

PROGRAMAÇÃO LINEAR NO EXCEL – SOLVER (RESUMO)

Exemplo Inicial:

Uma empresa decide introduzir na sua linha de produção dois novos modelos de blusas: A e B. A blusa A requer 2 minutos para a confecção das mangas e 8 minutos para o corpo. A blusa B requer 6 minutos para a confecção das mangas e 4 minutos para o corpo. As máquinas utilizadas para a confecção das mangas estão disponíveis 60 minutos por dia. As máquinas necessárias para a confecção dos corpos das blusas estão à disposição 80 minutos por dia. O lucro unitário da blusa A é de 50 u.m. e da blusa B é de 40 u.m.. Quantas blusas de cada tipo devem ser produzidas por dia para que o lucro seja máximo? (É possível vender tudo o que for produzido)

MODELAGEM

Variáveis:

- quantidade produzida e vendida de blusas A: x
- quantidade produzida e vendida de blusas B: y

Função Objetivo: Máximo Rendimento: $L = 50x + 40y$

Restrições:

Máquina mangas: $2x + 6y \leq 60$

Máquina corpos: $8x + 4y \leq 80$

Não negatividade: $x, y \geq 0$

1ª LINHA: a partir da coluna B listar as variáveis.

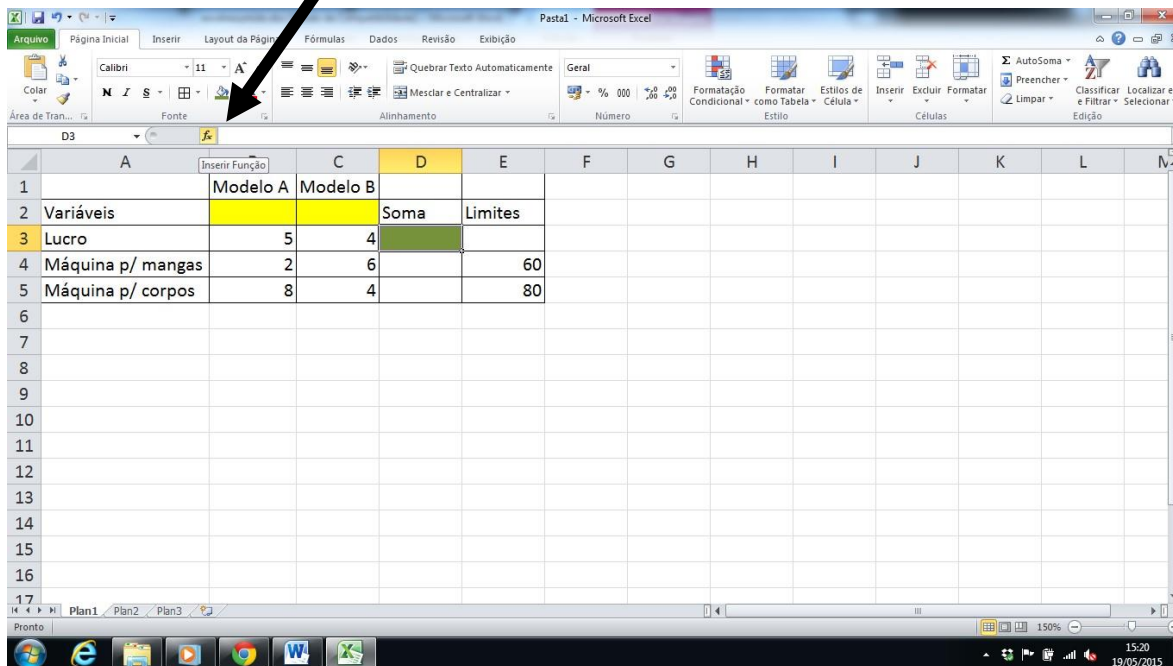
2ª LINHA: na coluna A escrever: “**Variáveis**”. Deixar as colunas que indicam as variáveis em branco e, na seguinte escrever: “**Soma**”. Na coluna seguinte escrever: “**Limites**” ou “**Mão Direita**”.

3ª LINHA: na coluna A escrever: “**Lucro**” ou “**Receita**” ou “**Custo**” (dependendo qual é o objetivo) e nas colunas seguintes colocar os coeficientes (as constantes) da função objetivo, referentes a cada variável descrita na primeira linha.

LINHAS SEGUINTE: na coluna A sempre escreva qual restrição você irá apresentar e nas colunas seguintes os coeficientes referentes as variáveis descritas na primeira linha. Deixar a célula da coluna “**Soma**” vazia e na coluna “**Limites**” colocar os limites das restrições. (valores da “Mão direita”)

IMPORTANTE: As células que estão na 2ª linha (abaixo de cada variável) e as células da coluna onde está escrito “**Soma**” devem ficar vazias, pois é nestas células que o programa irá colocar as respostas.

Exemplo:



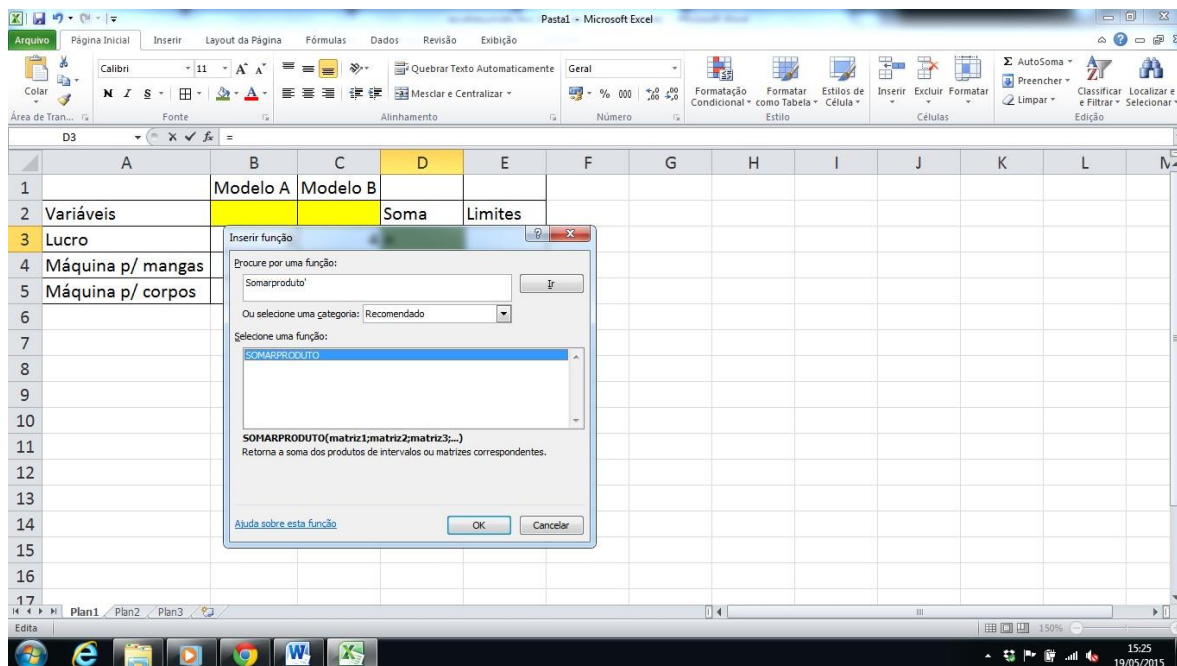
QUANDO TODOS OS VALORES DO PROBLEMA ESTIVEREM DIGITADOS, INDICAR A OPERAÇÃO.

O CURSOR (DO MOUSE) DEVE SEMPRE ESTAR NA CÉLULA ABAIXO DE ONDE ESTIVER ESCRITO “SOMA” (intersecção da linha da função objetivo com a coluna soma).

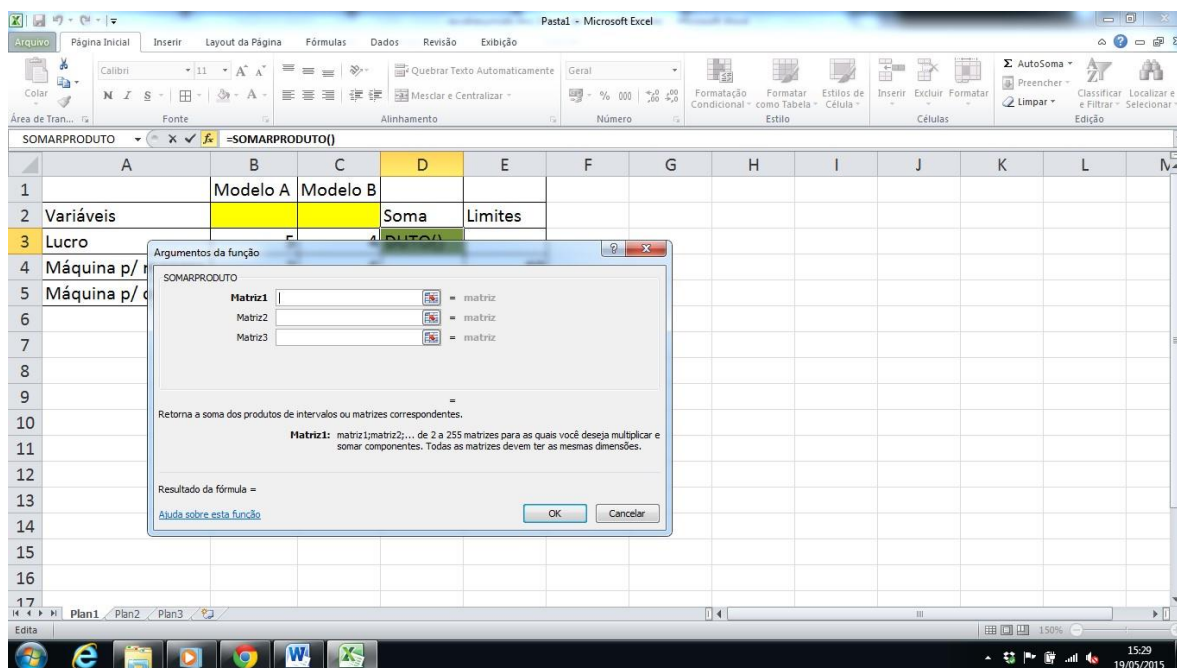
* Clica-se então sobre o ícone “ f_x ” (colar função), como mostra a seta na figura anterior e abrirá a caixa de diálogo¹ denominada **Inserir função**:

- No campo de edição “Procure por uma função” digite: “**SomarProduto**”, clique em “ir”;
- No campo de edição “Selecione uma função” a função **SOMARPRODUTO** estará selecionada, basta clicar em **Ok**.

¹ Caixas de diálogo são qualquer tipo de janela em que não se pode realizar nenhuma operação fora dela enquanto estiver aberta. Deve-se antes fechá-la.



Aparecerá a caixa de diálogo denominada **Somar Produto**, equivalente a que está abaixo:



Clicar com o mouse no campo de edição da **Matriz 1**: (linha branca). Depois, com o mouse, selecionar as células que representam as variáveis (células em amarelo). O endereço da primeira e da última da célula que correspondem às variáveis deverá aparecer.

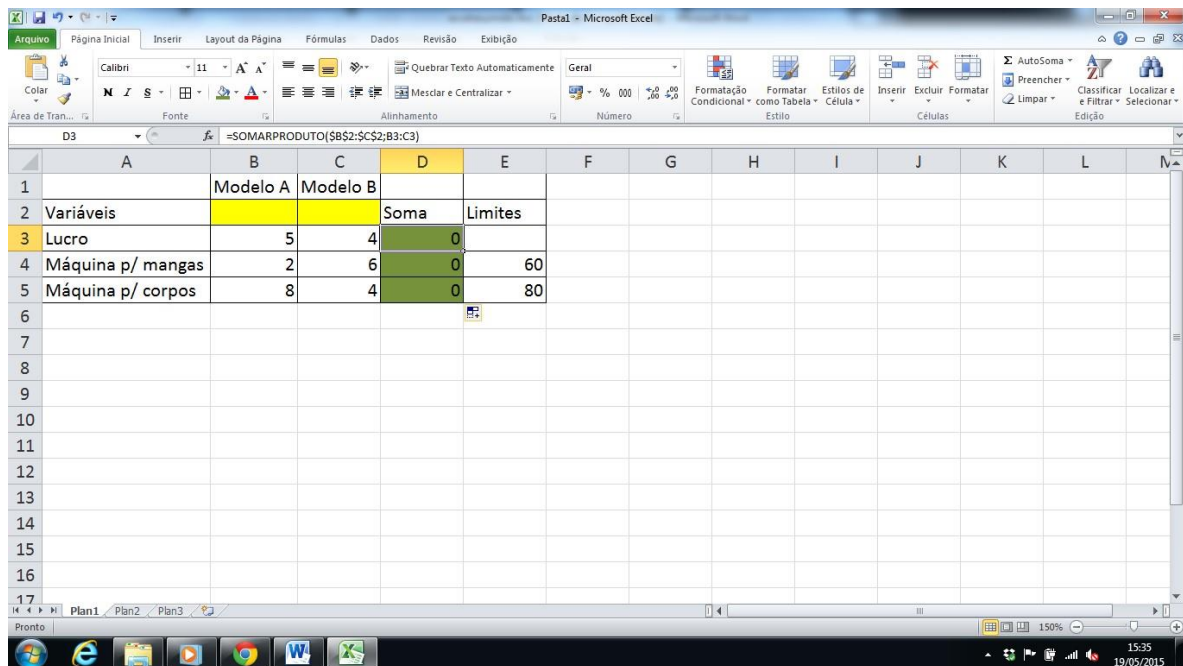
- Logo após apertar simultaneamente as teclas **fn** e **F4** (aparecerão sinais de cifrão)².
- Colocar o cursor na **Matriz 2** (linha branca), depois selecionar as células onde se encontram os coeficientes da função objetivo;
- Clicamos: **Ok**

² Isto serve para que, quando repetirmos o processo nas linhas das restrições a matriz 1 permaneça sempre a mesma!

Já estando na tela principal... Na célula abaixo da escrita “Soma” deve aparecer o número 0 (zero)

- Colocar o mouse sobre o ponto inferior direito da célula em que apareceu o número “zero” [deve aparecer uma cruz fininha (+)], clicar sobre este ponto e arrastar o mouse até a linha da última restrição. Em todas as células deve aparecer o número 0 (zero), como na figura abaixo.

Obs.: Esta operação faz como que o excel repita a operação “SOMARPRODUTO” em todas as linhas.



INICIANDO A RESOLUÇÃO:

- Colocar o cursor do mouse novamente na célula de intersecção da linha da função objetivo com a coluna “Soma”;
- Selecionar a opção **Dados** do menu;
- Em **Dados**, clicar em **solver**³;

Abrirá uma caixa de diálogo chamada “**Parâmetros do Solver**” como a figura abaixo;

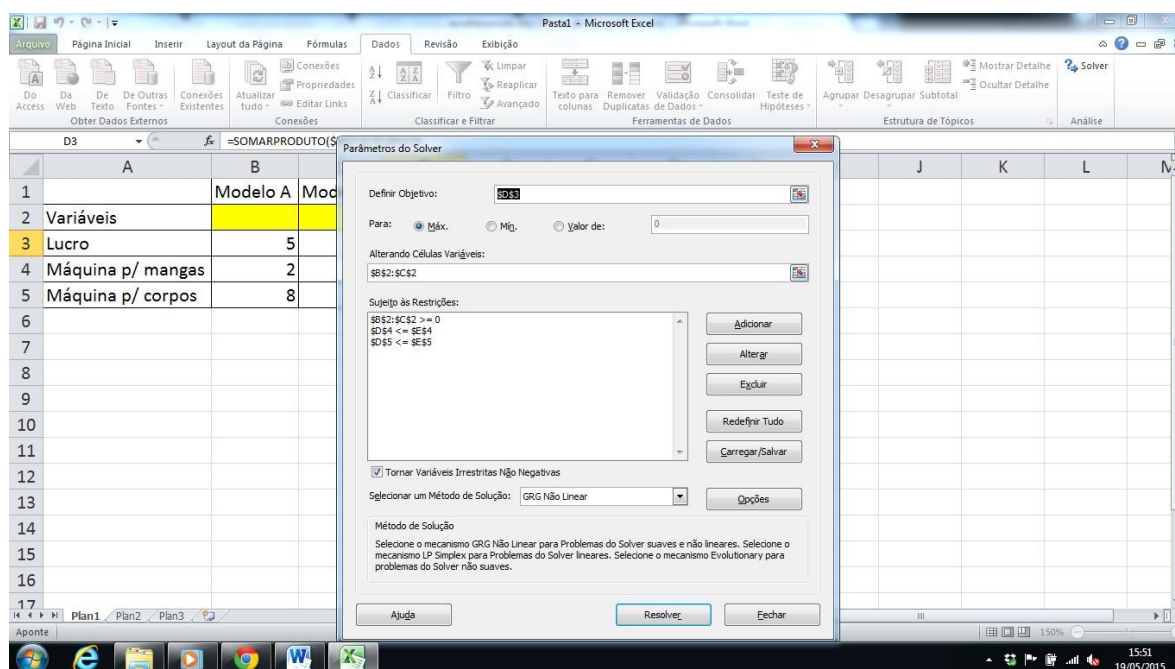
³ Caso a operação “solver” não apareça, clicar na aba “arquivo” ir em “opções”. Abrirá uma janela onde deve-se clicar em “suplementos”. À direita, nesta mesma janela, aparecerá uma lista de suplementos do excel que não estão habilitados. O “solver” deverá estar entre eles. Selecionar o “Solver” e, no final da janela, clicar em “Ir”. Abrirá uma pequena janela, selecionar em “solver” e clicar em “OK”. O solver deverá aparecer na tela, no canto superior esquerdo.

-
- The screenshot shows the Microsoft Excel 2010 interface. The ribbon is set to 'Dados' (Data), with the 'Filtro' (Filter) group active. A data table is displayed with the following content:
- | | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
|----|-------------------|----------|----------|------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | Modelo A | Modelo B | | | | | | | | | | |
| 2 | Variáveis | | | Soma | Limites | | | | | | | | |
| 3 | Lucro | 5 | 4 | 0 | | | | | | | | | |
| 4 | Máquina p/ mangas | 2 | 6 | 0 | 60 | | | | | | | | |
| 5 | Máquina p/ corpos | 8 | 4 | 0 | 80 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | |
- The formula bar shows the formula: `=SOMARPRODUTO(B2:C2;B3:C3)`. The 'Adicionar Restrição' (Add Constraint) dialog box is open, showing the 'Referência de Célula' (Cell Reference) field with a dropdown arrow and the 'Restrição' (Constraint) field with a dropdown arrow. The 'OK' button is highlighted.

No campo de edição **Referência de célula** (à esquerda), digitar (ou selecionar) o endereço da célula da coluna “Soma” referente a primeira restrição;

- Verificar se o sinal (da inequação ou equação) da restrição é o correspondente ao que se encontra nesta caixa de diálogo, caso não seja, clica-se sobre o campo central e escolhe-se o desejado;
- Clicar sobre o campo de edição **restrição** (à direita), clica com o mouse sobre a célula da coluna “Limites” referente a primeira restrição;
- Clicar em **Adicionar**;
- Como resposta a esta ação os campos: **referência de célula e restrições** ficam novamente vazios. Devemos então repetir o processo com as restrições seguintes:
- Após completar todas restrições, com os campos de edição **referência de célula e restrições** novamente vazios introduzir a restrição de não-negatividade da seguinte forma: selecionar as células que representam as variáveis, mudar o sinal para \geq e digitar, no quadro **restrição**, 0 (zero);
- Clicar: **OK**⁴,

Obs.: Aparecerá a caixa de diálogo *Parâmetros do Solver* preenchida;



- Como todos os dados já foram inseridos no “*Parâmetros do Solver*”, clicar na seta à direita do campo “selecionar um método de Solução” e escolher: **LP Simplex**.
- Clicar em **Resolver**.

⁴ Caso tenhamos clicado, por engano, em “Adicionar” e a caixa de diálogo tenha aparecido novamente vazia, basta clicarmos sobre “Cancelar” que ela desaparecerá.

Como resultado dessa ação aparecerá, a caixa de diálogo **Resultados do Solver**, nela selecionamos **Sensibilidade** e clicamos **Ok**. Na tela principal aparecerão os resultados para serem analisados (imagem a seguir).

	Modelo A	Modelo B	Soma	Limites
Variáveis	6	8		
Lucro	5	4	62	
Máquina p/ mangas	2	6	60	60
Máquina p/ corpos	8	4	80	80

	Modelo A	Modelo B
Relatório de Sensibilidade		

Relatório de Sensibilidade:

Em problemas reais, os dados de um problema são estimados a partir de medições práticas ou estão sujeitos a alterações depois que uma solução viável ótima tenha sido obtida para o problema.

A análise de sensibilidade (ou análise de pós-otimização) trata da questão de obter uma nova solução viável ótima para o problema modificado a partir da solução viável ótima do problema original.

Pode ser usada em várias situações práticas:

- Avaliar o impacto do emprego de novas tecnologias ou processos de fabricação, o que pode causar alterações na matriz de restrições de um problema.
- Estimar as mudanças causadas pela utilização de novos recursos, o que significa analisar as alterações no vetor de termos independentes.
- Determinar o preço de equilíbrio de um produto, o que pode interferir no vetor dos coeficientes de custo. Dessa forma, além de determinar a solução ótima de um problema, um modelo de programação linear torna-se também uma ferramenta de planejamento.

Ao resolver um PPL utilizando a ferramenta *solver* no software *Microsoft Excel* além da solução ótima podemos optar pela emissão do relatório de *análise de sensibilidade*.

O relatório de análise de sensibilidade apresenta informações fundamentais para redimensionarmos os recursos disponíveis, a saber:

Microsoft Excel 14.0 Relatório de Sensibilidade

Planilha: [Pasta1]Plan1

Relatório Criado: 19/05/2015 17:56:55

Células Variáveis

Célula	Nome	Final Valor	Reduzido Custo	Objetivo Coeficiente	Permitido Aumentar	Permitido Reduzir
\$B\$2	Variáveis Modelo A	6	0	5	3	3,666666667
\$C\$2	Variáveis Modelo B	8	0	4	11	1,5

Restrições

Célula	Nome	Final Valor	Sombra Preço	Restrição Lateral R.H.	Permitido Aumentar	Permitido Reduzir
\$D\$4	Máquina p/ mangas Soma	60	0,3	60	60	40
\$D\$5	Máquina p/ corpos Soma	80	0,55	80	160	40

1. Células ajustáveis: Apresenta algumas informações importantes com relação aos produtos fabricados, tais como:

- Final Valor, ou seja, quanto deveria ser produzido de cada produto.
- Reduzido Custo: representa o quanto ganhamos ou perdemos se forcarmos a produção de algum produto. (se o valor ali existente for positivo cada unidade produzida a mais desta variável, aumenta proporcionalmente a função objetivo; se for negativa, diminui a função objetivo)
- Objetivo Coeficiente: representa o lucro unitário de cada produto.
- As informações de *Permissível Acréscimo* e *Permissível Decréscimo* dizem respeito a oscilações de preço de venda e lucro. O acréscimo informa quanto que o valor da variável pode aumentar e o decréscimo, o quanto pode diminuir, sem alterar a quantidade que as variáveis têm na função Objetivo.

2. Restrições: Neste quadro são apresentadas algumas informações importantes com relação às restrições, tais como:

- Final Valor: Representa o quanto está sendo utilizado de cada recurso sujeito às restrições.
- Sombra Preço: Esta é uma das principais informações, pois representa o ganho ou perda que teremos com o incremento de uma unidade de recurso de cada restrição.
- Restrição Lateral R.H.: Representa o limite de cada restrição, conforme informado no problema.
- Permissível Acréscimo: Representa quanto poderemos incrementar de cada recurso, dentro do atual mix de produção.
- Permissível Decréscimo: Representa em quanto poderemos reduzir esta restrição para incrementarmos o lucro. Deveremos nos preocupar com as restrições que apresentaram ociosidade (folga).