Otimização da Produção de Enlatados (versão #11, atualizada em 3103/2016)

A empresa LatFrutas S/A produz frutas enlatadas em três fábricas diferentes (A, B e C). Os agricultores de cada região podem fornecer mensalmente determinadas quantidades de produtos agrícolas (matéria-prima) para serem processados e enlatados. Cada produto tem um rendimento em função das características de seu processamento, isto é, a quantidade líquida de produto disponível para processamento após a retirada da casca, e das sementes. O custo da matéria-prima é em função do seu peso bruto. A Tabela 1 mostra estes dados.

Produto	Quantidade bruta para fornecimento	Custo unitário da matéria- prima	Rendimento do produto	Quantidade líquida disponível
Figo	26,00	4,42	0,92	23,92
Pêssego	76,00	3,26	0,60	45,60
Abacaxi	110,00	3,20	0,64	70,40
Ameixa	42,00	4,65	0,48	20,16
Goiaba	40,00	3,95	0,85	34,00
Banana	92,00	2,85	0,60	55,20
Maçã	75,00	3,75	0,90	67,50
Pêra	30,00	4,49	0,90	27,00

Tabela 1: Quantidade de matéria-prima, custo unitário, rendimento e quantidade líquida disponível.

Em função das características operacionais de cada fábrica, a sua capacidade máxima de produção em cada fábrica é diferente, bem como o custo de produção para cada produto, conforme mostrado na Tabela 2. Nem todos os produtos podem ser processados em todas as fábricas. Assim, aqueles que não podem ser produzidos numa determinada fábrica, têm um custo de produção = 1000. O valor bruto de venda dos produtos enlatados varia em função do mercado, sendo que o valor atual é mostrado na Tabela 2.

Produto	Custo produção fábrica A	Custo produção fábrica B	Custo produção fábrica C	Valor de venda (\$)
Figo	1000,00	3,10	3,10	23,00
Pêssego	3,79	2,95	3,10	19,75
Abacaxi	3,79	2,95	3,85	20,75
Ameixa	3,05	1000,00	3,05	25,35
Goiaba	1000,00	2,85	3,95	21,75
Banana	3,05	2,45	1000,00	16,15
Maçã	3,05	1000,00	3,10	20,75
Pêra	3,05	2,98	3,10	20,75
Capacidade máxima de produção	120,00	200,00	40,00	

Tabela 2: Custos de produção, capacidade de produção e valor de venda atual.

Em função de características específicas do processo produtivo não é economicamente viável produzir de quantidades menores do que **5,00** unidades de qualquer produto em qualquer uma das fábricas. Além disto, no máximo **4** produtos diferentes (dos 8 possíveis) poderão ser produzidos por cada fábrica. Por outro lado, para

cuprir compromissos de fornecimento já assumidos com clientes, pelo menos **20,00** unidades de todos os produtos precisam ser produzidas para serem comercializadas.

Os custos de produção, por produto e por fábrica, mostrados na Tabela 2 são teóricos. Na prática observa-se uma não-linearidade devido ao efeito de "economia de escala". Isto é, quanto maior a quantidade produzida, menor o custo e vice-versa. Para cada produto, o custo total de produção, somando-se todas as fábricas, deve ser corrigido pela Equação [1], onde $CustoTotProd_i$ se refere à soma dos custos de produção do produto i nas três fábricas e as constantes $K_1=320$, $K_2=200$, $K_3=1,1$:

$$CustoProducaoCorrigido = \frac{CustoTotProd_{i} * K_{1}}{K_{2} + \frac{\sqrt{CustoTotProd_{i}^{2} + CustoTotProd_{i}}}{K_{3}}}$$
[1]

Esta equação mostra que, abaixo de um determinado valor (aprox. 130) os custos reais aumentam e, acima deste, diminuem.

Os produtos enlatados são vendidos no atacado, por unidade de produto, pelos valores mostrados na última coluna da Tabela 1. Os impostos incidem sobre o total do valor bruto de venda dos produtos e é estratificado por faixas, conforme a Tabela 3: encontra-se a faixa correspondente, aplica-se o percentual sobre o lucro total bruto e subtrai-se a dedução.

Total bruto de	e venda (em \$)	Alíguata (0/)	Dedução (\$)	
de	até	Alíquota (%)		
0	999	1,0 %	0,00	
1000	2499	4,0 %	40,00	
2500	3999	9,0 %	220,00	
4000	10000	15,0 %	600,00	

Tabela 3: Faixas de alíquotas dos impostos.

Para o cálculo do lucro líquido da empresa, deve-se deduzir do total bruto de venda os custos da matéria-prima e os custos de produção corrigidos, bem como os impostos. O objetivo do problema é encontrar qual é a melhor combinação de quantidades dos produtos a ser produzida por cada uma das fábricas, respeitando-se todas as restrições, de maneira que a companhia LatFrutas maximize o seu lucro líquido final. A quantidade de cada produto produzida em cada fábrica deve ser computada com duas casas decimais de precisão, bem como o lucro final. Utilizar a planilha fornecida pelo professor.

O problema deve ser modelado para ser resolvido com Algoritmos Genéticos. Primeiramente identificar as variáveis e seus intervalos válidos, as restrições do problema e a política de penalidades. Estabelecer uma codificação apropriada para as variáveis, procurando minimizar o espaço de busca e tratando as restrições. Criar uma função de fitness que englobe a função objetivo a ser otimizada, as normalizações, bem como os demais fatores que influenciam o problema. Definir os parâmetros de controle do algoritmo e implementá-lo preferencialmente utilizando o software GALOPPS. Apresentar relatório com todas as informações do AG implementado e a planilha completa com a melhor solução obtida.