

# 7

CAPÍTULO

## **ANÁLISE COMPARATIVA DAS DIETAS OTIMIZANDO PREÇO E ENERGIA RESTRITO A QUESTÃO DO GÊNERO E DO VEGERARIANISMO: UM ESTUDO EM PYTHON**

**Santana, Gnainna;  
Marcelino, Tamyres;**

---

**Resumo:** Apresenta-se um problema de Pesquisa Operacional voltado à otimização do planejamento de dietas. O objetivo é encontrar quais alimentos e suas respectivas porções, vão compor a dieta, obedecendo às restrições pré-determinadas e atendendo o que foi proposto na função objetivo, que nesse caso foram minimizar custo, calorias e proteínas. Foi feito um estudo da pirâmide alimentar e seus grupos. Foram reproduzidos problemas da literatura usando a linguagem Python e os resultados foram comparados. Posteriormente foi feita uma atualização dos dados e um aumento no número de alimentos. Também foi feita uma abordagem sobre a dieta vegetariana e estudada a nova pirâmide alimentar específica para essa dieta. Em comparação com os resultados da literatura a linguagem Python conseguiu resultados melhores, ao atualizar os dados foram constatados alguns problemas na dieta vegetariana, mas ao serem removidas algumas restrições o problema foi solucionado. De modo geral, os resultantes foram satisfatórios, atendendo as funções objetivo.

**Palavras-chave:** Problema da Dieta. Otimização; Pirâmide Alimentar; Python.

---

## **1. Introdução**

A alimentação é um elemento fundamental na vida do trabalhador, podendo afetar diretamente o desempenho em suas funções. Além disso, algumas pessoas possuem restrições alimentares, seja por questões médicas ou de outra ordem, e estas devem ser seguidas com o intuito de que a saúde não seja comprometida. É notável também que a perda de peso é vista não só como sinônimo de saúde, pois devido à falta de saúde algumas pessoas têm que perder peso, mas também como autoestima elevada. Baseadas em unir a matemática à solução desses problemas usaremos um software de otimização para o problema da dieta que será capaz de dar resultados

que minimizem o custo, calorias e proteínas. O objetivo é obter dietas que melhor se adequem a diferentes tipos de restrições alimentares e atendam os diversos resultados esperados por aqueles que se submetem a uma dieta, seguindo os resultados mais recentes no tocante a pesquisas de nutrição.

De forma bem sucinta o problema da dieta, que aqui será estudado, consiste em saber quais alimentos, de um grupo inicialmente dado, devem ser incluídos na dieta de maneira a atender a quantidade pré-determinada de nutrientes, de acordo com algum critério. O primeiro passo da modelagem é identificar os elementos conhecidos e desconhecidos. Os elementos conhecidos nesse problema são os alimentos que serão utilizados para gerar as dietas, os componentes nutricionais de cada um, a quantidade diária exigida de cada nutriente e o custo da porção de cada alimento. E o elemento desconhecido é o que queremos encontrar, a quantidade e que alimento vai compor a dieta.

## **2 Estudo do Problema da Dieta**

Neste capítulo será abordado como é a forma gráfica de arranjo dos alimentos com o intuito de gerar mudanças de hábitos alimentares demonstrando os grupos alimentares e as porções diárias de seus respectivos grupos. E será retratado também o histórico do problema da dieta e a fórmula original do problema da dieta. Foi especificado o que é a dieta vegetariana e a definição da sua própria pirâmide alimentar com os grupos alimentares, e a especificação da dieta para pessoas com gota. E por fim, como é composta a Linguagem Python.

### **2.1 Pirâmide Alimentar**

O desenvolvimento da ciência de alimentação e nutrição nos últimos tempos tem gerado resultados que devem ser usados na melhoria da qualidade de vida das pessoas (Welsh et al., 1992a apud PHILIPPI et al., 1999).

No século anterior, Atwater foi o pioneiro na averiguação dos componentes essenciais para a criação de guias alimentares. Com sua publicação de tabelas de composição de alimentos e padrões dietéticos para a população norte americana em 1894, deu início às bases científicas para estabelecer relações entre a composição dos alimentos, consumo e saúde das pessoas. Após isso foram propostos outros guias com diferentes formas de apresentação para variados grupos populacionais. Esses guias também foram mudados devido a criação de novos alimentos (Welsh et al., 1992a apud PHILIPPI et al., 1999).

Tem-se buscado uma forma gráfica de arranjo dos alimentos para que se torne mais compreensível à população, ou seja, fazer com que se tenha o consumo certo dos alimentos, formando uma dieta nutricional adequada (Welsh et al., 1992b apud PHILIPPI et al., 1999).

Foram experimentadas diversas maneiras de expor os alimentos sendo: em pilhas, em utensílios (xícara, tigela, prato), em carrinho de supermercado e, por fim pirâmide, que foi adotada pelo United States Department of Agriculture (USDA) em 1992 (PHILIPPI et al., 1999).

“Pirâmide alimentar é um instrumento de orientação nutricional utilizado por profissionais com o objetivo de promover mudanças de hábitos alimentares visando a saúde global do indivíduo e a prevenção de doenças.” (Achterberg et al. apud PHILIPPI et al., 1999)

Segundo Silva e Mura (2010) a pirâmide alimentar é constituída por oito grupos que são compostos com alimentos similares e foi deliberado o número de porções diárias para cada grupo, sendo eles: Cereais (5 a 9 porções); Frutas (3 a 5 porções); Hortaliças (4 a 5 porções); Leguminosas e oleaginosas (1 a 2 porções); Lácteos (3 porções); Carnes (1 a 2 porções); Açúcares (1 a 2 porções); Gorduras (1 a 2 porções).

A ilustração 1 mostra a pirâmide alimentar e as porções recomendadas de cada grupo de alimentos.

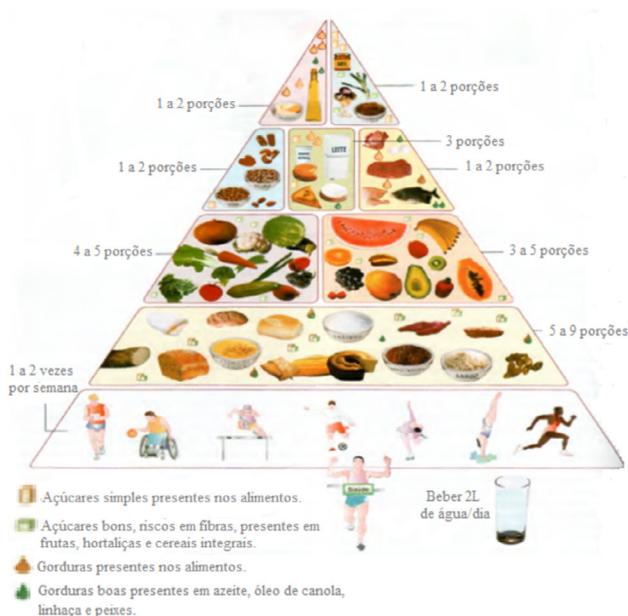


Figura 1: Pirâmide Alimentar.  
(Fonte: SILVA e MURA, 2010)

## 2.2 O Problema da Dieta

O problema da dieta foi estudado e solucionado por George Stigler, usando um método heurístico. Em 1945 especificou que:

“Para um homem mediano pesando aproximadamente 70 kg, qual quantidade dentre 77 diferentes alimentos deveria ser ingerida diariamente, de modo que as necessidades mínimas de nutrientes fossem igual às recomendações pelo Conselho Nacional de Pesquisa Norte-Americano e, além disso, a dieta elaborada tivesse o menor custo possível” (STIGLER, 1945 apud NAMEN; BORNSTEIN, 2004)

O objetivo era conceber uma dieta com menor custo que obedecesse às restrições mínimas de nutrientes.

Nesse procedimento, foram averiguadas 510 distintas alternativas de combinação de alimentos, sendo um conjunto amplo de inequações ( $9 \times 77$ ), alcançando um custo total de 39,93 dólares/ano para cada dieta, entretanto não se pode conceituar precisamente menor custo por razão da inexistência de processo matemático. E o método não reproduzia dietas aceitáveis para consumo (NAMEN; BORNSTEIN, 2004).

Do ponto de vista da modelagem matemática o problema original é clássico e importante na área de Programação Linear, de imediato modelo é:

$$\begin{aligned} & \text{Minimize } \sum_{j=1}^j c_j x_j \\ \text{Sujeito a: } & \sum_{j=1}^j n_{ij} x_j \geq b_i \text{ para } i=1,2,\dots,i \\ & x_j \geq 0 \text{ para todo } j \end{aligned}$$

Onde,

$\{1,2,\dots,j\}$  = conjunto de índices dos alimentos disponíveis para a formulação da dieta

$c_j$  = custo unitário do  $j$ -ésimo alimento

$x_j$  = quantidade do  $j$ -ésimo alimento presente na dieta

$\{1,2,\dots,i\}$  = conjunto de índices dos nutrientes

$n_{ij}$  = quantidade do  $i$ -ésimo nutriente em uma unidade do  $j$ -ésimo alimento

$b_i$  = quantidade mínima necessária do  $i$ -ésimo nutriente

Dantzig em 1947 expôs o método simplex, que se dispõe como um problema de programação linear, o modelo geral compõe-se em duas partes: a função objetivo e as restrições (NAMEN; BORNSTEIN, 2004).

Para comprovar o método empregou-se o problema da dieta de Stigler. Dantzig (1990) resolveu empregar o problema da dieta para reduzir seu peso, e por obter resultados extravagantes como a proposta de uma refeição de 500 galões de vinagre, resultou-se na criação de restrições que apontavam limites máximos para as variáveis aplicadas no modelo (DANTZIG, 1990 apud NAMEN; BORNSTEIN, 2004).

Contudo através da evolução exibida, torna-se explícita a relevância do problema original apresentado por Stigler para a evolução da Programação Linear (NAMEN; BORNSTEIN, 2004).

## 2.3 Dieta Vegetariana

A atração e a aderência ao vegetarianismo têm crescido muito. Uma apuração realizada em 1994 confirmou que aproximadamente 12,4 milhões de pessoas nos Estados Unidos classificavam-se vegetarianas. Isso representa cerca de 7% da população e a quase o dobro do número de vegetarianos especificado ao longo de um período de oito anos (JOHNSTON PK, 2003 apud COUCEIRO, SLYWITCH, LENZ, 2008).

Algumas circunstâncias dos quais conduzem as pessoas a optarem o vegetarianismo estão inerentes à religião, à saúde, à ética e aos direitos dos animais, à fome, à economia e ao meio ambiente.

A dieta vegetariana distingue da dieta onívora em aspectos que vão além da simples supressão de produtos cárneos. Os vegetarianos realizam um alto consumo de vegetais, frutas, cereais, legumes e nozes, além de sua dieta abranger menor quantidade de gordura saturada e, respectivamente, maior quantidade de gordura insaturada, carboidratos e fibras (KEY TJ et al., 1999 apud COUCEIRO, SLYWITCH, LENZ, 2008).

Não é anormal que indivíduos que se dizem vegetarianos comam carne. As várias práticas dietéticas tem como resultado diferentes ingestões nutricionais, o que torna imprescindível que os profissionais de Saúde analisem o que na realidade é ingerido, e não dependam de como as pessoas designam suas dietas. Infelizmente, não há uma definição certa do termo 'vegetariano' nos muitos estudos científicos, embora os pesquisadores possam relacionar os indivíduos de acordo com a ingestão dietética relatada, e não de acordo com a forma como as pessoas se autodenominam ou denominam suas dietas (BEDFORD JL, BARR SI, 2005 apud COUCEIRO, SLYWITCH, LENZ, 2008).

Essencialmente, o vegetariano é aquele que não ingere nenhum tipo de carne. Dependendo da inserção dos derivados animais à dieta, o vegetariano recebe uma nomenclatura distinta. Assim, o vegano, ou vegetariano puro, não consome produtos derivados do reino animal. Há os lacto-vegetarianos que consomem leite e laticínios, assim como os ovolactovegetarianos, que incluem os ovos na sua alimentação. Todos esses indivíduos são vegetarianos (COUCEIRO, SLYWITCH, LENZ, 2008).

Os nove grupos de alimentos que constituem o guia alimentar da Universidade de Loma Linda para vegetarianos são detalhado por Sabaté J, (2001 apud Couceiro; Slywitch; Lenz, 2008), e demonstrados na Figura 2. Os grupos são: cereais integrais, leguminosas, hortaliças, frutas, oleaginosas, óleos vegetais, laticínios, ovos e doces. Os cinco maiores grupos alimentares (cereais integrais, leguminosas, hortaliças, frutas, oleaginosas) formam a base trapezoide dos alimentos característicos da alimentação vegetariana estrita. No topo da pirâmide estão os quatro grupos alimentares opcionais que incluem óleos vegetais, laticínios, ovos e doces.

O guia alimentar vegetariano também faz referências a outras recomendações, assim como o consumo de água, prática de atividades físicas, exposição à luz solar e consumo de suplementos de vitamina B12 (recomendado aos vegetarianos estritos).

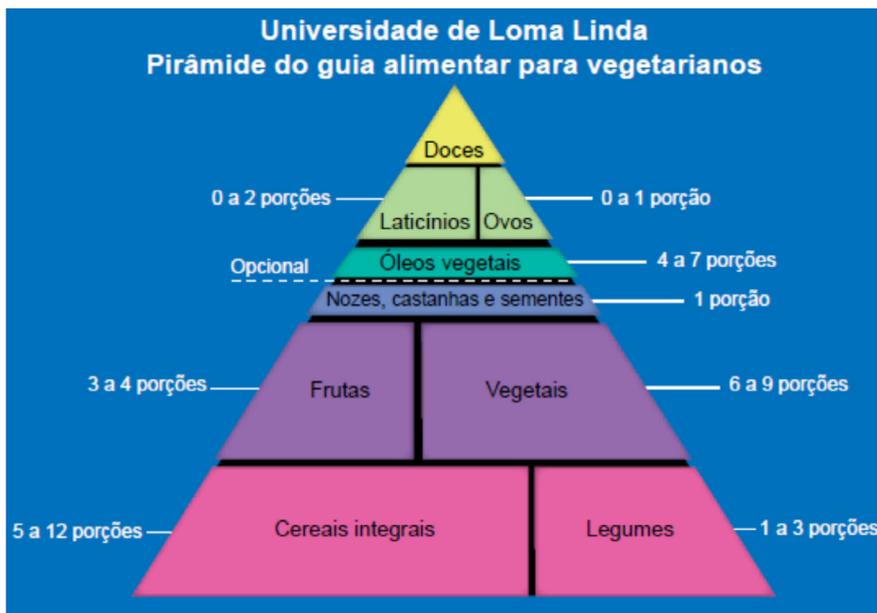


Figura 2: Guia alimentar da pirâmide vegetariana.  
(Fonte: COUCEIRO, SLYWITCH, LENZ, 2008)

## 2.4 Dietas para pessoas com gota

A Gota é uma das doenças reumáticas mais predominantes no mundo, é a consequência do depósito de cristais de ácido úrico em várias localizações, sobretudo nas articulações, tecido subcutâneo e rim. Os tratamentos clássicos, ainda que eficazes por vezes mal tolerados ou contraindicados. Recentemente, têm aparecido novos medicamentos para o tratamento da hiperuricemia e gota (MIGUEL; MEDIAVILLA, 2011).

A dieta adequada para os pacientes com hiperuricemia e gota não está estabelecida, entretanto pacientes com gota tradicionalmente são orientados a evitar alimentos ricos em proteínas (CRUZ, 2006).

Portanto foi realizada uma dieta para pessoas com gota formulando um programa que a função objetivo seja de minimizar proteínas.

É imprescindível a importância da aquisição e da manutenção de hábitos saudáveis voltados à melhoria de qualidade de vida e saúde. Prática regular de atividades físicas, alimentação adequada, suficiente horas de sono, uso controlado de bebidas alcoólicas, ausência de tabaco e 2 litros de água por dia.

## 2.5 Linguagem Python

Em dezembro de 1989, o holandês Guido Van Rossum criou a linguagem de programação Python pela necessidade de uma linguagem de alto nível. Nessa época ele trabalhava no projeto de sistema operacional Amoeba, onde a equipe desenvolvia uma linguagem em paralelo ao projeto, chamada ABC, sendo uma linguagem interativa e ambiente para computação pessoal que originalmente foi criada para iniciantes. Apesar de inicialmente ser criada para iniciante, atualmente é, segundo o índice TIOBE, uma das dez linguagens de programação mais utilizadas no mundo. Para suprir as deficiências de ABC, Rossum em 1990 sugeriu a adoção da recém-criada linguagem Python, sendo tão satisfatória que em 1991 lançou a versão 1.0 da linguagem na internet de forma gratuita.

O Python (x,y), uma extensão do Python, é um software livre vocacionado para cálculos científicos e numéricos, análise de dados, construção e visualização de gráficos em duas e três dimensões, entre outras funcionalidades (SANTOS, 2010).

O Scipy é um módulo da linguagem Python que implementa vários algoritmos de cálculo científico e os seus sub-módulos são utilizados para diferentes finalidades, nomeadamente, implementação de algoritmos de integração numérica, processamento de sinal e imagem, otimização, entre outros. Destacam-se:

- OPTIMIZE - Implementa algoritmos de otimização e minimização;
- SIGNAL - Rotinas de Processamento de Sinal;
- INTEGRATE - Integração e resolução de equações diferenciais ordinárias;
- LINSOLVE - Resolução de sistemas de equações lineares
- INTERPOLATE: Funções de interpolação;
- STATS: Possui um conjunto de distribuições discretas e contínua assim como funções estatísticas usuais (média, desvio padrão, entre outras) (SANTOS, 2010).

O estudo do Problema da Dieta foi codificado pela linguagem Python, dentro do sub-módulo "scipy.optimize" a função `fmin_slsqp` que foi usada na implementação das dietas.

#### **4 Dados que compõem as dietas e os Resultados e Discussões**

As tabelas a seguir mostram os alimentos usados para gerar as dietas e a informação nutricional de cada um deles, assim como o preço da porção.

A Tabela 1 mostra os alimentos usados para gerar a dieta de pessoas que não são vegetarianas:

Tabela 1: Alimentos usados para gerar as dietas de pessoas que não são vegetarianas.

<b>Alimentos</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Porção (g)</b>	<b>Energia (kcal)</b>	<b>Proteínas (g)</b>	<b>Cálcio</b>	<b>Fibras (g)</b>	<b>Vitamina C (mg)</b>	<b>Ferro (mg)</b>	<b>Lipídios</b>	<b>Preço</b>
Leite	$x_1$	200	120	5,8	240	0	0	0	0	0,4
Danone	$x_2$	90	82	1,8	68	0	0	0	0	0,5
Maçã	$x_3$	100	62,5	0,2	3,4	2	1,5	0,1	0,3	0,54
Laranja da terra	$x_4$	100	51,5	1,1	51,1	4	34,7	0,2	0,2	0,35
Alface	$x_5$	100	10,7	1,4	38	1,8	15,6	0,4	0,2	0,5
Cenoura	$x_6$	100	34,1	1,4	22,5	3,2	5,1	0,2	0,2	0,2
Arroz	$x_7$	100	359,7	7,3	7,8	4,8	0	1,0	1,9	0,2
Macarrão	$x_8$	80	288	9,6	0	2,3	0	0	0	0,35
Batata	$x_9$	100	64,4	1,8	3,6	1,2	31,1	0,4	0	0,18
Pão	$x_{10}$	100	299,8	8	15,8	2,3	0	1,0	3,1	1,09
Atum	$x_{11}$	100	165,9	26,2	6,9	0	0	1,2	6	1,76
Salsicha	$x_{12}$	50	78	6	0	0	0	0	0	0,13
Ovos	$x_{13}$	100	167,3	12	0	0	0	0	0	0,60
Presunto	$x_{14}$	100	93,7	14,3	23,3	0	0	0,8	2,7	1,90
Frango	$x_{15}$	100	213,2	18,1	19,9	0	0	0,6	15,1	1,20
Pescada	$x_{16}$	110	90	21	36	0	0	1,2	0	2,63
Feijão	$x_{17}$	40	135	8,9	0	1,7	0	0	0	0,18
Grão de Bico	$x_{18}$	60	218	11	0	2,4	0	4,4	0	0,18
Abóbora	$x_{19}$	100	38,6	1,8	18,0	2,2	5,1	0,4	0,5	0,25
Chuchu	$x_{20}$	100	17	0,7	11,5	1,3	10,6	0,2	0,1	0,10
Melão	$x_{21}$	100	29,4	0,7	2,9	0,3	8,7	0,2	0	0,40
Pera	$x_{22}$	100	53,3	0,6	8,3	3	2,8	0,1	0,1	0,8
Carne vermelha	$x_{23}$	100	136,6	19,4	2,6	0	0	1,8	6	1,5
Brócolis	$x_{24}$	100	25,5	3,6	85,9	2,9	34,3	0,6	0,3	0,8
Tomate	$x_{25}$	100	15,3	1,1	6,9	1,2	21,2	0,2	0,2	0,4
Abacaxi	$x_{26}$	100	48,3	0,9	22,4	1	34,6	0,3	0,1	0,3
Mamão papaia	$x_{27}$	100	40,2	0,5	22,4	1	82,2	0,2	0,1	0,8
Banana	$x_{28}$	100	86,8	1,8	3,2	2,6	10,5	0,2	0,1	0,4
Batata doce	$x_{29}$	100	118,2	1,3	21,1	2,6	16,5	0,4	0,1	0,35
Sardinha	$x_{30}$	100	111,7	20	0	0	0	0	0	2,63
Couve-flor	$x_{31}$	100	22,6	1,9	17,8	2,4	36,1	0,5	0,2	0,29
Uva	$x_{32}$	100	52,9	0,8	6,7	0,9	3,3	0,1	0,2	1,29
Manga	$x_{33}$	100	63,5	0,4	11,7	1,6	17,4	0,1	0,3	0,6
Beterraba	$x_{34}$	100	48,8	2	18,1	3,4	3,1	0,3	0,1	0,20
Cenoura	$x_{35}$	100	34,1	1,3	22,5	3,2	5,1	0,2	0,1	0,20
Margarina	$x_{36}$	10	63	0	0	0	0	0	0	0,4
Azeite	$x_{37}$	13	108	0	0	0	0	0	0	0,4

E os alimentos utilizados para pessoas vegetarianas, foram os mesmos da tabela 1, onde foram excluídas as carnes, porém permanecendo alimentos derivados de origem animal.

Os resultados a seguir na Tabela 2 são referentes às dietas para minimizar preço, calorias e ácido úrico para o sexo feminino e masculino sendo para pessoas que não são vegetarianas.

Tabela 2: Resultados de dietas para pessoas que não são vegetarianas.

Objetivo \ Sexo	Masculino	Feminino
<b>Preço</b>	5,27 reais	5,51 reais
	2232,98 Kcal	2709,36 Kcal
<b>Energia</b>	1346,11 Kcal	1756,20 Kcal
	13,23 reais	17,54 reais
<b>Proteínas</b>	51,08 gramas	71,46 gramas
	10,33 reais	10,38 reais

Analisando os dados acima, entre o preço e a energia referente ao sexo masculino é possível averiguar que a dieta para minimizar a energia foi quase o triplo se comparada a dieta para minimizar preço. Para o sexo feminino, sendo feita uma correlação entre o preço e a energia, foi constatada que a dieta referente a minimizar a energia foi mais que o triplo em relação à minimizar o preço. Portanto foi constatado o que vemos na prática, que as dietas para perder peso geralmente são de alto custo. As dietas para minimizar as proteínas, sendo feitas comparações entre os sexos, é possível notar que os preços das dietas foram muito próximos, entretanto a quantidade de gramas do sexo feminino foi maior.

Na Tabela 3 são específicos para pessoas vegetarianas.

Tabela 3: Resultados de dietas para pessoas que são vegetarianas.

Objetivo \ Sexo	Masculino	Feminino
<b>Preço</b>	18,03 reais	18,69 reais
	2774,64 Kcal	2915,41 Kcal
<b>Energia</b>	2808,62 Kcal	2808,62 Kcal
	18,69 reais	18,69 reais
<b>Proteínas</b>	100 gramas	100 gramas
	18,78 reais	18,78 reais

Um problema que tivemos na execução do código na dieta para vegetarianos, conta com a linha 285 que declara a mensagem de “erro SLSQP”, indicando que duas (ou mais) restrições não podem ser atendidas ao mesmo tempo. Ao rodar as dietas para minimizar o preço para o sexo masculino e para minimizar a energia do sexo feminino houve o erro de SLSQP. Para solucionar este erro foi então analisado a quantidade máxima das restrições estabelecidas.

O programa, para o caso da dieta que pretende minimizar o preço para o sexo masculino, roda de forma satisfatória quando remove uma das seguintes restrições, que são apresentadas a seguir com os seus respectivos preços:

- **Quantidade máxima de proteína com o preço da dieta de R\$19,21;**
- **Quantidade máxima de ferro com o preço da dieta de R\$18,68;**
- **Quantidade máxima de óleo com o preço da dieta de R\$18,03;**
- **Quantidade máxima de frutas com o preço da dieta de R\$22,66;**
- **Quantidade máxima de Vitamina C com o preço da dieta de R\$18,68;**
- **Quantidade máxima de vegetais com o preço da dieta de R\$18,68;**
- **Quantidade máxima de fibras com o preço da dieta de R\$18,68.**

Sendo feita uma análise dos valores das dietas com o propósito de minimizar o preço, é prescindível que a retirada da restrição de quantidade máxima de óleo apresenta o menor preço, sendo então a melhor dieta.

Gerando dieta para minimizar energia para o sexo feminino foi realizada a remoção das seguintes restrições com suas devidas calorias:

- **Quantidade máxima de proteína com 4756,60 Kcal;**
- **Quantidade máxima de frutas com 3303,62 Kcal;**
- **Quantidade máxima de Vitamina C com 2808,62 Kcal;**
- **Quantidade máxima de vegetais com 2875,78 Kcal.**

Com o intuito de obter a menor quantidade de calorias, é possível analisar que ao rodar o código retirando a quantidade máxima de vitamina C, o programa proporciona a melhor dieta.

Ao avaliar a Tabela 10 e correlacionar as dietas com o objetivo de minimizar preço e energia do sexo masculino, o preço e as calorias das duas dietas não estão distantes. Sendo feita a mesma análise para o sexo feminino é possível averiguar que os preços das duas dietas foram o mesmo, mas a quantidade de calorias obteve valores diferentes. No caso do objetivo em minimizar proteínas relacionando o sexo masculino com o feminino os valores foram exatamente iguais.

Outro resultado que nos pareceu surpreendente é o fato de que as dietas para o caso masculino sistematicamente apresentam preços e quantidades de calorias menores que as equivalentes para o sexo feminino. A surpresa vem do fato de que os limites para os nutrientes (com exceção do ferro) são menores para o sexo feminino que para o masculino.

### **3. Conclusões**

Partindo do princípio à contribuição do problema da dieta para o desenvolvimento de um dos grandes métodos de otimização muito utilizado atualmente que é o método simplex.

Comparando o resultado da literatura onde foi usado o CPLEX para resolver com o resultado obtido usando a função de otimização da linguagem Python pode-se concluir que a linguagem Python obteve o menor custo, portanto é o melhor resultado, uma vez que o objetivo do problema era minimizar custo.

A diferença entre os dois aplicativos é grande do ponto de vista do algoritmo subjacente. O CPLEX é uma implementação o método Simplex, que por sua vez fica restrito a uma função objetivo e restrições lineares. Por sua vez a função SLSQP é uma variação do BFGS que pode ser aplicada a restrições e funções objetivo quaisquer, incluindo, como no presente trabalho o caso linear. Sendo assim o SLSQP bastante adequado para, em trabalhos futuros, se estudar a possibilidade de interação entre os alimentos.

Problemas com um grande número de variáveis são impossíveis de obter uma solução sem auxílio de software, uma vez que a relação entre vários fatores se torna bastante complexas.

---

**Abstract:** This work presents a problem of Operational Research aimed at optimizing the planning of diets. The goal is to find which types of food, and their quantities, will compose the diet, obeying some pre-determined restrictions and that minimizes the objective function, which is, in our case, one of the following: cost, calories or proteins. A theoretical summary of the food pyramid and its groups was done. A case presented in the literature was reproduced using the Python and the results were compared. After that, we made an update of the original data and increased the number of food types. To take into account the vegetarian diet we considered a food pyramid specifically created for this type of diet. Compared with the results from the literature the Python script got better results, but when updating the data we found some problems in the programs execution, particularly in the vegetarian case, but when some restrictions were removed the problem disappeared. In general the results were satisfactory to the given objective functions.

**Keywords:** Location-Routing Problem; Variable Neighborhood Search; Heuristic.

---

## Referências bibliográficas

COUCEIRO, P.; SLYWITCH, E.; LENZ, F. **Padrão alimentar da dieta vegetariana**, Rev. Einstein, São Paulo, vol.6, n° 3, 2008.

CUPPARI, Lilian. **Nutrição: Nutrição Clínica no Adulto**. 2. ed. rev. E ampl. Barueri, SP: Manole, 2005.

CRUZ, Boris Afonso. **Gota**. Rev. Bras Reumatol, v. 46, n.6, p. 419-422, 2006.

FERREIRA, A.; PINHO, L. **Programação linear: O problema da dieta**. Coimbra, 2012. Disponível em: <http://www.mat.uc.pt/~mat0829/PL-AndreLiliana2012.pdf>. Acesso em: 29 de Maio de 2014.

MIGUEL, C.; MEDIAVILLA, M. J. **Abordagem actual da gota**. Acta Med Port, v. 24, n. 5, p. 791-798, 2011.

NAMEN, A. A.; BORNSTEIN, C.T. **Uma ferramenta para avaliação de resultados de diversos modelos de otimização de dietas**, Pesquisa Operacional, vol. 14, n.3, p.445-465, Setembro a Dezembro de 2004. In: Scielo Brasil, 2004. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-74382004000300007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-74382004000300007&script=sci_arttext). Acesso em: 28 de Maio de 2014.

PHILIPPI, S. T.et al. **Pirâmide alimentar adaptada: Guia para escolha dos alimentos**, Rev. Nut., vol. 12, no.1, p.65-80, Abril 1999.

SANTOS, Bruna. **Introdução ao Python** (x,y). 2010. Disponível em: [http://www.aefcup.pt/apontamentos/Programacao\\_Python/Python\\_BrunaSantos.pdf](http://www.aefcup.pt/apontamentos/Programacao_Python/Python_BrunaSantos.pdf). Acesso em: 29 de Maio de 2014.

SILVA, S. M. C.S.; MURA, J. D. P. **Tratado de Alimentação**, Nutrição & Dietoterapia. 2. ed. São Paulo: Roca, 2010.