superior que você tenha especificado. O valor que você insere deve ser um número fracionário entre 0 e 1.

Em geral, quanto maior a precisão especificada (um número menor), mais tempo o Solver levará para atingir soluções ideais ou aceitáveis para esta precisão. Os métodos usados pelo Solver podem aumentar rapidamente a precisão uma vez que um valor experimentado esteja próximo da solução, mas o padrão de precisão é 0,000001, ou uma parte em um milhão. Uma precisão mais baixa é inserida com menos casas decimais; por exemplo, 0,0001.

- Tolerância de número inteiro -Você pode controlar quanto tempo o Solver gasta procurando por soluções melhores para números inteiros usando a caixa "Tolerância". Os problemas envolvendo células ajustáveis que estejam restritas a valores inteiros podem levar muito tempo para serem resolvidos porque exige a solução de muitos sub- problemas, cada um deles um problema do Solver sem restrições do número inteiro. Para limitar o tempo tomado pelo processo de solução, você pode solicitar ao Solver que interrompa o processo caso ele encontre uma solução que satisfaça às restrições de número inteiro e que esteja dentro de uma determinada porcentagem da solução inteira ideal teórica.

- Escalonamento automático - Você pode usar o escalonamento automático para procurar uma solução para um problema envolvendo células de entrada com diferentes ordens de magnitude. Por exemplo, você seleciona a caixa de verificação "Usar escala automática" se estiver planejando investir R\$ 100.000,00 em cinco diferentes ações da bolsa, e estiver procurando o melhor retorno para o investimento. As células variáveis estariam em milhares, ao passo que a célula de destino seria um valor em porcentagem, seis ou sete ordens de magnitude menor que as células variáveis.

Se você selecionar a caixa de verificação "Usar escala automática" certifique-se de que os primeiros valores das células variáveis sejam representativos dos valores finais que você espera, antes de selecionar o botão "Resolver",

- Mostrar resultados de iteração -Se você quer que o Solver faça uma pausa a cada tentativa de solução, de modo que você possa examinar os valores intermediários da planilha, selecione a caixa de verificação "Mostrar resultado de iteração".

Se você deixar esta caixa de verificação desativada, o Solver prossegue na velocidade total até encontrar uma solução ou alguma outra condição de interrupção.

Observação Você também pode interromper o processo de solução e visualizar a tentativa atual de solução pressionando ESC.

Normalmente, nem todos os valores intermediários da planilha calculados pelo Solver serão de interesse para você. Para atingir um saldo efetivo entre a exibição da planilha e o tempo total de solução, o Solver não pára a cada recálculo da planilha ou cada iteração (procura unidimensional) como controlado pela opção "Iterações". Com frequência, cada tentativa de solução refletirá uma alteração significativa em um ou mais valores de célula ajustável e no valor de célula mais ideal encontrado até aquele momento.

Observação Se você está tentando resolver um problema de programação linear, ou uma aproximação linear a um problema não-linear, selecione a caixa de

verificação "Assumir modelo linear" na caixa de diálogo Opções do Solver. O Solver usará então o método Simplex para procurar a solução ideal em muito menos tempo, e exibirá informações detalhadas de análise de sensibilidade no relatório de sensibilidade.

Métodos de solução utilizados pelo Solver -Você pode usar as caixas na parte inferior da caixa de diálogo Opções do Solver para escolher entre certas abordagens técnicas alternativas usadas pelo Solver em vários pontos do processo de solução. A configuração padrão para estas opções são adequadas a quase todos os problemas.

As configurações da caixa de diálogo Opções do Solver são salvas com as especificações do problema exibidas na caixa de diálogo Parâmetros do Solver. As opções do Solver são restabelecidas à sua configuração padrão quando você escolhe o botão "Redefinir" na caixa de diálogo Parâmetros do Solver.

Gerando um relatório de resultados e soluções alternativas

Usando o Solver do Microsoft Excel, você pode criar três tipos de relatório-o relatório Resposta, o relatório Limite e o relatório de Sensibilidade--que resumem os resultados do processo de solução bem sucedidos.

- O relatório **Resposta** apresenta a célula nomeada na caixa "Definir célula" e as células ajustáveis, com seus valores originais e finais. Ela também mostra as restrições e as informações sobre as restrições.

Célula de destino (Máx)					
Célula	Nome	Valor original	Valor final		
\$F\$7	z Totals	70	70		
Células ajustáveis					
Célula	Nome	Valor original	Valor final		
\$C\$8	solução x1	0	0		
\$D\$8	solução x2	10	10		
\$E\$8	solução x3	6,666666667	6,666666667		
Restrições					
Célula	Nome	Valor da célula	Fórmula	Status	Transigência
\$F\$5	r1 Totals	30	\$F\$5<=\$H\$5	Agrupar	0
\$F\$6	r2 Totals	40	\$F\$6<=\$H\$6	Agrupar	0

Figura 8

- O relatório **Sensibilidade** exibe informações de uma análise de sensibilidade sobre a solução ideal. A análise de sensibilidade indica o grau de sensibilidade que uma solução ideal apresenta às mudanças nas fórmulas usadas para calcular a célula meta, e o lado direito da equação de restrição.

Esta versão do relatório Sensibilidade apresenta uma lista das células ajustáveis em ordem de referência e nome de célula, o valor final da célula e o gradiente reduzido para a célula. O gradiente reduzido mede o crescimento do aumento objetivo por unidade na célula ajustável.

Para cada célula de restrição, o relatório Sensibilidade inclui a referência e o nome da célula, seu valor final e o multiplicador de Lagrange daquela restrição. O multiplicador Lagrange mede o crescimento do aumento objetivo por unidade no valor que aparece do lado direito da equação de restrição.

A versão a seguir do relatório de sensibilidade será gerada se você selecionou a caixa de verificação "Assumir modelo linear" na caixa de diálogo Opções do Solver, antes de escolher o botão "Resolver".

Células ajustáveis						
Célula	Nome	Final Valor	Reduzido Custo	Objetivo Coeficiente	Permissível Acréscimo	Permissível Decréscimo
\$C\$8	solução x	0	-1	4	1	1E+30
\$D\$8	solução x	10	0	3	1	1
\$E\$8	solução x	6,66667	0	6	3	0,75

Restrições						
Célula	Nome	Final Valor	Sombra Preço	Restrição Lateral R.H.	Permissível Acréscimo	Permissível Decréscimo
\$F\$5	r1 Totals	30	1	30	10	10
\$F\$6	r2 Totals	40	1	40	20	10

Figura 9

Esta versão do relatório Sensibilidade inclui o seguinte para cada célula ajustável: referência e nome da célula, seu valor final, o custo reduzido, o coeficiente da função objetiva para a célula, a quantidade do aumento deste coeficiente antes que haja uma alteração, o valor ideal de qualquer uma das células ajustáveis, e a quantidade de diminuição antes que uma alteração ocorra. O custo reduzido mede o crescimento do aumento objetivo por unidade na célula alterável.

Para cada célula de restrição, o relatório de sensibilidade inclui a referência da célula, o nome da célula, o valor final da célula, o "shadow price" (Preço Sombra) da restrição, o valor para o lado direito da equação de restrição, a medida do crescimento daquele valor antes que haja uma alteração no valor ideal de qualquer uma das células ajustáveis, e a medida da diminuição antes que uma alteração ocorra. O "shadow price" mede o crescimento do aumento objetivo por unidade no lado direito da equação de restrição.

- O relatório **Limites** apresenta uma lista contendo a célula meta e as células ajustáveis, com seus valores, limite inferior e superior e resultados meta. O limite inferior é o menor valor que a célula ajustável pode assumir enquanto todas as células ajustáveis são mantidas fixas e ainda satisfazem as restrições. O limite superior é o maior de tais valores. O Resultado Meta é o valor da célula meta quando a célula alterável está em seu limite inferior ou superior.

Destino			
Célula	Nome	Valor	
\$F\$7	z Totals	70	

Ajustável			Inferior Limite	Destino Resultado	Superior Limite	Destino Resultado
Célula	Nome	Valor				
\$C\$8	solução x1	0	0	70	0	70
\$D\$8	solução x2	10	0	40	10	70
\$E\$8	solução x3	6,6667	0	30	6,666666667	70

Figura 10

O Microsoft Excel cria cada relatório em uma planilha separada. Para imprimir o relatório, ative o documento do relatório e escolha o comando Imprimir no menu Arquivo.

Salvando e carregando um problema modelo

A célula meta, células ajustáveis, restrições e opções mais recentemente especificadas são automaticamente anexadas à planilha ativa e salvas com a planilha quando você escolhe o comando Salvar no menu Arquivo. Se você tiver diversas planilhas abertas, cada uma delas terá suas próprias especificações de problema para o Solver; quando você escolhe Solver no menu Ferramentas, o problema relativo à planilha ativa é exibido.

Além de salvar o modelo de problema mais recente, você pode também definir e salvar diversos modelos de problema Solver para a mesma planilha.

Para salvar um problema modelo

Salvar modelo

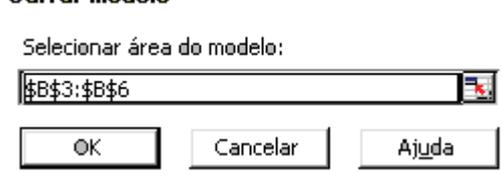


Figura 11

1. No menu Ferramentas, escolha Solver.
2. Se você ainda não fez isso, defina o problema que deseja salvar~
3. Escolha o botão "Opções".
4. Selecione e insira as opções que você deseja salvar, se existir alguma.
5. Escolha o botão "Salvar modelo"
6. Na caixa "Selecionar área do modelo", digite a referência ou nome da célula ou intervalo de células no qual você deseja salvar o problema modelo.

Você pode digitar a referência ou selecionar a célula na planilha.

Cuidado

O Microsoft Excel sugere um intervalo de células começando na célula atual, grande o suficiente para abrigar todas as especificações e opções do problema.

Se você aceitar este intervalo escolhendo o botão "OK", o Microsoft Excel substitui permanentemente todos os dados que ocupam aquela área da planilha pelos dados contidos na especificação do problema.

Se você insere uma referência a uma única célula, o Microsoft Excel calcula automaticamente o tamanho do intervalo de célula que é necessário para abrigar as especificações do problema; as células especificadas tornam-se o canto superior esquerdo daquele intervalo.

7. Escolha o botão "OK"

O Microsoft Excel insere as especificações do problema na planilha.

Para carregar um problema modelo

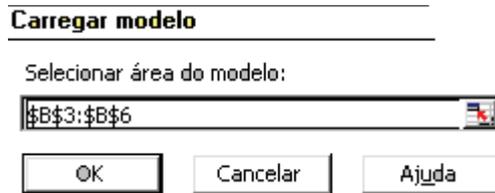


Figura 12

Cuidado Qualquer parâmetro ou opção do Solver que não tenha sido salvo e que esteja exibido nas caixas de diálogo Parâmetros do Solver e Opções do Solver será permanentemente excluído quando você carregar uma nova especificação de problema. Se você não quiser que as seleções atuais sejam apagadas, salve os parâmetros e opções atuais usando o botão "Salvar Modelo" na caixa de diálogo Opções do Solver.

1. No menu Ferramentas, escolha Solver.
2. Escolha o botão "Opções".
3. Escolha o botão "Carregar modelo".

Se a caixa de diálogo Parâmetros do Solver contiver seleções, você será avisado de que as seleções existentes serão apagadas.

4. Na caixa "Selecionar área do modelo", digite a referência ao intervalo de células que contém as especificações do problema.

5. Escolha o botão "OK".

Quando você carrega um modelo, as novas especificações de problema são exibidas na caixa de diálogo Parâmetros do Solver.