

## A) FORMULAÇÃO

**EPC.1.** Uma fábrica produz 3 tipos de chapas metálicas, A-B-C, que são prensadas e esmaltadas. A prensa dispõe de 2.000 minutos mensais e cada chapa, A ou B, leva 1 minuto para ser prensada, enquanto a chapa C leva 2 minutos. A esmaltagem nesta última leva apenas 1 minuto, enquanto as chapas A e B exigem 3 e 4,5 minutos respectivamente. A disponibilidade da esmaltagem é de 8.000 minutos mensais.

A demanda absorve toda a produção e o lucro por chapa é de 5, 7 e 8 unidades monetárias, respectivamente para as chapas A, B e C.

Formular um modelo de PL para a produção das chapas.

**EPC.2.** O setor de transporte de cargas da VASP operando em São Paulo dispõe de 8 aviões B-727, 15 aviões ELECTRA e 12 aviões BANDEIRANTE para vôos amanhã. Há cargas para remeter amanhã para o Rio de Janeiro (150 ton) e Porto Alegre (100 ton). Os custos operacionais de cada avião e suas capacidades são:

	B-727	Electra	Bandeirante
SP→Rio	23	5	1,4
SP→P.Alegre	58	10	3,8
Tonelagem	45	7	4

Quanto e quais aviões devem ser mandados para o Rio e Porto Alegre para satisfazer a demanda e minimizar os custos?

Formule o P.L. e deixe-o na forma STANDARD.

**EPC.3.** Uma corporação tem \$30 M disponíveis para investimento em 3 subsidiárias. Para manter a folha de pagamento deve-se ter um mínimo de investimento em cada subsidiária: \$ 3M, \$5 M e \$8 M, respectivamente.

A subsidiária II não pode absorver um investimento maior que \$17 M. Cada subsidiária pode executar vários projetos, cada um caracterizado por um teto máximo e uma taxa de retorno, dados na tabela seguinte.

Apresente a formulação matemática do problema.

SUBSIDIÁRIA	PROJETO	TETO MÁXIMO	TX DE RETORNO
I	1	\$6 M	8%
	2	\$5 M	6%
	3	\$9 M	7%
II	4	\$7 M	5%
	5	\$10 M	8%
	6	\$4 M	9%
III	7	\$6 M	10%
	8	\$3 M	6%

**EPC.4.** A VARIG precisa decidir a quantidade de querosene para combustível de seus jatos que adquire de 3 companhias vendedoras. Seus jatos são regularmente abastecidos nos aeroportos de Congonhas, Viracopos, Galeão e Pampulha. As companhias vendedoras poderão fornecer no próximo mês as seguintes quantidades de combustível:

COMPANHIA	GALÕES
1	250.000
2	500.000
3	600.000

As necessidades da Varig nos diferentes aeroportos são:

CONGONHAS	100.000
VIRACOPOS	200.000
GALEÃO	300.000
PAMPULHA	400.000

O custo por galão, incluindo o preço do transporte, de cada vendedor para cada aeroporto é:

	Cia 1	Cia 2	Cia 3
CONGONHAS	12	9	10
VIRACOPOS	10	11	14
GALEÃO	8	11	13
PAMPULHA	11	13	9

Formule este problema como um modelo de programação linear.

**EPC.5.** Uma refinaria capaz de processar 100.000 barris por dia de petróleo em gás, gasolina, óleo diesel e resíduo, precisa determinar seu programa de produção. Todos os produtos podem ser vendidos diretamente, exceto o resíduo que precisa ser combinado com querosene para produzir óleo pesado (10% querosene e 90% resíduo) ou óleo leve (20% querosene e 80% resíduo).

A refinaria precisa satisfazer um mínimo de contratos de venda e um máximo de produção estabelecido pelo governo (tab.1).

A refinaria pode comprar petróleo de 3 diferentes países, cujas disponibilidades diárias estão na tabela 2. Sabe-se ainda que ela se comprometeu a comprar pelo menos 10.000 barris por dia da Arábia Saudita. Formule o modelo de PL.

PRODUTO	PREÇO DE VENDA/BRASIL	PRODUÇÃO MÁXIMA BARRIS/DIA	PRODUÇÃO MÍNIMA BARRIS/DIA
Gás	2.10	10.000	5.000
Gasolina	3.50	20.000	13.000
Querosene	3.30	20.000	15.000
Óleo Diesel	3.10	25.000	10.000
Óleo Pesado	2.50	20.000	10.000
Óleo Leve	2.80	20.000	12.000

**TABELA 1**

Origem do Petróleo	Custo/barril (incluindo processamento)	Porcentagem dos componentes					Máximo disponível barris/dia
		Gás	Gasolina	Querosene	Diesel	Resíduo	
Kwait	2.00	10	10	10	10	60	70.000
Arabia S.	2.50	10	15	15	15	45	100.000
Líbia	3.00	10	20	20	20	30	50.000

**TABELA 2**

**EPC.6.** Duas ligas metálicas A e B são feitas de quatro metais distintos I, II, III e IV, de acordo com a seguinte especificação:

Ligas	Especificação	Preço de Venda (CR\$/ton)
A	no máximo 80% de I no máximo 30% de II no mínimo 50% de IV	200,00
B	entre 40% e 60% de II no mínimo 30% de III no máximo 70% de IV	300,00

Os quatro metais são extraídos de três minérios diferentes, cujas percentagens em peso, quantidades máxima dos minérios e custos por tonelada são tabelados a seguir.

Minério	Quantidade máxima (ton)	Componentes %					Preço de compra (R\$/ton)
		I	II	III	IV	outros	
1	1.000	20	10	30	30	10	30,00
2	2.000	10	20	30	30	10	40,00
3	3.000	5	5	70	20	0	50,00

Formular o P.P.L. escolhendo a função objetivo apropriada que fará melhor uso das informações dadas.

**EPC.7.** Um fabricante de rações quer determinar a fórmula mais econômica de uma certa ração. A composição nutritiva dos ingredientes disponíveis no mercado e os seus custos são os seguintes:

Nutrientes	INGREDIENTES		
	Soja	Milho	Cana
Cálcio	0,2%	1%	3%
Proteína	50%	9%	0%
Carbo-Hidratatos	0,8%	2%	2%
Custo/quilo	15,00	20,00	8,00

O fabricante deve entregar 1000 quilos de ração por dia e garantir que esta contenha:

no máximo	no mínimo	de
1.2%	0,8%	Cálcio
-	22.0%	Proteína
20.0%	-	Carbo-hidratatos

Formule o PL.

**EPC.8.** Uma indústria precisa produzir um certo produto em quantidade suficiente para atender contratos de venda no próximos quatro meses. Os recursos que entram na composição deste produto limitam em quantidades diferentes a produção nos meses referidos. O custo da unidade produzida também varia nesses meses.

Sabe-se ainda que, a produção de um mês pode ser vendida nos meses subsequentes, porém, sujeita a um custo de estocagem. Presentemente não há produto em estoque e ao fim do 4º mês deseja-se que também não haja.

Fornecida a tabela de dados, formule o PL que permite achar o programa de produção dos 4 meses capaz de minimizar o custo total da indústria.

MÊS	VENDAS CONTRATADAS	PRODUÇÃO MÁXIMA	CUSTO P/UNIDADE PRODUZIDA	CUSTO/UNIDADE ESTOCADA POR MÊS
1	40	50	18	3
2	30	20	17	2
3	10	30	23	3
4	35	35	17	4

**EPC.9.** Um indivíduo é forçado a fazer uma dieta alimentar que forneça diariamente as seguintes quantidades de vitaminas A, B, C e D:

VITAMINA	QUANTIDADE MÍNIMA (mg)
A	80
B	70
C	100
D	60

A dieta deverá incluir: leite arroz, feijão e carne que contêm as seguintes miligramas de vitaminas em cada uma de suas unidades de medida:

VITAMINA	LEITE (Kg)	ARROZ (kg)	FEIJÃO (kg)	CARNE (kg)
A	10	5	9	10
B	8	7	6	6
C	15	3	4	7
D	20	2	3	9

Os custos unitários destes alimentos são os seguintes:

Leite – 1.200  
 Arroz – 1.000  
 Feijão – 2.500  
 Carne – 8.000

Formular o modelo de programação linear correspondente.

**EPC.10.** Uma empresa gaúcha possui 2 fábricas de vinho com capacidade de produzir 80.000 e 65.000 garrafas/mês e atende a quatro distribuidores que demandam 75.000, 20.000 e 30.000 garrafas/mês. O custo unitário de transporte é dado na tabela seguinte:

Distribuidores	1	2	3	4
Fábricas				
1	\$50	\$10	\$70	\$30
2	\$60	\$40	\$60	\$20

Sabe-se que a demanda do distribuidor 4 deve ser atendida e que há penalidades por garrafa de vinho não entregue de \$50, \$30, e \$20 nos distribuidores 1, 2 e 3, respectivamente. Formule o modelo de Programação Linear.

**EPC.11.** Três cidades descarregam seus esgotos no mesmo rio, tendo cada uma delas estação de tratamento de esgoto. Cada estação tem uma eficiência máxima de tratamento que não pode exceder 95%. O custo de tratamento é diretamente proporcional à eficiência.

Restrições ambientais estipulam um nível mínimo de qualidade da água no rio. Problema: determinar a eficiência de tratamento de cada estação que minimiza os custos e mantém uma qualidade padrão para água do rio.

A medida padrão da quantidade de poluentes no rio é o DOB – demanda de oxigênio bioquímico. Quanto maior o DOB pior a qualidade. Assim, o tratamento consiste em diminuir o DOB da água de esgoto (DOB é o peso do oxigênio necessário para estabilizar os constituintes do esgoto).

O pedaço de rio entre as duas plantas sucessivas é chamado ramo. Atividades bioquímicas agem para reduzir o DOB rio abaixo, ao final de um ramo, quando comparado ao seu início. De forma simplificada, esta atividade depende do fluxo da água no rio e do comprimento do ramo. Suponha que o fluxo de água entre dois ramos é constante e que a descarga de poluentes (DOB) de uma cidade em uma estação é também constante. Seja:

$x_j$  = eficiência de tratamento na planta  $j$  – variável do problema.

$a_j$  = taxa de descarga de DOB da cidade  $j$  em kilos/dia.

$b_j$  = taxa de descarga de DOB da planta  $j$  no rio em kilos/dia.

$r_{jk}$  = fração de DOB removida no ramo entre a cidade  $j$  e cidade  $k$  devido às atividades bioquímicas do rio.

$B_j$  = máximo DOB permitido descarregado no próximo ramo em DOB/litro.

$Q_j$  = fluxo do rio no ramo em litros/dia.

$C_j$  = custo do DOB removido na planta  $j$ .

Bole o modelo de PL que resolva o problema.