

Cap 2

Modelo matemático para Programação Linear

Prof MS Clayton J A Silva



PROGRAMAÇÃO LINEAR: PROBLEMAS DE ALOCAÇÃO DE RECURSOS



Problemas de alocação de recursos tratam da melhor forma de distribuir recursos limitados entre alternativas de uso ou atividades, visando **otimizar um objetivo**.



O QUE É?

São situações em que precisamos decidir quanto de cada atividade ou destino executar, de modo a obter o melhor resultado possível, respeitando as disponibilidades dos recursos.



CARACTERÍSTICAS

- Recursos são limitados (mão de obra, tempo, orçamento, capacidade, matéria-prima etc.).
- As decisões envolvem quanto alocar a cada atividade ou destino.
- As relações entre objetivo e restrições são lineares.
- Garante a melhor utilização possível dos recursos disponíveis.



QUANDO É UTILIZADO?

Quando existe um conjunto de alternativas que consomem recursos e um objetivo claro (maximizar benefício ou minimizar custo), dentro de restrições de disponibilidade.



EXEMPLOS DE APLICAÇÃO



Produção
e mistura



Distribuição
e transporte



Alocação de
pessoas/equipes



Alocação de
orçamento



Alocação de leitos,
equipamentos
ou serviços



Esses problemas ajudam a tomar decisões ótimas, garantindo o melhor resultado possível com os recursos disponíveis.

Problemas de alocação de recursos

exemplo 3

- **Problema de Mistura — Produção de Gasolina**

Uma refinaria produz três tipos de gasolina: **verde, azul e comum**. Para a produção dessas gasolinas são utilizados três componentes: **gasolina pura, octana e aditivo**. A refinaria dispõe semanalmente de **9.600.000 litros de gasolina pura, 4.800.000 litros de octana e 2.200.000 litros de aditivo**.

Cada litro de **gasolina verde** requer **0,22 litro de gasolina pura, 0,50 litro de octana e 0,28 litro de aditivo**. Cada litro de **gasolina azul** requer **0,52 litro de gasolina pura, 0,34 litro de octana e 0,14 litro de aditivo**. Já cada litro de **gasolina comum** requer **0,74 litro de gasolina pura, 0,20 litro de octana e 0,06 litro de aditivo**.

Com base na demanda de mercado, a refinaria estabeleceu ainda duas condições para seu programa de produção: a quantidade produzida de **gasolina comum deve ser, no mínimo, 16 vezes a quantidade de gasolina verde**, enquanto a produção de **gasolina azul não pode ultrapassar 600.000 litros por semana**.

A margem de contribuição para o lucro obtida pela refinaria é de **\$ 0,30 por litro de gasolina verde, \$ 0,25 por litro de gasolina azul e \$ 0,20 por litro de gasolina comum**.

Determine o **programa semanal de produção da refinaria**, isto é, as quantidades de gasolina verde, azul e comum que devem ser produzidas, de modo a **maximizar a margem total de contribuição para o lucro**, respeitando a disponibilidade dos componentes e as condições estabelecidas para a produção.

Problemas de alocação de recursos

exemplo 3

- **Problema de Mistura — Produção de Gasolina**

As variáveis de decisão

As quantidades de cada tipo de gasolina que a refinaria deve produzir.

x1: gasolina verde

x2: gasolina azul

x3: gasolina comum

O **lucro por litro** será dado pela margem de cada tipo de gasolina produzido (verde, azul ou comum):

$$L = 0,30.x1 + 0,25.x2 + 0,20.x3$$

Problemas de alocação de recursos

exemplo 3

- **Problema de Mistura — Produção de Gasolina**

As **restrições dos insumos (gasolina pura, octana e aditivo)** serão

1. Do uso da gasolina pura, no máximo de 9,6 milhões de litros, logo

$$0,22 \cdot x_1 + 0,52 \cdot x_2 + 0,74 \cdot x_3 \leq 9.600.000$$

2. Do uso de octana, no máximo de 4,8 milhões de litros, logo

$$0,5 \cdot x_1 + 0,34 \cdot x_2 + 0,20 \cdot x_3 \leq 4.800.000$$

3. Do uso de aditivo, no máximo 2,2 milhões de litros, logo

$$0,28 \cdot x_1 + 0,14 \cdot x_2 + 0,06 \cdot x_3 \leq 2.200.000$$

4. Da relação de demanda da gasolina comum em relação à gasolina verde

$$x_3 \geq 16 \cdot x_1$$

5. Da relação de demanda da gasolina azul

$$x_2 \leq 600.000$$

Problemas de alocação de recursos

exemplo 3

- **Problema de Mistura — Produção de Gasolina**

As restrições de **não negatividade** – não faz sentido em falar em produção menor do que 0

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

Problema de Mistura — Produção de Gasolina

O MODELO

$$\text{Maximizar } L = 0,30 \cdot x_1 + 0,25 \cdot x_2 + 0,20 \cdot x_3$$

Sujeito a

$$0,22 \cdot x_1 + 0,52 \cdot x_2 + 0,74 \cdot x_3 \leq 9.600.000$$

$$0,5 \cdot x_1 + 0,34 \cdot x_2 + 0,20 \cdot x_3 \leq 4.800.000$$

$$0,28 \cdot x_1 + 0,14 \cdot x_2 + 0,06 \cdot x_3 \leq 2.200.000$$

$$16 \cdot x_1 - x_3 \leq 0$$

$$x_2 \leq 600.000$$

$$x_1 \geq 0$$

$$x_2 \geq 0$$

$$x_3 \geq 0$$

Problemas de alocação de recursos

exemplo 4

- **Problema de Mistura — Produção de Cimento**

Uma indústria de cimento fabrica dois produtos: o **cimento Portland 320 (CP320)** e o **cimento alto-forno 250 (AF250)**. A fabricação desses produtos utiliza quatro componentes: **clínquer**, **escória de alto-forno**, **gesso** e **aditivo**.

Para produzir uma tonelada de **CP320**, são necessários **85%** de **clínquer**, **7%** de **escória de alto-forno**, **3%** de **gesso** e **5%** de **aditivo**. Para produzir uma tonelada de **AF250**, são necessários **50%** de **clínquer**, **45%** de **escória de alto-forno**, **3%** de **gesso** e **2%** de **aditivo**.

A capacidade anual de produção de **clínquer** é limitada a **1.100.000** toneladas, em razão da capacidade do forno. A capacidade do moinho também limita a **produção conjunta** de **CP320** e **AF250** a **1.100.000** toneladas por ano.

Além de utilizar o **clínquer** na fabricação dos dois tipos de cimento, a empresa pode vendê-lo para outros fabricantes, sendo essa venda limitada a **200.000** toneladas por ano. A **escória de alto-forno** é adquirida de usinas siderúrgicas e sua compra está limitada a **180.000** toneladas por ano. As compras de **gesso** e de **aditivo** estão limitadas, cada uma, a **50.000** toneladas por ano.

A empresa obtém uma contribuição marginal de **\$ 41,00** por tonelada de **CP320**, **\$ 37,80** por tonelada de **AF250** e **\$ 34,40** por tonelada de **clínquer** vendido. Para a produção dos cimentos, devem ainda ser considerados os custos dos componentes adquiridos: **\$ 22,10** por tonelada de **escória de alto-forno**, **\$ 34,20** por tonelada de **gesso** e **\$ 1,90** por tonelada de **aditivo**. As contribuições marginais informadas foram calculadas a partir da **receita líquida menos os custos fixos e os custos variáveis**, excetuando-se os custos da escória, do gesso e do aditivo, que, portanto, devem ser considerados separadamente na determinação do resultado.

Determine o programa anual de produção, estabelecendo as quantidades de **CP320** e **AF250** a serem fabricadas e de **clínquer** a ser vendido, de modo a maximizar o lucro total da empresa, respeitando as capacidades produtivas, as disponibilidades dos componentes e as demais limitações estabelecidas.

Problemas de alocação de recursos

exemplo 4

- **Problema de Mistura — Produção de Cimento**

As variáveis de decisão

As quantidades de cada produto a ser fabricado que contribui para o lucro,

x1: CP320

x2: AF250 e

a quantidades de clínquer a ser vendido

x3: clínquer

O **lucro *L*** será dado pela contribuição marginal, deduzidas as despesas dos insumos:

$$(41.x1 + 37,8.x2 + 34,4.x3) - 22,1.(0,07x1 + 0,45x2) - 34,2.(0,03x1 + 0,03x2) - 1,90.(0,05.x1 + 0,02.x2)$$

Problemas de alocação de recursos

exemplo 4

- **Problema de Mistura — Produção de Cimento**

As **restrições de** componentes: **clínquer**, **escória de alto-forno**, **gesso** e **aditivo** serão

1. Do uso de clínquer, no máximo de 1,1 milhões de toneladas, logo

$$0,85 \cdot x_1 + 0,5 \cdot x_2 + x_3 \leq 1.100.000$$

2. Do uso de escória, no máximo de 180 mil toneladas, logo

$$0,07 \cdot x_1 + 0,45 \cdot x_2 \leq 180.000$$

3. Do uso de gesso e aditivo, no máximo 50 mil toneladas, cada, logo

$$0,03 \cdot x_1 + 0,03 \cdot x_2 \leq 50.000$$

$$0,05 \cdot x_1 + 0,02 \cdot x_2 \leq 50.000$$

4. Da produção conjunta de CP320 e AP450, limitada a 1,1 milhões de toneladas

$$x_1 + x_2 \leq 1.100.000$$

5. Da limitação da venda de clínquer

$$x_3 \leq 200.000$$

Solver no Excel

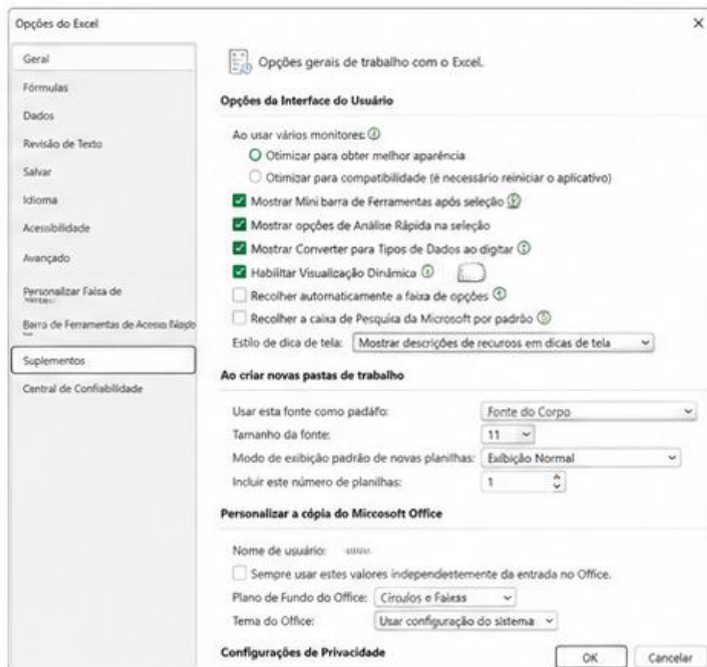
Passo 1 – Habilitando o suplemento Solver



O Solver é uma ferramenta de **otimização** do Excel que permite encontrar o melhor resultado para um problema, considerando restrições (limitações) do modelo.

1 Abrir Opções do Excel

Vá em **Arquivo → Opções**.



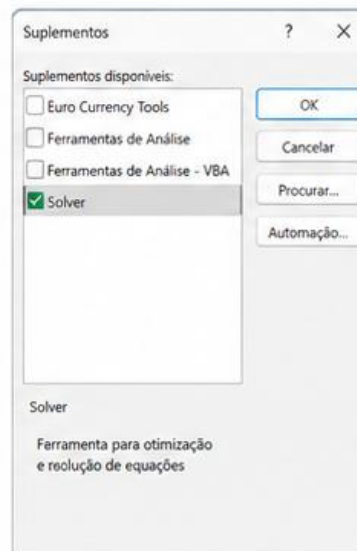
2 Suplementos

Na janela **Opções do Excel**, selecione **Suplementos** e, em **Gerenciar**, escolha **Suplementos do Excel** e clique em **Ir...**



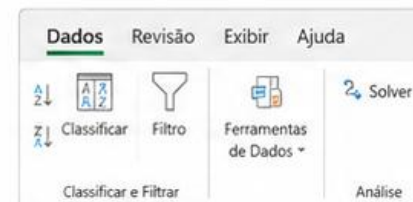
3 Selecionar Suplementos

Na caixa de diálogo **Suplementos**, marque a opção **Solver** e clique em **OK**.



4 Solver habilitado

Após habilitar, a guia **Dados** exibirá o grupo **Análise** com o botão **Solver**.



Importante

O Solver funciona apenas em planilhas do Excel para Windows. Não está disponível no Excel Online (web) ou no Excel para Mac.

5 Guia Dados com Solver

A guia **Dados** agora exibe o botão **Solver**, pronto para ser utilizado.



Com o Solver habilitado, você estará pronto para configurar e resolver modelos de otimização no Excel.



Solver no Excel

Carregamento da Planilha – Passo a Passo



1

Coeficientes das Restrições



Monte a matriz de coeficientes das restrições do modelo.

Cada linha representa uma restrição e cada coluna uma variável.

COEFICIENTES DAS RESTRIÇÕES

$x1$	$x2$	$x3$
0,22	0,52	0,74
0,5	0,34	0,2
0,28	0,14	0,06
16	0	-1
	1	

Cada **linha** = 1 restrição

Cada **coluna** = 1 variável
($x1$, $x2$, $x3$, ...)



Dica: Organize a matriz de maneira clara. Isso facilita a configuração do Solver e a interpretação dos resultados.

Solver no Excel

Carregamento da Planilha – Passo a Passo



2 Disponibilidades (Recursos/Limites)



Informe no lado direito (RHS) os valores dos recursos disponíveis ou limites de cada restrição (termo independente).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2												
3												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
12												
15												

PLANILHA PARA UTILIZAÇÃO DO MS-Excel-Solver

COEFICIENTES DAS RESTRIÇÕES			DISPONIBILIDADES (RHS)	
x1	x2	x3		
0,22	0,52	0,74	←	9600000
0,5	0,34	0,2	←	4800000
0,28	0,14	0,06	←	2200000
16	0	-1	←	0
	1		←	600000

- 1 Cada valor informado corresponde à disponibilidade (recurso/limite) da restrição da mesma linha.
- 2 A última linha (ex.: 600000) representa o termo independente da função objetivo (se houver restrição explícita para Z) ou outro limite adicional do modelo.
- 3 Esses valores serão usados pelo Solver para verificar se as restrições são atendidas.



Dica: Confira se todas as unidades estão consistentes (ex.: R\$, horas, kg, etc.).



Próximo passo: Informar o sentido das restrições ($\leq$, $\geq$ ou $=$).

Solver no Excel

Carregamento da Planilha – Passo a Passo

3 Células de Decisão – Valores iniciais das Variáveis



Atribua valores iniciais às variáveis de decisão (x1, x2, x3).
O Solver modificará esses valores para encontrar a melhor solução.

PLANILHA PARA UTILIZAÇÃO DO MS-Excel-Solver															
COEFICIENTES DAS RESTRIÇÕES				QUANTIDADES USADAS				DISPONIBILIDADES (RHS)							
x1	x2	x3													
0,22	0,52	0,74		1,48				9600000							
0,5	0,34	0,2		1,04				4800000							
0,28	0,14	0,06		0,48				2200000							
16	0	-1		15				0							
	1			1				600000							
VARIÁVEIS (DECISÃO)				Valores iniciais das variáveis serão ajustados pelo Solver.											
NOME DEFINIDO				x1	x2	x3									
				1	1	1									
				var_x1	var_x2	var_x3									
FÓRMULAS				=SOMARPRODUTO(B6:D6;\$B\$15:\$D\$15)	=SOMARPRODUTO(B7:D7;\$B\$15:\$D\$15)	=SOMARPRODUTO(B9:D9;\$B\$15:\$D\$15)	=SOMARPRODUTO(B10:D10;\$B\$15:\$D\$15)								

Exemplo: célula K10 calcula a 3ª restrição usando SOMARPRODUTO.

1 Definir nomes para as variáveis



Dê nomes às células que contêm os valores das variáveis de decisão (ex.: var_x1, var_x2, var_x3).

Isso facilita a configuração do Solver e a manutenção do modelo.

2 Fórmulas das quantidades usadas



Cada célula da coluna "Quantidades Usadas" é calculada pelo produto entre os coeficientes da restrição e as variáveis de decisão.

Fórmula geral (para a linha i):

=SOMARPRODUTO(intervalo_coef_i; intervalo_var)

Ex.: =SOMARPRODUTO(B8:DB;\$B\$15:\$D\$15)

3 Valores iniciais das variáveis

Informe valores iniciais (sugestão: 1) para que o Solver inicie a busca pela melhor solução.



Dica: As fórmulas serão copiadas para todas as linhas de restrições garantindo consistência nos cálculos.



Próximo passo: Informar os coeficientes da função objetivo (Z) e calcular o valor da função objetivo.

Solver no Excel

Carregamento da Planilha – Passo a Passo

4 Função Objetivo (Z)



Informe os coeficientes da função objetivo e crie a célula que calculará o valor da função (lucro, custo, etc.).
O Solver irá maximizar ou minimizar este valor.

PLANILHA PARA UTILIZAÇÃO DO MS-Excel-Solver

COEFICIENTES DAS RESTRIÇÕES

x1	x2	x3
0,22	0,52	0,74
0,5	0,34	0,2
0,28	0,14	0,06
16	0	-1
	1	

QUANTIDADES USADAS

1,48
1,04
0,48
15
1

DISPONIBILIDADES

9600000
4800000
2200000
0
600000

VARIÁVEIS

1	1	1
---	---	---

COEFICIENTES DA FUNÇÃO OBJETIVO (c_j)

0,3	0,25	0,2
-----	------	-----

FUNÇÃO OBJETIVO (Z)

0,75

Coeficientes da função objetivo associados a cada variável.

Cálculo do valor da função objetivo (Z) com base nas variáveis atuais.

- 1

Informe os coeficientes da função objetivo (c_j)

Digite os coeficientes que representam o contribuição de cada variável para o objetivo (ex.: lucro unitário, custo unitário, etc.).

Ex.: para maximizar o lucro → usar lucros unitários para cada produto/atividade.
- 2

Crie a célula que calculará o valor da função objetivo (Z)

Calcule Z como a soma do produto entre os coeficientes da função objetivo e as variáveis de decisão.

Fórmula:

Z = SOMARPRODUTO(c_{-j} ; x_{-j})

Ex.: =SOMARPRODUTO(B21;D21;B17;D17)
- 3

O Solver irá otimizar este valor

Se o objetivo for maximizar o lucro, o Solver buscará o maior valor possível para Z.

Se for minimizar o custo, buscará o menor valor.



Dica: Nomeie as células para facilitar o entendimento e a manutenção do modelo.



Próximo passo: Informar o sentido das restrições (≤, ≥ ou =).

Solver no Excel

Carregamento da Planilha – Passo a Passo



5 Carregar os parâmetros do Solver



Configure os parâmetros abaixo no Solver, conforme os dados da planilha. Essas definições permitem ao Solver encontrar a melhor solução para o problema.

1. Objetivo

O que o Solver deve otimizar.

2. Variáveis

Células que o Solver pode ajustar.

3. Restrições

Limitações que o modelo deve respeitar.

Parâmetros do Solver

Definir Objetivo:

\$K\$21

↑

Para:

☒ Máx. ☐ Mín. ☐ Valor de:

0

Alterando Células Variáveis:

\$F\$17:\$H\$17

↑

Sujeito às Restrições:

\$K\$10 <= \$O\$10
\$K\$11 <= \$O\$11
\$K\$12 <= \$O\$12
\$K\$13 <= \$O\$13
\$K\$14 <= \$O\$14

Adicionar

Alterar

Excluir

Redefinir Tudo

Carregar/Salvar

☒ Tornar Variáveis Irrestritas Não Negativas

Selecionar um Método de Solução:

Simplex LP

Opções

Método de Solução

Use o método Simplex LP para problemas de Solver lineares. Use o GRG Não Linear para problemas do Solver suaves e não lineares. Use o mecanismo Evolutionary para problemas do Solver não suaves.

Ajuda

Resolver

Fechar

Célula do Lucro Total (Z)
\$K\$21

Maximizar o Lucro Total

Células das variáveis de decisão
(x1, x2, x3)
\$F\$17:\$H\$17

Restrições do modelo
(Quantidade Usada ≤ Disponibilidade)

- \$K\$10 <= \$O\$10
- \$K\$11 <= \$O\$11
- \$K\$12 <= \$O\$12
- \$K\$13 <= \$O\$13
- \$K\$14 <= \$O\$14

Garantir que as variáveis sejam ≥ 0

Método de solução recomendado:
Simplex LP

Resumo dos Parâmetros

Parâmetro	Configuração
Definir Objetivo	\$K\$21 (Lucro Total)
Para	Máx.
Alterando Células Variáveis	\$F\$17:\$H\$17 (x1, x2, x3)
Sujeito às Restrições	\$K\$10 <= \$O\$10 \$K\$11 <= \$O\$11 \$K\$12 <= \$O\$12 \$K\$13 <= \$O\$13 \$K\$14 <= \$O\$14
Tornar Variáveis Irrestritas Não Negativas	Marcado
Método de Solução	Simplex LP

Dica: Verifique se os intervalos de células estão corretos antes de clicar em Resolver.

Próximo passo: Executar o Solver e analisar os resultados.

Solver no Excel

Carregamento da Planilha – Passo a Passo



6 Adicionar as restrições no Solver



Adicione cada restrição do modelo informando a célula da Quantidade Usada e a célula da Disponibilidade, com o operador $\leq$. Repita o processo para todas as restrições.

Adicionar Restrição

Referência de Célula:

Restrição:

OK

Adicionar

Cancelar

1. Referência de Célula

Selecione a célula da Quantidade Usada da restrição atual.

2. Operador

Mantenha o operador " $\leq$ " (menor ou igual).

4. Clique em **Adicionar**
Clique em "Adicionar" para incluir a restrição na lista.

3. Restrição

Selecione a célula da Disponibilidade correspondente.

Ordem para inclusão das restrições:

- 1 \$K\$10 $\leq$ \$O\$10
- 2 \$K\$11 $\leq$ \$O\$11
- 3 \$K\$12 $\leq$ \$O\$12
- 4 \$K\$13 $\leq$ \$O\$13
- 5 \$K\$14 $\leq$ \$O\$14



Observação:

Cada restrição garante que a Quantidade Usada de cada recurso não ultrapasse a Disponibilidade respectiva.

Resumo das Restrições

Restrição	Referência de Célula (Quantidade Usada)	Operador	Restrição (Disponibilidade)
1ª restrição	\$K\$10	$\leq$	\$O\$10
2ª restrição	\$K\$11	$\leq$	\$O\$11
3ª restrição	\$K\$12	$\leq$	\$O\$12
4ª restrição	\$K\$13	$\leq$	\$O\$13
5ª restrição	\$K\$14	$\leq$	\$O\$14



Importante: Inclua todas as restrições antes de clicar em Resolver.



Dica: Verifique sempre se as referências das células estão corretas antes de adicionar cada restrição.



Próximo passo: Após adicionar todas as restrições, clique em Resolver para que o Solver encontre a melhor solução.

Solver no Excel

Solução Obtida



7 Solver – Solução Encontrada



Após clicar em **Resolver**, o Solver processa o modelo e apresenta o resultado. A mensagem confirma que todas as restrições e condições foram satisfeitas.

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 de Estrutura de Tópicos

Relatórios

Resposta

Sensibilidade

Limites

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.

PLANILHA PARA UTILIZAÇÃO DO MS-Excel-Solver						
COEFICIENTES DAS RESTRIÇÕES			QUANTIDADES USADAS		DISPONIBILIDADES	
x1	x2	x3				
0,22	0,52	0,74	9.600.000,00		9.600.000,00	
0,5	0,34	0,2	3.053.552,24		4.800.000,00	
0,28	0,14	0,06	1.038.985,07		2.200.000,00	
16	0	-1	0,00		0,00	
0	1	0	600.000,00		600.000,00	
VARIÁVEIS			770.149,25	600.000,00	12.322.388,06	← Valores ótimos das variáveis (x1, x2, x3)
LUCROS UNITÁRIOS			0,3	0,25	0,2	
			R\$ 2.845.522,39		LUCRO TOTAL ÓTIMO	→ Valor máximo obtido para a função objetivo (Z)



Observação: Todas as restrições foram atendidas e o valor da função objetivo (lucro total) foi maximizado.

✓ **Próximo passo:** Analisar os resultados e interpretar as decisões recomendadas pelo modelo.

Solver no Excel

Solução Obtida

7 Solver – Solução Encontrada



Solução encontrada com sucesso!
Após configurar todos os parâmetros e clicar em **Resolver**, o Solver encontrou a solução ótima para o problema.

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 de Estrutura de Tópicos

Relatórios

Resposta

Sensibilidade

Limites

OK

Cancelar

Salvar Cenário...

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

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

Mensagem de confirmação do Solver

PLANILHA PARA UTILIZAÇÃO DO MS-Excel-Solver									
COEFICIENTES DAS RESTRIÇÕES			QUANTIDADES USADAS			DISPONIBILIDADES			
x1	x2	x3							
0,22	0,52	0,74		9.600.000,00		9.600.000,00			
0,5	0,34	0,2		3.053.552,24		4.800.000,00			
0,28	0,14	0,06		1.038.985,07		2.200.000,00			
16	0	-1		0,00		0,00			
0	1	0		600.000,00		600.000,00			
VARIÁVEIS (VALORES ÓTIMOS)			770.149,25	600.000,00	12.322.388,06	Valores ótimos das variáveis (x1, x2, x3)			
LUCROS UNITÁRIOS			0,3	0,25	0,2	LUCRO TOTAL ÓTIMO	Valor máximo obtido para a função objetivo (Z)		

Resumo da Solução	
Item	Resultado
Status do Solver	Solução encontrada com sucesso
Método de Solução	Simplex LP
Valor da Função Objetivo (Z)	R\$ 2.845.522,39
Variáveis Ótimas	x1 = 770.149,25 x2 = 600.000,00 x3 = 12.322.388,06
Restrições	Todas atendidas (Quantidade Usada ≤ Disponibilidade)



Observação: Todas as restrições foram atendidas e o valor da função objetivo (lucro total) foi maximizado.



Próximo passo: Analisar os resultados e interpretar as decisões recomendadas pelo modelo.

Problemas de alocação de recursos

exemplo 5

- **Problema de Fabricação**

- Uma pequena manufatura produz dois modelos, Standard e Luxo, de um certo produto. Cada unidade do modelo Standard requer 2 horas de lixação e 1 hora de polimento. Cada unidade do modelo Luxo exige 2 horas de lixação e 3 horas de polimento. A fábrica dispõe de 2 lixadoras e 3 polidoras, cada qual trabalhando 40 horas semanais. As margens de lucro são \$24 e \$32, respectivamente, para cada unidade Standard e Luxo. Não existem restrições de demanda para ambos os modelos.
- **Elabore um modelo de programação linear que permita calcular a produção semanal que maximiza a margem total de lucro do fabricante. Determinar a solução ótima graficamente e utilizando o Solver.**