

PESQUISA OPERACIONAL - MÉTODO PARA INTERPRETAÇÃO, DESCRIÇÃO E RESOLUÇÃO DE QUESTÕES COM O USO DO SOFTWARE MICROSOFT EXCEL (Versões 2003 e 2007)

Autor: Airton Schmidt

Curso: 5º Período – Administração – Unimontes – Matutino

Data: outubro/2010

INTRODUÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido com base nos meus procedimentos e métodos de raciocínio para a resolução das várias questões da disciplina de Pesquisa Operacional propostas neste 2º semestre de 2010 no 5º período do curso de Administração da Unimontes. Ele é fruto da compilação de observações, interpretações, anotações e conclusões baseadas em várias outras questões além da citada como exemplo neste trabalho. Desta forma, este trabalho constitui maneira particular que encontrei para resolver estas questões.

Em todos os problemas propostos segui as metodologias que exponho a seguir além dos conhecimentos básicos de Excel necessários para a execução prática das questões que são descritos em forma de dicas elementares dentro de pequenas molduras.

Meu objetivo é auxiliar no aprendizado da matéria e principalmente, comentar uma forma particular de se buscar resolver as questões desta disciplina. Desta forma, este manual não traduz método absoluto ou com cento por cento de eficiência para quaisquer questões, mas, foi utilizado e testado em inúmeros exercícios, com êxito.

É possível que algumas ações e procedimentos aqui relatados sejam considerados muito básicos por alguns. Porém, o objetivo principal é auxiliar aos que necessitam desde os conceitos primários de compreensão dos exercícios, de conhecimentos sobre o Excel até aos mais experientes que precisam de apenas algumas dicas.

Outro detalhe importante é que o manual acabou desproporcional ao grau de dificuldade da maioria das questões, ou seja, apesar das 12 páginas (que procuraram relatar o processo proposto em detalhes), com estudo e frequência de resolução de questões, os procedimentos aqui descritos com algumas minúcias passam a ser executados de forma intuitiva, prática e muito mais rápida, diminuindo severamente a necessidade muitos detalhes aqui apresentados. Normalmente, o tempo médio para todo o processo foi de 25 minutos.

Uma questão de **Pesquisa Operacional** geralmente remete ao cálculo da disponibilidade dos recursos de várias ações que serão realizadas simultaneamente para que determinado objetivo seja atingido (Grandeza). Este objetivo ou grandeza a ser calculada, normalmente é a realização de uma demanda de produção, a maximização de lucro ou minimização de custos tendo em vista a realização de todos os eventos necessários.

É importante salientar que, basicamente, os problemas irão apresentar atividades (produção, serviços ou vários outros eventos) que ocorrem em paralelo, ao mesmo tempo ou fazem parte (em conjunto) da atividade principal de uma organização ou entidade.

COMO RESOLVER QUESTÕES DE P.O. ATRAVÉS DO PROGRAMA MICROSOFT EXCEL (Versões 2003 ou 2007)

EXEMPLO DE QUESTÃO:

Uma pequena fábrica de laticínios recebe por dia 8.000 litros de leite que são utilizados na fabricação de queijo, doce de leite e ricota. A ricota é subproduto do queijo, já que é feita com o soro que sobra da fabricação deste. Cada 3 kg queijo geram soro suficiente para fazer no máximo 1 kg de ricota. Para fazer 1 kg de queijo, o laticínio gasta 10 litros de leite. Para fazer 1 kg de doce, gastam-se 6 litros de leite. Além dessas, outras duas restrições de mercado devem ser obedecidas:

A quantidade de doce por dia não deve ultrapassar 200 kg.

A quantidade de queijo deve ser no mínimo igual a três vezes a quantidade de doce.

A fábrica dispõe de 12 empregados que trabalham 8 horas por dia. Em todo o processo, desde o recebimento do leite, a pasteurização, a produção, a embalagem, o armazenamento, o despacho, os produtos requerem a quantidade de mão-obra mostrada na tabela a seguir. A tabela apresenta também os lucros unitários de cada produto.

PRODUTO	LUCRO UNIT.	QUANT. DE MÃO DE OBRA (minutos/Kg)
Queijo	R\$ 1,50/ Kg	3
Doce L.	R\$ 2,00/ Kg	2
Ricota	R\$ 1,20/ Kg	1

Construa o modelo adequado para resolver esse problema.

ETAPAS DA INTERPRETAÇÃO, DESCRIÇÃO E RESOLUÇÃO

A) - Identificar os chamados elementos principais.

Quais são os elementos que serão manipulados simultaneamente? Procure interpretar na leitura da questão quais são os “personagens” principais que serão “usados”, “criados”, “realizados” ou “geridos” pela entidade (organização ou indivíduo) responsável. Estes elementos principais do problema, que serão manipulados em paralelo, em conjunto ou simultaneamente em geral, são:

- Áreas ou locais principais que serão explorados ou utilizados;
- Produtos ou serviços que serão processados;
- Ingredientes que irão compor determinado item;
- Investimentos (como em ações ou títulos) a serem realizados;
- Objetos ou fontes de recursos que serão manipuladas;
- Etc.

DICAS:

- É importante ressaltar mais uma vez que, na busca por estes elementos, seja percebida a sua possibilidade de utilização de forma simultânea, paralela ou em conjunto.
- **IMPORTANTE:** Normalmente, todas as características citadas no problema são em função desses elementos (o que facilita ainda mais a sua identificação).
- Despreze, neste primeiro momento, as informações de restrição ou que condicionam recursos, resultados ou totais (Ex.: Elemento X precisa de no mínimo 80);

Estes elementos principais devem ser listados na vertical, na primeira coluna da planilha. Ver FIG.1.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO: Esta parte é montada da seguinte forma dentro da planilha do Excel:

	A
1	
2	Produto
3	Queijo
4	Doce Leite
5	Ricota

FIG. 1

Observe que os elementos principais do problema, ou seja, os componentes que irão ser manipulados pela fábrica de laticínios, seguindo o raciocínio exposto no tópico A, são o Queijo, o Doce de Leite e a Ricota.

B) - Identificar quais são as características de cada elemento principal.

O problema pode relatar características para cada componente principal tais como:

- Preço;
- Custo;
- Quantidade;
- Tempo;
- Taxa;
- Área;
- Mão de obra necessária;
- Gasto;
- Entre outras.

Essas características sempre estarão em função de cada um dos elementos principais identificados. Note que estas características confirmam, de certa forma, quais são os componentes principais que interpretamos (tópico A) pois são listadas para eles.

Estas características devem ser tabuladas na frente de seus respectivos elementos principais e com identificação (nome da característica) na primeira linha da tabela. (FIG.2)

DICAS:

- Não confunda características com restrições. Lembre-se que as restrições vão limitar valores possíveis, ou seja, vão condicionar. As características apenas atribuem um valor (informação) sobre um componente.

- As características devem ser todas expressas (seus valores) em função de uma mesma unidade (apenas um) padrão dos componentes. Desta forma, é interessante que defina ou identifique no problema qual é essa unidade do componente. (Ex.: se o componente principal é feito por kg, por litro, por tonelada, por unidade monetária – real – por uma hora, por um metro ou por uma unidade singular do elemento). Pense da seguinte forma como exemplo: para 1 único Kg (ou uma única outra unidade qualquer) quanto de determinada característica é necessária.

Esta reflexão identifica a necessidade de converter valores de uma característica, citados no problema, para a unidade determinada.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO: Esta parte é montada da seguinte forma dentro da planilha do Excel:

	A	B	C	D
1	Tabela com Lógica da C			
2	Produto	Tempo MO (min.)	Leite (l)	Lucro (R\$/Kg)
3	Queijo	3	10	R\$ 1,50
4	Doce Leite	2	6	R\$ 2,00
5	Ricota	1	0	R\$ 1,20

FIG. 2

As características citadas no problema para cada um dos componentes (produtos) são o tempo da Mão de Obra em minutos, a quantidade de leite e o lucro. Verificamos que estas características são, para o problema proposto, felizmente, para cada unidade (1Kg) de cada um dos produtos. Desta forma, conforme ressaltado na última DICA da página anterior, logo acima, as características podem ser tabuladas (inseridas na tabela) com os mesmos valores descritos no problema. Caso contrário, seria necessário convertê-la para a mesma unidade singular dos produtos (neste caso 1Kg de produto).

Hipótese: O problema lista o tempo necessário para fazer cada Kg de produto em minutos. Suponha que, ao invés do tempo por unidade (Kg) o problema relatasse que são feitos 30 Kg de doces de leite por hora, 60 Kg de ricotas por hora e 20 Kg de queijos por hora. Nós não poderíamos jogar os valores 30, 60 e 20 como características de tempo de mão de obra porque estes valores não estão em função de 1 unidade (Kg) de cada produto.

Desta forma, seria necessário, antes de tabular os valores, que fossem convertidos através de regra de três, básica, através da seguinte relação: “Se 30 Kg de doce são feitos em 1 hora, qual o tempo necessário para fazer apenas 1 Kg (unidade padrão singular do produto). É exatamente a resposta deste problema que deveria ser lançada como tempo já que foi convertida para a unidade padrão para se fazer apenas 1 produto.

C) - Identificar quais são os valores VARIÁVEIS.

As variáveis são exatamente as partes da solução do problema que devem ser calculadas, ou seja, são as características-valores de cada componente principal que devem ser “descobertas” (pelo Excel) para que o problema seja resolvido. Normalmente, são as quantidades ou “o quanto” de cada componente será necessário para atingir o objetivo (Grandeza).

Na coluna à direita das características, insira uma coluna (Variáveis) que irá representar exatamente a quantidade de componentes necessários para resolver o problema (FIG 3 e FIG. 4). São estes valores que o Excel manipula (calcula e altera) para atender ao objetivo proposto (não é a nossa responsabilidade – “Graças a Deus!”). Neste momento, a sugestão é criar a coluna “Variáveis” e inserir o valor 1 (ponto de partida unitário) para todos os componentes. Desta forma, estamos representando que, no momento inicial, antes do processamento do Solver do Excel, partiremos da quantia 1 para todos os componentes.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO: Esta parte é montada da seguinte forma dentro da planilha do Excel: Neste exercício a coluna de variáveis é chamada de Qtde (Kg).

E
Questão
Qtde (Kg)
1
1
1
3

FIG. 3

Resultando na seguinte tabela parcial da questão:

	A	B	C	D	E
1	Tabela com Lógica da Questão				
2	Produto	Tempo MO (min.)	Leite (l)	Lucro (R\$/Kg)	Qtde (Kg)
3	Queijo	3	10	R\$ 1,50	1
4	Doce Leite	2	6	R\$ 2,00	1
5	Ricota	1	0	R\$ 1,20	1
6					3

FIG. 4

Repare que foi criada uma fórmula abaixo da coluna de Variáveis (Qtde (Kg)) para somar seus valores (onde aparece o resultado 3) – veja Dica 1 logo abaixo (Como Somar no Excel).


Lembre-se que partimos de um valor igual a 1 (digitado) para cada componente para que o Excel (através do Solver) manipule e exiba os valores apropriados quando for acionado.



Dica Excel 1- SOMAR

Para somar o valor das variáveis logo abaixo de suas quantidades, proceda da seguinte forma:

1 - Clique na célula (quadrinho) abaixo dos valores que deseja somar;

2 - Clique no ícone 

3 - Confirme teclando ENTER.

D) – Elabore a tabela com a relação Características x Qtdes (Características multiplicadas pelas quantidades - variáveis) – Tabela de Resultados.

Nesta etapa simples, elabore uma tabela à direita das variáveis que multiplique cada um dos valores das características pelas respectivas quantidades (variáveis). (FIG.5 e FIG. 6).

Neste manual vamos chamar esta tabela construída à direita da coluna de Variáveis de Tabela de Resultados.

Para maiores detalhes de como criar estas equações de multiplicação no Excel veja, logo abaixo, as dicas 2, 3, e 4.

Num primeiro momento, por motivos óbvios (as variáveis são iguais a 1) esta tabela ficará igual (nos valores) a tabela à esquerda das variáveis (tabela das características).



Dica Excel 2- IDENTIFICAÇÃO DE CÉLULAS

As células são cada uma das unidades (quadrinhos) que compõem a planilha. Cada célula é identificada por um nome ou endereço. Este nome ou endereço de célula corresponde ao nome de sua coluna (letra da coluna) com o número da linha de sua posição.

Ex.: A primeira célula de uma planilha é A1, pois está na coluna A da linha 1.

A célula marcada na figura acima (que possui uma borda ou alça ao seu redor) é a célula E6, pois está na coluna E da 6ª linha.

Esta identificação é essencial para entendermos e elaborarmos fórmulas dentro das planilhas.



Dica Excel 3 - CRIANDO FÓRMULAS (OU EQUAÇÕES MATEMÁTICAS E FINANCEIRAS)

Para criar fórmulas no Excel é necessária a compreensão de três pré-requisitos:

1º - Os operadores matemáticos utilizados nas fórmulas são:

+ Soma

- Subtração

* Multiplicação

/ Divisão

^ Exponenciação

2º - Clicar na célula (ou se posicionar nela) onde se deseja o resultado.

3º - Toda fórmula deve começar com o sinal preferencial de igualdade - =

Exemplo: Para criar uma equação hipotética que faça a SOMA da célula A1 com A2 ELEVADO a B1 SUBTRAINDO C1 DIVIDIDO por E1 temos a seguinte expressão:

=A1+A2^B1-C1/E1

A fórmula deve ser confirmada, geralmente, com a tecla ENTER.

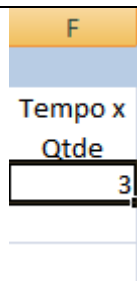


Dica Excel 4 - ARRASTANDO FÓRMULAS SEMELHANTES (COM REFERÊNCIAS RELATIVAS)

O Excel possibilita ao usuário criar apenas a primeira fórmula de uma seqüência semelhante de fórmulas e, em seguida, arrastá-la para gerar as outras fórmulas equivalentes (chamadas de RELATIVAS).

Para realizar esta tarefa proceda da seguinte forma:

1º - Clique na célula onde foi feita a fórmula inicial



2º - Observe que na célula clicada aparece a alça mais escura (borda) com um minúsculo quadradinho preto em seu canto inferior direito.



3º - Posicione o mouse sobre o quadradinho preto (canto inferior direito) de forma que o ponteiro do mouse assuma a forma de uma cruzinha preta simples.

4º - Pressione o botão esquerdo e sem soltá-lo arraste o mouse até a última célula onde deseja a fórmula, liberando o botão em seguida (ou clique duas vezes no quadradinho preto).

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO: Esta parte é montada da seguinte forma dentro da planilha do Excel: A descrição das fórmulas que devem ser montadas nesta tabela das características x quantidades, (tabela de resultados) conforme os procedimentos do Excel, são descritas na figura abaixo:

F	G	H
Tempo x Qtde	Leite x Qtde	Lucro x Qtde
=B3*E3	=C3*E3	=D3*E3
=B4*E4	=C4*E4	=D4*E4
=B5*E5	=C5*E5	=D5*E5

FIG. 5

Para criar as fórmulas de multiplicação da FIG.5 basta proceder conforme Dica 3, portanto, da seguinte forma:

Fórmula do Tempo x Quantidade:

1º - Clique na célula da primeira fórmula (onde se deseja o resultado), ou seja, na célula F3;

2º - Tecle = (sinal de igual)

3º - Digite a fórmula **B3*E3**

- Esta fórmula pega o valor do tempo em minutos do queijo (célula B3) e multiplica pelo valor da quantidade do mesmo elemento (E3).

4º - Tecle ENTER

5º - Arraste a fórmula para as células abaixo dos outros componentes (ver Dica 4).

Fórmula da Leite x Quantidade

1º - Clique na célula G3;

2º - Digite **=C3*E3**

3º - Tecle ENTER

4º - Arraste a fórmula para as outras células abaixo. (Ver Dica 4).

Fórmula do Lucro x Quantidade

1º - Clique na célula H3;

2º - Digite **=C3*E3**

3º - Tecle ENTER

4º - Arraste a fórmula para as outras células abaixo. (Ver Dica 4).

É interessante que a fórmula de somar elaborada na célula E6, conforme FIG 3 e FIG 4, seja arrastada (Dica 4), também, para a direita, de forma a gerar a soma de todas as outras colunas de valores.

3	6	16	R\$	4,70
---	---	----	-----	------

FIG 8

Lembre-se: Estas fórmulas podem ser melhor compreendidas com o estudo das dicas 2, 3 e 4 acima. Cada uma das fórmulas exibidas na FIG 5 está multiplicando a célula de uma característica de um componente pela célula de sua respectiva quantidade ou variável. Abaixo delas (FIG 8) foram criadas fórmulas que somam os valores de suas respectivas colunas resultando na tabela a seguir:

F	G	H
Tempo x Qtde	Leite x Qtde	Lucro x Qtde
3	10	R\$ 1,50
2	6	R\$ 2,00
1	0	R\$ 1,20
6	16	R\$ 4,70

FIG. 6 – Tabela de Resultados

Com isso obtemos uma tabela parcial da questão:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Tabela com Lógica da Questão							
2	Produto	Tempo MO (min.)	Leite (l)	Lucro (R\$/Kg)	Qtde (Kg)	Tempo x Qtde	Leite x Qtde	Lucro x Qtde
3	Queijo	3	10	R\$ 1,50	1	3	10	R\$ 1,50
4	Doce Leite	2	6	R\$ 2,00	1	2	6	R\$ 2,00
5	Ricota	1	0	R\$ 1,20	1	1	0	R\$ 1,20
6					3	6	16	R\$ 4,70

FIG. 7

E) – Identificação de cada célula da tabela de Características x Quantidades (Tabela de Resultados) e confirmação da Grandeza do problema

Nesta etapa é extremamente importante que se identifique (ou rotule) cada uma das células e seus respectivos valores tabulados na coluna das variáveis (quantidades) e nas colunas à sua direita (Tabela de Resultados). Pode parecer básico este procedimento mas é vital para a compreensão das Restrições que serão interpretadas no próximo tópico (F).

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO: identifique (fora das anotações do exercício) todas as células do intervalo de E3 até H6 conforme a figura abaixo:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Tabela com Lógica da Questão							
2	Produto	Tempo MO (min.)	Leite (l)	Lucro (R\$/Kg)	Qtde (Kg)	Tempo x Qtde	Leite x Qtde	Lucro x Qtde
3	Queijo	3	10	R\$ 1,50	1	3	10	R\$ 1,50
4	Doce Leite	2	6	R\$ 2,00	1	2	6	R\$ 2,00
5	Ricota	1	0	R\$ 1,20	1	1	0	R\$ 1,20
6					3	6	16	R\$ 4,70

FIG 6

Identificação das Células da coluna de Variáveis (Qtde) e da Tabela de Resultados

E3 -> Quantidade de Queijo

E4 -> Quantidade de Doce de Leite

E5 -> Quantidade de Ricota

Ou seja, no intervalo de E3 até E5 temos as quantidades de produtos. (Veja Dica 5)

E6 -> Total de quantidades (quantos Kgs serão fabricados no total)

F3 -> Tempo para todos os queijos fabricados

F4 -> Tempo para todos os doces

F5 -> Tempo para todas as ricotas

Ou seja, no intervalo de F3 até F5 temos os tempos necessários de cada item.

F6 -> Tempo total para a produção de todos os componentes.

G3 -> Quantidade de Leite para o queijo

G4 -> Quantidade de leite para o doce de leite

G5 -> Quantidade de leite para a Ricota

Ou seja, de G3 até G5 temos a quantidade de leite utilizada por cada produto

G6 -> Total de leite utilizado para todos os produtos

H3 -> Lucro total obtido pelo queijo

H4 -> Lucro total obtido pelo doce de leite

H5 -> Lucro total obtido pela ricota

Ou seja, de H3 até H5 temos os lucros de cada produto

H6 -> Lucro total da fábrica (grandeza do Problema)

A grandeza de um problema, ou seja, o valor final que deve ser calculado pelo Excel (grande objetivo do exercício) é, portanto, o total do Lucro da empresa, dos seus custos ou dos retornos financeiros de determinadas aplicações (conforme o problema). A célula onde está a grandeza é ponto de partida para o SOLVER do Excel que será explicado posteriormente.



Dica Excel 5- Descrição de Intervalo de Células

No Excel, uma sequência de células, como por exemplo, E3 até E5, é descrita dentro de fórmulas e comandos da seguinte forma: **E3:E5** (Leia E3 dois pontos E5);

F) – Identificação das Restrições e sua descrição no Excel

As chamadas Restrições do problema são as expressões que **condicionam** determinados recursos, limitam, determinam uma faixa de valores ou necessidades para resultados ou quantidades e até mesmo especificam quanto deve ser obtido em certo valor da tabela.

Desta forma, é importante entender que todas as expressões do problema que citam quanto se tem disponível ou deve-se ter de determinado item, qual o mínimo ou máximo para um elemento, qual o valor **necessário**, ou que se pode ter, determinado para certas variáveis ou resultados (da tabela de resultados), além de outras condições, significam as restrições para se atingir o objetivo (Grandeza).

Um detalhe muito importante é que, geralmente, as restrições são aplicadas ou recaem sobre elementos das colunas das Variáveis ou da Tabela de Resultados.

São exemplos de termos, em diversas questões, que constituem restrições:

- A quantidade do Produto P1 não deve ultrapassar de 40 unidades;
- É necessário o transporte de, no mínimo, 200 caixas de tangerinas;
- A disponibilidade de matéria-prima permite no máximo 300 produtos Y;
- É necessária a fabricação de 10000 Kg de Produto Z;
- O plantio de Soja requer no mínimo 200 alqueires;
- A necessidade do paciente é de no mínimo 2000 calorias;
- A companhia só pode armazenar 40 quilos de material tóxico.
- Precisa-se conhecer a quantidade de ingredientes por 1 quilo de produto.
- A quantidade de produtos não pode ser negativa (restrição oculta)
- A quantidade de peças deve ser expressa em números inteiros (restrição oculta);
- A quantidade de Queijo deve ser no mínimo o triplo da quantidade de doce (restrição onde um valor planilha depende de outro do mesmo problema);
- Etc.

É necessário, portanto, que se faça uma interpretação cuidadosa da questão para descobrir a lista de restrições existentes e relatá-las.

Passos para identificar uma restrição e descrevê-la:

1º - É importante ter desenvolvido a Etapa E deste procedimento, ou seja, a relação que identifica cada uma das células das variáveis e da tabela de Resultados (com treinamento e resolução de muitos exercícios é natural que esta etapa se torne desnecessária);

2º - Interpretar e listar as restrições citadas na questão. É importante, neste momento, após listar todas as descrições visíveis (ou percebidas no enunciado do exercício) que se verifique a necessidade de duas restrições, normalmente implícitas, mas necessárias:

- A necessidade de valores das quantidades (Variáveis) não negativos e inteiros;

3º - Descrever as restrições em formato apropriado para o Excel.

As restrições são normalmente relatadas seguindo o formato padrão:

I - Célula(s) do Excel (onde está/estão valor(es) do item/itens restrito(s))	II - Operador Relacional	III - Valor(es), Fórmulas ou outras células do Excel
---	---------------------------------	---

I - A célula ou células do Excel usadas no início da restrição estarão entre uma das identificadas e rotuladas no 1º passo; Neste momento, deve-se associar o termo da restrição (Descrito na questão do exercício) com a célula respectiva (identificada no 1º passo).

II - Os operadores relacionais adotados pelo Solver do Excel são:

- **= (igual)** – utilizado para restrições que condicionam valores exatos;
- **>= (maior ou igual)** – utilizado em restrições que citam, em geral, os termos pelo menos ou no mínimo ou que passam a idéia de que o valor base citado no exercício é o menor possível;

- **<= (menor ou igual)** - utilizado em restrições que citam, em geral, os termos até ou no máximo ou que passam a idéia de que o valor base citado no exercício é o maior permitido.

III – Valores, fórmulas ou outras células são:

- O valor que a questão fornece; Ex.: A produção do produto X deve ser maior do que **200**;
- Fórmula proposta pela restrição; Ex.: A produção do produto X deve ser igual a 20% da capacidade da fábrica. Neste exemplo, a restrição solicita a elaboração de fórmula (dica 3) que calcule 20% da capacidade total da fábrica, ou seja, **=20%*célula** onde é calculada a capacidade total da fábrica.
- O nome de outra(s) células(s) do Excel onde se encontra o valor para comparação citado na restrição. Ex.: A produção do produto X deve ser igual a do produto Y. Neste exemplo, o valor seria o nome da célula onde é calculada a quantidade de Y.

Exemplo de relato de uma Restrição

Restrição apresentada (hipotética): A capacidade total da empresa é de 8000 itens;

Célula onde (hipoteticamente) é calculada a capacidade total da empresa (na planilha): G6

Relato correto da Restrição:

$$G6 = 8000$$

Neste exemplo,

- G6 é a célula do Excel onde está o valor que calcula o item restrito (capacidade de produção total da empresa);
- O sinal = é o operador relacional;
- 8000 é o valor base para a restrição (que poderia ser uma fórmula ou nome de outra célula de valor de uma tabela);

Outros exemplos de descrições de restrições (considerando localizações de células, hipotéticas):

- A quantidade do Produto P1 (localizado na célula G6) não deve ultrapassar de 40 unidades;
G6 <= 40
- É necessário o transporte de, no mínimo, 200 caixas de tangerinas (cujo cálculo da quantidade está localizado na célula G6);
G6 >= 200
- É necessária a fabricação de 10000 Kg de Produto Z (cuja quantidade está localizada na célula G6);
G6 = 10000
- As quantidades de todos os produtos devem ser maiores ou iguais a 5 (cuja células estão localizadas no intervalo de G3 até a célula G6); - (Veja Dica 5);
G3:G6 >= 5
- A quantidade de queijo (localizado na célula E3) deve ser o triplo da de doce (localizado na célula E4);
E3 >= E4 * 3
- As quantidades produzidas (variáveis localizadas no intervalo de E3 até E6) devem ser inteiras;
E3:E6 = Num

Observação: Num é o código utilizado no SOLVER do Excel para definir que os valores das células devem ser números inteiros.

No modelo apresentado na tabela abaixo (FIG 9) segue formato que pode ser utilizado para relatar todas as restrições. Esta tabela deve ser desenvolvida na mesma planilha da tabela principal do problema.

9	Tabela de Restrições			
10	Célula(s) Referência(s)	Operador	Valor ou Fórmula	Descrição
11				
12				
13				
14				

FIG 9

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO: Seguindo os passos para identificar e relatar as descrições teremos:

1º Passo: Desenvolvido na Resolução da Questão do Tópico E. (Acima)

2º Passo: Identificam-se na questão as seguintes restrições:

- A fábrica recebe 8000 litros de leite (quantidade de leite máxima);
- No máximo 1Kg de Ricota só pode ser desenvolvido com 3Kg de Queijo;
- A quantidade de doce não pode ultrapassar 200 Kg;
- A quantidade de queijo deve ser no mínimo igual ao triplo da quantidade de doce.
- A fábrica dispõe de 12 empregados que trabalham 8 horas por dia. (DICA: Quantidade de horas disponível = número de funcionários x número de horas). Observação: Como as características de tempo de cada produto são fornecidas em minutos, é necessária a conversão da restrição de horas para minutos (multiplicando o total de horas por 60).
- As quantidades de produtos não podem ser negativas. (restrição implícita).

3º Passo: Para descrever as restrições, digitaremos na tabela da FIG. 9. as seguintes informações:

9	Tabela de Restrições			
10	Célula(s) Ref.(s)	Operador	Valor ou Fórmula	Descrição
11	G6	<=	8000	Quantidade de leite disponível da fábrica.
12	E3	>=	=E4 * 3	A quantidade de queijo deve ser, no mínimo, o triplo da de doce.
13	E4	<=	200	A quantidade máxima de doce de leite.
14	E5	<=	=E3/3	A quant. de queijos para fazer 1 Ricota é no maximo igual a 3.
15	F6	=	=12*8*60	Tempo disponível total da fábrica (Empregados x Hrs. X Min.)
16	E3:E5		Não Negativos	As quantidades de produtos não podem ser negativas

FIG10

Onde o Excel exibirá os seguintes valores calculados para as fórmulas digitadas na coluna Valor ou Fórmula:

9	Tabela de Restrições			
10	Célula(s) Ref.(s)	Operador	Valor ou Fórmula	Descrição
11	G6	<=	8000	Quantidade de leite disponível da fábrica.
12	E3	>=	3	A quantidade de queijo deve ser, no mínimo, o triplo da de doce.
13	E4	<=	200	A quantidade máxima de doce de leite.
14	E5	<=	0,333333333	A quant. de queijos para fazer 1 Ricota é no maximo igual a 3.
15	F6	=	5760	Tempo disponível total da fábrica (Empregados x Hrs. X Min.)
16	E3:E5		Não Negativos	As quantidades de produtos não podem ser negativas

FIG 11

Resultando na seguinte tabela da questão:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Tabela com Lógica da Questão							
2	Produto	Tempo MO (min.)	Leite (l)	Lucro (R\$/Kg)	Qtde (Kg)	Tempo x Qtde	Leite x Qtde	Lucro x Qtde
3	Queijo	3	10	R\$ 1,50	1	3	10	R\$ 1,50
4	Doce Leite	2	6	R\$ 2,00	1	2	6	R\$ 2,00
5	Ricota	1	0	R\$ 1,20	1	1	0	R\$ 1,20
6					3	6	16	R\$ 4,70
7								
8								
9	Tabela de Restrições							
10	Célula(s) Ref.(s)	Operador	Valor ou Fórmula	Descrição				
11	G6	<=	8000	Quantidade de leite disponível da fábrica.				
12	E3	>=	3	A quantidade de queijo deve ser, no mínimo, o triplo da de doce.				
13	E4	<=	200	A quantidade máxima de doce de leite.				
14	E5	<=	0,333333333	A quant. de queijos para fazer 1 Ricota é no maximo igual a 3.				
15	F6	=	5760	Tempo disponível total da fábrica (Empregados x Hrs. X Min.)				
16	E3:E5		Não Negativos	As quantidades de produtos não podem ser negativas				
17								

FIG 12

Observe que a primeira coluna da Tabela de Restrições (**Célula(s) Ref(s)**) indica quais as células vão ter que atender as condições impostas pelas restrições (conforme identificado e relacionado no tópico E deste manual). Desta forma, se o tópico da restrição fala sobre a quantidade de queijo, procure qual célula irá calcular a quantidade de queijo (neste caso, a célula E3); caso o enunciado da restrição fale sobre a quantidade de leite disponível para a empresa, identifique qual a célula irá calcular esta quantidade (neste caso, a célula G6). Siga estas recomendações de identificação da célula para cada uma das restrições de forma a preencher a coluna Célula(s) Ref.(s) da forma adequada. (FIG 12)

É interessante que você comece o preenchimento da Tabela de Restrições pela coluna Descrição, para que fique mais fácil a compreensão e o relato de cada uma dessas Restrições.

Depois de elaboradas todas as etapas descritas até aqui, devemos utilizar a ferramenta SOLVER do Excel para chegarmos ao resultado do problema (Descobrir o valor da Grandeza e das respectivas células variáveis que atendam a todas as restrições)


G) – Utilização da ferramenta SOLVER do Microsoft Excel



Dica Excel 6 – Como Instalar o SOLVER

A ferramenta SOLVER normalmente não vem disponível na instalação básica do Excel e deve ser instalada através de seus suplementos disponíveis.

Para instalá-lo ou verificar se já está disponível faça:

No Excel 2003	No Excel 2007
1º - Na barra de menus clique em <u>FERRAMENTAS</u> 2º - Clique na opção <u>SUPLEMENTOS</u> 3º - Marque a opção SOLVER.	1º Clique no Botão Office  - no canto superior esquerdo da tela do Excel. 2º - Clique em Opções do Excel na parte inferior do menu. 3º - Clique em Suplementos (à esquerda) 4º - Na caixa <div>Gerenciar: Suplementos do Excel</div> Abra a pequena seta à direita e escolha a opção <u>Suplementos do Excel</u> . 5º - Clique no Botão IR 6º - Marque a caixinha com o nome SOLVER e clique em OK.



Dica Excel 7 – Como Executar o SOLVER

Para executar o recurso SOLVER faça

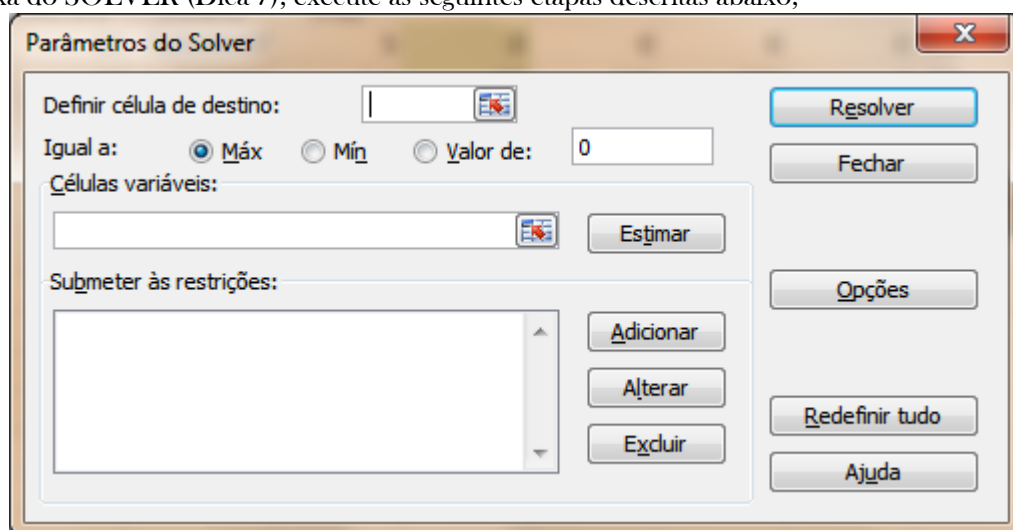
No Excel 2003	No Excel 2007
1º - Na barra de menus clique em <u>FERRAMENTAS</u> 2º - Clique no comando SOLVER	1º - Na parte superior da tela, na <u>Faixa de Opções</u> do Excel, clique na guia de nome <u>DADOS</u> 2º - Na parte superior da tela, à direita, no grupo Análise, clique no comando SOLVER.




Dica Excel 8 – Como Utilizar o SOLVER (Excel 2007)

Nesta dica, como as diferenças entre as versões 2003 e 2007 do Excel são muito pequenas, trabalharemos apenas com o recurso existente na versão Excel 2007.

Após abrir a caixa do SOLVER (Dica 7), execute as seguintes etapas descritas abaixo;



I - Clique dentro da caixinha **Definir célula de destino:**  e informe qual a célula deverá calcular a Grandeza de sua planilha. Você pode informar digitando o nome dessa célula ou clicando sobre a mesma na própria planilha (recomendado).


II - Nas opções de marcar, existentes logo abaixo do item anterior, conforme exibido a seguir:

Igual a: ☒ Máx ☐ Mín ☐ Valor de:

assinale a restrição da Grandeza, ou seja, **MAX** para obter o máximo dessa Grandeza, **MIN** para obter o seu mínimo ou **VALOR DE** para informar (na caixinha correspondente) um valor específico de Grandeza que se deseja obter (Ex.: O

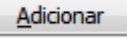
Custo mínimo de 150,00).

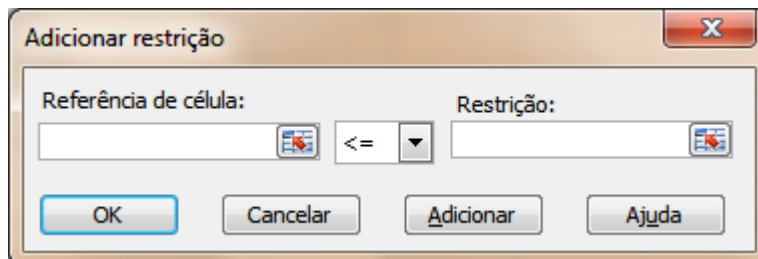
Células variáveis:

III - Na caixa  você deverá informar quais as células de sua planilha são as células variáveis. Para isso, proceda da seguinte forma:


- Clique dentro da caixa exibida logo acima (Células variáveis);
- Selecione as células variáveis em sua planilha clicando sobre a primeira, mantendo o botão esquerdo do mouse pressionado e, sem soltá-lo, arrastá-lo até a última célula variável. Libere o botão em seguida.


IV - Cadastre as Restrições do problema (com base na tabela de Restrições elaborada) procedendo da seguinte forma:

- Clique no botão 
- Na caixa que surge


A dialog box titled "Adicionar restrição" with a close button (X) in the top right. It contains two input fields: "Referência de célula:" and "Restrição:". Between them is a dropdown menu showing "<=". Both input fields have a small icon to the right. At the bottom are four buttons: "OK", "Cancelar", "Adicionar", and "Ajuda".

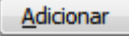
Proceda da seguinte forma para cadastrar, uma por uma, as restrições:

1 - Clique dentro da caixa  e clique na célula informada para a restrição que deseja cadastrar indicada na coluna **Célula(s) Ref.(s)** (da tabela de Restrições) na planilha. Desta forma, se na tabela de Restrição informar como Célula Ref. a célula G6, procuramos e clicamos na própria célula G6 da planilha elaborada. Se a tabela de Restrições indicar um intervalo de células (Ex.: E3:E6), selecione as respectivas células na planilha, clicando sobre a primeira e arrastando o mouse até a última.

2 - Na caixa , abra a setinha com um clique e escolha o operador relacional correspondente a restrição que deseja cadastrar.

Observação: Se a restrição a ser cadastrada informará que os valores precisam ser inteiros, escolha nesta caixa a opção **NUM** e não execute a próxima etapa (3).

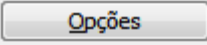
3 - Clique dentro da caixa  e clique na célula da tabela de restrição da coluna Valor ou Fórmula correspondente a restrição que deseja cadastrar. Observe que, neste passo, a célula usada é a do próprio valor ou fórmula montada dentro da tabela de restrição.

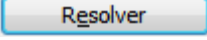
4 - Para cadastrar uma nova restrição do problema clique no botão .

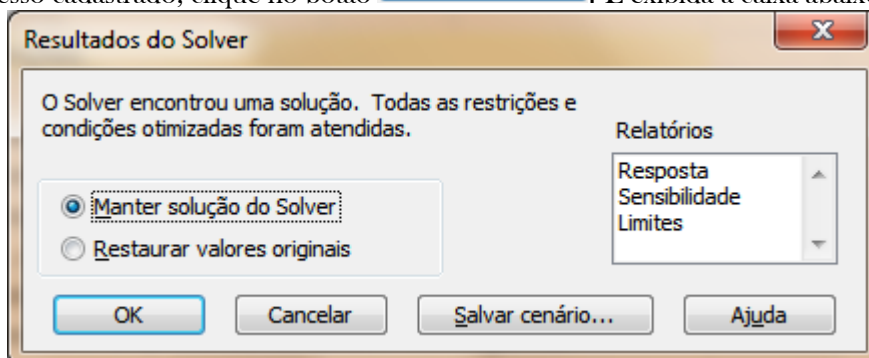
5 - Quando terminar de cadastrar todas as restrições clique em OK.

Observação: Após cadastrar as restrições e confirmá-las (OK), caso deseje Excluí-las ou Alterá-las, clique nos botões respectivos

V - Caso exista restrição onde as Variáveis não podem ser negativas (restrição implícita), proceda da seguinte forma:

- Clique no botão ;
- Marque a caixa ☐ Presumir não negativos e clique em OK.

VI - Após todo o processo cadastrado, clique no botão . É exibida a caixa abaixo:

A dialog box titled "Resultados do Solver" with a close button (X) in the top right. It contains a message: "O Solver encontrou uma solução. Todas as restrições e condições otimizadas foram atendidas." Below the message are two radio buttons: "Manter solução do Solver" (selected) and "Restaurar valores originais". To the right is a list box titled "Relatórios" containing "Resposta", "Sensibilidade", and "Limites". At the bottom are four buttons: "OK", "Cancelar", "Salvar cenário...", and "Ajuda".

Nesta caixa, o Excel informa se encontrou ou não solução para o problema. Através dela é possível escolher entre Manter a solução ou Restaurar valores originais. Marque a opção desejada e clique em OK.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO: Seguindo as dicas 6 e 7 e cadastrando os dados do problema através da dica 8, encontraremos a seguinte caixa antes de clicar no botão RESOLVER:

Após clicarmos no botão RESOLVER e clicarmos no botão OK que confirma a solução, a seguinte tabela **final** será exibida:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Tabela com Lógica da Questão							
2	Produto	Tempo MO (min.)	Leite (l)	Lucro (R\$/Kg)	Qtde (Kg)	Tempo x Qtde	Leite x Qtde	Lucro x Qtde
3	Queijo	3	10	R\$ 1,50	680	2040	6800	R\$ 1.020,00
4	Doce Leite	2	6	R\$ 2,00	200	400	1200	R\$ 400,00
5	Ricota	1	0	R\$ 1,20	226,66667	226,6667	0	R\$ 272,00
6					1106,6667	2666,667	8000	R\$ 1.692,00
7								
8								
9	Tabela de Restrições							
10	Célula(s) Ref.(s)	Operador	Valor ou Fórmula	Descrição				
11	G6	<=	8000	Quantidade de leite disponível da fábrica.				
12	E3	>=	600	A quantidade de queijo deve ser, no mínimo, o triplo da de doce.				
13	E4	<=	200	A quantidade máxima de doce de leite.				
14	E5	<=	226,666667	A quant. de queijos para fazer 1 Ricota é no maximo igual a 3.				
15	F6	=	5760	Tempo disponível total da fábrica (Empregados x Hrs. X Min.)				
16	E3:E5		Não Negativos	As quantidades de produtos não podem ser negativas				

Observe que todas as restrições são atendidas, as quantidades (Kg) de cada produto são definidas (Queijo=680, Doce de Leite=200 e Ricota=226,66667) e o Lucro máximo possível (Grandeza) atinge o valor de **R\$ 1.692,00**.

Na tabela de restrições, as fórmulas da coluna Valor ou Fórmula são calculadas de acordo com o resultado final.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os elementos do problema (componentes principais, características e restrições) podem ser fornecidos de maneira aleatória e desordenada no enunciado. Assim sendo, leia a questão pelo menos duas vezes e faça estudo investigativo satisfatório do enunciado.

É indispensável que sejam realizadas muitas correções de questões diversas. À medida que novos exercícios são resolvidos um processo natural evolutivo irá ocorrer colaborando com o aprendizado cada vez mais excelente da matéria, ou seja, uma certa "bagagem" de experiências irá se formar e novas questões serão resolvidas com índice cada vez menor de dificuldade. Desta forma, o treinamento é vital para o sucesso desta disciplina.